

Traité d'assainissement
industriel : comprenant la
description des principaux
procédés employés dans les
centres [...]

Freycinet, Charles Louis de Saulces de (1828-1923). Auteur du texte. Traité d'assainissement industriel : comprenant la description des principaux procédés employés dans les centres manufacturiers de l'Europe occidentale pour protéger la santé publique et l'agriculture contre les effets des travaux industriels. Texte / par M. Charles de Freycinet,.... 1870.

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :

- La réutilisation non commerciale de ces contenus ou dans le cadre d'une publication académique ou scientifique est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source des contenus telle que précisée ci-après : « Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France » ou « Source gallica.bnf.fr / BnF ».

- La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service ou toute autre réutilisation des contenus générant directement des revenus : publication vendue (à l'exception des ouvrages académiques ou scientifiques), une exposition, une production audiovisuelle, un service ou un produit payant, un support à vocation promotionnelle etc.

[CLIQUER ICI POUR ACCÉDER AUX TARIFS ET À LA LICENCE](#)

2/ Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

3/ Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

- des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

- des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

4/ Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

5/ Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

6/ L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur, notamment en matière de propriété intellectuelle. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

7/ Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter utilisation.commerciale@bnf.fr.

Cours de la Couverture

1872

TRAITÉ
D'ASSAINISSEMENT INDUSTRIEL

COMPRENANT

LA DESCRIPTION DES PRINCIPAUX PROCÉDÉS

EMPLOYÉS

DANS LES CENTRES MANUFACTURIERS DE L'EUROPE OCCIDENTALE
POUR PROTÉGER LA SANTÉ PUBLIQUE ET L'AGRICULTURE
CONTRE LES EFFETS DES TRAVAUX INDUSTRIELS

PAR

M. CHARLES DE FREYCINET,

INGÉNIEUR AU CORPS IMPÉRIAL DES MINES.

PUBLIÉ PAR ORDRE DE SON EXCELLENCE

M. LE MINISTRE DE L'AGRICULTURE ET DU COMMERCE.

—
TEXTE
—

PARIS

DUNOD, ÉDITEUR,

SUCCESSEUR DE V^{or} DALMONT,

Précédemment Carillan-Gœury et V^{or} Dalmont,

LIBRAIRE DES CORPS IMPÉRIAUX DES PONTS ET CHAUSSEES ET DES MINES,

Quai des Augustins, n° 49.

—
1870
—

TRAITÉ
D'ASSAINISSEMENT INDUSTRIEL
COMPRENANT

LA DESCRIPTION DES PRINCIPAUX PROCÉDÉS

EMPLOYÉS

DANS LES CENTRES MANUFACTURIERS DE L'EUROPE OCCIDENTALE
POUR PROTÉGER LA SANTÉ PUBLIQUE ET L'AGRICULTURE
CONTRE LES EFFETS DES TRAVAUX INDUSTRIELS

PUBLIÉ PAR ORDRE DE SON EXCELLENCE
M. LE MINISTRE DE L'AGRICULTURE ET DU COMMERCE

Tc 40
71

DE FREYCINET, ingénieur des mines, directeur du contrôle du travail des enfants dans les manufactures, au ministère de l'agriculture et du commerce. — **Traité d'assainissement industriel et municipal**, contenant la description des principaux procédés employés dans l'Europe occidentale pour protéger la santé publique et l'agriculture contre les effets des travaux industriels et ceux des grandes agglomérations. 2 v. in-8 et 2 atlas. 20 fr.

Titre artificiel. — La tome I se compose du présent ouvrage, et la tome II se compose de la suite. Voy. Préface, p. II.

TRAITÉ D'ASSAINISSEMENT INDUSTRIEL



COMPRENANT

LA DESCRIPTION DES PRINCIPAUX PROCÉDÉS

EMPLOYÉS

DANS DES CENTRES MANUFACTURIERS DE L'EUROPE OCCIDENTALE
POUR PROTÉGER LA SANTÉ PUBLIQUE ET L'AGRICULTURE
CONTRE LES EFFETS DES TRAVAUX INDUSTRIELS

PAR

M. CHARLES DE FREYCINET,

INGÉNIEUR AU CORPS IMPÉRIAL DES MINES.

PUBLIÉ PAR ORDRE DE SON EXCELLENCE

M. LE MINISTRE DE L'AGRICULTURE ET DU COMMERCE.

PARIS

DUNOD, ÉDITEUR,

SUCCESSION DE V^{or} DALMONT,

Précédemment Carilian-Gœury et V^{or} Dalmont,

LIBRAIRE DES CORPS IMPÉRIAL DES PONTS ET CHAUSSEES ET DES MINES,

Quai des Augustins, n° 49.

1870

Tous droits réservés.

*Dépot
Somme. 1870
n° 93*



Cet ouvrage est le résultat des études que j'ai entreprises, de 1862 à 1869, en France et à l'étranger, par ordre de Son Exc. M. le Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, à la demande du Comité consultatif des arts et manufactures. La plupart des faits qu'il contient ont déjà été consignés dans des rapports officiels, dont je rappelle ici les titres :

Rapport sur l'assainissement des fabriques et des procédés d'industries insalubres en Angleterre, 1864 ;

Rapport sur l'assainissement industriel et municipal en Belgique et dans la Prusse Rhénane, 1865 ;

Rapport sur l'assainissement industriel et municipal en France, 1866 ;

Rapport sur la réglementation du travail des enfants et des femmes dans les manufactures de l'Angleterre, 1867 ;

Rapport sur l'emploi des eaux d'égout de Londres, 1867 ;

Rapport supplémentaire sur l'assainissement industriel et municipal en France et à l'étranger, 1868.

Mais il restait à coordonner ces faits, à les compléter, et surtout à en faire sortir les principes généraux et les enseignements que le sujet comporte. Tel a été l'avis exprimé par le Comité consultatif des arts et manufactures, dans sa délibération du 21 juillet 1869. Ce corps savant a pensé qu'il y avait intérêt, au point de vue du progrès de l'hygiène publique en France, à présenter dans un ordre méthodique les procédés d'assainissement usités dans les centres manufacturiers et dont la pratique avait consacré l'efficacité.

Je me suis mis en devoir de satisfaire à ce vœu du Comité consultatif.

J'ai été conduit à diviser le sujet en deux parties : l'une consacrée à la salubrité industrielle, l'autre à la salubrité municipale. Il m'a semblé difficile, dans un travail qui avait l'intention d'être didactique, de laisser subsister la fusion entre les deux ordres de faits ; autant elle était naturelle dans des documents où l'auteur déposait à mesure tout ce qu'il rapportait de ses missions, autant elle serait ici peu justifiée. De là, deux ouvrages distincts : celui que je publie aujourd'hui, et un second qui paraîtra un peu plus tard, sous le titre : *Principes de l'assainissement des villes.*

Les personnes qui ont bien voulu lire mes premiers rapports se rendent compte de la méthode qui m'a guidé dans ce traité. Je peux dire qu'elle est l'opposé de celle qui guide ordinairement dans ces sortes d'ouvrages. Je n'ai point visé, en effet, à faire un répertoire complet, donnant pour chaque cas d'insalubrité un procédé correspondant ; c'est que malheureusement, dans la réalité, les choses ne se passent pas aussi simplement que dans les livres, et il s'en faut de beaucoup que le répertoire des procédés existants soit aussi étendu que celui de nos besoins. Or, je tenais avant tout à ne donner que des méthodes certaines et dont la valeur, à mes yeux, était tirée précisément du long usage qu'on en faisait ; en d'autres termes, je ne voulais conseiller que des procédés que j'avais vus fonctionner de mes propres yeux. J'ai donc éliminé d'une manière générale, malgré la bonne opinion que je pouvais en avoir personnellement, tous les moyens d'assainissement qui n'étaient pas marqués de ce caractère pratique. Dès lors ma description s'est trouvée restreinte aux industries qui ont été réellement assainies ; en outre, parmi ces industries, je ne me suis occupé que des principales, sans insister sur celles qu'une analogie évidente y rattachait et pour lesquelles l'application des mêmes moyens ne devait soulever aucune difficulté.

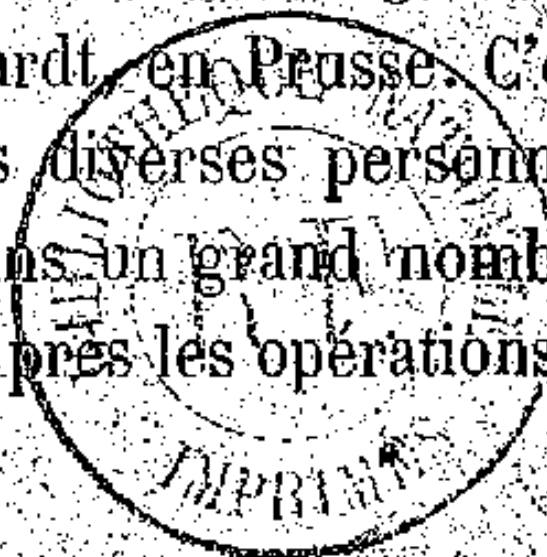
Pour ces diverses raisons, les procédés que je décris sont relativement en petit nombre ; mais, qu'on me permette d'y revenir, puisque c'est peut-être mon seul mérite, j'en peux garantir l'authenticité. Quand je dis que tel procédé a atteint le but, ce n'est pas mon opinion que

★

j'exprime, c'est un fait que j'énonce. Tout industriel qui voudra essayer d'une des méthodes que j'indique, peut être assuré d'avance que cette méthode a déjà donné de bons résultats chez certains de ses confrères. Au surplus, pour lever tout doute à cet égard, j'ai soin de faire connaître la source où je puise; à chaque procédé décrit, je nomme l'établissement où le procédé fonctionne, et souvent même je rapporte les dires du chef de fabrique. D'autre part, je me suis attaché à donner sur les appareils des indications détaillées, à la faveur desquelles on pût habituellement les reconstituer. J'espère que les véritables praticiens me pardonneront ces lenteurs, parce qu'ils savent que c'est souvent par les détails d'exécution que pèchent des dispositions intrinsèquement bonnes.

Je ne terminerai pas cette rapide introduction sans exprimer ma profonde gratitude à l'Administration, dont la libéralité et les encouragements m'ont valu de mener cette œuvre à bonne fin. J'ai été dirigé constamment par les savantes instructions du Comité consultatif des arts et manufactures, sans lesquelles je n'aurais pu embrasser un aussi vaste sujet; je dois particulièrement des remerciements respectueux à M. Chevreul, président, et à MM. Duvergier, Combes et Le Chatelier, membres du même Comité, ainsi qu'à quelques autres savants français, MM. Dumas, Payen, Balard, qui ont bien voulu m'éclairer de leurs lumières. A l'étranger, je n'ai eu qu'à me louer de l'inépuisable complaisance que j'ai rencontrée auprès de plusieurs notabilités scientifiques et administratives, parmi lesquelles je citerai : les D^{rs} Letheby,

Angus Smith, Hofmann, Roscoë, MM. Simon, Redgrave, en Angleterre, les D^{rs} Stas et Chadelon, M. Vergote, en Belgique, les D^{rs} Merck et Marquardt, en Prusse. C'est grâce au concours empressé de ces diverses personnes qu'il m'a été donné de pénétrer dans un grand nombre d'établissements et d'y observer de près les opérations.





TABEE DES MATIÈRES.

	Pages.
GÉNÉRALITÉS	1

PREMIÈRE PARTIE. SALUBRITÉ INTÉRIEURE.

CHAPITRE PREMIER. — PROCÉDÉS GÉNÉRAUX	11.
<i>Ventilation des ateliers</i>	11
<i>Moyens destinés à prévenir les dégagements à l'intérieur des ateliers</i>	32
<i>Appareils à protéger les organes respiratoires</i>	46
<i>Mesures destinées à combattre l'infection</i>	54
<i>Mesures hygiéniques diverses</i>	59
<i>Limite d'âge et durée du travail</i>	66
CHAPITRE II. — PROCÉDÉS SPÉCIAUX	69
Travail du plomb et du cuivre	69
Céruse et autres dérivés du plomb	72
Émaillage au plomb	86
Blanchiment des dentelles à la céruse	89
Allumettes phosphoriques	90
Fulminates et amorces.	99.

	Pages.
Sulfure de carbone	106
Étamage des glaces.	109
Étamage du fer.	111
Dorure et argenture des métaux	114
Arsenic et ses composés	116
Secrétage des peaux, arçonnage	120
Préparation des tabacs	122
Sulfate de quinine	124
Préparation des boyaux, soufflage.	127
Tannage des cuirs	129
Coutellerie, taillanderie	131
Aiguilles et épingles	134
Nettoyage des chiffons.	138
Poteries (faïences, porcelaines, grès, etc.)	140
Bleu d'outremer.	144
Chlorure de chaux, blanchiment au chlore	145
Concentration de l'acide sulfurique	147
Fermentation de la bière et des vins.	149
Moulage du bronze.	153
Sciage des bois	155
Dévidage des cocons de la soie.	156
Travail de la laine	158
Travail du coton.	160
Travail du lin et du chanvre.	163

DEUXIÈME PARTIE.

SALUBRITÉ EXTÉRIEURE.

SECTION I.—DÉGAGEMENTS.

CHAPITRE PREMIER. — PROCÉDÉS GÉNÉRAUX	172
<i>Isolément des usines et autres conditions topogra-</i> <i>phiques.</i>	172

TABLE DES MATIÈRES.

IX

Pages.

<i>Emploi des hautes cheminées</i>	177
<i>Condensation dans l'eau.</i>	184
<i>Combustion dans des foyers</i>	199
 CHAPITRE II. — PROCÉDÉS SPÉCIAUX.	207
Acide chlorhydrique	207
Acide sulfureux	225
Vapeurs nitreuses	237
Hydrogène sulfuré	244
Acide arsénieux	255
Gaz de l'éclairage	257
Gaz des fours à ciment, à chaux, à briques, etc.	260
Fumées plombeuses	267
Huiles minérales.	269
Vernis, émail, encre d'imprimerie, etc.	274
Distillation du bois	277
Gélatine, colle forte, graisse, suifs, etc.	278
Bougies stéariques	286
Charbon d'os, révivification du noir animal.	291
Engrais artificiels	298

Fumivorité ou destruction de la fumée :

Fumée des fours à puddler, à verres, à poteries, à coke.	310
Fumée des appareils à vapeur	318

SECTION II. — RÉSIDUS SOLIDES ET LIQUIDES.

CHAPITRE PREMIER. — PROCÉDÉS GÉNÉRAUX	329
<i>Débouchés naturels et autres conditions topogra-</i> <i>phiques.</i>	329
<i>Puits absorbants et enfouissement dans le sol</i>	341
<i>Clarification par voie de dépôt ou de filtrage.</i>	350
<i>Emploi sur les terres</i>	368
<i>Traitement par la chaux.</i>	374

	Pages.
CHAPITRE II. — PROCÉDÉS GÉNÉRAUX	377
Fabriques de soude.	377
Fabriques de couleurs, teintureries, papiers peints	391
Papeteries.	399
Matières grasses et savonneuses	406
Fabriques de colle et de gélatine, tanneries, abat- toirs, etc.	414
Rouissage du lin et du chanvre.	419
Divers	428
APPENDICE. — Lois et règlements sur la matière.	431





TRAITÉ

D'ASSAINISSEMENT INDUSTRIEL.

GÉNÉRALITÉS.

La plupart des industries, on pourrait presque dire toutes les industries sont insalubres. Même parmi celles qui passent pour inoffensives, il en est bien peu, quand on les regarde de près, qui ne se trouvent nuire, par quelque côté, à la santé publique.

Les classes ouvrières souffrent plus directement de cette influence. On sait, en effet, qu'un grand nombre de professions manuelles déterminent des affections physiques ou morales qui sont pour ainsi dire les signes distinctifs de ces professions. Sans parler des causes spéciales d'insalubrité, comme le contact des matières toxiques, l'aspiration des poussières, l'exposition à de hautes températures, il est des influences d'une nature générale, inhérentes en quelque sorte à l'industrie, qu'on retrouve à des degrés divers dans la plupart des branches de fabrication : telles sont la durée du travail et la spécialisation des efforts.

C'est une vérité depuis longtemps reconnue que les mêmes

mouvements indéfiniment répétés entraînent des déformations dans l'organisme et souvent même un affaiblissement de l'intelligence. A ce point de vue le progrès des arts n'a pas été favorable à la santé des ouvriers : car en amenant « la division du travail » poussée à ses extrêmes limites, il a eu pour résultat d'enfermer l'activité de l'homme dans un cercle de plus en plus étroit, jusqu'à n'exiger de lui, dans une foule de cas, que des mouvements uniformes et véritablement automatiques qui appellent et font heureusement rendre possible son remplacement par des machines.

Dans le même ordre d'idées mais pour des raisons différentes, la constitution de « la grande industrie » n'a pas été plus favorable. Elle a déterminé en effet l'accumulation des travailleurs et leur séjour prolongé dans des espaces resserrés ; or ce n'est jamais impunément que des personnes d'âges, de tempéraments et parfois de sexes différents, chez lesquelles, en outre, les soins du corps font souvent défaut, restent réunies pendant des journées entières. Il se produit là, à un degré moindre, ce qu'on observe dans les armées, les hôpitaux et en général dans toutes les grandes agglomérations d'hommes ; c'est que le simple rapprochement engendre la maladie ou du moins prépare un milieu favorable à son éclosion. Dès lors, l'ouvrier « en chambre », quand il n'est pas aux prises avec la misère, se trouve dans des conditions meilleures que celui qui occupe une petite place dans l'atelier commun.

Les établissements industriels ne bornent pas leurs fâcheux effets dans leur enceinte. Mais les émissions gazeuses ou liquides auxquelles donnent lieu les opérations qui s'y pratiquent, peuvent en souillant l'air, les eaux ou le sol, troubler au loin les conditions de la vie et nuire à la fois aux hommes et à la végétation. On a souvent comparé l'usine à un être animé, chez lequel l'accomplissement des fonctions vitales est toujours accompagné de l'expulsion de rebuts nuisibles. De même, à côté des produits utiles qu'on vise à obtenir, l'indus-

trie fournit habituellement des matières qui mettent en danger la salubrité. Ce phénomène s'observe, non-seulement dans la fabrication proprement dite ou dans la *dénaturation* des substances, mais encore dans une foule d'opérations où l'on cherche uniquement à changer la forme ou le mode d'assemblage des corps. C'est ainsi que de simples ateliers de construction incommodent le voisinage, à cause du moteur à vapeur qu'ils empruntent et dont les fumées souillent l'atmosphère.

Mais les inconvénients sont surtout graves de la part des établissements où l'on soumet la matière à des transformations chimiques. Les gaz versés dans l'air ou les liquides qui coulent dans le sol charrient alors avec eux des éléments délétères ou infectants. Certains territoires sont ainsi rendus inhabitables, par suite de la présence des usines. La grande industrie a eu à cet égard le même genre d'influence que vis-à-vis les classes ouvrières : elle a augmenté le mal en concentrant la puissance productrice. Il est certain en effet qu'une cause d'insalubrité qu'on ressentirait à peine si elle était disséminée sur un grand nombre de points, peut devenir intolérable si elle est concentrée sur quelques-uns. Or d'une part les petits établissements cèdent de plus en plus la place aux grands et d'autre part ceux-ci tendent à se grouper dans des districts particulièrement favorables à la production ou à la consommation. Il y a donc là, indépendamment de toute extension absolue de l'industrie, une circonstance qui doit rendre les inconvénients plus sensibles.

Dans tous les pays civilisés les pouvoirs publics se sont préoccupés de protéger les populations contre les effets des travaux industriels. Un grand nombre de lois et de règlements, en Angleterre aussi bien qu'en France, en Autriche aussi bien qu'en Prusse, témoignent de l'importance qui partout s'est attachée à la question. En ce qui concerne cependant la santé des classes ouvrières, l'intervention de l'autorité a dû être assez mesurée. C'est en effet quelque

chose de grave de pénétrer au sein d'un établissement qui, après tout, fait partie du domicile privé, et cela, pour y saisir des faits qui n'atteignent, peut-on dire, que ceux qui s'exposent volontairement à leur influence. On est jusqu'à un certain point fondé à soutenir l'opinion que le législateur n'a pas à s'interposer entre un patron et des ouvriers qui contractent librement. Toutefois ce principe rigide a fléchi dans la pratique devant les instincts d'humanité et les nations même les plus opposées à ce genre d'intervention n'ont pas cru pouvoir complètement abandonner les travailleurs à toutes les chances de leur industrie. De là certaines précautions indispensables prescrites dans les fabrications les plus insalubres.

A l'égard du public ou des personnes qui vivent dans le voisinage plus ou moins immédiat des établissements, l'autorité n'a pas été tenue à la même réserve. D'abord, entre l'industriel et ses voisins la situation ne résulte pas d'un contrat librement consenti, loin de là : car le plus souvent l'industriel s'est installé dans la contrée, en dépit de l'opposition de ses futurs voisins ; ensuite, les causes d'insalubrité se manifestant hors de l'usine, sont par là même faciles à saisir sans qu'il soit besoin de violer le domicile privé. Aussi est-ce dans cette sphère que la réglementation s'est particulièrement exercée. Tantôt l'autorité s'est réservée le droit de réprimer directement les abus, tantôt elle abandonne ce soin aux intéressés eux-mêmes qui ont devant eux la voie des actions civiles ; mais généralement la double poursuite peut s'engager concurremment et les fabricants sont à la fois passibles d'amendes et de dommages-intérêts. Quelle que soit, au surplus, la marche tracée, selon les mœurs du pays, le but est toujours pareil : combattre les causes d'insalubrité qui naissent des opérations industrielles. Les chefs d'usines ont donc un intérêt direct et personnel à assainir leur fabrication, puisque c'est pour eux le moyen d'échapper à des conséquences onéreuses.

Mais une considération plus puissante encore doit les y pousser : elle résulte de cette grande loi naturelle, confirmée par l'expérience de chaque jour, qui veut que les progrès sanitaires soient habituellement une source de bénéfices pour ceux qui les accomplissent. Que l'industriel améliore le séjour de ses ateliers, ou qu'il mette ses voisins à l'abri des effets de ses opérations, presque toujours il finit par y trouver son propre compte. A côté du résultat hygiénique qu'il poursuivait, se place un résultat financier qu'il n'attendait pas et qui est comme la récompense des efforts tentés pour obtenir le premier.

Pour s'en convaincre il suffit de voir ce qui se passe depuis vingt ans dans les principales fabriques de France et de l'étranger. Après les vicissitudes et les transformations subies par la plupart des industries, on constate ceci : c'est que les établissements les mieux tenus, ceux où la santé de l'ouvrier est le mieux garantie, sont en même temps ceux qui livrent les plus beaux produits et à meilleur compte, ceux en un mot où les affaires sont le plus prospères. Les manufacturiers anglais le reconnaissent : après s'être longtemps refusés aux réformes de ce genre, regardées par eux comme incompatibles avec les nécessités de la concurrence, ils déclarent aujourd'hui, expérience faite, que l'amélioration du sort des travailleurs tourne au profit de l'industrie elle-même. La raison en est simple : l'ouvrier mieux portant fait plus de travail dans le même temps, il est plus assidu, s'absente moins ; il s'attache davantage à l'établissement et perd peu à peu ces goûts de changements aussi préjudiciables au patron qu'à lui-même. Bien plus, il se contente souvent d'un salaire moindre : qui ne sait, en effet, que les métiers les plus insalubres sont les plus rétribués ? Dès lors, quand une fabrication s'assainit, les salaires y peuvent rentrer dans la loi commune ¹. D'autre part, les soins de l'hygiène marchant toujours de pair avec

1. C'est ainsi que les ouvriers couteliers, en Angleterre, ont subi une forte diminution après que le repassage a été assaini à l'aide des ventilateurs.

ceux de la propreté, les salles prennent un aspect ordonné et symétrique, une certaine élégance même qui influe sur les habitudes du personnel : la marchandise est mieux traitée, les outils sont mieux entretenus, la surveillance devient plus facile, le déchet et le gaspillage diminuent. Mais ces faits ne sont pas les seuls ; l'expérience a mis en évidence une autre partie de la loi, qu'il était moins facile de prévoir : elle consiste en ce que les recherches entreprises pour protéger les travailleurs conduisent fréquemment à des perfectionnements techniques remarquables. Tantôt ce sont des mécanismes ingénieux qui se substituent à la main de l'homme, tantôt ce sont des substances non-seulement plus inoffensives, mais en même temps plus économiques, qui remplacent des matières dangereuses, tantôt enfin en voulant préserver l'ouvrier d'émanations malsaines, on aboutit à éviter la déperdition de produits utiles.

Les recherches qui ont en vue la protection du public ne sont pas moins fécondes. La plupart des procédés qui tendent à prévenir l'émission de gaz nuisibles ou l'écoulement de résidus impurs, déterminent habituellement un gain réel pour le fabricant. Celui-ci devant en effet retenir dans l'enceinte de son établissement les éléments susceptibles de nuire au voisinage, à cette fin les condense, les absorbe ou les fait déposer dans des bassins. Mais bientôt l'encombrement commence : à ces matières qui s'accumulent sans cesse, la place menace de manquer. Pour s'en débarrasser impunément il faut d'abord les dénaturer, c'est-à-dire leur faire perdre leurs propriétés malfaisantes ; de là à les utiliser, il n'y a qu'un pas, et ce pas est continuellement franchi par l'industriel en quête de l'assainissement. On a vu ainsi surgir, depuis quelques années, une multitude de fabrications secondaires, annexes de l'industrie principale, dont elles ont augmenté l'importance et les revenus ¹. Au-

1. Rien de plus frappant à cet égard que l'éprouve récemment faite par la C^{ie} des Salines et produits chimiques de Dieuze. Cette fabrique ayant

jourd'hui les usines les plus florissantes sont celles qui tirent le meilleur parti de leurs résidus et qui savent le mieux les faire rentrer dans le cercle des opérations. L'attention s'est notamment portée sur ce fait, que certains éléments ne jouent dans les réactions chimiques que le rôle d'intermédiaires et qu'à un certain moment de la fabrication, au lieu de passer dans la masse des rebuts, ils peuvent être retenus et, comme on le dit, régénérés ou revivifiés pour commencer de nouveau leur rôle et servir ainsi de suite indéfiniment. De la sorte, en même temps que le voisinage est préservé, la consommation des matières premières est considérablement diminuée¹. Il y a là pour l'industrie une mine féconde à exploiter, dont on commence à peine à soupçonner les richesses et qu'on aurait sans doute ignorée longtemps encore si les nécessités de l'assainissement n'avaient dirigé les recherches dans cette voie.

Ainsi de quelque côté qu'on l'envisage, au point de vue des ouvriers ou au point de vue du public, la loi naturelle qui gouverne l'assainissement, montre l'intérêt du fabricant en parfait accord avec l'intérêt général. A mesure que la science progresse et que les procédés industriels se perfectionnent, l'harmonie devient plus intime et l'on peut prévoir le jour où, sauf de rares exceptions, l'industrie ces-

reçu la défense de laisser couler à la rivière les résidus de la préparation de la soude et du chlore, a dû essayer, de plusieurs manières, de neutraliser ces résidus. Enfin elle a abouti à une méthode extrêmement remarquable pour extraire le soufre et autres éléments utiles contenus dans ces rebuts qui paraissaient si embarrassants. En sorte qu'aujourd'hui toute une nouvelle industrie, fort lucrative pour ses inventeurs, est venue se greffer sur l'industrie principale et en favoriser le développement. Les vieux tas de *marcs de soude* abandonnés sur le sol par l'impéritie des anciens exploitants constituent pour les propriétaires actuels une véritable carrière de soufre.

1. Le soufre et le manganèse, dans les fabriques de soude, jouent précisément ce rôle. Il en est de même de l'arsenic dans la préparation du rouge d'aniline : un procédé très-intéressant d'assainissement a été tenté en ramenant l'arsenic dans la fabrication. Les exemples de ce genre abondent dans l'industrie.

sera de mettre l'hygiène en sérieux danger. De là ressort un double enseignement : d'un côté, l'autorité publique aurait tort de se départir, par crainte de nuire à la production, des prescriptions, mesurées d'ailleurs en leur forme, qui ont pour but de faire cesser les causes graves d'insalubrité ; d'un autre côté, les fabricants seraient mal inspirés de voir dans ces prescriptions des entraves nuisibles à leur industrie. Ils doivent au contraire se dire que la loi, en les obligeant à s'assainir, leur rend la plupart du temps un véritable service, et qu'à défaut des considérations philanthropiques leur propre intérêt leur ferait un devoir de respecter la sécurité et le bien-être de leurs semblables ¹.

L'exposition qui va suivre est divisée en deux parties.

¹ Il est des cas, du reste, où le fabricant doit savoir faire le sacrifice de son intérêt propre, tant celui du public se trouve en jeu. Rien de plus exemplaire sous ce rapport que la sage abnégation des fabricants anglais, quand s'agita, il y a quelques années, la question de la condensation de l'acide chlorydrique dans le Royaume Uni. En présence des énormes ravages que produisait leur industrie, ils proclamèrent eux-mêmes la nécessité d'une réforme. L'association volontaire formée à Manchester à l'occasion du projet de loi de 1863, reconnut que la condensation devait être désormais envisagée « comme un devoir et non comme une source de profit » et elle remit au comité d'enquête un memorandum où on lisait ces déclarations remarquables :

« La majorité de l'industrie soudière reconnaît l'exactitude des assertions de lord Derby (dans le Parlement), savoir que le gaz acide muriatique, en toute proportion sérieuse, est nuisible à la végétation, et que l'émission de ce gaz par les fabriques de soude peut être entièrement prévenue par l'emploi de moyens convenables.

« La majorité de l'industrie s'associe au principe émis par lord Derby, que toutes les fabriques de soude devraient être pourvues et devraient user de semblables moyens préventifs.

« La majorité de l'industrie est disposée à concourir au but proposé par lord Derby, savoir la condensation *obligatoire* du gaz acide muriatique..... »

Les événements se chargèrent dans ce cas même de récompenser les fabricants anglais et la condensation devint le point de départ d'une nouvelle ère de prospérité pour cette industrie, car c'est de là que date le grand développement donné à la fabrication du chlorure de chaux, des bicarbonates alcalins, des engrais artificiels, etc.

La première est consacrée à la *Salubrité intérieure* ou à la recherche des moyens propres à préserver la santé des ouvriers ; la seconde partie traite de la *Salubrité extérieure* ou des moyens tendant à protéger le voisinage. Dans chaque partie on a distingué les procédés *généraux* et *spéciaux*. Les premiers sont ceux qui conviennent à un grand nombre sinon à la plupart des industries ; ils sont à peu près indépendants de la nature du travail et constituent en quelque sorte les conditions élémentaires de l'assainissement. Les seconds ne s'appliquent, au contraire, qu'à certaines espèces de fabrications ; ils ont en vue un élément particulier d'insalubrité et varient le plus souvent d'une industrie à l'autre. Ces deux classes de procédés, d'ailleurs, loin de s'exclure, se complètent mutuellement, en ce sens que l'assainissement ne pouvant jamais être réalisé au point qu'on souhaite, il est bon d'appeler tous les moyens à son aide et, dans les cas malheureusement encore trop nombreux où les procédés spéciaux font défaut, on doit chercher à atténuer du moins le mal par les procédés généraux qui, à quelque degré, trouvent toujours leur application.

PREMIÈRE PARTIE

SALUBRITÉ INTÉRIEURE.

CHAPITRE PREMIER

PROCÉDÉS GÉNÉRAUX.

VENTILATION DES ATELIERS.

La ventilation est le plus puissant moyen d'assainissement des ateliers.

Un grand nombre d'opérations donnent lieu à des poussières qui en voltigeant dans les salles deviennent à la fois une cause d'insalubrité pour les ouvriers et de détérioration pour le matériel. Sans parler même des industries où ces poussières sont si abondantes qu'on a dû se prémunir contre elles par des dispositions spéciales, il est évident que dans tous les cas l'on a intérêt à s'en garantir.

En plus des poussières, l'atmosphère des salles est chargée, dans des proportions variables, d'émanations plus ou moins malsaines. Celles-ci proviennent tantôt de la fabrication, qui laisse échapper des gaz ou des vapeurs, tantôt des mécanismes, où se volatilise une partie de l'huile destinée aux rouages, tantôt enfin des exhalaisons du personnel, d'autant plus seu-

sibles que les travailleurs sont plus resserrés et que leur labeur est plus actif. Pour ces divers motifs, le renouvellement de l'air est indispensable.

On a essayé de fixer par des formules théoriques la quantité d'air qu'il était nécessaire d'introduire dans chaque atelier en un temps donné. Mais ces formules, basées sur la consommation physiologique de l'homme, n'ont, en industrie, qu'un médiocre intérêt, car les circonstances accessoires ont souvent plus d'importance que le principal. Les éléments insalubres, étrangers à l'acte de la respiration, sont habituellement impossibles à chiffrer et cependant ils peuvent exercer une influence prépondérante. Le mieux est donc, dans chaque cas, de s'en rapporter à l'observation directe pour reconnaître si le renouvellement de l'air est ou non suffisant.

Ce renouvellement est obtenu d'une manière soit *naturelle*, soit *artificielle*.

La ventilation naturelle, connue de tous temps, consiste simplement à favoriser, à l'aide d'orifices convenablement disposés, la circulation qui tend à s'établir dans une masse d'air, sous l'influence des températures inégales qui règnent aux divers points de la masse. Cette inégalité de température elle-même est due soit à la présence des ouvriers et à la nature des travaux accomplis dans l'atelier, soit à ce que les différentes parties de la salle se trouvent inégalement exposées à la chaleur solaire. Un courant se détermine donc, entre le dedans et le dehors, allant de la partie froide vers la partie la plus échauffée. Les progrès de ces derniers temps ont consisté à mieux préciser la loi de ces phénomènes naturels pour accroître l'efficacité des orifices d'aérage. Ainsi, on a cherché, autant que possible, à placer dans les ateliers les orifices en regard, sur deux faces opposées, au lieu de les faire régner exclusivement sur une seule paroi. On a perfectionné le système de ces orifices eux-mêmes en rendant certaines parties du vitrage indépendantes les unes des autres, ou en faisant

glisser le vitrage verticalement dans une rainure, de manière à ce qu'on pût ouvrir, à volonté, par le haut ou par le bas. On peut dès lors mettre à chaque instant les ouvertures en harmonie avec le sens naturel du courant, sens qui varie aux différentes heures du jour, suivant que le soleil darde d'un côté ou de l'autre. Il est clair, par exemple, qu'il y a intérêt à ouvrir par en haut les croisées du mur où le soleil donne et par en bas celles du mur opposé, puisque l'air chaud tend à s'échapper par la partie supérieure et l'air froid tend à rentrer par la partie inférieure. A ce point de vue les fenêtres anglaises, dites à *guillottes*, sont préférables aux fenêtres qui se manœuvrent à *l'espagnolette*.

Nous n'insisterons pas sur ces détails qui sont aujourd'hui du domaine vulgaire, mais nous indiquerons quelques dispositions un peu moins connues. L'une d'elles, assez en vogue en Angleterre, est désignée sous le nom de *syphon automateur Watson*, du nom de M. Watson, d'Halifax, son inventeur. Elle convient, d'une manière générale, à tous les établissements qui possèdent un escalier à cage fermée, pouvant être mis facilement en communication avec l'air extérieur à travers la toiture. On loge alors, au dessus d'un orifice convenable pratiqué dans le plafond de l'escalier, une sorte de tourelle divisée en deux compartiments d'inégale hauteur par une cloison verticale et recouverte d'une calotte qui laisse circuler l'air librement entre elle et les bords de la tourelle (Pl. V, fig. 7 et 8). Dans chacune des pièces à ventiler on pratique au dessus de la porte qui donne sur l'escalier un orifice partagé en deux moitiés au moyen d'un diaphragme mobile autour d'un axe horizontal. Les choses étant ainsi disposées, il est clair que la cage de l'escalier et les diverses pièces en relation avec elle constituent un vaste ensemble communiquant avec le dehors au moyen des deux compartiments de la tourelle, lesquels forment comme les deux extrémités inférieure et supérieure de tout le système. L'échauffement de l'atmosphère intérieure ne

tarde pas à déterminer un courant qui s'établit du point le plus bas au point le plus élevé, c'est-à-dire que l'air extérieur descend par le compartiment de moindre hauteur et pénètre dans chaque pièce par l'orifice inférieur de ventilation, tandis que, de son côté, l'air vicié sort des pièces par l'orifice supérieur et chemine en sens inverse de l'air pur pour s'échapper finalement par le compartiment le plus haut de la tourelle. Un grand nombre d'établissements industriels, d'institutions publiques, plusieurs hôtels garnis, des clubs, etc., ont adopté en Angleterre ce système et se louent de son efficacité.

Un résultat analogue peut, en certains cas, être obtenu sans addition d'appareil, en mettant simplement à profit quelque particularité de la construction industrielle. Dans les fabriques à étages, par exemple, l'escalier qui dessert les divers ateliers est souvent contenu dans une cage étroite, qui n'a d'autre communication avec le dehors que les portes mêmes des ateliers et parfois une croisée à chaque étage. Un châssis mobile est ménagé dans les combles pour faciliter l'aérage et donner plus de jour. Si l'on a soin d'ouvrir ce châssis et de fermer les croisées, il est clair que cette cage peut jouer le rôle d'une colonne aspiratoire, principalement pour les ateliers du bas. Or, dans la classe si nombreuse des filatures, ce sont précisément les ateliers du bas qui ont le plus besoin d'être ventilés, parce qu'on y effectue ordinairement le battage et le cardage. On peut donc trouver fréquemment dans cette disposition un secours utile. Seulement il convient, en ce cas, de maintenir fermées les portes des étages supérieurs, sauf pour les besoins du service, afin de n'y point transporter les poussières et autres impuretés venant des étages inférieurs.

La même remarque s'applique au *monte charges* qui, dans beaucoup d'établissements sert à transporter les fardeaux d'un étage à l'autre. Il y a tout intérêt, au point de vue du bon ordre et de la sécurité des ouvriers, à enfermer

le monte-charges dans une cage, munie seulement d'orifices au niveau des divers planchers pour permettre le chargement et le déchargement des fardeaux. On a dès lors sous la main une colonne aspiratoire : il suffit, pour la faire fonctionner, de pratiquer une ouverture dans les combles et de tenir fermés les orifices de manœuvre à l'exception de ceux qu'on destine à l'aérage.

Une disposition secondaire, dont on s'est mis également à tirer bon parti en Angleterre, consiste à utiliser les becs de gaz pour l'aération. Le principe appliqué, il y a déjà longtemps par M. de la Garde, chirurgien à Exeter Hospital, a été perfectionné dans ces derniers temps par M. Stevens, constructeur d'appareils à gaz, à Londres. Le bec d'éclairage débouche dans un tube en cuivre de 25 millimètres, évasé par le bas, et d'une longueur suffisante pour s'engager de 30 centimètres environ dans le plafond de la salle (Pl. V, fig. 9). Il est enveloppé, dans la traversée du plafond, par un manchon de 50 millimètres de diamètre, qui se prolonge au dessus et débouche sous une cloche, afin de prévenir toute chance d'incendie. Les gaz de la combustion, ainsi qu'une partie de l'air respiré dans la salle, sont ainsi transportés à l'étage supérieur. Lors donc que cet étage est inhabité, (ce qui a lieu pour beaucoup d'usines, où les ateliers occupent seulement un étage et sont surmontés de galetas ou de dépôts), on peut sans inconvénients recourir à un pareil mode de ventilation. Le département de la guerre, notamment, l'a adopté pour les salles où l'on confectionne l'habillement¹.

Dans les bâtiments en *rez-de-chaussée*, où par conséquent le plafond se confond avec la toiture, cette circonstance donne de nouvelles facilités pour l'aérage. On peut, sans grands frais, élever sur le toit de petites cheminées qui contribuent à expulser l'air. Ce moyen réussit d'autant mieux

1. Les appareils de M. Stevens présentent, en outre, ce perfectionnement, qu'on y peut, à volonté, régler la hauteur de la flamme.

que le plafond est plus mince et s'échauffe davantage sous l'influence des rayons solaires. On en a tiré un heureux parti dans les deux grandes salles de dépôt de la fabrique de bougies de M. Price, à Battersea (Londres). Ces salles ont chacune 45 mètres de long sur 16 de large et contiennent un approvisionnement immense de bougies de toute qualité. Il est par conséquent d'un haut intérêt d'y entretenir de la fraîcheur et un air pur. Après bien des essais infructueux, on s'est arrêté à une simple voûte cylindrique en tôle mince, percée le long de l'arête supérieure de quatre ou cinq ouvertures circulaires avec cheminées de 40 centimètres de haut recouvertes de disques mobiles. La tôle s'échauffant rapidement au moindre rayon de soleil, il se produit dans le haut de la salle de « véritables ouragans ¹ » qui déterminent un appel d'air violent des portes vers les cheminées. Ce moyen ne convient évidemment pas à toute espèce de locaux : car il exige une hauteur de plafond qui mette les ouvriers à l'abri des alternatives de température ainsi que des courants qui règnent dans la zone supérieure.

Quand on fait usage des cheminées d'appel il est bon de prendre quelques précautions contre les agents atmosphériques ; autrement, on court risque de voir, par certains vents, le tirage suspendu ou même l'air et la poussière du dehors s'engouffrer dans les salles. Pour y parer, on surmonte souvent ces cheminées d'une lanterne dont les quatre faces sont munies de persiennes disposées comme celles des croisées d'appartements. Plus simplement encore, on coiffe la cheminée d'un chapeau mobile en tôle ou en bois, qui tourne au gré du vent, de manière à ce que l'orifice d'expulsion soit toujours préservé. Une multitude de fabriques en Angleterre sont surmontées de ces appareils, dont l'aspect uniforme et l'orientation en même sens rappellent assez bien de loin les capuchons des pèlerins.

1. C'est l'expression dont se servait avec nous le directeur, M. Wilson.

Mais la ventilation naturelle, quelle que soit la variété des agencements, est loin de toujours suffire. D'abord il est des opérations qui dégagent des vapeurs ou des poussières en telle abondance que nonobstant un grand nombre d'orifices et des circonstances atmosphériques très-favorables, les ouvriers se trouvent encore incommodés. En second lieu, beaucoup de travaux se prêtent mal à être exécutés dans des locaux ainsi ouverts à tous les vents. Quelques-uns même ne peuvent être menés à bien que dans des salles absolument à l'abri des poussières du dehors; on a proposé, il est vrai, en ce cas, de munir les croisées de treillages serrés, mais alors le renouvellement de l'air devient très-faible. Enfin, pendant l'hiver, on ne saurait songer, dans les pays du Nord surtout, à laisser l'air extérieur pénétrer librement dans les ateliers; il faut préalablement le chauffer et en assurer la circulation par des dispositions appropriées. Bref, en une foule de circonstances, on est forcé de recourir à la ventilation artificielle.

Les moyens destinés à la réaliser se partagent en trois classes : 1^{re} appareils mécaniques, autrement dits *ventilateurs*, tels que caisses à piston, pompes, soufflets, ventilateurs à aubes, à hélice etc.; 2^{re} appareils de chauffage ou *calorifères*, tels que poêles et cheminées à double courant d'air, étuves à air chaud, etc.; 3^{re} communications avec un foyer ou une cheminée puissante extérieure à l'atelier, et agissant à la manière d'une machine aspirante.

Nous ne nous proposons pas de décrire les divers systèmes de ces appareils, ce qui n'offrirait qu'un médiocre intérêt, mais seulement d'indiquer les règles essentielles qui président à leur emploi, ainsi que les dispositions adoptées dans les principaux établissements. Un mot d'abord de la valeur relative des trois classes de procédés.

Les appareils mécaniques sont les plus puissants; ils marchent en toute saison et on en peut faire varier l'effet à volonté. Par contre, ils nécessitent l'adjonction de moyens

spéciaux de chauffage pendant l'hiver. Les calorifères réalisent en même temps le chauffage, mais comme ventilateurs ils sont de nul secours pendant l'été et sont limités dans leur effet en toute saison. Quant à l'aspiration à l'aide d'un foyer extérieur, on peut l'assimiler à un moyen mécanique, avec cette infériorité toutefois que ce foyer étant ordinairement affecté à certaines opérations de la fabrique, par exemple à la génération de la vapeur, la ventilation est forcément limitée et se trouve en outre subordonnée à toutes les vicissitudes de ces mêmes opérations. Au total, les appareils mécaniques sont de rigueur quand la ventilation doit être active et incessante, c'est-à-dire quand il y a de forts dégagements à combattre, comme dans le battage ou le cardage des matières textiles. Les calorifères, au contraire, conviennent pour une ventilation modérée et pour des travaux qui permettent, l'été, de laisser les croisées ouvertes, comme dans les fabriques de cigares ou de cartonnages, dans les salles où l'on empaquette la marchandise, etc. L'aspiration par un foyer est un procédé économique, mais dont l'emploi dépend avant tout des circonstances particulières dans lesquelles on se trouve. On n'y doit songer que si l'on dispose d'un appareil puissant, nécessité par les besoins de l'industrie, et si le volume d'air que réclame la ventilation n'est pas assez fort pour entraver le tirage. En outre les salles à desservir doivent être peu éloignées du foyer et à un niveau notablement inférieur à celui du faite de la cheminée. Quand ces diverses conditions se trouvent réunies, ce procédé devient fort avantageux. C'est ainsi que M. Taunzen, à Glasgow, a pu assainir, en quelque sorte sans bourse délier, plusieurs ateliers de sa fabrique d'engrais artificiels, grâce à son immense cheminée de 142 mètres de haut ¹. MM. Villemillot, Huart, V. Rogelet et C^{ie},

1. Cette cheminée, dont les dimensions ont été commandées par des circonstances étrangères à la salubrité des ateliers, produit une telle aspiration que nous avons vu entraîner une bottée de foin placée dans un carreau.

à Reims. ont agi de même pour leur salle de filage où les poussières sont d'ailleurs peu abondantes. Cette salle, qui ne compte pas moins, de 4.000 mètres carrés de surface est ventilée uniquement par la cheminée des chaudières.

Signalons en passant quelques autres expédients économiques que certaines industries peuvent employer. Dans les filatures de coton, par exemple, la grande aspiration qui s'exerce dans la salle des batteurs peut être utilisée pour aérer les ateliers où l'atmosphère n'est pas très-chargée : il suffit pour cela de laisser ouverte la porte de communication entre les deux salles. C'est de cette manière qu'on ventile l'atelier du filage dans plusieurs manufactures de l'Alsace, entre autres chez MM. Schlumberger fils et C^{ie}, chez MM. Werhlin, Hofer et C^{ie}, etc. De même, chez M. Wulvéryck, à Saint-Quentin, l'atelier de lavage et de peignage de la laine est aéré au moyen de l'aspiration du séchoir¹.

Dans l'agencement de la ventilation, trois choses sont à considérer : 1^o la prise d'air, 2^o l'expulsion dans l'atmosphère, 3^o le mode de distribution dans l'atelier.

La prise d'air joue un rôle très-important. Il va de soi que l'air admis dans les salles doit être pur et que la prise doit par conséquent être à l'abri des causes qui tendent à le vicier. Cette condition est connue et elle peut, en général, être réalisée; nous ne nous y arrêterons donc pas. Mais il est un point qui, dans la pratique, donne lieu à de très-grandes difficultés : celui de la température; car s'il est toujours possible d'introduire de l'air chaud en hiver, il l'est beaucoup moins d'introduire de l'air frais en été, surtout quand la consommation est considérable. En vain place-t-on la prise dans les conditions en apparence les meilleures, comme

1. Il n'y a pas à craindre qu'une semblable disposition ne fasse naître des courants d'air nuisibles aux ouvriers. Nous avons constaté chez M. Wulvéryck que tandis que la vitesse de l'air est très-grande sur le pas de la porte de communication, elle est insensible à un mètre de distance et est sans danger aucun, par conséquent, aux places de travail.

dans une cour à l'ombre, sous des arbres, etc.; l'air frais ne tarde pas à être épuisé et celui qui le remplace arrive avec la température de l'atmosphère ambiante. Ainsi M. Fauquet, à Oissel, alimente sa filature à l'aide d'une galerie souterraine, de 30 mètres de long et 2 mètres de large, qui débouche sur la Seine et à l'ombre des arbres de la rive; néanmoins au bout d'un jour ou deux, l'air aspiré est sans fraîcheur, et la galerie elle-même s'est échauffée. De même, à la manufacture impériale des tabacs de Nantes, on a mis à profit une vaste cave de 200 mètres de long et 4 mètres de large pour y établir l'aspiration; mais après quelques jours la cave entière, sous l'influence du passage de l'air chaud, a pris la température de l'atmosphère extérieure. On peut donc poser en principe que, sauf des circonstances tout à fait exceptionnelles, l'emplacement de la prise a peu d'effet sur la température de l'air introduit. Pour y suppléer il faut recourir à un rafraîchissement artificiel, exercé soit sur l'air lui-même, soit sur les parois des ateliers.

Le mode le plus simple et en même temps le plus économique paraît être de faire passer l'air à travers une pluie d'eau froide. On produit celle-ci avec une pomme d'arrosoir agissant à l'entrée de la galerie d'aspiration, ou préférablement, à l'aide d'un tuyau transversal, percé de petits trous, d'où s'échappe une sorte de rideau de pluie perpendiculaire à la galerie. On peut encore, si l'on veut rendre le procédé plus efficace, disposer plusieurs pluies semblables le long du chemin parcouru par la colonne d'air. M. Fauquet, qui a eu recours à ce moyen, s'en loue beaucoup; il y trouve en outre l'avantage de maintenir dans les salles un certain degré d'humidité favorable au travail du coton. Plusieurs établissements, entre autres la manufacture de tabacs de Marseille, ont adopté la même disposition ¹. Un expédient moins fa-

1. Nous nous restreignons ici aux seuls établissements industriels. Autrement nous aurions mentionné en première ligne le parlement anglais, où ce mode a été réalisé, comme on sait, dans les conditions les plus parfaites!

vorable au point de vue de la température, mais qui réalise assez bien la condition d'hygrométrie et est éminemment économique, a été employé par MM. Werhlin, Hofer et C^{ie} dans leur salle de tissage de Mulhouse : ils ont pratiqué sous le plancher, des canaux pourvus de bouches, dans lesquels circule l'eau de condensation des machines, ce qui permet d'introduire à volonté la vapeur dans l'atelier.

Le rafraîchissement opéré à l'extérieur, sur les parois de l'atelier, n'offre pas le même avantage quant à l'hygrométrie et, de plus, il est assez dispendieux. Par ce système, on arrose, d'une manière soit permanente soit intermittente, les murs ou la toiture. On a même essayé de faire couler sur le toit une lame continue d'eau, qu'on reprenait à mesure et qu'on faisait couler de nouveau afin de diminuer les frais de pompage ; mais l'agencement est assez compliqué et le rafraîchissement, bien que notable, n'a pas été jugé en rapport avec la dépense. L'arrosage simple est préférable. Toutefois ce dernier moyen n'est lui-même avantageux que s'il ne nécessite pas quelque construction spéciale ; en d'autres termes, il faut avoir l'eau sous la main et pouvoir l'élever avec le moteur de la fabrique. C'est ce qui a été réalisé d'une manière très-heureuse dans la filature de Brunswick Mill, une des plus importantes de Manchester, puisqu'elle occupe 96.000 broches. Le directeur a disposé dans la cour principale deux jets d'eau, alimentés par les cuves de condensation des machines et en relation avec les pompes des chaudières. Pour mettre ces jets d'eau en activité, il suffit de tourner un robinet, et aussitôt, sous la pression déterminée par les pompes, l'eau est lancée contre les murs et jusque sur le toit des ateliers au cinquième étage. Bien que cette eau soit à une température un peu élevée, il n'en résulte pas moins un rafraîchissement sensible, à cause de la

mais un manufacturier aurait le droit de penser que ce qui est de mise au palais de Westminster ne serait pas assez économique pour une simple fabrique.

vaporisation rapide qui se produit sur les surfaces fortement échauffées par les rayons solaires. Le directeur nous a déclaré qu'il avait pu ainsi améliorer notablement le séjour des salles sans faire aucune dépense appréciable.

Comme tendant au même but, il n'est pas hors de propos de signaler un détail de construction qui, dans les fabriques en rez-de-chaussée, exerce une influence sensible sur la température. Nous voulons parler de la disposition à donner au toit et par suite au plafond, qui fait corps avec lui, en vue d'atténuer l'effet des variations de température qui se produisent au dehors. C'est par la toiture en effet que les agents météorologiques se font surtout sentir à l'intérieur : elle est non-seulement plus exposée à leur action que les murs, mais elle est généralement plus mince et beaucoup plus conductrice de la chaleur que ces derniers. Il faut remédier à ce défaut et cela, par des moyens économiques : car avec l'énorme développement superficiel des ateliers en rez-de-chaussée, les couvertures économiques sont seules de mise. Les matériaux doivent donc être à la fois peu coûteux et mauvais conducteurs.

En général les manufacturiers ont soin de peindre la toiture en blanc extérieurement. La précaution est bonne toujours, mais elle est fort insuffisante : car si l'on amortit ainsi l'action directe des rayons solaires, on modifie faiblement les échanges de calorique qui s'effectuent par conductibilité. Plusieurs alors recouvrent le toit avec des nattes de paille arrosées de lait de chaux : c'est un progrès pour l'isolement, mais les nattes ont le défaut de pourrir ; en outre elles laissent passer l'eau qui coule ainsi directement sur le toit et y séjourne. Parmi les dispositions plus perfectionnées on peut citer les deux suivantes, qui satisfont très-bien à la condition du bon marché.

Chez MM. Werhlin, Hofer et C^{ie}, la toiture de la salle de tissage est d'abord peinte en blanc, comme nous l'indiquions. De plus, elle est à doubles parois, formées simplement de

lattes minces ; entre les parois est enfermé une sorte de magma poreux qu'on a fabriqué économiquement avec de la sciure de bois réunie par une bouillie de lait de chaux. Enfin elle est séparée du plafond proprement dit par un vide de quelques centimètres. Toutes les dispositions, on le voit, tendent à supprimer la conductibilité. La solution paraît complète à ce point de vue, mais on peut lui reprocher de faire intervenir des matériaux trop combustibles. Aussi préférons-nous, pour notre part, le mode employé par M. Octave Fauquet. Quand il s'est agi, dans cette manufacture, de couvrir la grande salle de filage, on a commencé par établir, sous chaque partie de voûte à construire, un cintrage provisoire en planches. Perpendiculairement à ce cintrage, on juxtaposait des bouteilles, dressées alternativement sur le gros et sur le petit bout, les vides étant comblés de plâtre. On laissait sécher et l'on retirait ensuite les bouteilles, de façon qu'il ne restait plus qu'un système très-léger et en quelque sorte spongieux, formé entièrement de plâtre. On étendait dessus et dessous, une couche mince sans solution de continuité, et l'on obtenait finalement un plafond à double paroi, comprenant un matelas d'air emprisonné dans une multitude de cellules, et par conséquent très-mauvais conducteur du froid ou de la chaleur régnant sur la toiture. Il n'y a pas de croisées dans les murs latéraux ; on les a exclusivement ménagées dans le plafond et elles sont toutes à double vitrage pour mieux intercepter la chaleur.

L'expulsion de l'air des salles, second point mentionné dans l'agencement de la ventilation, mérite grande considération, car elle doit avoir lieu de manière à n'incommoder ni les ouvriers ni les voisins. Quand il ne s'agit que de se débarrasser d'un air respiré et plus ou moins vicié par des gaz ou des vapeurs, il suffit en général de l'évacuer au dessus du toit des ateliers. L'agitation de l'atmosphère extérieure en détermine promptement la diffusion et aucun inconvénient n'est à redouter. Mais quand cet air est forte-

ment chargé de poussières, ainsi que cela a lieu dans plusieurs industries, celles des matières textiles, de la papeterie, de la tannerie etc., on est exposé à ce que les impuretés retombent et rentrent dans les ateliers par les croisées ouvertes. C'est ce qui arrive, par exemple, dans la magnifique filature de la Lys, à Gand. L'atelier de cardage du lin a été parfaitement assaini grâce à une ventilation puissante, mais les poussières expulsées dans cinq puits ouverts au milieu de la cour ne s'y trouvent pas suffisamment arrêtées et, quand le vent souffle, elles sont emportées dans les salles voisines. Il est donc nécessaire, en pareil cas, de prendre certaines précautions. Le problème se résout de lui-même dans les fabriques où les poussières ont de la valeur; car alors on s'occupe tout naturellement de les recueillir, même au prix d'installations perfectionnées (nous aurons occasion d'en indiquer quelques-unes en traitant des moyens d'assainissement spéciaux). Mais nous parlons ici des poussières inutilisables, pour lesquelles par conséquent on veut éviter les frais.

Nous avons vu réussir trois dispositions différentes, qu'on peut appliquer suivant les circonstances.

La première, qui est peut-être la plus pratique et la plus sûre, consiste à décharger le courant impur dans un local assez vaste pour que la vitesse y soit très-faible : les débris se déposent alors, à l'instar de ce qui se passe pour l'eau trouble dans les grands bassins de décantation. Ce procédé fonctionne parfaitement dans la filature de M. Saladin, à Nancy. La chambre à poussières y est constituée par une cave de cinquante mètres de long et de treize mètres carrés de section ; la vitesse est ainsi très-ralentie et l'air se débarrasse entièrement avant d'atteindre l'orifice de sortie. Quand on ne dispose pas d'un local aussi vaste, on peut y suppléer jusqu'à un certain point en interposant sur le parcours de l'air un ou plusieurs treillages serrés destinés à intercepter les filaments; c'est ce qui a lieu chez MM. Werhlin, Hofer

et C^{ie}. La chambre à poussières de cet établissement débouche dans une petite galerie souterraine, à travers un treillage en bois formé de barreaux juxtaposés à sept ou huit millimètres de distance. Mais cette disposition, pour être tout à fait efficace, conduit à multiplier les treillages ou à les avoir très-serrés, ce qui peut faire naître une contre-pression nuisible au jeu du ventilateur.

Le second procédé se résume à mettre la chambre à poussières en relation avec une cheminée d'appel et préférablement avec la cheminée même des appareils à vapeur, laquelle est ordinairement plus haute et offre plus de tirage. On en voit un bon exemple dans la manufacture de M. Cooke, à Manchester. L'air après avoir circulé dans un long conduit souterrain, où les impuretés les plus lourdes s'arrêtent, traverse une chambre noire, où il achève presque entièrement de se débarrasser, et de là va à une cheminée de cinquante mètres d'élévation. On objecte à ce moyen le danger d'incendie : on dit que les filaments lancés dans la cheminée pourraient s'y enflammer et porter ainsi le feu aux ateliers. Quoiqu'il en soit de ces appréhensions, qui nous semblent exagérées, il serait bien facile de les prévenir en interposant un ou plusieurs treillages avant l'entrée dans la cheminée. Cette disposition serait bien préférable aux simples cheminées d'appel, qui n'étant jamais très-élevées et étant dépourvues d'un tirage artificiel, ne portent pas les poussières assez haut et leur permettent de se rabattre dans les salles quand le vent les y pousse.

Le troisième procédé efficace consiste à faire tomber dans la colonne d'air une pluie serrée, avant l'orifice de sortie : la plus grande partie des débris est ainsi entraînée vers le sol. Tel est le moyen adopté par M. Paul Breton, dans sa papeterie du Pont de Claix (Isère), pour les poussières provenant du nettoyage des chiffons. L'air aspiré du blutoir circule dans une galerie de cinq à six mètres de long et rencontre une pluie en rideau fournie par un tuyau transversal. Disons

toutefois que cet agencement conviendrait moins bien dans une filature, où les poussières ne sont pas exclusivement terreuses, mais sont mêlées de filaments textiles qui résisteraient davantage à l'action du liquide. D'ailleurs la fourniture de l'eau, quand la ventilation s'exerce sur une grande échelle, ne laisserait pas d'être assez onéreuse.

A défaut de l'un ou de l'autre de ces trois procédés, on peut recommander certaines précautions qui atténuent toujours le mal. La plus efficace c'est, quand l'emplacement le permet, d'expulser les impuretés derrière un rideau d'arbres, qui les isole conséquemment de la fabrique, ou au dessus d'un cours d'eau et le plus près possible de la surface, de manière à ce que les particules qui tombent ne puissent plus être reprises par le vent. Du reste le manufacturier a toujours intérêt à se précautionner contre les poussières qu'il expulse : car celles-ci, en rentrant dans les ateliers, y détériorent le matériel, et de plus, quand elles sont combustibles, comme dans les filatures, elles peuvent devenir un agent d'incendie.

Reste enfin la question de la distribution de l'air dans les salles, ou, si l'on préfère, de son mode de circulation.

Quelques règles générales sont à observer.

La première, c'est que l'entrée de l'air soit placée le plus loin possible du point où s'engendrent les impuretés, et la sortie le plus près possible. La raison en est simple : c'est afin de ne pas porter ces impuretés sur les autres travailleurs. Ainsi, dans les filatures où l'on réunit le filage aux opérations préliminaires, l'air doit circuler des métiers aux batteurs ou aux cardes et non des cardes aux métiers. En second lieu, il convient d'introduire l'air froid au niveau du plancher et non pas en haut, afin de soustraire les ouvriers aux fâcheux effets qui résulteraient de la descente d'un air froid sur la tête. Cette disposition se concilie avec l'économie, en ce qu'elle permet de loger les conduites dans le plancher et d'éviter des frais de pose. En troisième lieu, les appareils de chauffage

doivent fonctionner le plus près possible des bouches d'introduction, si même ils ne les absorbent. C'est une faute que l'on commet dans certains ateliers, d'admettre l'air au niveau du plancher et de placer en même temps des tuyaux d'eau chaude ou de vapeur à un ou deux mètres au dessus et exclusivement le long des murs; car de la sorte, les ouvriers ont trop chaud à la partie supérieure du corps et trop froid à la partie inférieure: en outre, ceux qui travaillent au milieu de la salle profitent très-peu de la chaleur.

Le principe de l'introduction de l'air froid par en bas souffre cependant une exception: c'est quand les émanations ou poussières sont lourdes et en même temps assez dangereuses pour qu'il importe d'y soustraire immédiatement les ouvriers. Il est alors avantageux de faire circuler l'air de haut en bas pour rabattre plus sûrement les impuretés. Mais on doit se prémunir, en pareil cas, contre le danger que nous signalions tout à l'heure, touchant la descente d'une atmosphère froide sur la tête des travailleurs; il devient utile de chauffer l'air introduit, à moins que la nature des opérations ne fixe pas l'ouvrier à la même place mais l'oblige, au contraire, à un déplacement continu.

Enfin, nous remarquerons que dans les salles spacieuses, il convient de multiplier les orifices d'entrée et de sortie; sans cela une portion du local échappe nécessairement à la ventilation, laquelle tend toujours à s'effectuer en ligne directe et par conséquent laisse sans renouvellement toutes les parties dépourvues de bouches.

On a beaucoup discuté le point de savoir si la ventilation devait avoir lieu par voie d'aspiration ou de refoulement c'est-à-dire si la force devait agir pour introduire l'air pur ou pour expulser l'air vicié. Cette question ne nous paraît pas comporter une solution absolue, car la solution dépend d'une foule de circonstances et en particulier de la nature de l'industrie. Par exemple, il est bien évident que si l'on veut utiliser le tirage d'une cheminée, le mode aspiratoire en résulte

naturellement; au contraire, si pour quelque motif étranger à la ventilation on a adopté les calorifères, le mode par refoulement en est la conséquence. Même en laissant de côté ces considérations accessoires, on ne saurait formuler une conclusion uniforme. En effet, quand on se propose d'agir sur une source intense d'impuretés, et dans un local restreint, l'aspiration est bien préférable. Au contraire, si les impuretés sont peu abondantes et le local assez spacieux, le refoulement est plus avantageux. Tout ce qu'on peut dire, d'une manière générale, c'est que l'aspiration, au voisinage immédiat du point où elle s'exerce, est plus puissante que le refoulement, mais son action s'étend à une moindre distance. La raison en est que l'aspiration détermine toujours, par les fentes des portes et des croisées voisines, un appel d'air énergique, tandis que le refoulement ne produit pas par ces mêmes fissures un échappement comparable. Le mieux, dans les salles très-vastes, est de combiner les deux actions et de refouler d'un côté tandis qu'on aspire de l'autre. On détermine ainsi une circulation plus régulière et plus étendue. Les bouches par lesquelles se fait soit l'admission soit l'expulsion, doivent d'ailleurs être toujours munies de registres mobiles, afin qu'on puisse les démasquer plus ou moins, à volonté. Il est en effet indispensable de pouvoir tenir compte des circonstances qui tendent incessamment à faire varier le tirage dans une salle, soit parce qu'on ouvre des orifices, soit parce que le soleil ou le vent font varier la température sur certains points, soit enfin parce que les opérations sont inégalement conduites aux diverses heures du jour. Toutes ces circonstances tendraient à rendre la circulation trop active dans certaines directions et trop lente dans d'autres, si en fermant ou ouvrant à propos quelques bouches d'aérage on n'avait pas le moyen de neutraliser de semblables influences.

Pour montrer la diversité de solutions à laquelle on est conduit en industrie, nous citerons trois exemples, em-

pruntés à de très-grands établissements. Ces exemples sont relatifs : l'un à une atmosphère à peu près exempte de poussières, l'autre à une atmosphère moyennement chargée, et le troisième, à une atmosphère extrêmement chargée.

Le premier exemple est celui d'un atelier à confectionner les cigares, dans les manufactures impériales des tabacs.

Dans ces sortes d'ateliers, il se produit effectivement très-peu de poussières, mais on a à se prémunir contre les émanations de tabac humecté et surtout contre celles qu'engendre la grande agglomération des personnes. Le système de ventilation est mixte et basé à la fois sur le principe du chauffage et sur celui de la propulsion mécanique. L'air pur est puisé au dehors par des ventilateurs ; il circule entre les solives du plancher et est émis dans l'atelier par des bouches de poêles chauffés pendant l'hiver. Les orifices de sortie sont situés sur le plancher même ; les conduites de dégagement, semblables à celles d'admission et ménagées comme elles entre les solives, se rendent à des cheminées d'appel au dessus des toits. La distribution est calculée sur le pied de 8 mètres cubes par personne et par heure. A ce chiffre on constate la disparition de toute odeur et de toute humidité. Telle est la disposition générale adoptée par MM. Rolland et Demondésir¹ dans plusieurs établissements, à Bercey, Nantes, Châteauroux, Metz, etc. A Nantes, qui offre un bon type, le ventilateur a 1^m,30 de diamètre et fait 350 tours à la minute ; il dessert cinq salles de 40 mètres sur 13, pouvant contenir chacune 250 ouvrières environ. Chaque salle est pourvue de quatre poêles de chauffage, desservis chacun au moyen de deux conduits entre solives de 0^m,35 sur 0^m,18 de section, soit en tout un demi mètre carré de surface d'admission, et autant pour la sortie qui s'effectue par des conduites semblables. Les cheminées d'appel, au nombre de deux, débouchent à 8^m,50 au dessus du niveau

1. M. Rolland est aujourd'hui directeur général des manufactures de l'État ; M. Demondésir est ingénieur en chef de la même administration.

du plancher de l'étage supérieur. La prise d'air a lieu, comme nous avons dit, dans une grande cave qui permet, le cas échéant, de marcher à l'air frais pendant quelques jours.

Le second exemple est celui de la filature en rez-de-chaussée de M. Octave Fauquet, à Oissel, que nous avons déjà eu occasion de citer. La salle principale abritant à la fois le cardage et le filage mesure 9.000 mètres carrés de surface ; c'est, pensons-nous, la plus grande de France. La présence des cardes l'expose à un degré moyen de poussières dont il importe de préserver le département du filage. Une aération énergique est obtenue au moyen de deux ventilateurs rotatifs, de 1^m,50 de diamètre, et de 300 tours à la minute. Ils sont placés chacun dans une galerie souterraine et agissent aux deux extrémités de la salle, l'un pour introduire l'air, l'autre pour le rejeter. La circulation s'effectue à l'aide de conduites logées sous le plancher et munies de trente orifices grillés, dont moitié pour l'entrée et moitié pour la sortie. Le jeu des appareils peut être renversé à volonté et par conséquent la circulation peut avoir lieu dans un sens ou dans l'autre ; mais selon une remarque antérieure, c'est le ventilateur placé près des cardes qui agit ordinairement pour expulser, afin de ne pas renvoyer les impuretés sur le filage.

Le troisième exemple, qui est celui d'un atelier très-chargé de poussières, est fourni par la salle de cardage de la grande filature de lin de la Lys, à Gand. Cet établissement est peut-être celui où l'on s'est le plus préoccupé d'assainir cette opération, pratiquée d'ordinaire dans de si mauvaises conditions. Toutes les machines à carder sont réunies dans une même salle, de grandes dimensions, percée de croisées sur les deux longs côtés. Pendant l'été, les cardes fonctionnent à l'air libre, les croisées étant large ouvertes. Mais pendant l'hiver, elles sont recouvertes d'une enveloppe bien close communiquant à un large carreau souterrain qui longe l'atelier et dans lequel agit un ventilateur puissant. Les

débris sont expulsés dans des puits creusés au milieu de la cour. Indépendamment de cette disposition, il existe près de chaque machine un tuyau vertical de 15 centimètres de diamètre et d'un mètre de haut, lequel communique au même carreau et dont le rôle est d'aspirer les poussières qui voltigent auprès des cardes. D'autre part, un ventilateur moins puissant, situé entre le plafond et les combles, aspire l'air dans la région supérieure de la salle et le lance au dessus du toit; et tout récemment encore on a dû installer deux petits ventilateurs supplémentaires, aux extrémités de l'atelier, où l'aspiration se montrait insuffisante.

Ainsi aux trois exemples que nous venons de citer correspondent trois solutions différentes. Pour une atmosphère très-peu chargée, on s'est borné à refouler l'air, l'aspiration étant à vrai dire nulle, puisqu'elle ne résulte que d'une cheminée d'appel peu élevée. Pour une atmosphère plus chargée, on a employé à la fois le refoulement et l'aspiration mécanique, mais il a suffi de deux centres d'action éloignés. Enfin, pour une atmosphère extrêmement chargée, on a employé exclusivement l'aspiration, mais en multipliant beaucoup les points d'action afin de compenser la prompte diminution d'effet qui s'observe à mesure qu'on s'éloigne de chacun d'eux. Ces solutions n'ont, bien entendu, rien d'absolu, et il ne serait pas difficile de citer des industries qui, placées, par exemple, dans le deuxième cas, ou même dans le premier, empruntent le mode de ventilation du troisième ¹. Toutefois on trouve là une indication générale, conforme à la pratique la plus habituellement suivie.

1. Ainsi, dans la manufacture de laine de MM. Hauzem, Gérard et C^{ie}, à Verviers (Belgique), la salle de filage, où les poussières sont moins fortes que chez M. Fauquet, est exclusivement aérée par aspiration. Deux ventilateurs énergiques expulsent l'air aux deux extrémités, tandis que plusieurs bouches distribuées sur le plancher permettent l'introduction de l'air frais. Aussi n'aperçoit-on ni filaments ni poussières voltiger autour des machines.

MOYENS DESTINÉS A PRÉVENIR LES DÉGAGEMENTS A L'INTÉRIEUR DES ATELIERS.

Il est des opérations qui donnent lieu à des dégagements si abondants ou d'une nature si dangereuse que la ventilation des salles serait absolument insuffisante pour mettre les ouvriers à l'abri de leurs fâcheux effets. D'ailleurs, dans un grand nombre d'industries, celle des produits chimiques entre autres, le travail s'accomplit ordinairement dans des locaux ouverts et parfois même à l'air libre ; les instruments d'aérages n'y sont donc pas applicables. L'assainissement, en pareil cas, doit avoir pour objet d'empêcher les dégagements de venir au contact des ouvriers, soit en retenant ces dégagements dans les appareils mêmes où ils se produisent, soit en leur offrant une issue directe hors des ateliers. De là, deux catégories d'agencements à adapter aux appareils de fabrication : les uns, consistant à obtenir une fermeture plus ou moins hermétique de ces appareils ou de leurs enveloppes, les autres à déterminer un entraînement plus ou moins énergique des substances dégagées pendant le traitement.

Notre intention n'est pas pour le moment de décrire les diverses dispositions pratiques qu'on a occasion de rencontrer et que nous renverrons au chapitre des moyens *spéciaux* d'assainissement : nous voulons seulement donner des règles générales, appuyées de quelques exemples destinés à en faire saisir l'esprit et la portée.

La première catégorie d'agencements, ceux qui visent à renfermer les dégagements dans un espace circonscrit, sans issue au dehors, ne saurait convenir qu'aux poussières et aux émanations qui ne sont pas susceptibles de prendre une tension croissante par le fait de leur accumulation :

car autrement, sous l'influence de cette tension, elles s'échapperaient à travers les interstices des appareils et pénétreraient dans l'atelier ¹. Mais même cette condition fondamentale étant remplie, les dégagements ont toujours une grande propension à se répandre au dehors. En effet, bien que la tension à l'intérieur ne dépasse pas la pression ordinaire, les corps pulvérulents et gazeiformes trouvent leur chemin à travers les joints des enveloppes et à plus forte raison s'échappent par les orifices qu'on a occasion d'ouvrir. Cette dernière cause d'échappement étant même la principale, tous les soins doivent être pris en vue de la restreindre, c'est-à-dire qu'on doit chercher dans chaque cas des arrangements qui permettent d'introduire ou de retirer les matières et de surveiller le travail sans qu'il soit nécessaire de démasquer des orifices qui livreraient passage aux exhalaisons.

Relativement à l'introduction des matières, au lieu de charger directement dans l'appareil même de fabrication, on se sert de l'intermédiaire d'une trémie, placée au dessus de cet appareil et qui lui distribue la charge d'une manière continue ou intermittente. Si les matières en chargement sont assez ténues, elles peuvent, accumulées sur une certaine épaisseur, intercepter les dégagements qui tendraient à se faire par l'orifice de communication. Donc en ce cas, que cet orifice soit toujours ouvert ou qu'il ne le soit que par moments, il suffit pour éviter tout dégagement de ce chef de maintenir la trémie constamment pleine. Si, au contraire, la charge n'est pas de nature à arrêter les exhalaisons, on peut, en allongeant la gaine qui établit la communication de l'appareil avec la trémie, transporter celle-ci hors du local où se

1. Il ne s'agit pas ici, bien entendu, des *vases clos* fonctionnant à haute pression. Ces sortes d'opérations, d'ailleurs en petit nombre, n'ont évidemment pas besoin d'être assainies, au point de vue qui nous occupe, puisque les vases ne permettent aucune issue. Nous ne voulons parler que d'appareils dans le genre de ceux qu'on obtient, par exemple, en renfermant une meule à broyer dans un bâti plus ou moins jointif.

tiennent habituellement les ouvriers et par conséquent les mettre à l'abri des dégagements. Nous citerons un exemple de la première combinaison, emprunté à la fabrique de produits chimiques de M. Charles Kestner, à Thann, et un exemple de la seconde, emprunté à la fabrique de ciment de M. Coignet à Saint-Denis (Seine).

La disposition adoptée par M. Kestner a pour but de soustraire les ouvriers aux émanations qui se produisent pendant le brassage et l'embarillage du chlorure de chaux. Ordinairement cette opération se fait à découvert et elle est assez malsaine, surtout à cause de la circonstance que le chlorure vient tout droit des chambres, en sorte qu'il est encore imprégné de chlore gazeux qui s'échappe pendant la manipulation. Chez M. Kestner le mélangeur mécanique est renfermé dans une enveloppe close pourvue de deux orifices : l'un, à la base, d'une trémie, pour l'introduction, l'autre à la partie inférieure de l'appareil, pour la vidange. Le chlorure est chargé, dans les chambres mêmes, dans des baquets d'un type uniforme et à fond mobile, qui peuvent s'adapter exactement à l'ouverture de la trémie. Aussitôt le baquet en place, on enlève le fond et le chargement descend dans la trémie. Comme le baquet est remplacé dès que le fond devient libre, la trémie reste toujours pleine, en sorte que l'orifice du mélangeur est constamment recouvert d'une couche de matière pulvérulente qui s'oppose au passage des émanations.

Chez M. Coignet, la disposition tend à préserver les travailleurs des poussières dues au tamisage de la chaux. Comme la chaux concassée versée dans la trémie ne suffirait pas à intercepter le dégagement, celle-ci est reléguée dans une petite chambre close où l'ouvrier ne pénètre pas et où la matière arrive au moyen d'une roue à godets.

L'enlèvement hors des appareils des substances élaborées doit, quand rien ne s'y oppose, être entouré de précautions analogues. Dans un grand nombre de cas, notamment dans le broyage et le blutage, le produit se trouve tout naturelle-

ment et par le fait même de la fabrication, déversé en un point déterminé. Dans d'autres cas, il est facile de l'y amener par quelque addition aux mécanismes, par exemple en installant des pièces dites *ramasseuses*, qui tournent avec les outils de fabrication et font converger vers le centre la substance éparpillée sur la table. On peut ainsi précipiter le produit dans un compartiment spécial ou dans quelque ajustage au fond duquel est situé l'orifice de sortie. Rien de plus simple en ce cas que d'éviter les dégagements à l'extérieur, soit qu'on veuille recueillir le produit d'une manière continue, au fur et à mesure de la fabrication, soit qu'on veuille le retirer d'une manière intermittente. Il suffit d'adapter le col de l'appareil récepteur au tuyau de décharge, de façon que la jonction entre eux soit complète. Si cet appareil s'y prête mal, s'il est, par exemple, à parois rigides, comme les barils ou tonnelets, on adapte à demeure, autour de l'orifice de sortie, un manchon flottant qui peut, dès lors, s'ajuster exactement aux vases qu'on veut remplir. Telle est la précaution prise dans plusieurs établissements, entre autres chez M. Crebessac, à Bordeaux, où l'on fabrique en grand une poudre dite *antioïdique*, à l'aide de pyrites et de diverses autres substances qu'on réduit à un état d'excessive ténuité. Toutes les parties de l'appareil, lequel a un grand développement, sont ajustées avec beaucoup de soin et ne laissent point échapper de poussières. La poudre fabriquée est reçue dans des sacs en toile serrée dont la tête se noue exactement autour du tuyau de vidange. L'orifice est maintenu fermé par une valve pendant qu'on change les sacs et l'opération s'accomplit sans le moindre inconvénient pour les ouvriers.

Quand on a affaire à des liquides, des précautions un peu différentes dans la forme, mais reposant sur les mêmes principes, peuvent être adoptées. On s'arrange alors pour que ces liquides, tant à l'entrée qu'à la sortie, coulent par *trop plein*, c'est-à-dire que les tuyaux abducteur et d'amenée sont pourvus d'un siphon renversé, constituant ce qu'on

nomme communément une *fermeture hydraulique à siphon*. On en peut voir un exemple dans l'appareil à condenser l'acide chlorhydrique au moyen des lessives de marcs de soude, récemment installé par M. Buquet à la fabrique de produits chimiques de Dieuze. Cette réaction (sur laquelle nous reviendrons plus tard), engendre un dégagement d'hydrogène sulfureux dont il est essentiel de préserver les ouvriers. Dans ce but, la caisse est mastiquée et goudronnée : tous les joints sont parfaitement lutés, et les liquides sont introduits et retirés d'une manière continue, sans qu'il en résulte aucune communication entre l'atmosphère du dedans et celle du dehors.

En résumé, toutes les fois que les circonstances le permettent, les appareils d'où les dégagements s'effectuent doivent être disposés de telle façon que les ouvriers soient dispensés de les ouvrir pour introduire ou retirer la charge. Quand il est nécessaire de surveiller l'opération, on ménage un regard vitré par lequel l'ouvrier peut, à tout instant et sans démasquer aucun orifice, suivre la marche du travail.

Mais il est des cas, où pour une raison ou pour une autre, les appareils ne peuvent être maintenus clos et où il faut au contraire les ouvrir de temps en temps. On a alors à se prémunir doublement contre les dégagements : 1^o contre ceux qui se font sentir au moment même de l'ouverture ; 2^o contre ceux qui se produisent d'une manière continue par les joints des parties mobiles de l'appareil. Rien, en effet, n'est moins aisé, dans la pratique, que d'avoir des fermetures parfaitement hermétiques ; ce n'est guère qu'en les mastiquant ou les lutant, précaution peu compatible avec une manœuvre fréquente, qu'on parvient à intercepter les dégagements. Quelque soin qu'on prenne pour ajuster les panneaux qui recouvrent les orifices, il se produit toujours, par suite des chocs, des variations de température, de l'introduction des corps étrangers, etc., un jeu plus ou moins considérable grâce auquel les poussières ou les émanations peuvent se faire

jour. Quand les dégagements sont d'une nature très-insalubre, il faut donner une attention extrême à la construction de l'appareil. On peut citer sous ce rapport, comme un modèle de précision, la cloche qui, chez M. Merck, à Darmstadt, abrite la meule sous laquelle on pulvérise en grand les substances dangereuses, entre autres la belladone. Cette cloche, en tôle épaisse, est suspendue au plafond par de grosses chaînes en fer qui permettent de l'élever ou de l'abaisser à volonté. Le bord légèrement aminci peut s'engager exactement dans une étroite rainure circulaire, ménagée dans la table de pulvérisation. Une fois le chargement des substances opéré, on nettoie la rainure, afin qu'aucun débris ne gêne la manœuvre, et l'on adapte la cloche dessus, de façon à envelopper parfaitement le champ du travail. Quand il faut rouvrir, on a soin de laisser toutes les poussières se déposer au préalable et l'on remonte ensuite la cloche par un mouvement lent et sans secousse qui ne fait soulever aucune matière pulvérulente. M. Merck s'est arrêté à cette disposition « parce que, nous disait-il, avec aucun système de portes, il n'avait pu obtenir de fermeture vraiment hermétique. »

Pour prévenir les dégagements qui tendent, avons-nous vu, à se manifester au moment même de l'ouverture des appareils, le premier moyen qui se présente à l'esprit est précisément celui que nous mentionnions tout à l'heure incidemment, en décrivant la pratique de M. Merck : c'est de laisser aux poussières ou aux émanations le temps soit de se déposer soit de se condenser, avant de procéder à l'ouverture. Un grand nombre d'industriels emploient effectivement cette précaution. Parmi ceux qui l'appliquent avec le plus de méthode, on peut citer M. Lefebvre, fabricant de céruse à Moulin-lès-Lille, et MM. Vander Elst, fabricants de produits chimiques à Bruxelles.

Chez M. Lefebvre, le blutage de la céruse broyée s'effectue dans l'intérieur d'une enveloppe qui abrite en même temps les chariots destinés à recevoir le produit. Pour plus de sûreté

l'enveloppe est à double paroi, de façon que les poussières qui passent à travers les joints de la première soient arrêtées par la seconde. L'opération se fait pendant le jour et les charriots se trouvent toujours remplis dans le courant de l'après-midi; mais on les laisse passer la nuit à la même place et ce n'est que le lendemain à la reprise du travail qu'on les retire de leur abri. Quant à MM. Vander Elst, ils préparent le chlorure de chaux dans des chambres où, à la vérité, les ouvriers ne pénètrent pas; mais comme ceux-ci sont obligés, pour ramener le produit au dehors, de manœuvrer leurs instruments à travers les portes ouvertes, ils sont exposés aux fortes émanations de chlore qui se font sentir aux premières heures. Dans le but de les y soustraire, ces industriels ont établi une chambre supplémentaire, qui leur permet de laisser reposer chaque chambre pendant deux ou trois jours avant d'en faire opérer le défournement.

Cette dernière précaution a un inconvénient : c'est de faire perdre beaucoup de temps. Aussi a-t-on été conduit, en bien des cas, à y suppléer au moyen de la seconde série d'agencement que nous avons à faire connaître, c'est-à-dire en donnant une issue directe aux dégagements. Mais avant d'aborder cette partie du sujet, nous devons signaler un artifice qui, dans quelques circonstances, permet d'abréger considérablement le temps du dépôt en même temps que de diminuer les émanations pendant la fabrication elle-même. Il consiste à injecter de la vapeur d'eau dans l'intérieur de l'appareil. Telle est la pratique adoptée par MM. Howards et fils, dans leur fabrique de sulfate de Quinine à Stratford, près de Londres. Le broyage des écorces de quinquina dégage comme on sait, des espèces d'aiguilles très-fines qui lorsqu'elles voltigent dans l'atmosphère des salles produisent sur les ouvriers des phénomènes d'irritations de la peau extrêmement douloureux. La ténuité de ces corpuscules leur permettrait de trouver passage à travers les interstices de l'enveloppe en planches qui chez MM. Howards recouvre

la meule ; en outre les nécessités de la fabrication ne permettraient pas toujours d'attendre avant d'ouvrir l'appareil. Grâce à l'injection de la vapeur d'eau, les poussières sont rabattues en grande partie et par suite le dégagement dans l'atelier est beaucoup diminué.

La seconde série d'agencements à laquelle nous avons fait allusion, à savoir ceux qui ont pour but de conduire les dégagements au dehors, joue un très-grand rôle dans les industries dangereuses ou pour mieux dire dans celles qui sont susceptibles de le devenir à raison de la quantité aussi bien que de la nature des éléments étrangers qui tendent à s'introduire dans l'atmosphère des ateliers. Ces agencements sont tout à fait indispensables quand la source des impuretés est extrêmement abondante ou que celles-ci pourraient par le fait de leur accumulation prendre une tension croissante. Ils le sont encore quand les convenances de la fabrication exigent que les corps étrangers soient éliminés des substances utiles, ainsi que cela a lieu, par exemple, pour le cardage ou le battage des matières textiles.

Les dispositions conçues dans cet ordre d'idées sont fort nombreuses. On peut les distinguer en deux grandes classes, selon que le dégagement s'effectue avec ou sans le concours d'une aspiration artificielle destinée à l'activer. Chacune de ces classes elles-mêmes peut être subdivisée en deux autres, suivant qu'on laisse perdre les matières expulsées ou suivant, au contraire, qu'on se propose de les recueillir pour les faire rentrer dans la fabrication. On a donc finalement quatre types principaux d'agencements dont nous indiquerons des spécimens.

Avant de procéder à cette description, nous ferons une remarque générale : c'est que tous les appareils dont nous nous occupons en ce moment, précisément parce qu'ils ont une issue directe au dehors, n'ont plus besoin, comme les précédents, d'être hermétiquement clos du côté des ateliers. Ils peuvent avoir des joints plus ou moins imparfaits ou

même garder des orifices de travail ouverts : il suffit seulement que les choses soient disposées de telle façon que la circulation se fasse toujours de ces orifices à l'issue extérieure et jamais de l'issue extérieure vers ces orifices. En un mot il ne faut pas qu'on risque d'avoir jamais un refoulement à l'intérieur des ateliers. Il résulte de là une grande simplification dans la construction des appareils, puisqu'on n'est plus obligé de rechercher des conditions de parfait isolement, conditions toujours difficiles, nous l'avons vu, à réaliser dans la pratique.

Les appareils sans aspiration artificielle ne peuvent guère être employés que dans des opérations où la température est assez élevée pour qu'il en résulte tout naturellement une circulation dans le sens même où l'on veut diriger le courant d'impuretés. En d'autres termes, dans ces sortes d'appareils doit s'établir un tirage analogue à celui des cheminées d'appartements. Mais comme ce tirage, quand il est dû à la seule influence des opérations elles-mêmes, est souvent assez faible, il ne saurait suffire alors pour l'entraînement des poussières et il conviendrait au plus pour les gaz ou les vapeurs. Le type le plus répandu des agencements faits pour y suppléer, quand on ne se propose pas d'ailleurs de recueillir les matières expulsées, est vulgairement connu sous le nom de *hottes de dégagement*.

Ces hottes qu'on rencontre à chaque pas dans l'industrie, et qui sont susceptibles d'y rendre de grands services, doivent être établies d'après certains principes auxquels elles ne satisfont que trop rarement. Leur grand écueil, quand elles ne sont pas pourvues d'une aspiration artificielle, c'est de tirer mal ou même de refouler. Pour éviter qu'il en soit ainsi il faut d'une part que la cheminée de dégagement soit élevée et en même temps protégée contre les agents atmosphériques, et d'autre part que l'espace compris entre les parois de la hotte et les appareils de fabrication soit aussi réduit que possible, de manière à prévenir l'introduction de

l'air froid qui romprait nécessairement le tirage. Or, ce n'est pas ce qui a lieu ordinairement ; les cheminées sont, au contraire, fort basses, et les bords de la hotte sont à une grande distance des appareils. Aussi les vapeurs inclinent-elles tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, obéissant à tous les courants d'air qui se forment dans la salle, et se dégagent-elles à l'intérieur des ateliers autant qu'au dehors.

Une des meilleures installations qu'on puisse citer est celle des caisses à colle forte de la fabrique de M. Coignet à Saint-Denis. La gélatine liquide, amenée par des tuyaux distributeurs des réservoirs dans ces caisses, est concentrée et transformée en colle forte au moyen de tubes à vapeur appliqués sur le fond. Cette opération est accompagnée d'odeurs plus ou moins nauséabondes, surtout vers la fin de la cuisson. Pour en préserver les ouvriers, chaque caisse, dont la forme est celle d'un rectangle très-allongé, est exactement recouverte par une hotte en bois, qui descend très-près des bords, de façon à laisser seulement un petit intervalle libre qui permet de surveiller au besoin, la liqueur. La cheminée débouche sur le toit, à 15 mètres environ d'élévation au dessus des appareils. Le tirage est des plus réguliers ; l'air aspiré sous les bords de la hotte est entraîné avec les vapeurs dans la cheminée. On circule entre les rangées de caisses sans percevoir la moindre odeur.

Il n'est pas toujours possible d'ajuster les hottes avec autant de précision : car les nécessités du travail obligent souvent à ménager un certain intervalle, soit pour charger les matières, soit pour les brasser pendant le traitement. En outre la température n'est pas constamment à l'ébullition et il arrive même qu'elle diffère assez peu de celle de l'atmosphère ambiante. Dans ces conditions le tirage est trop faible, quelque soin qu'on mette d'ailleurs à l'installation. Il faut en venir alors à une précaution qu'on ne saurait trop recommander dans tous les cas, car elle est la meilleure garantie de l'efficacité des appareils : c'est de mettre la hotte en communi-

cation avec quelque cheminée de l'usine, ou d'y entretenir une combustion spéciale, par exemple, à l'aide de becs de gaz. On rentre ainsi dans la catégorie des appareils à aspiration artificielle dont nous nous occuperons bientôt.

Quand on se propose de recueillir tout ou partie des éléments dégagés, les hottes deviennent tout à fait insuffisantes, car l'entrave apportée à la circulation, par l'arrêt même des matières, tend à faire refluer le dégagement à l'intérieur. Donc à moins d'une aspiration auxiliaire très-énergique, il faut fermer soigneusement les générateurs du côté des ateliers. C'est à ce principe que se rattache la classe si nombreuse des opérations dites à *vases clos*, avec appareils de condensation pour l'arrêt des vapeurs. Ces condenseurs qui affectent les dispositions les plus diverses, séries de bombes, serpenteurs entourés d'eau froide, etc., communiquent finalement avec le dehors et y émettent la portion du dégagement qui échappe à la condensation. Le principe de ces agencements est trop simple pour que nous ayons à nous y arrêter : tout le monde connaît la double condition fondamentale à laquelle ils doivent satisfaire au point de vue de la salubrité ; condition qui consiste en ce que, d'une part, les fermetures soient hermétiques, et que, d'autre part, le condenseur laisse un passage suffisant pour la circulation des gaz, afin que des fuites ne risquent pas de se produire à l'intérieur des ateliers.

Les appareils dans lesquels on exerce une aspiration artificielle conviennent également bien aux vapeurs et aux poussières. Tant qu'il ne s'agit que de lancer les produits au dehors, évidemment il n'y a pas de difficulté : un ventilateur mécanique ou le tirage de quelque foyer les entraîne dans la direction qu'on désire. Tel est précisément l'office des hottes aspirantes dont nous parlions tout à l'heure. On peut rattacher à la même catégorie les guérites ou cages vitrées dans lesquelles on enferme des appareils de dégagements et où parfois l'ouvrier travaille en introduisant seule-

ment les bras et tenant son corps hors de l'enceinte. L'ouvrier est ainsi préservé des vapeurs, qui sont entraînées dans un foyer ou dans une cheminée. Il n'y a pas plus de difficultés à recueillir les dégagements susceptibles d'une condensation ou d'une absorption quelconque ; les moyens employés précédemment suffisent ici, à plus forte raison puisque leur fonctionnement est aidé par le jeu des instruments d'aspiration. Mais le problème se complique quand les poussières à recueillir sont abondantes et entraînées d'un mouvement énergique. L'interposition des diaphragmes destinés à les arrêter, des toiles métalliques, par exemple, a pour résultat de nuire en même temps au tirage, et cela avec d'autant plus de force que ces moyens d'interception sont eux-mêmes plus efficaces. Pour y obvier, on a généralement recours, dans l'industrie, à l'un des trois procédés suivants : 1° chambre de dépôt ; 2° changement brusque de mouvement ; 3° précipitation par attraction moléculaire.

Nous avons déjà en occasion, en parlant de la ventilation des ateliers, de faire connaître le principe des chambres de dépôt, lequel n'est autre, avons-nous dit, que celui des bassins de décantation pour les liquides ; nous n'y reviendrons pas. Quant au second procédé, il est basé sur ce fait que si l'on change brusquement la direction d'un courant aériforme, les particules solides en suspension dans ce courant n'obéissent pas au changement de direction avec la même facilité que les gaz eux-mêmes, en sorte que tandis que ces derniers s'infléchissent par suite de la nouvelle direction qu'on leur donne et continuent de cheminer, les poussières au contraire tendent à se déposer au pied même de l'obstacle qui rompt le courant. Comme exemples de l'application de ce principe, nous citerons la tannerie de M. Piret Pauchet à Namur, et la fabrique de céruse de M. Bruson, à Portillon, près de Tours.

Dans le premier de ces établissements, on prépare le tan sur une grande échelle, à raison de 15.000 kilog environ

par jour. Aussi a-t-on un grand intérêt, non-seulement à préserver les ouvriers des poussières, mais encore à ne rien perdre de celles-ci qui ont de la valeur. Le broyage des écorces est effectué par trois paires de meules horizontales marchant à une grande vitesse. Chaque paire est renfermée dans une enveloppe métallique bien close munie de deux tuyaux : l'un pour la charge des matières, l'autre pour l'enlèvement des poussières. Les tuyaux d'aspiration des trois appareils convergent vers un tuyau commun, dans lequel agit un ventilateur puissant. Les parties ténues ainsi enlevées des meules sont lancées horizontalement dans une caisse en forme de trémie fermée, à la partie supérieure de laquelle est un tube d'échappement. L'air sort par ce tube, tandis que la plus grande partie des poussières, précipitées vers la paroi opposée à l'orifice d'admission, se heurtent contre elle et tombent au fond de la trémie où on les recueille.

Chez M. Bruzon le blutage de la céruse broyée a lieu à l'aide d'une ventilation énergique exercée dans l'enveloppe même du broyeur. La poudre d'un certain degré de finesse est déplacée et lancée dans un tuyau métallique presque vertical de 7 à 8 mètres de haut, à l'extrémité duquel elle est reçue dans un réservoir fermé, tandis que la colonne d'air, brusquement infléchie dans sa direction, redescend par un tuyau parallèle et revient au ventilateur. Le broyeur est alimenté par un distributeur contenu dans une gaine qui communique à la cheminée de quelques fours à zinc. L'aspiration est puissante, car au moment du chargement, loin que les poussières rentrent dans l'atelier, c'est au contraire l'air du dehors qui se précipite dans la gaine. Des appareils exactement semblables sont consacrés, dans le même établissement, au travail du minium.

Le troisième procédé repose sur cette observation que des corpuscules animées d'une vitesse modérée, venant à circuler dans le voisinage immédiat de surfaces, ils ne tardent pas à obéir à l'attraction exercée sur eux par ces sur-

faces et se précipitent graduellement sur elles. Il suit de là qu'avec des appareils d'un faible volume relatif, mais offrant des surfaces de contact très-étendues, une masse d'air peut être à peu près dépouillée des poussières qu'elle charrie. Tel est le principe des appareils de dépôt de M. Perrigault de Rennes, inventés récemment et déjà appliqués à un grand nombre d'industries, entre autre à des meuneries et à des tanneries. Ce sont des caisses de longueur et largeur variables, suivant les besoins de l'industrie, et divisées par des tablettes en bois horizontales, en une série de compartiments superposés et communiquants, de 8 à 10 centimètres de haut; l'air circule entre ces tablettes et c'est sur elles qu'il abandonne ses poussières¹. Nous avons vu une très-bonne application de ces appareils chez M. Leroux, tanneur à Rennes, qui prépare pour lui ou ses confrères, 2.500 à 3.000 tonnes de tan tous les ans. Le broyage des écorces se pratique dans des moulins à noix parfaitement clos. Immédiatement au dessus de la cloche est un orifice d'aspiration par lequel un ventilateur lance les poussières dans la caisse

1. Voici comment M. Perrigault raconte lui-même, dans une brochure de 1863, l'origine de son invention: « Me trouvant, dit-il, dans une « chambre où pénétrait un rayon de soleil et où l'air était tranquille, je « vis des atomes nombreux flottant dans l'atmosphère... Une table était « devant moi, la pensée me vint d'étudier quelle marche suivraient ceux « de ces corpuscules qui se trouvaient dans le voisinage de sa surface... « Arrivés à 1 ou 2 millimètres seulement, je les vis se précipiter sur la « surface de la table, obéissant évidemment à une loi d'attraction dont « les effets n'ont jamais été signalés.

« Je reconnus alors pourquoi tous les rayons d'une bibliothèque, le « premier comme le dernier, pourquoi tous les meubles d'un appartement « se trouvent en même temps chargés d'une couche de poussière. C'est « que ces atomes qui se promènent horizontalement ne tombent que lorsqu'ils arrivent dans le voisinage très-rapproché de la surface d'un corps solide. — Cette observation me conduisit à penser que si, à partir des meules, je faisais circuler l'air chargé de folle farine dans des conduits d'une grande largeur horizontale et d'une très-faible élévation verticale, je parviendrais à amener l'un après l'autre tous les atomes de folle farine dans la sphère d'attraction de la surface horizontale des tablettes, et que, par conséquent, je déterminerais leur précipitation. »

Perrigault. Elle a 4^m,50 de long, 1^m,70 de large et 1^m,10 d'élévation; elle est divisée en dix compartiments, de 9 centimètres de haut chacun, que l'air parcourt successivement avant de s'échapper par dessus le toit de la fabrique. Le courant est donc en contact avec les tablettes sur une longueur totale de 45 mètres; aussi le dépôt des poussières est-il presque complet avant l'orifice de sortie. M. Leroux utilise ces débris, qu'il reconnaît, à poids égal, plus actifs que le tan ordinaire, et dont la récolte constitue ainsi pour lui un bénéfice notable, en même temps qu'une condition d'assainissement pour son usine.

Nous rencontrerons par la suite bien d'autres exemples de dispositions prises en vue d'empêcher les dégagements d'arriver au contact des ouvriers. Mais comme ces dispositions sont plus ou moins liées à la fabrication elle-même et qu'elles varient dès lors, sinon en principe, au moins dans leurs détails, d'une industrie à l'autre, il nous paraît préférable d'en renvoyer la description au chapitre des *moyens spéciaux* nous étant borné ici aux exemples strictement nécessaires pour faire saisir les règles générales que nous avons à formuler.

APPAREILS A PROTÉGER LES ORGANES RESPIRATOIRES.

Ces appareils forment, pour ainsi dire, le complément des moyens qui précèdent; ils sont destinés à protéger les travailleurs contre des dégagements dont il est difficile, sinon impossible, de les préserver efficacement par des dispositions appliquées soit aux ateliers, soit aux appareils de fabrication.

Malgré les incontestables services que ces appareils sont susceptibles de rendre dans des cas particuliers, aucun type

ne s'est encore beaucoup généralisé. On leur reproche d'être gênants à porter, parfois même d'être assez lourds pour occasionner promptement de la fatigue. En tous cas, ils donnent de la chaleur au visage, et exigent de la part de l'ouvrier quelques soins qui ne sont pas toujours dans son caractère. Enfin, une dernière raison qui n'a pas été étrangère à leur peu de succès, mais qui est évidemment destinée à disparaître devant le progrès des mœurs, est tirée de ce faux point d'honneur et de cette crainte des sarcasmes qui portent souvent l'ouvrier à braver inconsidérément le danger et à repousser les précautions propres à l'atténuer. Il y a lieu d'espérer qu'à mesure que les notions d'hygiène se vulgariseront et que ces appareils eux-mêmes se perfectionneront, l'usage s'en répandra davantage dans certains métiers.

Sous ce rapport l'Angleterre est plus avancée que le continent. On y compte déjà diverses professions dans lesquelles les travailleurs commencent à user de *respirateurs*, sortes de petits masques abritant le nez et la bouche et fixés par des cordons noués derrière la tête. On en connaît deux types principaux : les uns, de l'invention du docteur Stenhouse, de Londres, sont formés d'une couche mince de charbon de bois serré entre deux toiles métalliques à larges mailles ; les autres se composent de plusieurs épaisseurs de toiles métalliques à mailles très-fines.

Les premiers sont destinés à protéger contre les gaz et les vapeurs. On les a employés dans les égouts des grandes villes, notamment à Glasgow et à Londres, mais ils y sont devenus moins utiles depuis les améliorations données à ces voies souterraines. On s'en sert dans quelques hôpitaux, entre autres à Guy's hospital, pour soigner des maladies contagieuses ou à odeurs repoussantes. Enfin on en use dans diverses fabrications où les ouvriers sont exposés à des vapeurs très-délétères. Le charbon de bois agit pour désinfecter l'air au passage ; il intercepte les éléments nuisibles qui se condensent dans les pores du charbon et laisse entre les fragments une issue suf-

lisante pour l'accomplissement de l'acte de la respiration. Le même charbon peut servir, paraît-il, assez longtemps, un mois et plus, sans être renouvelé. Le docteur Stenhouse recommande particulièrement le charbon de bois dit *platinisé*, préparé avec du bichlorure de platine. Des applications importantes et, assure-t-on, satisfaisantes, ont été faites dans les hôpitaux de l'armée anglaise pendant les guerres de Crimée et des Indes et tout récemment pendant l'expédition d'Abyssinie.

Le second type de respirateurs, beaucoup plus usité, a pour fonction de laisser passer librement les gaz, mais d'arrêter les poussières même les plus fines. Ces appareils ont pris faveur, depuis quelques années, dans des branches d'industries variées, le moulage des métaux, le broyage des pierres, le polissage, etc. Nous en avons rencontré plusieurs spécimens dans la grande fabrique de verre de MM. Chance, à Spon-Lane, près Birmingham. Les ouvriers occupés au broyage des matières premières, à la pulvérisation de l'émeri et surtout à la composition des mélanges (dans lesquels entrent la chaux, le sulfate de soude, le manganèse, l'arsenic etc.) s'en servaient régulièrement et se louaient beaucoup de leur efficacité¹. Du reste, ce n'est pas seulement dans les fabriques que ces sortes d'appareils sont appréciés. Dans les villes très-industrielles, comme Birmingham, Leeds, etc., où l'atmosphère est très-chargée, il n'est pas rare, par les temps bas et humides, de voir les passants en porter dans la rue pour se préserver des particules solides charriées par la fumée.

En France les dispositions essayées sont assez nombreuses, mais elles ont, en général, un caractère moins pratique que

1. L'un des ouvriers nous disait que ces respirateurs « valaient leur poids d'or », et un autre, que « sans eux il n'aurait pu passer deux mois chez M. Chance ». Ces appareils, fort bien faits, sortaient de la maison Jeffreys, qui a un dépôt chez M. Tweedie, dans le Strand, à Londres. Les toiles métalliques, au nombre de deux seulement, étaient en argent plaqué et ne s'altéraient pas à l'usage.

celles que nous venons d'indiquer. L'une d'elles, qui se rapproche beaucoup, mais avec une infériorité évidente, du respirateur anglais, est usitée chez quelques industriels, entre autres chez M. Camus, fabricant d'acétate de plomb, à Ivry. C'est un masque qui couvre la moitié inférieure du visage et qui est formé d'une éponge serrée entre deux toiles métalliques; il sert aux hommes qui opèrent l'embarillement de l'acétate. Le principal défaut de cet appareil c'est qu'il a besoin d'être savonné tous les jours. En outre l'interposition de l'éponge le rend très-échauffant, au point que les ouvriers le soulèvent de temps en temps pour respirer plus librement. Aussi, chez M. Orsat, fabricant de céruse, à Clichy, les ouvriers ont-ils renoncé à s'en servir, parce que c'était pour eux une occasion de porter perpétuellement au visage leurs doigts chargés de matière toxique.

M. Paris, fabricant d'émaux, à Bercy, a fait breveter un autre appareil, destiné à arrêter les poussières fines qui se dégagent, soit pendant le broyage des matières, soit pendant l'application aux pièces de la poudre à émailler. Il se compose d'un masque et d'un long tuyau flexible que l'ouvrier suspend sur le côté et qui supporte un tambour d'aspiration recouvert de flanelle (Pl. VI, fig. 6). Le masque étant en gutta-percha, on en ramollit les bords en les trempant dans de l'eau chauffée à 60 ou 70 degrés; ces bords s'adaptent alors parfaitement sur le visage, et lorsqu'ils sont refroidis, ils reprennent leur consistance en maintenant un complet isolement avec le dehors. Quant à la flanelle à travers laquelle s'effectue la respiration, elle doit être toujours humectée; pour la rendre telle, il suffit de plonger le tambour dans l'eau et de le secouer avant de l'employer. Quelques industriels font usage de cet appareil, livré par M. Paris à la vente publique. On peut lui reprocher d'être compliqué et lourd à porter; de plus la nécessité du trempage crée, en bien des cas, un obstacle pratique.

Une invention un peu semblable est due au sieur Poirel,

ancien ouvrier meulier à la Ferté-sous-Jouarre. Elle a été inspirée par le désir de remédier aux inconvénients très-graves qu'entraîne le piquage des meules. Cette opération est accompagnée, on le sait, d'un dégagement considérable de poussières de grès et d'acier, qui au bout d'une dizaine d'années déterminent des maladies souvent mortelles. La population ouvrière de la Ferté est décimée par cette cause d'insalubrité. Les patrons viennent d'en atténuer les ravages en remplaçant les anciens ateliers fermés par de vastes hangars grillés où les ouvriers travaillent à peu près au grand air. L'absorption des poussières est sensiblement diminuée, mais elle ne laisse pas de produire encore de funestes effets. L'appareil Poirel, dit *absorbant hydraulique* (Pl. VI, fig. 5), se compose essentiellement d'un masque supportant un petit réservoir d'eau à travers lequel se fait l'aspiration, et surmonté d'une soupape par laquelle se fait l'expiration. Les poussières les plus ténues sont absorbées par la mince nappe liquide que l'air est obligé de traverser. L'eau est renouvelée en moyenne toutes les deux heures et on la voit alors fortement chargée de matières étrangères. Malgré l'efficacité réelle de cet absorbant, six ou huit ouvriers à peine s'en servent régulièrement, à cause du poids et de la gêne qui en résultent pour eux. Le même motif l'a fait abandonner chez MM. Firmin Didot, où les hommes chargés du nettoyage des chiffons l'avaient d'abord adopté.

Ces trois types d'appareils ne préservent que des poussières. Celui qui a été récemment imaginé par M. Galibert et qui a reçu par deux fois les encouragements de l'Académie des sciences, a pour objet de mettre à l'abri du danger qu'on rencontre dans tout milieu non respirable, quelle que soit la nature de l'insalubrité. Il consiste en un masque respiratoire proprement dit, communiquant avec un réservoir d'air que l'opérateur emporte avec lui partout où il a besoin de pénétrer (Pl. VI, fig. 7). L'outre ou vessie servant de réservoir est par elle-même très-légère. On la gonfle en

quelques secondes au moyen d'un soufflet, et l'on introduit quatre-vingts litres d'air dans cette sorte de ballon, que l'opérateur fixe sur son dos, comme une hotte de chiffonnier, à l'aide de bretelles et d'un ceinturon. La communication est établie au moyen de deux tuyaux en caoutchouc aboutissant, celui d'aspiration dans le bas du réservoir, et celui d'expiration dans le haut. Dans ces conditions, la provision de quatre-vingts litres paraît suffire pour une demi-heure. Du reste, l'opérateur ayant un long travail à accomplir pourrait emporter plusieurs appareils de rechange ainsi gonflés. Cette invention a été l'objet de plusieurs expériences publiques qui ont eu un assez grand retentissement¹. Diverses compagnies

1. Nous citerons celle du 9 août 1864, qui a eu lieu à la caserne des pompiers du Château-d'Eau, en présence de M. le général de division Ulrich. Une cave avait été remplie de fumée. « M. Galibert, dit le *Moniteur universel* du 23 août, est descendu dans cette cave et y est demeuré « un temps très-notable. Aucune trace de souffrance ne se lisait sur sa « physionomie, lorsqu'il est sorti de ce séjour asphyxiant. »

Des expériences analogues ont été répétées le 8 janvier 1865 dans l'hôtel de la Société générale, et le 27 avril dans la caserne de la rue Culture Sainte-Catherine, en présence d'hommes compétents. Des personnes étrangères au maniement de l'appareil, de simples sapeurs pompiers, ont tour à tour pénétré dans des caveaux pleins d'acide sulfureux ou de fumées irritantes et ont pu y faire impunément des séjours de dix et quinze minutes.

Dans le modèle présenté à l'Académie par l'inventeur, en janvier 1867, le réservoir d'air était fort amélioré. Au lieu d'être fait d'une peau de bouc sans coutures, laquelle a le double inconvénient de donner une odeur désagréable et de ne pas permettre des dimensions graduées, il est formé de deux épaisseurs de toile de chanvre comprenant entre elles 16 couches de caoutchouc dissous dans de la benzine. Ces couches disparaissent en quelque sorte par la pression et sont absorbées par les toiles, qui deviennent ainsi fortement adhérentes l'une à l'autre et ne présentent qu'une épaisseur totale d'un millimètre. La toile extérieure est assez solide pour résister aux chocs et écorchures qui se produisent à la rencontre des objets extérieurs. La toile intérieure, au contraire, est très-fine et serrée. Quant à l'opération du gonflement, elle se fait sans le secours du soufflet. Il suffit d'écarter les deux disques en bois qui constituent les faces inférieure et supérieure du réservoir pour qu'immédiatement celui-ci se remplisse d'air au moyen d'un robinet qu'on ferme aussitôt après. L'appareil est dès lors en état de servir.

industrielles paraissent devoir y recourir; on en recommande l'emploi pour les ouvriers puisatiers, égouttiers, vidangeurs, et tout particulièrement pour les personnes appelées à combattre des incendies.

Quelquefois, dans les fabriques, on dispose de moyens qui permettent d'offrir une protection efficace aux ouvriers chargés de certains travaux. Un manufacturier préoccupé de la sécurité de son personnel peut trouver dans son outillage industriel une solution simple de la difficulté. Nous citerons, comme exemple, l'expédient employé par M. Gundelach, dans les fabriques de produits chimiques de la Société de Mannheim, pour préserver les hommes qui visitent ou réparent les chambres de plomb de l'acide sulfurique ainsi que les chambres à chlorure de chaux. Dans les établissements bien dirigés, ce travail se fait avec beaucoup de soin, car il a pour objet de supprimer toutes les fuites, lesquelles sont une cause de perte pour la fabrication. Les ouvriers ont donc à séjourner assez longtemps dans les chambres au moment même où les opérations viennent d'y être suspendues et où par conséquent les gaz délétères s'y trouvent encore en proportion notable. M. Gundelach munit ses hommes d'une sorte de casque de pompier en carton, qui se rabat sur les épaules. Ce casque est muni d'orifices vitrés pour la vue et il communique à la pompe à air au moyen d'un tube très-flexible. Pendant toute la durée du séjour dangereux la pompe entretient une atmosphère d'air pur entre le visage de l'ouvrier et la paroi du casque; c'est dans cette région que s'accomplit la respiration. La même précaution est en vigueur dans les succursales de la Société, à Worms et à Heilbronn (Wurtemberg). On en a fait usage pendant un certain temps à Chauny, mais on y a renoncé. En la citant, nous ne prétendons pas dire qu'il n'y en ait pas de meilleure; nous avons voulu seulement montrer comment on peut, à l'occasion, tirer parti des ressources naturelles de l'usine pour parer aux inconvénients.

En résumé, il nous paraît que des divers appareils essayés, les respirateurs anglais et l'appareil Galibert, chacun dans son genre, méritent la préférence. Les premiers sont d'un usage plus facile en industrie : ils conviennent aux opérations qui exigent une préservation *permanente*, comme celles des manufactures; le dernier, qui est d'une efficacité plus complète, mais d'une pratique moins simple, ne convient guère qu'aux opérations *accidentelles* ou tout au moins d'une durée très-limitée; aussi trouvera-t-il son application peut être plus encore hors de l'industrie proprement dite que dans l'industrie elle-même.

A défaut de quelque appareil perfectionné, les patrons doivent favoriser de tout leur pouvoir l'usage des précautions qui, sans faire disparaître le danger, sont du moins susceptibles de l'atténuer. Une touffe de chanvre ou de lin, par exemple, une éponge humectée, ou encore un simple mouchoir noué sur le nez et la bouche diminuent les inconvénients. M. Bell, à Washington près Newcastle, a beaucoup amélioré le sort des ouvriers et ouvrières qui manipulent l'oxychlorure de plomb, en les obligeant à porter un voile de batiste rabattu sur le visage.

Comme se rattachant à l'emploi des appareils protecteurs, on peut citer une application des toiles métalliques, faite non en vue d'intercepter les poussières ou les gaz, mais d'affaiblir le rayonnement de la chaleur dans certaines élaborations. Chez MM. Chance, par exemple, les ouvriers qui soufflent le verre et lui font prendre la forme de grands disques qu'ils amincissent ensuite peu à peu en les faisant tourner devant l'ouverture brûlante des fours, portent pendant cette opération une toile métallique très-fine qui leur couvre toute la figure. Cette précaution peut avoir son utilité dans un grand nombre d'industries, entres autres dans celles où l'on travaille les métaux à chaud.

Une autre application d'appareils protecteurs consiste dans les lunettes en toile métallique avec orifice vitré au centre,

que portent les ouvriers qui veulent préserver leurs yeux contre les éclats de nature à les blesser. Ce moyen est en usage et on ne saurait trop le recommander dans le concassage des pierres, le piquage des meules, le forgeage des métaux, etc. Il convient même aux personnes qui sont simplement exposées à rencontrer des poussières sous une grande vitesse relative, comme les mécaniciens de chemins de fer.

MESURES DESTINÉES A COMBATTRE L'INFECTION.

Les salles de travail tendent toujours plus ou moins à s'infecter, soit par suite des substances qu'on y traite, soit par le simple fait du séjour des travailleurs. La ventilation est un préservatif puissant, mais seule elle ne suffirait pas : car non-seulement elle ne renouvelle pas l'air dans toutes les parties des locaux et laisse souvent bien des recoins non visités, mais elle ne saurait empêcher ni l'absorption des émanations par les parois, ni la lente accumulation des débris dans les angles des murs et dans les fissures du plancher. Le local tout entier devient ainsi, au bout d'un certain temps, un foyer de dégagements extrêmement insalubres.

Le moyen le plus sûr d'y parer est une extrême propreté. Sans parler des soins ordinaires (balayage, lavage, etc.), qui vont de soi, on doit insister particulièrement sur une précaution en honneur dans les établissements bien tenus et dont la loi anglaise a fait une obligation positive dans la plupart des branches d'industries : nous voulons parler du blanchiment périodique à la chaux des diverses parties de la fabrique. Aux termes des règlements en vigueur dans le Royaume Uni, tout mur intérieur, toute cloison,

tout plafond, tout couloir, corridor ou escalier, en un mot tout l'intérieur des bâtiments consacrés à l'exploitation industrielle, doit être soigneusement blanchi à la chaux une fois par an. Les parties peintes à l'huile doivent être repeintes tous les sept ans, et, dans l'intervalle, elles sont lavées et nettoyées au savon chaque année. Et qu'on ne croit pas que ce soit là une lettre morte ; la prescription est, au contraire, exécutée très-punctuellement. Elle est même entrée à ce point dans les mœurs des manufacturiers anglais que beaucoup déclarent qu'ils continueraient à l'observer si elle cessait d'être obligatoire, car ils y trouvent leur compte par l'amélioration qui en résulte non-seulement dans la santé du personnel, mais encore dans l'entretien des bâtiments et de l'outillage. On n'est pas forcé, bien entendu, de faire subir l'opération à la *totalité* de l'usine à la fois, mais on peut procéder par parties successives, à condition que la règle soit respectée pour chaque partie prise isolément. On met à profit les fêtes et dimanches et l'on parvient ainsi à passer toute l'usine à la chaux sans avoir besoin pour cela de perdre un seul jour de travail.

Dans les salles très-éclairées, des parois complètement blanches peuvent fatiguer les yeux des ouvriers ; aussi, plusieurs fabricants ont-ils soin d'en amortir l'éclat à l'aide d'une coloration légère. Il est tel filateur de Manchester qui a poussé l'attention jusqu'à donner aux murs une nuance bleu tendre qui repose doucement la vue. Cette recherche qu'on ne saurait trouver puérile, puisque de très-grands manufacturiers ne la dédaignent pas, a surtout sa raison d'être dans les salles où les ouvriers s'adonnent à des occupations délicates, qui exigent de leur part beaucoup de contention et un coup d'œil très-exercé.

Une particularité sur laquelle il nous sera permis de dire quelques mots, parce qu'elle influe beaucoup sur la salubrité, est relative aux cabinets d'aisances qui, dans bien des fabriques, sont situés tout à côté des ateliers et souvent même n'en

sont séparés que par une porte dormant. Cette disposition, prise en vue de ménager le temps des ouvriers et de prévenir les désordres, a le grand inconvénient de donner des odeurs aux salles, d'autant plus que ces sortes de locaux sont en général fort mal tenus. S'il est difficile, avec les habitudes du personnel, d'arriver à des conditions tout à fait satisfaisantes, on peut du moins, par quelque procédé technique, diminuer beaucoup les émanations. Un moyen fort simple et très-efficace, qu'il est presque toujours possible d'appliquer, consiste à mettre le tuyau de chute en communication avec une cheminée de l'usine, notamment avec celle des appareils à vapeur dont le tirage est fort actif. A la grande raffinerie de M. Binyon, à Manchester, où plusieurs cabinets d'aisances se trouvent superposés aux divers étages, il a suffi de faire communiquer avec la cheminée le tuyau commun des latrines, immédiatement au dessus du siège le plus élevé, pour que la désinfection fût complète. L'aspiration est même si vive que l'air du dehors afflue dans le tuyau par les ouvertures des sièges. M. Wulvéryck, à Saint-Quentin, a fait communiquer aussi la fosse et a eu également un excellent résultat.

A défaut de ce moyen, on peut réaliser une aspiration à l'aide de quelque combustion lente et sans flamme : nous disons *sans flamme*, parce qu'il est indispensable de se prémunir contre les explosions qui sont à redouter avec les gaz des fosses. Pour ce motif, chez MM. Rogelet, à Reims, on entretient dans le tuyau d'aérage un feu de tourbe.

En temps d'épidémie et, pour certaines industries, en tous temps, il peut être nécessaire de recourir à des agents chimiques pour détruire l'infection. La difficulté, en pareil cas, ne vient pas du manque de désinfectants efficaces, mais du grand nombre de ceux qu'on préconise comme tels et dont beaucoup ne sont que des ingrédients sans valeur. Parmi les réactifs déjà anciens, le chlorure de chaux pour les lavages ou le saupoudrage et le chlore gazeux pour les fumigations paraissent être encore ce qu'il y a

de mieux. Parmi les réactifs nouveaux, dont certains jouissent de propriétés remarquables, on peut recommander le perchlorure de fer, le phosphate acide de magnésie et l'acide phénique ou les composés qui le contiennent¹. Ces divers corps sont employés ordinairement à l'état de solutions plus ou moins étendues et ils servent tantôt à laver les planchers et les murs, tantôt à prévenir ou à combattre la putréfaction des matières organiques traitées dans les ateliers.

Les substances phéniquées surtout, même à très-faibles doses, paraissent destinées à rendre de grands services. Le Dr Grace Calvert, de Manchester, a constaté, par exemple, que les dépouilles animales trempées dans une

1. Après ces réactifs on peut en citer d'autres qui, sans être aussi répandus, sont cependant largement employés. De ce nombre sont : l'iode, l'acide sulfureux, et tout récemment l'ozone. Le chlorure de zinc, dont on faisait un grand usage à bord de la flotte anglaise, vient d'être interdit par les lords de l'Amirauté, à la suite de quelques empoisonnements dont ont été victimes des marins qui en avaient avalé accidentellement. Cette circonstance a naturellement enlevé à ce réactif beaucoup de son ancien crédit ; on lui reproche d'ailleurs de n'être pas un *désinfectant* dans le sens chimique du mot, mais de masquer seulement les odeurs sans les détruire.

La question des désinfectants a été reprise dans le Royaume Uni par plusieurs savants, à l'occasion de la peste bovine et du choléra de 1865 et 1866. La commission d'enquête nommée par la Reine pour étudier les moyens de combattre le fléau, avait chargé le Dr Angus Smith de faire une série d'expériences tendant à établir le pouvoir comparatif des divers agents chimiques qui offrent un caractère pratique, au point de vue de la désinfection. Ce savant en a rangé cinq des plus usuels dans l'ordre suivant : chlore, acide chlorhydrique, acide sulfureux, acide phénique et acide crésylique. Ces deux derniers corps sont placés par lui au bas de l'échelle, malgré leurs remarquables propriétés, parce qu'ils ont été considérés plutôt comme aptes à empêcher l'infection qu'à la détruire. De son côté, le docteur G. H. Barker conclut ainsi d'une série d'expériences :

« Pour la destruction des odeurs et la désinfection rapide, le chlore est le
« plus efficace des agents connus ; pour un effet constant et continu, l'o-
« zone ne laisse rien à désirer : on le dégage en faisant agir de l'acide
« nitrique sur une pièce de monnaie en cuivre : à défaut de l'ozone, l'iode
« exposé à l'air sous la forme solide est ce qu'il y a de meilleur ; pour la
« destruction des odeurs et la désinfection des substances liquides ou
« demi-liquides, de nature à subir la décomposition, ce qu'il y a de meil-
« leur est l'iode (employé sous la forme de teinture). »

eau contenant deux à trois millièmes d'acide phénique, étaient préservées de la fermentation pendant plusieurs mois¹. Les recherches du Dr Lemaire, en France, ont confirmé cette propriété et en ont fait sortir diverses conséquences utiles à l'hygiène. On conçoit dès lors comment, dans les circonstances où l'on traite des matières exposées à perdre leur état de fraîcheur, on peut parer aux inconvénients en versant un peu d'acide phénique dans les récipients, de manière à prévenir les émanations putrides. A plus forte raison les particules organiques contenues dans les fissures du plancher ou des parois peuvent-elles, au moyen d'ablutions périodiques, être rendues inoffensives. Les simples lavages à l'eau de goudron minéral, dans lequel entre, comme sait, une faible proportion d'acide phénique, produisent aussi de bons effets, comme l'a constaté M. David, fabricant de tissus à Saint-Quentin. Cet industriel, sur les indications du Dr Lemaire, a assaini entièrement, par ce moyen, les latrines de son établissement, qui, auparavant, exhalaient de fort mauvaises odeurs. Les emplois de l'acide phénique ont été fort diversifiés et on l'a fait entrer dans un grand nombre de mélanges dont la composition varie suivant les habitudes du pays. Une des préparations qui, en Angleterre, est le plus appréciée, est un mélange de phénate de chaux et de sulfite de magnésie, imaginé par le Dr Angus Smith de Manchester, et connu sous le nom de *composé Mac Dougall*.

En résumé, dans tous les ateliers où à cause, soit d'une épidémie régnante, soit d'une grande agglomération de travailleurs, soit enfin de la présence de matières organiques sujettes à décomposition, on a lieu de redouter une infection plus ou moins sérieuse, on ne doit pas hésiter à recourir à des agents chimiques, et parmi ces agents, ceux

1. Nous avons eu occasion de voir chez M. Vickers, fabricant de gélatines à Manchester, des peaux ainsi préparées qui venaient d'Australie et qui n'avaient aucune odeur.

que, pour notre part, nous conseillerions dans le plus grand nombre de cas, sont : 1° pour les fumigations, le chlore gazeux et l'acide sulfureux ; 2° pour les lavages, le chlorure de chaux et les composés phéniqués.

MESURES HYGIÉNIQUES DIVERSES.

Les dangers inhérents aux professions insalubres peuvent être diminués dans une large proportion par un ensemble de mesures de détail, qui ne sont ni difficiles à appliquer, ni coûteuses, mais qui exigent de la part du patron un esprit de sage administration, et de la part de l'ouvrier un peu de soin et de bon vouloir.

Un des points qui appellent le plus la sollicitude des maîtres de fabriques, c'est le repas des ouvriers. Il importe extrêmement qu'à ce moment toutes les circonstances de nature à amener le contact des matières toxiques soient strictement écartées. Il convient donc, en premier lieu, que le repas ne soit pas pris dans les locaux où ces matières sont travaillées et surtout dans ceux où elles dégagent des poussières. On ne saurait trop louer la pratique adoptée par plusieurs grands industriels, d'affecter une salle spéciale ou réfectoire aux repas du personnel. L'utilité de cette mesure est tellement sentie en Angleterre, que la loi l'a rendue obligatoire vis-à-vis des femmes et des adolescents, et cela, non-seulement dans les fabriques insalubres proprement dites, mais encore dans des établissements qui ne semblent pas mériter cette qualification, comme les filatures. C'est qu'en effet, quelle que soit la nature de l'industrie, il y a toujours un grand avantage à ce que les ouvriers soient momentanément soustraits

à l'atmosphère plus ou moins nauséabonde des salles de travail; d'un autre côté, la fabrication a beaucoup à gagner à ce que les ateliers ne soient pas continuellement souillés par des débris de nourriture. Les usines importantes, de toute nature, se trouveront donc bien de l'organisation d'un réfectoire.

Il faut veiller en outre à ce que les ouvriers arrivent au repas complètement débarrassés de toute trace de matières dangereuses. Ainsi à la fabrique de céruse de M. Bezançon, à Paris, l'ouvrier est tenu, chaque fois qu'il quitte son travail, de se laver dans des baquets contenant une solution faible de sulfure de potassium. Ces baquets sont disposés extérieurement, le long du murs de l'atelier et sur le passage des hommes, de manière à ce que ceux-ci ne puissent éviter de les rencontrer. On est d'ailleurs obligé de les surveiller à cause de leur tendance naturelle à se soustraire à toute précaution de ce genre ¹. A l'ancienne fabrique d'allumettes de M. Bernhard, à la Villette, les ouvriers se lavaient avec un savon sableux très-caustique qui enlevait bien le phosphore incrusté dans les pores. Ce manufacturier nous assurait qu'il avait ainsi diminué beaucoup les cas de nécrose, lesquels selon lui, proviennent en grande partie, du phosphore absorbé par la peau des mains pendant les opérations. Une

1. Cette insouciance des ouvriers pour leur propre sécurité, insouciance qui se traduit par une sorte de force d'inertie quand ce n'est pas même par une résistance ouverte, paralyse souvent, il faut bien le dire, la bonne volonté des patrons. En voici deux exemples entre mille. Chez MM. Roberts, Dale et C^{ie}, à Manchester, les hommes employés à la préparation du vert de Schweinfurt (où entrent, comme on sait, du cuivre et de l'arsenic) sont exposés à des maladies de peau qui se développent principalement sur les parties du corps où les ouvriers ont occasion de porter les mains pendant leur temps de travail. Eh bien! M. Roberts fils nous racontait que non-seulement on n'avait pu obtenir d'eux qu'ils se servissent de gants de peau, mais que même ils négligeaient, avant de vaquer à leurs nécessités, de se laver les mains à la fontaine placée tout exprès auprès des cuves. Chez M. Bell, à Washington, on a dû renoncer aux bains qu'on faisait prendre périodiquement aux ouvriers qui manipulent l'oxychlorure de plomb, car cette sujétion leur était si désagréable qu'elle les éloignait de l'usine.

autre précaution également utile, surtout quand la fabrication donne des poussières, c'est de faire changer les vêtements de dessus. Chez M. Bell, à Washington, les ouvriers qui manipulent l'oxychlorure de plomb ont un costume de travail qu'ils ne portent que dans l'atelier.

Un principe fondamental dans toutes les industries, c'est de ne pas laisser indéfiniment les mêmes ouvriers aux travaux dangereux, mais, au contraire, de les faire alterner avec ceux qui sont occupés aux autres branches de la fabrication, de manière à ce que les uns et les autres restent chaque fois exposés pendant une période de temps assez courte. La durée de cette période dépend d'ailleurs naturellement et du degré de l'insalubrité et des convenances de l'industrie. Il n'y a rien d'absolu à cet égard : l'essentiel, c'est que la mauvaise influence soit rompue avant que l'organisme ait pu être gravement affecté. D'après ce principe, aux cristalleries de Saint-Louis et de Baccarat on ne laisse les hommes à la préparation du minium que pendant six jours de suite. Au bout de la semaine on les envoie travailler en plein air, circonstance très-propice pour détruire les effets de l'intoxication. On a soin, en outre, de choisir des gens de la campagne demeurant à quelques kilomètres de la fabrique, lesquels ont par conséquent un grand exercice à faire à leur sortie du travail. La Cie de Saint-Gobain, Cirey et Chauny a été guidée par le même principe dans l'opération bien plus insalubre encore de l'étamage des glaces, opération qui se pratique, comme on sait, dans ses ateliers de Paris. Les ouvriers n'étament que deux fois par semaine, trois fois au plus, de six heures du matin à midi. Le reste du temps ils s'adonnent à des travaux inoffensifs.

C'est à une précaution semblable que les petites fabriques de caoutchouc soufflé, devenues si nombreuses à Paris depuis quelques années, doivent de n'être pas plus insalubres, malgré les conditions très-défectueuses où se trouvent la plupart d'entre elles. Le travail du caoutchouc s'y effectue à l'aide du

sulfure de carbone, dont les vapeurs, pernicieuses à un haut degré, peuvent déterminer à la longue l'aliénation mentale ou une prostration voisine de l'idiotisme. Habituellement les vases renfermant la dissolution sont découverts et placés sous la main des trempes, que rien par conséquent ne préserve des émanations. Les ravages seraient incalculables si les fabricants n'avaient le bon esprit d'occuper les hommes au sulfure seulement deux ou trois fois par jour, et une heure au plus chaque fois.

Ces divers exemples montrent comment les industries modifient, suivant la nature des opérations, l'application du même principe.

A défaut d'alternance, on doit abréger la durée du travail, la couper, par des intervalles de plein repos et exiger que pendant ces repos l'ouvrier sorte de la fabrique pour respirer le grand air. On ne saurait croire à quel point ces sorties sont salutaires pour arrêter les progrès de l'intoxication. Aussi sont-elles devenues depuis quelques années la règle d'un grand nombre de fabriques anglaises, notamment de celles d'allumettes phosphoriques.

Un manufacturier soucieux de son personnel doit également avoir l'œil ouvert sur les moindres symptômes de maladie offerts par les ouvriers, pour leur faire immédiatement suspendre le travail. C'est là en effet le plus puissant et parfois le seul moyen de guérir une maladie professionnelle¹. Dans les fabriques de quinine, par exemple, l'éloignement momentané suffit ordinairement pour faire cesser un état pathologique contre lequel toutes les médications auraient échoué.

1. Le Dr Garman, de Londres, qui a été fréquemment appelé pour soigner les affections dues au phosphore, remarque que dans tous les cas où il a pu faire donner aux enfants une permission de vingt quatre heures, avec promenade en plein air, il a obtenu un amendement très-sensible du côté de la poitrine. « L'air pur ainsi aspiré affaiblit, dit-il, l'influence des vapeurs pernicieuses absorbées pendant le travail. »

Enfin tout grand établissement industriel doit être organisé de manière à ce que les ouvriers puissent y recevoir quelques soins essentiels propres à prévenir ou à combattre les premières atteintes de la maladie. La nature de ces soins est déterminée par des visites médicales périodiques. Au milieu de la diversité de prescriptions qui en résulte naturellement, suivant les industries, il est une mesure très-générale qu'on doit signaler, c'est l'usage des bains. Beaucoup de fabriques aujourd'hui ont une salle de bains à la disposition de leurs ouvriers. Le plus souvent l'eau employée est de l'eau naturelle, mais dans certaines industries insalubres, par exemple, dans celles qui s'exercent sur les dérivés du plomb, on verse dans le bain un réactif (soit un sulfure alcalin, soit de l'acide sulfurique) de nature à s'emparer de l'élément toxique. Dans les fabriques d'allumettes phosphoriques on fait souvent usage d'une solution de carbonate de soude¹. Mais quelle que soit la composition du bain et lors même qu'il se réduit à un simple lavage du corps à l'eau pure, il n'en constitue pas moins une des ressources les plus efficaces dans toute espèce de professions.

On peut rattacher aux mesures hygiéniques un ordre de précautions qui ont pour but de protéger les ouvriers contre les atteintes des mécanismes. Les engins de tous genres que l'industrie met en mouvement ne font sans doute guère moins de victimes que les substances insalubres : car si celles-ci atteignent plus sûrement les personnes qui les manient, les engins mécaniques de leur côté se rencontrent dans un bien plus grand nombre d'établissements. En tous pays le législateur s'est préoccupé d'y remédier : mais nulle part les mesures édictées dans cette intention ne sont aussi complètes ni aussi scrupuleusement observées qu'en Angleterre. Dans

1. Le Dr Letheby, de Londres, qui a fait une étude approfondie des moyens de combattre les pernicioeux effets du phosphore, recommande également l'usage des boissons alcalines et le rinçage fréquent de la bouche avec une légère solution de carbonate de soude.

toutes les manufactures où l'on travaille les matières textiles, ainsi que dans un grand nombre d'industries telles que celles des poteries, des allumettes, des papiers peints, etc., les moyens de protection contre les mécanismes ne laissent à peu près rien à désirer. Les dispositions à prendre à cet égard peuvent se résumer ainsi :

Les machines à vapeur, les roues hydrauliques et, d'une manière générale, tous les moteurs avec leurs accessoires naturels doivent être exactement entourés d'une clôture de toutes parts, de telle façon que les ouvriers puissent circuler tout autour sans risquer d'être atteints. Il convient également, surtout quand l'atelier est fréquenté par des femmes ou des enfants, d'envelopper soigneusement les diverses pièces des machines, telles que roues d'engrenage, poulies ou tambours servant à transmettre le mouvement. Cette prescription ne s'applique pas seulement aux organes de transmission entre les diverses machines ou appareils, mais aussi entre les parties d'un même appareil. Dans un métier à filer, par exemple, il y a, comme on sait, trois ou quatre catégories d'engrenages, de diamètres décroissants, qui servent à mouvoir les diverses pièces du métier. Toutes celles de ces roues que l'ouvrier est exposé à rencontrer doivent être exactement enveloppées de façon que la main puisse se promener sans danger entre les organes. Les machines anglaises sont, sous ce rapport, admirablement établies; il n'y a pas de pignon, pas de roue, pas d'engrenage, si petit qu'il soit, qui n'ait son enveloppe métallique sous laquelle il fonctionne et qui le dérobe au contact de l'ouvrier¹. Ces dispositions doivent s'étendre à tous les outils rotatifs, qui ne sont pas ordinairement compris dans la désignation générique

1. Ces précautions sont si bien passées maintenant dans les habitudes de l'industrie anglaise que les constructeurs de machines y adaptent eux-mêmes tous les appareils de protection nécessaires. La machine est livrée au manufacturier dans des conditions qui dispensent celui-ci d'y faire aucune addition. Les grandes fabriques du Lancashire et du Yorkshire peuvent aujourd'hui servir d'exemple.

de mécanisme, mais qui sont néanmoins susceptibles d'occasionner des accidents.

Des dispositions d'un autre genre, bien que conçues dans le même esprit, doivent protéger les ouvriers contre les ruptures de pièces qui sont soumis à des efforts de déchirements. Sans parler des volants et autres roues de grands diamètres, on sait que les meules à repasser, par exemple, sont sujettes à éclater. Il convient, soit par un système d'armature convenable, soit de toute autre manière, de prévenir ces ruptures et les dommages qui en sont la suite. Dans certaines fabrique de coutellerie on se sert d'une plaque en fonte ou *garantie*, interposée entre la meule et l'ouvrier. Une pensée semblable doit, à plus forte raison, présider aux arrangements des locaux où l'on travaille les matières fulminantes; ainsi chez MM. Gaupillat, fabricants d'amorces à Bellevue (Seine), l'ouvrier chargé d'appliquer la poudre aux capsules est préservé par un bouclier en tôle qui le sépare de l'appareil où la poudre est distribuée. Au surplus nous reviendrons avec plus de détails sur ces particularités quand nous décrirons les moyens d'assainissement spéciaux.

Pour donner plus de force aux différentes mesures de salubrité ou de sécurité prises par les patrons dans l'intérêt de leurs ouvriers, mesures dont l'efficacité dépend en grande partie du bon vouloir de ceux-ci à les observer, on a adopté, en Angleterre, une disposition dont le principe nous semble excellent. Une loi du 25 juillet 1866¹ autorise le fabricant à prendre des règlements intérieurs qui, avec l'approbation du ministre, deviennent, vis-à-vis des ouvriers, de véritables ordonnances de police en vertu desquelles ils sont tenus de se conformer, sous peine d'amende à prononcer par les tribunaux, aux mesures destinées à assurer « la propreté et la ventilation » de l'établissement. Même en l'absence d'une telle prescription légale, qui

1. *The factory acts extension act.*

manque effectivement en France, chaque manufacturier peut, du moins, au moyen d'une consigne affichée dans son usine, porter à la connaissance de ses ouvriers les principales précautions hygiéniques qu'ils doivent observer, sous peine de retenues pécuniaires ou même de renvoi. D'un côté ces consignes, d'une forme toujours un peu solennelle, ont plus de poids que les recommandations verbales; d'un autre côté elles ont l'avantage, en cas d'accidents, de dégager beaucoup plus complètement la responsabilité du patron devant les tribunaux.

LIMITE D'ÂGE ET DURÉE DU TRAVAIL.

Nous ne saurions terminer ces considérations générales sur la protection des travailleurs, sans dire quelques mots d'un sujet qui s'y rattache visiblement : nous voulons parler de l'âge et de la durée du travail des personnes occupées dans les manufactures.

La plupart des nations industrielles de l'Europe ont été conduites à établir à cet égard des règles positives, parce qu'on y a vu avec raison une condition indispensable de la force et de la santé¹ des classes ouvrières. En attendant qu'une législation plus efficace que celle de 1841 ait définitivement résolu la question en France, voici les conclusions fondamentales auxquelles on s'est arrêté en divers pays, notamment en Angleterre, et qu'on doit regarder comme un *minimum* de ce que réclame l'hygiène bien entendue des jeunes ouvriers.

On est à peu près d'accord aujourd'hui pour reconnaître

1. Nous ajouterions : *et de la moralité*, si ce point de vue ne sortait du cadre de notre travail.

que les enfants ne doivent pas être admis dans les fabriques avant l'âge de huit ans, et qu'ils ne doivent pas être assimilés aux hommes faits avant l'âge de 18 ans. De huit à 18 ans, on les distingue en deux catégories qui sont ordinairement établies : l'une de 8 à 13 ans ; l'autre de 13 à 18 ans. Les femmes au delà de 18 ans restent, en Angleterre, comprises dans la deuxième catégorie. Ces deux catégories sont soumises à des règles distinctes, dont les détails varient naturellement d'un pays à l'autre.

Des diverses réglementations en vigueur ou proposées ressortent les trois points suivants, gagnés définitivement à la cause des travailleurs :

1° L'une et l'autre catégorie doivent être exemptées du travail de nuit, sauf le cas de force majeure ;

2° La seconde catégorie, celle des enfants de 13 à 18 ans et des femmes d'un âge supérieur, ne doit point être retenue à l'usine plus de douze heures par jour. Ces douzes heures de séjour doivent d'ailleurs être coupées par deux ou trois intervalles de plein repos, de manière que la durée totale du travail effectif soit ramenée à dix heures environ et qu'il n'y ait jamais plus de cinq heures de travail consécutif ;

3° La première catégorie ou celle des enfants de 8 à 13 ans ne doit faire que la moitié du service de la seconde ¹.

Mais il est une foule de cas où ce *minimum* ne suffit pas pour protéger efficacement les jeunes ouvriers et où par exemple, la limite d'âge de 8 ans est beaucoup trop basse. La convenance d'une limite plus élevée dépend, dans chaque industrie, de la nature des travaux à effectuer. Tout ce qu'on

1. Cette prescription se combine ordinairement avec l'obligation de fréquenter l'école pendant l'autre partie de la journée.

Afin de concilier cette faible durée du service des enfants avec les besoins de la fabrication, le manufacturier divise ordinairement son personnel d'enfants en deux brigades, qui sont au travail, l'une le matin, l'autre l'après-midi. En outre, et pour que les conditions soient bien égales entre les deux brigades, elles permutent de mois en mois, c'est-à-dire que celle du matin passe au soir et *vice versa*.

peut dire à cet égard, d'une manière générale; c'est que plus les opérations sont insalubres et pénibles, plus il convient de reculer la limite d'âge des enfants.

La loi anglaise a entrepris de tenir compte jusqu'à un certain point de ces considérations et dans ce but elle a établi diverses exceptions: ainsi, elle a posé la limite de 11 ans pour le repassage des métaux et le coupage de la futaine, celle de 12 ans pour les ateliers où l'on fond et recuit le verre, etc. Mais il est difficile de poser une limite pour chaque industrie; en particulier l'appréciation, dans la plupart des cas, incombe en réalité au manufacturier. C'est donc à lui qu'il appartient surtout de faire la part des conditions de sa fabrication, et s'il y a lieu, d'aller au delà de ce qu'exige la loi, en ne perdant jamais de vue ce principe tutélaire, que les restrictions mises à l'emploi des jeunes travailleurs, si elles peuvent parfois occasionner des embarras momentanés, ne risquent jamais de compromettre sérieusement l'industrie, mais qu'au contraire elles finissent toujours par devenir pour le fabricant un élément de force et de prospérité ¹.

1. Si quelqu'un pouvait douter de cette vérité, il suffirait de consulter les enquêtes qui ont eu lieu en Angleterre, à la suite de la mise en vigueur des deux *factory acts* de 1864, qui avaient eu pour effet d'étendre à diverses fabrications les anciennes restrictions concernant les filatures. L'immense majorité des industriels atteints par la nouvelle loi, interrogés en 1865, c'est-à-dire l'année même où ils la subissaient pour la première fois, n'ont pas hésité cependant à se prononcer catégoriquement en sa faveur. Ils ont déclaré qu'après les embarras inévitables du début, l'industrie devrait finalement profiter du nouvel ordre de choses. Ainsi « MM. R. Cochran et C^{ie}, de la grande Poterie Britannique, à Glasgow, « avouent qu'ils ont eu, au début, un peu de crainte sur les effets de l'acte, « mais qu'ils sont maintenant persuadés que, nonobstant quelques désa- « gréments, en partie inséparables de tout changement, l'industrie en « profitera plus tard très-largement, car ils prévoient qu'il y aura plus de « régularité dans les travailleurs, et que l'âge plus élevé des jeunes gar- « çons assurera pour l'avenir une meilleure classe d'ouvriers. » M. Maling, de la poterie Ford, à Newcastle, n'est pas moins explicite: « Je suis « très-heureux, dit-il, que le *factory act* de 1864 ait été introduit. Je pense « qu'il moralisera beaucoup les ouvriers. » MM. Bell et Black, de la grande fabrique d'allumettes de Stratford, déclarent que « l'acte, loin de

CHAPITRE II

PROCÉDÉS SPÉCIAUX.

Dans cette description nous procéderons par nature d'industries, en laissant toutefois de côté celles qui ont peu d'importance ou qui sont faiblement insalubres, ou encore celles dont les procédés d'assainissement sont aujourd'hui assez généralement connus et pratiqués pour qu'il y ait peu d'intérêt à les rappeler.

TRAVAIL DU PLOMB ET DU CUIVRE.

Les industries où l'on travaille ces deux métaux sont toutes

« leur nuire, leur a été avantageux, et qu'ils ne doutent pas que leur opinion ne soit partagée par tous les grands fabricants d'allumettes. » MM. Heywod, Higginbottom, Smith et C^{ie}, fabricants de papiers peints, à Manchester, disent : « Nous ne pensons pas que la production en soit « du tout troublée. En un mot, nous produisons plus dans le même temps, « parce que nos jeunes gens ne sont pas épuisés comme auparavant par la « longue durée du travail. » Nous croyons inutile de multiplier davantage les citations. (Voir, pour plus de détails, l'enquête faite en 1865 par M. Alexandre Redgrave, inspecteur général des *factories*. Voir aussi le rapport d'avril 1867, de M. Baker collègue de V. Redgrave.) En ce moment même, les deux *factory acts* de 1867, qui ont fini par saisir la presque totalité des industries, donnent lieu à des appréciations semblables; les rapports d'inspection de 1869 constatent que la première application a trouvé un accueil très-favorable.

plus ou moins malsaines ; les ouvriers y subissent l'intoxication soit par contact, soit surtout par les émanations qu'ils sont exposés à aspirer. On doit citer en premier lieu le fondage des métaux et de leurs alliages, le traitement des minerais de plomb au four à manche, le travail de la coupellation, etc. Quant au grillage ou au fondage dans les fours à réverbère, il est beaucoup moins insalubre, à cause de l'excellent tirage qui règne ordinairement dans ces fours et qui empêche les gaz de pénétrer dans l'atelier, même pendant que les portes de travail restent ouvertes.

Lorsqu'on fond le plomb dans des chaudières, la précaution usuelle consiste, comme pour la plupart des dégagements nuisibles, à surmonter ces chaudières de hottes à peu près hermétiques, qu'on ouvre seulement pour les convenances du travail. Toute la difficulté de cette disposition, fort simple en théorie, réside dans le tirage, qui a besoin ici d'être extrêmement énergique, à cause de la densité exceptionnelle des vapeurs. Dans les établissements même bien tenus, on se contente trop souvent de faire déboucher la hotte à la cheminée du foyer, ce qui est absolument insuffisant. La disposition prise par M. Lepan, dans son importante fonderie de Lille, est bien préférable. Les hottes, munies chacune d'un registre qui permet de fermer celles dont les chaudières ne marchent pas, communiquent à un carneau commun qui débouche sous le cendrier des appareils à vapeur. Ce cendrier est d'ailleurs pourvu de portes ouvrant à l'air libre et dont on use plus ou moins, selon le nombre des chaudières en activité, de manière à emprunter constamment aux hottes de ces dernières toute la quantité d'air qu'elles peuvent fournir pour alimenter la combustion ; d'où il résulte que l'aspiration des vapeurs plombeuses dans ces hottes est nécessairement fort active.

Le fondage du cuivre et de ses alliages, dans les fours dits à *creuset*, offre des inconvénients analogues, si ces fours n'ont pas un tirage suffisant pour produire une bonne aspi-

ration au moment où on les découvre afin de surveiller ou de retirer le creuset. L'ouvrier qui se tient alors debout au dessus du four pour enfoncer sa pince, est exposé à aspirer les vapeurs métalliques. En vue d'y parer, on doit diminuer autant que possible l'orifice du four et établir au dessous une communication avec une cheminée puissante. Telle est la disposition adoptée par plusieurs fondeurs, entre autres M. Maurel, à Marseille. Les fours de cet industriel communiquent avec la cheminée des appareils à vapeur, haute de plus de 30 mètres, et toutes les dimensions sont si bien combinées que l'ouvrier, penché au dessus de l'orifice, non-seulement n'aspire pas d'émanations, mais ne ressent pas même de chaleur.

A l'usine de MM. Aeshger, Mesdach et C^{ie}, à Biache Saint-Vaast (Pas-de-Calais), le four de coupellation dégageait, comme toujours, d'abondantes vapeurs plumbeuses qui affluaient à l'orifice par lequel on charge et l'on surveille la coupelle. On avait essayé d'y remédier au moyen d'une hotte; mais loin d'enlever les vapeurs, souvent elle les rabattait; en outre l'ouvrier était obligé d'engager sa tête sous la hotte, ce qui le plaçait dans les pires conditions. On y a obvié complètement et par un moyen bien simple : deux carnaux d'échappement, ménagés dans la maçonnerie, à droite et à gauche de l'orifice de travail, se réunissent à un conduit commun qui débouche *obliquement*, sous un angle de 35 à 40 degrés, dans le carneau des flammes du foyer. Celles-ci déterminent dans le conduit une aspiration énergique, qui prévient la sortie des fumées dans l'atelier.

Les fourneaux à manche de cette usine ont été l'objet d'améliorations analogues. Les petites cheminées avec porte de chargement dont on les surmonte d'ordinaire tirent médiocrement et ne préservent pas assez l'ouvrier des vapeurs qui s'échappent du gueulard. On y a substitué une galerie voûtée, horizontale, qui recouvre les têtes de tous ces fours (Pl. I, fig. 5 à 8), et qui communique à un système

aspiratoire d'une grande puissance, formé par le carneau général des flammes de l'usine ¹.

Le battage et le laminage du cuivre et du laiton ne sont pas exempts d'inconvénients. Toutefois quelques soins hygiéniques, notamment le lavage des mains et du corps, avec une bonne aération des salles, suffisent pour conjurer le danger. On n'est même pas éloigné de croire que réduite à ces faibles proportions, l'intoxication du cuivre est plutôt favorable que nuisible à la santé, et à cet égard on cite en Angleterre des districts où les ouvriers en cuivre ont été moins maltraités par les épidémies cholériques que le reste de la population.

CÉRUSE ET AUTRES DÉRIVÉS DU PLOMB.

Nous touchons ici à une des industries les plus malsaines. Aussi a-t-elle été depuis quelques années l'objet des recherches les plus louables de la part des grands manufacturiers. On voit aujourd'hui des établissements, en France particulièrement, où le mal a été réduit presque aux dernières limites.

Dans la fabrication de la céruse on peut dire que tout est dangereux : aussi convient-il de suivre tous les détails des opérations pour se rendre compte du degré d'assainissement dont l'ensemble est susceptible. On connaît plusieurs méthodes de préparation de la céruse : nous nous bornerons aux méthodes hollandaise et française, les mêmes particularités insalubres se retrouvant, à peu de chose près, dans toutes les autres.

La méthode hollandaise est, quant à présent, la plus répandue. On en trouve de nombreuses applications dans la plupart des pays de l'Europe ; en France même, elle a pris

1. Ce système aspiratoire a été institué en vue de protéger le voisinage : nous y reviendrons plus loin.

le pas sur la méthode nationale. Un des établissements les mieux installés et dont les procédés ont servi de modèle à plusieurs autres, est celui de MM. Théodore Lefebvre et C^{ie}, à Moulin-les-Lille. Il a été trop souvent décrit dans des livres spéciaux pour que nous ayons besoin d'en parler avec beaucoup de détails. Nous rappellerons seulement les points principaux.

La fonte du plomb en lamelles, l'ajustement et le démontage des tas n'offrent rien de saillant. Il convient seulement de remarquer que la fonte doit s'effectuer avec les soins que nous avons indiqués à l'article précédent. Après le démontage, vient le grattage des lames carbonatées. Celles-ci, apportées dans l'atelier, sont tout d'abord dépouillées de la partie la plus friable, qui peut être détachée sans effort et sans donner beaucoup de poussières ; elles sont ensuite mises sous des cylindres cannelés qui achèvent de les décaiper (Pl. I, fig. 3 et 4). Le blanc en écaille qui s'en détache passe entre de nouveaux jeux de cylindres, et tombe à travers un blutoir dans des fosses souterraines où on l'humecte pour éviter les poussières. On opère ensuite le broyage à l'eau sous des meules horizontales. A partir de ce moment, les opérations se bifurquent, une moitié de la céruse étant destinée à être vendue en poudre, et l'autre moitié à être vendue en pâte.

La première moitié, celle pour la vente en poudre, est séchée dans des pots et dépotée à la main avant d'être devenue friable ; puis on l'écrase au moulin, on la broie sous des meules, on la passe au blutoir et finalement on la recueille dans des chariots qui sont renfermés avec le blutoir sous la même enveloppe double et qu'on retire avec les précautions que nous avons fait connaître dans la première partie de ce travail. L'embarrillage qui clôt la série de ces opérations est complété par le pressage à la machine. Cette fabrication se recommande comme on voit : 1^o par la substitution des moyens mécaniques à la main de l'homme

dans les détails les plus périlleux ; 2° par le parfait isolement des appareils, toujours soigneusement clos ; 3° par la précaution prise d'humecter la céruse toutes les fois que les ouvriers la manipulent directement.

La moitié de la céruse, destinée à être vendue en pâte, est l'objet d'un assainissement plus radical et qu'on ne saurait trop souhaiter de voir se généraliser : le broyage à l'huile. Au sortir des premières meules à eau, la céruse demi-humide est introduite dans des pétrins mécaniques, avec une quantité convenable d'un mélange formé d'un tiers d'huile de lin et de deux tiers d'huile d'œillette. La pâte ainsi obtenue est passée entre des cylindres broyeurs ou lamineurs qui lui donnent la ténuité voulue. L'eau ne tarde pas à être expulsée par l'huile et l'on obtient le produit onctueux livrable immédiatement au consommateur. Ce mode d'expulsion de l'eau constitue un progrès capital qui ne date que de quelques années¹. Pour rendre compte de l'assainissement qui en résulte, il suffit d'énumérer les opérations à la main qui, par là, se trouvent supprimées ; ce sont : la mise en pot, le travail du séchoir, le dépotage, l'emballage et l'embarillage, sans parler du broyage et du blutage à la machine qui, avec quelque soin qu'on les exécute, sont toujours une occasion de poussières pour l'atelier. Il convient en outre de remarquer que le travail à l'huile a l'avantage de diminuer beaucoup la main d'œuvre générale et par suite le nombre de personnes exposées à l'intoxication. C'est ainsi qu'avec trente ouvriers, M. Bezançon, à Paris, qui prépare à l'huile toute sa céruse, fabrique aujourd'hui, nous disait-il, 50 p. 0/0 de plus, qu'autrefois avec quatre-vingts². Il y aurait à tenir compte, il est vrai, des progrès mécaniques réalisés dans ces dernières années.

1. Ce phénomène remarquable vient d'être l'objet des savantes recherches de M. Chevreul.

2. M. Bezançon, qui fait les plus louables efforts pour propager l'emploi de la céruse à l'huile, espère que la vente en poudre finira par cesser

Les procédés d'assainissement qui viennent d'être décrits, sont puissamment aidés, chez M. Lefebvre, par la disposition même des ateliers qui sont hauts, larges et bien aérés. Le travail, concentré le long des murs sous des châssis hermétiques, échappé aux regards du visiteur, qui n'aperçoit que quelques ouvriers en apparence inoccupés (Pl. I, fig. 1 et 2). Grâce à ces sages mesures et à diverses précautions de détail qu'il serait superflu de mentionner, M. Lefebvre a pu supprimer tout accident grave, malgré une production qui dépasse le chiffre de 2 millions et demi de kilogrammes.

Les mêmes perfectionnements se retrouvent avec quelques variantes dans plusieurs grands établissements. Le travail à l'huile, notamment, a été promptement adopté par les principales maisons, mais avec des modifications qui parfois en diminuent les avantages hygiéniques. Ainsi dans la fabrique, d'ailleurs si bien installée, de M. Bezançon, que nous citons tout à l'heure, on juge à propos, avant d'incorporer l'huile à la céruse, d'expulser préalablement l'eau. A cet effet, on commence par comprimer la pâte et par la dessécher à l'étuve, de façon à avoir des pains peu résistants qui donnent le moins de poussière possible (cette dessiccation a lieu sans élévation de température, parce qu'on ne se propose pas de *surprendre* le blanc de plomb pour le rendre plus friable, ainsi qu'on y tend quand on veut le livrer en poudre). Les pains privés de leur eau sont concassés, et portés dans les mélangeurs à l'huile. Le concassage, même dans ces conditions, ne laisse pas d'être assez insalubre pour les ouvriers ; aussi les fait-on régulièrement alterner avec ceux des autres branches de la fabrication. Au contraire, chez M. Bruzon, à Tours, le travail à l'huile a reçu un perfectionnement, sinon au point de vue de l'hygiène, du moins au point de vue de la rapidité de la fabrication : la pâte de

entièrement. Elle n'est maintenue, selon lui, que par les habitudes et les préjugés du commerce, notamment par la crainte d'avoir des produits moins purs.

céruse, reprise telle quelle dans les cuves, est portée directement aux mélangeurs, et de là, passée aux laminoirs comme chez M. Lefebvre ; avec cette différence que les laminoirs sont chauffés intérieurement à la vapeur, ce qui paraît activer le départ des dernières traces d'eau.

Les autres parties de la méthode hollandaise ont été l'objet d'améliorations de détail. Le grattage des lames ou décapage est fréquemment assaini en Angleterre (par exemple, chez MM. Walkers, Parker et C^{ie}, et chez MM. Locke, Blackett et C^{ie}, à Newcastle) par la précaution prise de faire tomber sur les lamelles, pendant qu'on les nettoie, un filet continu de céruse liquide qui absorbe les poussières. En outre, chez MM. Barker et C^{ie}, à Sheffield, toute l'opération a lieu mécaniquement, et les ouvriers chargés de pousser les lames mouillées sous les laminoirs, sont munis chacun d'un trident en fer, de 75 centimètres de long, qu'ils ne doivent jamais abandonner pendant le travail. Défense expresse leur est faite de manier les lames avec les doigts et l'on renvoie inexorablement de l'usine ceux qui s'oublient à le faire. Mais nulle part cette partie du travail ne nous a paru aussi bien entendue que dans la fabrique de M. Bezançon. Les cylindres y sont remplacés par de petits marteaux pilons, dont le jeu est beaucoup plus efficace, et les lamelles battues sur une table exigent beaucoup moins le concours de l'ouvrier pour être maintenues sous l'outil que pour être ramenées entre les laminoirs. Dans ces conditions, le décapage peut être entièrement pratiqué à la machine, et il n'est plus nécessaire, comme chez M. Lefebvre, d'effectuer un premier décapage partiel à la main avant d'envoyer les lames aux cylindres.

Chez M. Orsat, à Clichy, le broyage de la céruse séchée à l'étuve a été amélioré par la mise en communication de l'enveloppe des meules avec un ventilateur, en même temps que par l'installation de doubles ramasseuses qui dispensent d'ouvrir le bâti autrement que pour charger. Il convient

de citer une autre innovation importante, réalisée dans la même maison, et qui diminue beaucoup le contact des ouvriers. Elle est relative à la manipulation des pains de céruse : l'étuve est constituée par une longue galerie en briques parcourue par un chemin de fer ; les terrines humides, placées sur des chariots, entrent par une extrémité et, après trois jours environ, ressortent séchées par l'autre extrémité.

Enfin les manipulations qu'entraînaient le démontage des tas et le grattage des lames se trouvent en grande partie supprimées dans le procédé appliqué par M. Delmotte-Hooreman, à Mariakerke-lès-Gand (Belgique), ainsi que dans la fabrique de Rheinbroke (Prusse rhénane). Ce procédé, sur la valeur industrielle duquel nous n'avons pas à nous prononcer, consiste à suspendre les lames de métal dans des chambres closes, et à faire arriver de la vapeur d'acide acétique, de l'air et de l'acide carbonique fourni par du coke en combustion. Au bout de trente ou trente-cinq jours l'attaque du plomb est terminée et l'on ramasse sur le sol des chambres une céruse extrêmement blanche et très-régulière.

Abordons maintenant la méthode française ou *de Clichy*.

L'établissement qui nous a offert les particularités les plus saillantes, au point de vue de la salubrité, est celui de M. Ozouf, à Saint-Denis. Cette fabrique, de fondation toute récente, est loin d'être au premier rang comme importance, puisque sa production totale n'a jamais dépassé 7 à 800,000 kilog. et qu'elle a même subi de longs temps d'arrêts motivés, paraît-il, par des circonstances étrangères à la question technique. Elle n'en mérite pas moins de fixer l'attention à un double titre : 1^o par la nature chimique des procédés employés ; 2^o par la disposition matérielle des appareils destinés à les mettre en œuvre. Les uns et les autres ont concouru à la placer dans des conditions d'hygiène qu'on rencontre bien rarement dans cette périlleuse industrie ; pour ce motif, nous la décrirons avec quelques détails

quoique en ce moment même, croyons-nous, la fabrication soit arrêtée.

Le mode de préparation de la céruse, chez M. Ozouf, ne diffère pas, en principe, du procédé connu. Il s'agit toujours de dissoudre l'oxyde de plomb dans l'acide acétique et de décomposer l'acétate tribasique de plomb par un courant d'acide carbonique. Mais ce qui constitue l'originalité du procédé, c'est la manière dont on fait agir l'acide carbonique. Au lieu d'employer ce corps mélangé à une grande quantité de gaz inertes, ainsi que cela a lieu communément, M. Ozouf le prépare à un parfait état de pureté. Cette pureté a des conséquences très-importantes au point de vue de l'assainissement, car elle permet d'abréger certaines opérations et d'en supprimer certaines autres qui, dans la pratique ordinaire, mettent l'ouvrier en contact fréquent avec la matière toxique. Une autre particularité, à laquelle l'inventeur attache également un grand prix, c'est que la céruse se trouve entièrement débarrassée de l'acétate de plomb, dont elle retient jusqu'à 5 et 6 p. 0/0, par les autres méthodes. M. Ozouf attribue à la présence de ce sel la majeure partie des fâcheux effets qu'on a coutume de rapporter à la céruse, effets qui, selon lui, s'expliqueraient mal avec un corps aussi insoluble que le carbonate, tandis qu'ils s'expliquent beaucoup mieux par la grande solubilité de l'acétate. A l'appui de son opinion, il cite ce fait, que plusieurs des personnes qui usent de ses produits lui ont déclaré en avoir déjà constaté l'innocuité relative. Ce point, s'il était confirmé, aurait incontestablement une grande portée. N'étant pas à même, quant à nous, d'en décider, nous nous bornerons ici à considérer la fabrication en elle-même.

L'oxyde de plomb destiné à former l'acétate, et sur la préparation duquel nous reviendrons tout-à-l'heure en parlant du minium, est exclusivement employé à l'état humide, en sorte qu'aucune poussière n'est à redouter. L'acétate, obtenu par la voie ordinaire, est mis à réagir dans un cylindre en cuivre

étamé (Planche II, fig. 1), parfaitement clos et muni d'un agitateur à palettes, dans lequel on fait arriver un courant d'acide carbonique pur. Ce gaz, préparé comme il sera dit plus loin, est approvisionné dans un gazomètre ordinaire, d'où il s'écoule au cylindre par un tuyau mobile en caoutchouc. L'introduction de l'acide est gouvernée à volonté, à l'aide d'un petit indicateur qui suit les mouvements de la cloche et dont la graduation est établie d'après le rapport connu qui existe entre le volume de cette cloche et le volume également connu de la solution plombeuse titrée mise dans le cylindre. Cet indicateur fonctionne sous les yeux de l'ouvrier, qui sait d'avance, d'après les ordres qu'il a reçus, à quel point exact doit cesser l'introduction du gaz. « De la sorte, dit M. Ozouf, — et c'est un point sur lequel il insiste tout particulièrement, — on obtient avec constance et régularité, des céruses à doses facultatives d'acide carbonique ¹, tandis que dans la fabrication ordinaire, on ne peut régler à volonté la proportion de cet acide qui varie souvent du simple au double, au grand détriment de la qualité des produits ². » Ajoutons que la *carbonatation* est extrêmement rapide; au lieu de 10 à 12 heures, ce qui est la durée commune, elle prend à peine 10 minutes. Nous avons vu, en ce délai très-court, transformer 100 kilogrammes de céruse. La réaction est favorisée par le mouvement de l'agitateur, et l'introduction du gaz dans le cylindre a lieu spontanément, sous la seule influence du

1. M. Ozouf a adopté pour ses produits la formule de la céruse hollandaise normale: acide carbonique 12,576; eau 1,992; oxyde de plomb 85,432; ou $3(\text{PbO}.\text{CO}^2)\text{PbO}.\text{HO}$.

2. M. Ozouf fait ressortir l'importance extrême qu'il y a, selon lui, à pouvoir graduer l'absorption de l'acide carbonique: « car, dit-il, la qualité des céruses est en sens inverse de la quantité d'acide carbonique qu'elles renferment, puisque l'acide carbonique prend chimiquement la place de l'eau dans ce produit et que c'est à une hydratation bien calculée qu'il doit sa supériorité. » Ce point étant étranger à la question de salubrité, nous n'avons pas à le discuter ici.

vide produit par l'absorption. Une autre conséquence de la pureté de l'acide carbonique, c'est que la céruse est complètement amorphe : la formation des lamelles cristallines, qui déprécie d'ordinaire le procédé français, paraît être prévenue ici par la promptitude de la réaction et par l'ébranlement qui se fait sentir à la fois dans toute la masse.

La céruse est reçue sous forme de magma dans une cuve en bois, d'où l'on soutire l'acétate neutre, et où elle subit un premier lavage. De là, on la fait passer dans une seconde cuve où on la lave de nouveau à l'eau, et ensuite au sous-carbonate de soude afin d'enlever les dernières traces d'acétate. La disparition complète de ce sel est constatée au moyen de l'iodure de potassium qui ne doit plus donner aucune coloration en jaune. Ainsi purifiée, la céruse est séchée dans une étuve ou galerie à chemin de fer. L'opération s'accomplit dans de bonnes conditions d'hygiène, à peu près comme chez M. Orsat : l'ouvrier ne touche pas directement à la céruse, mais il se borne à charger les baquets sur des chariots qui pénètrent dans la galerie par une extrémité et en sortent le lendemain par l'autre, étant remorqués par un câble qu'on manœuvre du dehors. M. Ozouf se proposait même de perfectionner cette opération en faisant sécher la céruse sur un rouleau chauffé intérieurement par un bec de gaz : la pâte sortant de la cuve serait ramenée, par une addition convenable d'eau, à une densité moyenne et se déverserait continuellement sur le rouleau par l'intermédiaire d'une trémie pourvue d'un petit agitateur à mouvement rectiligne alternatif. Cette disposition avait du reste fonctionné déjà et n'avait été mise de côté que temporairement et pour des raisons accessoires.

Au sortir des étuves, la céruse est embarillée immédiatement, sans subir aucun broyage ni blutage préliminaires. La finesse et l'homogénéité du produit brut rendent en effet tout raffinage inutile. Ainsi se trouvent supprimées une série d'opérations fort insalubres pour les ouvriers. Quant à celles

qui précèdent le séchage, elles s'accomplissent dans les conditions les plus satisfaisantes, car, à aucun moment, les hommes ne touchent les matières ni ne se trouvent en présence de poussières. Le travail s'accomplit toujours, comme on a vu, par la voie humide, et, de plus, les appareils sont disposés de telle sorte que les liquides circulent de l'un à l'autre, soit sous la seule action de la gravité, soit au moyen de pompes mues à la vapeur. Les ouvriers préposés aux diverses opérations n'ont absolument qu'à tourner un robinet et à laisser faire; on peut dire que rien ne ressemble moins à une fabrique de céruse que cette portion des ateliers ¹.

La préparation de l'acide carbonique joue un rôle tellement capital dans le système de M. Ozouf qu'il paraît bon

1. M. Ozouf se proposait d'installer prochainement un autre procédé qui rendrait la différence plus frappante encore. Ce procédé, qu'il nomme *constant*, par opposition au système actuel qui est *intermittent*, puisqu'on opère par cuves successives, a déjà, paraît-il, fonctionné d'une manière satisfaisante, mais nous n'avons pas été à même d'en juger. Le principe est toujours le même : il s'agit de décomposer l'acétate tribasique par l'acide carbonique; mais l'appareil est considérablement modifié (Pl. II, fig. 2). A l'aide d'une pompe aspirante et foulante, munie de deux boîtes à soupapes d'une construction particulière, on aspire simultanément l'acide carbonique et la solution d'acétate tribasique. Les deux corps se rencontrent dans la première soupape et sont immédiatement expulsés par la seconde dans un cylindre clos muni d'un agitateur. La réaction est instantanée et à peu près complète au sortir des soupapes; elle se termine, si besoin est, dans le cylindre. Les produits se rendent, de là, dans un vase séparateur, qui restitue au gazomètre l'acide carbonique en excès et écoule la dissolution dans la cuve à déposer. Les opérations se continuent ensuite comme à l'ordinaire. La pompe manœuvre avec une vélocité d'au moins 60 coups par minute. M. Ozouf calcule que les dimensions de ses soupapes peuvent être telles, sans nuire à la réaction, qu'on obtienne un quart de litre de céruse par coup de piston. La production serait ainsi de 15 kilogrammes par minute ou de 9.000 kilogrammes par journée de dix heures. On atteindrait aisément, avec une seule pompe, le chiffre de 2 millions et demi à 3 millions de kilogrammes par an, qui est celui des plus fortes maisons. Par ce procédé, mieux encore que par l'intermittent, on peut avoir, selon M. Ozouf, des sortes de céruses parfaitement régulières, à doses facultatives d'acide carbonique. Avec un semblable appareil et un séchoir mécanique bien installé, la fabrication deviendrait véritablement automatique et se passerait pour ainsi dire de l'intervention de l'ouvrier.

d'en dire quelques mots. On sait que d'ordinaire ce gaz est obtenu directement par la combustion du coke dans un foyer et qu'il est refoulé dans la dissolution d'acétate au moyen d'une machine soufflante. L'intervention de cette machine est rendue nécessaire par l'extrême impureté de l'acide carbonique, qui se trouve en effet mélangé d'une grande quantité d'azote libre ainsi que d'un peu d'oxygène et d'oxyde de carbone, en sorte que la réaction est très-lente et tout à fait insuffisante pour déterminer l'aspiration du mélange gazeux. Après avoir essayé de diverses méthodes, entre autres la décomposition des calcaires et la calcination de l'oxyde de cuivre en présence de charbon pulvérisé, M. Ozouf est parvenu à rendre tout à fait industriel le procédé des laboratoires qui consiste à dégager l'acide des bicarbonates alcalins, obtenus eux-mêmes au moyen de la réaction des gaz de la combustion sur une dissolution de carbonate neutre. Les appareils de M. Ozouf fonctionnent en grand, non-seulement à Saint-Denis, mais aussi à Paris, où depuis quelques années il prépare l'acide carbonique pour les eaux gazeuses, sur le pied de 250.000 à 300.000 litres d'acide en vingt-quatre heures.

Le coke est brûlé dans une sorte de vaste poêle en briques réfractaires garni d'une enveloppe en tôle (Pl. II, fig. 3). Les gaz passent dans un cylindre à eau courante ou *laveur*, où ils sont refroidis. De là, ils sont aspirés par des pompes à air, dont la capacité et le mouvement sont réglés de façon à faire passer par le foyer la quantité d'air correspondant à la formation du maximum d'acide carbonique, et ensuite envoyés successivement : 1° à travers un condenseur où s'arrête l'eau entraînée du laveur (de manière à ne pas altérer le titre de la solution saline) ; 2° à travers cinq cylindres horizontaux communiquants, munis d'agitateurs et parcourus par une solution sans cesse renouvelée de carbonate de soude, cylindres dans lesquels se fait l'absorption de l'acide carbonique. Le dernier d'entre eux déverse le bicar-

bonate dans un bac, et de plus il est pourvu d'un tuyau ou cheminée débouchant au dessus du toit, par où s'échappent les gaz étrangers, consistant principalement en azote.

La liqueur de bicarbonate est reprise par une pompe et refoulée dans un cylindre, où elle est portée à la température de 105 degrés au moyen d'un serpentín à vapeur. Elle abandonne son excès d'acide carbonique, qui est refroidi, débarrassé de sa vapeur d'eau et finalement mis en réserve dans le gazomètre. Quant au carbonate neutre, il retourne, après un refroidissement convenable, aux cylindres d'absorption pour se transformer de nouveau en bicarbonate, et ainsi de suite ; en sorte que, sauf les pertes inévitables, le même sel peut servir indéfiniment. Notons, en passant, quelques détails ingénieux : 1° la chaleur abandonnée par le refroidissement du carbonate neutre est utilisée pour réchauffer le bicarbonate. A cet effet, les deux solutions se rencontrent dans un cylindre, l'une circulant dans l'intérieur des tubes, l'autre les enveloppant, et font ainsi échange de températures avant d'aller respectivement au réchauffeur et au réfrigérant spéciaux qui les attendent ; 2° l'eau abandonnée dans le serpentín par l'acide carbonique est exactement restituée à la solution de carbonate neutre, afin de maintenir constant le titre de cette dernière ; 3° la double circulation, du carbonate neutre retournant au cylindre d'absorption et du bicarbonate marchant aux appareils de désomposition est obtenue à l'aide de deux pompes pareilles, conjuguées de façon à ce qu'il y ait toujours concordance parfaite entre les volumes destinés à se remplacer mutuellement.

La préparation du massicot et du minium se rattache à celle de la céruse : elle s'effectue ordinairement dans les mêmes usines et, quand on suit la méthode française, le massicot est l'intermédiaire obligé pour passer du plomb à son carbonate. Les dangers auxquels ces produits exposent les ouvriers sont, d'une part, les émanations qui se produisent pendant l'oxydation du plomb aux fours dormants,

et, d'autre part, les poussières dues aux diverses manipulations et notamment au broyage du minium. Cette seconde cause d'insalubrité peut être combattue par les mêmes procédés en usage pour la céruse ; nous n'y reviendrons pas. Quant à la première, elle doit être l'objet de quelques dispositions spéciales. La plus répandue consiste à ménager au dessus de la porte de travail des fours, une petite hotte d'aspiration communiquant à la cheminée, afin que l'ouvrier occupé à ringarder le plomb dans l'intérieur du four pour faciliter l'oxydation, soit préservé des émanations qui tendent à s'échapper par la porte. Tel est le moyen employé par M. Bruzon, à Tours, par MM. Locke, Blackett et C^{ie}, à Newcastle, par M. Brasseur, à Gand, etc. Mais il existe une solution plus radicale et d'un effet plus assuré : c'est de dispenser les hommes du brassage même du plomb et de faire exécuter ce travail par des appareils automatiques. Les nouveaux fours dans lesquels on réalise cet objet sont d'origine anglaise et en usage déjà dans plusieurs fabriques de la Grande-Bretagne ; ils ont reçu de M. Ozouf des perfectionnements de détails assez importants, dont on jugera par la description suivante.

A la fabrique de Saint-Denis, la cuvette du four à massicot est munie d'un agitateur mécanique marchant à la vitesse d'environ 75 tours par minute. Les bras de cet agitateur rasant la surface du plomb de manière à l'écumer continuellement et à rejeter l'oxyde, à mesure qu'il se forme, sur le haut de la sole, d'où les gouttelettes de plomb qui peuvent se trouver mélangées au massicot ne tardent pas, grâce à l'inclinaison de la sole, à retomber dans la cuvette qui en occupe le centre. Le four est pourvu sur ses faces opposées de deux portes, l'une pour le chargement et l'autre pour le déchargement ; au dessus d'elles règne une hotte en communication avec la cheminée. Ces portes restent fermées pendant tout le temps de l'oxydation ; l'air nécessaire étant fourni par une prise spéciale, ménagée dans la maçonnerie

du four. L'ouvrier n'intervient donc que pour charger ou décharger la matière, ce qui a lieu toutes les six heures ; et à ces moments il est préservé des vapeurs par les hottes dont l'aspiration est énergique. Le massicot sortant du four est reçu dans une cuve à eau et subit toutes les manipulations par la voie humide, ce qui exclut la possibilité des poussières. On a produit ainsi, chez M. Ozouf, en vingt-quatre heures 2.400 kilogrammes d'oxyde destinés à être convertis partie en acétate et partie en minium.

La préparation du minium repose sur les mêmes principes. La suroxydation s'opère dans un four également muni d'un agitateur mécanique, mais qui se moult beaucoup plus lentement, à raison d'un tour seulement par minute. L'air arrive sur la matière au moyen de neuf prises convenablement distribuées. On charge à la fois 500 kilogrammes et la transformation dure vingt-quatre heures. Les portes sont aussi pourvues de hottes de dégagement en relation avec la cheminée. Le minium obtenu est très-beau de ton.

Ces sortes de fours nous paraissent réaliser l'assainissement d'une manière complète ; ils peuvent également s'appliquer à la conversion de la céruse en mine orange, laquelle se pratique dans quelques usines et mérite au même titre d'être assainie.

Pour épuiser la question relative à la céruse, nous devons mentionner une tentative qui ne tendrait à rien moins qu'à faire disparaître ce corps de l'industrie : nous voulons parler de la substitution du blanc de zinc au blanc de plomb. La nouvelle couleur est déjà entrée en proportion notable dans la consommation. Elle fournit, assure-t-on, des tons aussi blancs et, de plus, inaltérables à l'air, même sous l'influence de l'hydrogène sulfuré. Mais il ne paraît pas qu'elle puisse lutter d'éclat avec la céruse ; en outre, il faudrait remplacer les diverses couleurs dérivées du plomb par des produits analogues tirés du zinc. La question a été par-

tiellement résolue, mais il reste encore beaucoup trop de difficultés à vaincre pour que la céruse ne continue pas à avoir un grand débouché. D'autres corps, tels que le sulfate de baryte, ont été également proposés, mais avec moins de succès que le blanc de zinc. D'ailleurs, l'introduction de la céruse à l'huile, en diminuant le danger, tend à diminuer aussi l'intérêt du problème.

L'industrie fait encore usage d'autres dérivés du plomb qui, au point de vue de l'hygiène, présentent avec la céruse une grande analogie : ce sont l'oxychlorure et surtout l'acétate de plomb. Quant aux autres sels plombiques, ils ne sont pas l'objet de fabrications en grand, mais ils sont habituellement préparés, à l'aide des précédents, par les marchands de couleurs, dans des ateliers plus ou moins exigus.

Les fabriques d'oxychlorure (la seule très-importante est celle de M. Bell, près Newcastle), et celles d'acétate, qui sont assez nombreuses en France et en Allemagne, ne méritent ici aucune mention particulière, car elles sont en général beaucoup moins bien assainies que les établissements dont nous venons de nous occuper.

ÉMAILLAGE AU PLOMB.

Nous rangeons sous la dénomination générique d'*émailage* plusieurs industries qui ont pour objet de fabriquer des émaux plombeux ou de les appliquer sur divers corps. Elles ont toutes un caractère commun, qui est de donner des poussières éminemment insalubres.

Les moyens de préservation des ouvriers varient selon la nature des opérations. Chez MM. Engler et Krauss, à Paris, où l'on émaille des supports de fils télégraphiques, les émaux sont broyés dans des moulins parfaitement clos. La poussière recueillie à la partie inférieure est appliquée, soit à chaud, soit à froid, au moyen de tamis couverts, agités par l'ouvrier sous une cheminée à large section, pourvue d'un

bon tirage. Cette cheminée est vitrée en avant et en arrière, à la hauteur de la table qui supporte les objets à émailler ; dans le châssis vitré d'avant est ménagée une ouverture suffisante pour que l'ouvrier puisse introduire la pièce chargée du crochet rougi et couvrir celui-ci de poudre. La poussière qui tombe du tamis ainsi que les vapeurs produites par la fusion de l'émail sont aspirées par la cheminée.

Il est à remarquer toutefois, en ce qui concerne la poussière, que rarement cette aspiration réussit complètement : car les particules d'émail sont fort lourdes et elles tendent beaucoup plutôt à tomber qu'à s'élever. Il y a donc tout intérêt à employer un mode d'entraînement qui, au lieu d'agir de bas en haut, agisse de haut en bas. C'est la disposition que se proposaient de réaliser, quand nous avons vu leur usine, MM. Japy, à Vougeaucourt, dans le cas où ils donneraient suite à leur projet d'émailler eux-mêmes leurs ustensiles, livrés aujourd'hui à façon à MM. Jacquemin. Au surplus, la remarque ci-dessus s'applique, comme on l'a déjà dit, à toutes les industries où les poussières produites ont une grande densité ; nous en verrons plusieurs exemples par la suite.

Certains fabricants ont le soin d'employer à l'état liquide les émaux contenant des matières toxiques. Tel est le mode d'opérer de MM. Jacquemin, qui font usage de deux sortes d'émaux : 1^o d'un émail *gris* ou noircissant à la cuite, exempt de plomb et d'arsenic ; 2^o d'un émail *blanc* ou plombé, par suite très-insalubre. Ils appliquent le premier seul à l'état pulvérulent, et le second sous forme de pâte claire, dont on badigeonne l'intérieur des vases. Pour le même motif, le broyage des émaux, dans cette usine, à l'aide de marteaux pilons retombant dans des mortiers, a lieu sous l'eau, ce qui supprime absolument les poussières.

C'est là du reste un moyen d'assainissement dont s'accommodent bon nombre d'opérations. Soit avec l'eau, soit avec d'autres liquides, soit en empâtant les matières, on peut, en bien des cas, prévenir la formation des poussières sans nuire

pour cela au travail industriel. Ainsi M. Knapp, à Strasbourg, qui prépare des couleurs avec des alliages métalliques, plombeux principalement, broie les matières dans une solution épaisse de gomme arabique et, par là, il assainit une fabrication qui, en Allemagne où l'on broie à sec, nécessite l'intervention de ventilateurs mécaniques.

Mais, pour en revenir à notre sujet, aucun procédé d'émaillage, ne vaut assurément celui qui consiste à supprimer, dans la composition de l'émail, les matières toxiques elles-mêmes. Telle est la solution à laquelle on est parvenu pour l'émaillage de la tôle, en Belgique. L'attention publique, à Bruxelles, fut éveillée sur cette industrie, il y a quelques années, à l'occasion d'accidents arrivés à des personnes qui s'étaient servies d'ustensiles émaillés au plomb. M. Delloye-Masson, le principal fabricant de cette ville, se vit obligé de transformer ses procédés de fabrication, sous peine de perdre sa clientèle ou même d'encourir les sévérités administratives. Aidé des conseils d'un habile chimiste, M. Stass, il parvint à éliminer le plomb et l'arsenic, et aujourd'hui il applique, à l'intérieur des vases, un composé complètement exempt de ces deux substances et pouvant cependant rivaliser, sous le rapport de la beauté et de l'économie, avec beaucoup d'émaux plombeux¹. Le nouvel émail est presque aussi blanc et aussi brillant que l'ancien ; il coûte, à poids égal, un peu plus du double, mais il couvre une surface presque triple, si bien que malgré une augmentation de main-d'œuvre, il donne une légère économie. Aussi M. Delloye-Masson finira-t-il sans doute par l'appliquer à l'extérieur du vase aussi bien qu'à l'intérieur ; mais déjà le progrès réalisé au point de vue de l'ouvrier est considérable puisque celui-ci ne travaille plus la matière plombreuse que par intermittences. En outre, le nouvel émail s'est

1. M. Delloye-Masson nous a témoigné le désir de conserver secrète la composition de son nouvel émail.

prêté à une application à l'état pâteux au lieu de l'emploi sous forme pulvérulente, en sorte que, de ce côté, l'inconvénient des poussières minérales a disparu.

La fabrication des verres-mousseline ou vitraux à dessins pour portes, cloisons, etc., entraîne des dangers analogues à ceux de l'émaillage. Les dessins sont obtenus de deux manières. Par la première, on applique sur le verre un enduit plombé qu'on fait sécher, et qu'on brosse ensuite à travers les interstices d'une plaque en cuivre découpée à jour suivant le dessin qu'on veut obtenir. Après cela on cuit pour fixer l'enduit restant. L'opération est très-insalubre à cause des poussières que dégage le brossage. On a cherché à les diminuer en gommant un peu l'enduit, mais alors le brossage devient fort délicat. La seconde méthode consiste à recouvrir le verre d'un papier découpé à jour et à l'introduire dans une boîte où l'on a préalablement mis en suspension une poudre d'émail très-fine, qui se dépose lentement à travers les interstices du papier. Le danger vient ici de ce qu'il faut ouvrir la boîte et de ce qu'on inonde alors l'atelier de poussière. M. Decoin, à Paris, a assaini l'opération en adaptant au dehors de la boîte des soufflets mécaniques à l'aide desquels on soulève la poudre, une fois que les plaques de verre ont été enduites et renfermées dans la boîte.

BLANCHIMENT DES DENTELLES A LA CÉRUSE.

Le blanchiment à la céruse offre naturellement tous les dangers inhérents à l'emploi de ce sel de plomb. En Belgique, où cette industrie occupe un grand nombre d'ouvrières, les accidents ont été assez nombreux pour que vers la fin de l'année 1861 le gouvernement ait saisi le Conseil supérieur d'hygiène publique de la question de savoir si l'usage de la céruse devait être absolument proscrit de cette branche d'industrie. Sous l'empire de cette préoccupation, de nombreux procédés ont été essayés pour parer aux inconvé-

nients observés. Nous en citerons deux qui sont appliqués dans quelques maisons.

L'un se résume à remplacer le carbonate de plomb par le sulfate, lequel, à cause de son insolubilité plus grande, expose moins au danger d'intoxication. Cette substitution a été proposée par M. Le Roy, membre de la Commission médicale du Brabant, à la suite d'un grand nombre d'essais portant sur des substances qui avaient le défaut de jaunir ou de ne pas adhérer. Disons toutefois qu'elle ne s'est pas généralisée.

L'autre procédé tend à faire exécuter le battage mécaniquement, au moyen d'un appareil dû à M. Meerens et appliqué dès l'année 1861 dans la maison Allaire, à Bruxelles. Cette machine, dont la disposition intérieure rappelle celle d'un orgue de Barbarie, consiste essentiellement en une caisse hermétique, dans laquelle se glisse l'espèce de portefeuille garni de feutre blanc qui reçoit les fleurs à blanchir. L'ouvrière n'a qu'à tourner extérieurement une manivelle; par la rotation d'un rouleau de bois muni de tenons, des lattes pourvues de ressorts d'acier battent et frappent le portefeuille qui contient les fleurs saupoudrées de blanc de céruse. Ce n'est pas, à vrai dire, une solution complète de la difficulté, puisque l'ouvrière reste exposée au contact du plomb avant et après le battage; le travail des *appliqueuses* et des *attacheuses*, par exemple, conserve tous ses dangers. Néanmoins il y a là un progrès notable, qui recevra, sans doute, de l'extension.

ALLUMETTES PHOSPHORIQUES.

La fabrication des allumettes au phosphore blanc expose les ouvriers à des maladies graves, principalement à des nécroses qui entraînent souvent la perte des os maxillaires.

Le phosphore agit de deux manières: 1^o par le contact, à raison des manipulations auxquelles les ouvriers sont obli-

gés de se livrer; 2° par les émanations qui se répandent dans les ateliers, surtout pendant le trempage des allumettes. On remédie à la première cause d'insalubrité par des soins de propreté et des lavages fréquents, dont nous avons déjà eu occasion de dire quelques mots et sur lesquels nous ne reviendrons pas. Quant à la seconde cause d'insalubrité, de beaucoup la plus grave, elle exige de toute nécessité des procédés spéciaux.

Un premier moyen qui a été suggéré, il y a quelques années, par le célèbre hygiéniste Dr Letheby, de Londres, et qui depuis a été appliqué dans une des principales fabriques du Royaume-Uni, repose sur la propriété connue de l'essence de térébenthine d'empêcher, par sa présence à faible dose dans l'air, la combustion spontanée du phosphore, et sans doute aussi de neutraliser l'action des vapeurs déjà formées¹. Or, on sait que c'est aux acides engendrés continuellement par la combustion lente des vapeurs phosphorées et accidentellement par l'inflammation des allumettes écrasées sur le sol, que sont dues les nécroses dont sont atteints les ouvriers employés au trempage, au montage des châssis, à l'étuvage, au démontage.

De ces opérations, la plus insalubre, avons-nous dit, est le

1. Le Dr Letheby a traité en détail cette question dans ses *Lectures sur la chimie des poisons* au collège médical de London Hospital. Il y rappelle notamment qu'une proportion de moins de 1/4.000 d'essence de térébenthine dans l'air, à la température et à la pression ordinaires, suffit pour arrêter la combustion lente du phosphore. Au surplus, voici comment il s'en est exprimé lui-même devant la commission d'enquête de 1863-1867 sur l'emploi des enfants dans les manufactures.

« L'un des plus importants (moyens préventifs) est de placer des vases remplis d'essence de térébenthine dans toutes les salles et locaux où se dégagent les vapeurs de phosphore et de faire porter aux ouvriers, suspendue au cou et appuyée sur la poitrine, une petite boîte contenant de l'essence dont les vapeurs s'échapperaient de la boîte ouverte et se répandraient dans l'air aspiré par l'ouvrier; car j'ai constaté qu'une partie de vapeur d'essence dans 5.000 parties d'air suffirait à empêcher complètement la diffusion des vapeurs phosphorées. »

trempage ; quant aux autres, une bonne disposition des ateliers peut en prévenir en grande partie les inconvénients. A la grande fabrique de MM. Black et Bell, à Stratford, près Londres, qui fournit à la consommation pas moins de 6 millions d'allumettes par jour, les ouvriers treppeurs ont été, pendant quelques années, munis d'une boîte de fer blanc suspendue sur la poitrine et remplie d'essence de térébenthine. Ce moyen avait considérablement réduit les cas de nécroses, et il avait été question un moment de le rendre obligatoire dans toutes les fabriques du Royaume Uni. Mais ultérieurement une invention d'un autre genre, due aux mêmes fabricants et qui paraît destinée à rendre les meilleurs services, a fait abandonner les vases à essence. Nous voulons parler de la machine à tremper les allumettes, patentée aux noms de MM. Bell et Higgins¹, et employée à Stratford depuis cinq ans.

Cette machine, dont l'objet est d'exécuter le trempage automatiquement, est renfermée dans un châssis vitré, pourvu à chaque extrémité d'un orifice pour le passage des cadres d'allumettes et surmonté à son centre d'une hotte de dégagement qui écoule les vapeurs phosphorées au dessus du toit (Pl. III, fig. 1 et 2). Les enfants préposés au trempage font leur travail du dehors ; ils n'ont qu'à présenter les cadres garnis à l'un des orifices et à recevoir les allumettes trempées à l'autre orifice. Le mouvement des divers organes du système est fourni par un arbre moteur manœuvré extérieurement. Un récipient à double paroi sert à contenir la pâte phosphorée, qui est maintenue à une température convenable au moyen d'eau renfermée entre les parois du récipient et filtrant sur la pâte par de petits trous percés dans la paroi intérieure. Un tambour cannelé baigne dans la pâte et s'y charge, en tournant, d'une couche de phosphore qu'il aban-

1. M. Higgins est l'ouvrier de l'établissement qui a conçu la nouvelle machine.

donne aux allumettes à mesure qu'elles s'y présentent du côté opposé. Celles-ci sont fixées dans des cadres qui se meuvent horizontalement en appuyant sur des galets; la progression de ceux-ci est déterminée par deux chaînes sans fin enroulées sur des poulies aux extrémités de la machine, lesquelles reçoivent leur mouvement du dehors. Chaque cadre arrive ainsi, à son tour, au dessus du tambour trempeur, et de telle façon que les files d'allumettes qu'il porte correspondent exactement aux cannelures du tambour; là il est saisi par un châssis vertical qui est en relation avec l'arbre moteur commun, et qui par une très-petite oscillation de haut en bas fait engager légèrement les allumettes dans les cannelures où elles se chargent de la pâte qui y est contenue. Aussitôt après, le châssis reprend sa position primitive et le cadre continue sa marche vers l'extrémité de l'appareil, où les enfants le reçoivent pour l'emporter aux étuves.

Par ce procédé, les ouvriers sont complètement soustraits aux émanations du phosphore au moment même où le maniement de ce corps offre le plus de danger. Aussi MM. Bell et Black ont-ils pu, sans crainte de ramener les nécroses, supprimer les vases à essence qu'ils avaient donnés à leurs trempeurs. Les enfants que nous avons vus occupés à ce travail paraissaient jouir de la meilleure santé.

Nous citerons un autre établissement dans lequel une grande amélioration a été réalisée, non à l'aide de quelque procédé spécial s'exerçant comme précédemment sur une opération déterminée, mais au moyen de mesures d'ensemble, se rattachant à l'installation même de l'usine, et dont les effets se sont fait sentir sur toutes les branches de la fabrication. Il s'agit de la manufacture créée tout récemment par M. de Ronbaix, à Hémixem, près Auvers, laquelle, sous bien des rapports, peut servir de modèle aux établissements consacrés à ce genre d'industrie. L'officier du génie, M. Génis, qui en a dirigé la construction, s'est proposé avant tout de soustraire le personnel aux émanations phosphorées, non-seule-

ment pendant le trempage, mais dans les diverses opérations, et il a demandé la solution de ce problème à la ventilation artificielle. Il en a fait une large et intelligente application, en ayant soin de la diriger partout de haut en bas et non de bas en haut, à cause de la grande pesanteur spécifique des vapeurs à enlever. En même temps il a établi dans ce travail une division méthodique de nature à en atténuer le plus possible les dangers.

Cinq bâtiments séparés, 1° pour l'enmagasinage des matières premières, 2° pour le soufrage, 3° pour la préparation de la pâte phosphorée, 4° pour le trempage, le séchage et la mise en boîte, 5° enfin pour l'expédition du produit, constituent la fabrique proprement dite. Ils sont tous aérés au moyen d'une grande cheminée centrale de 2 mètres de diamètre intérieur à la base et de 36 mètres de haut, qui reçoit les flammes des appareils à vapeur et, en outre, si besoin est, celles d'un foyer spécial. Le long des deux faces contiguës de chaque bâtiment règne extérieurement un carneau souterrain en maçonnerie de 60 centimètres de côté, qui débouche à la cheminée. Partout où le phosphore séjourne, une ouverture, pratiquée dans le mur et communiquant par un petit conduit au carneau souterrain, donne issue à la vapeur délétère, sans lui permettre de se répandre dans l'atelier. Les dispositions prises pour saisir le gaz varient d'ailleurs selon la nature de l'opération. Ainsi, pour la préparation de la pâte, on a une hotte large et basse, dont l'aspiration est encore activée par les flammes du petit foyer de fusion.

L'atelier de trempage et de séchage, qui offre le plus de danger, est particulièrement soigné (Pl. IV, fig. 1 et 2). C'est une belle salle de 20 mètres sur 15 mètres, dont l'allongement est prévu. Sur les deux côtés longs sont disposés les séchoirs, au nombre de dix-huit, ayant chacun 1^m,80 de large, 3 mètres de profondeur et 2^m,50 de hauteur. Ils communiquent au carneau de ventilation par de triples orifices au niveau du sol et reçoivent l'air extérieur par des chemi-

nées ouvrant au dessus du toit. Ils sont chauffés par trois tuyaux de vapeur placés sous le plancher, qu'on démasque à volonté à l'aide de registres manœuvrés du dehors. L'aspiration est également réglée à volonté. Devant chaque rangée de séchoirs court un petit chemin de fer venant de l'atelier de fusion et se rendant au bâtiment d'expédition. Un chariot en fer reçoit la pâte toute préparée et la présente successivement devant les séchoirs. A chaque point de stationnement un orifice d'aspiration pratiqué dans le sol entraîne les vapeurs au carneau. Le trempage se fait rapidement et les cadres sont aussitôt placés dans les séchoirs, dont les portes en fer sont soigneusement refermées. Le milieu de la salle est réservé à la mise en boîtes ; et, sous les tables des ouvriers, sont pareillement ménagées des bouches d'aspiration. Enfin les boîtes terminées sont chargées en wagon et transportées au lieu d'expédition. Vu la rapidité des opérations, le très-court séjour du phosphore dans la salle et l'énergie de l'aérage, cet atelier paraît à peu près exempt d'inconvénients. Du reste, on pourrait accroître, s'il le fallait, la puissance de la ventilation pour que la salle fût tout à fait assainie.

Ce bel établissement a commencé sa fabrication sur le pied de 3 millions d'allumettes par jour. On comptait quadrupler plus tard ce chiffre et substituer peut-être au phosphore blanc le phosphore amorphe ou même les pâtes non phosphorées.

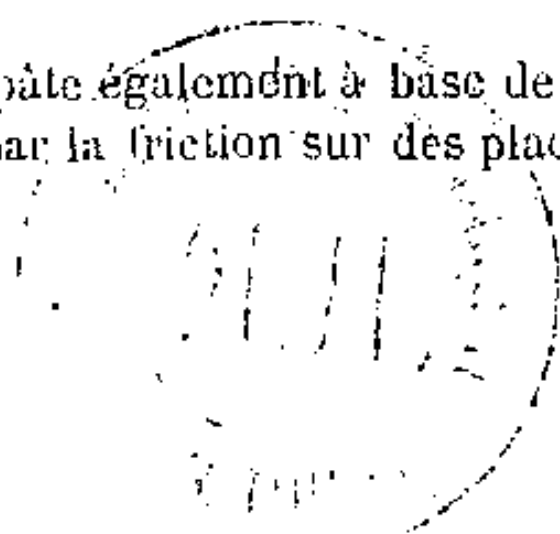
C'est en effet dans la suppression même du phosphore blanc que réside la véritable solution du problème de l'assainissement. La question est à l'ordre du jour dans divers pays industriels et un grand nombre de substances ont été proposées dans ce but. Quelques-unes d'entre elles, et au premier rang le phosphore amorphe ¹, sont entrées large-

1. Nous citerons aussi les pâtes de M. Canouil, composées en associant le chlorate de potasse avec des éléments tels que le bichromate de potasse, le nitrate de plomb, l'oxysulfure d'antimoine etc., ainsi que les allumettes dites *électriques* de M. Fexlong à Glasgow, dans lesquelles le phosphore

ment dans la consommation. Chacun connaît les allumettes de M. Coignet, de Lyon. Les procédés de ce manufacturier sont exempts de dangers pour les ouvriers. Le phosphore amorphe est mis en pâte avec de la colle-forte et sert à peindre le papier sur lequel l'allumette doit être frottée. Le bout de celle-ci est formé, indépendamment du soufre, par un mélange de chlorate de potasse et de sulfure d'antimoine. Ainsi, non-seulement le trempage et le séchage sont assainis, mais le dégarnissage des cadres et la mise en boîte ne peuvent plus occasionner de ces brûlures si fréquentes avec le phosphore ordinaire. On reproche à ce produit de nécessiter l'emploi d'un papier qui s'altère à l'humidité, et qui, dans tous les cas, est mis ordinairement hors d'usage bien avant que la boîte d'allumettes soit consommée ; en outre le prix de vente est plus élevé. MM. Coignet, qui ne méconnaissent pas ce que ces objections peuvent avoir de fondé, font tous les jours des efforts pour les prévenir et, en ce qui concerne notamment les papiers à friction, il est incontestable que les dernières qualités obtenues sont très-supérieures aux précédentes.

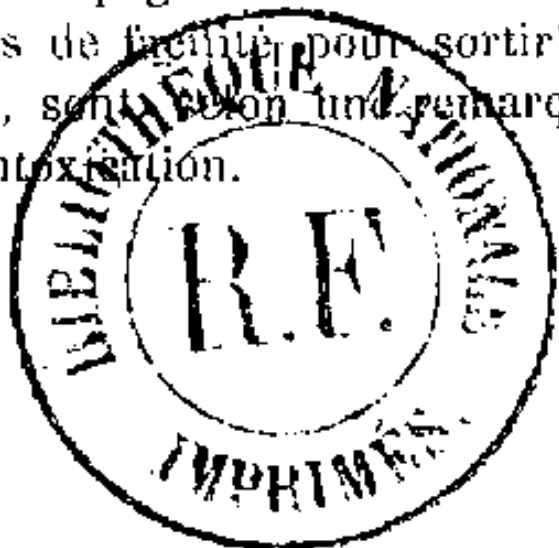
A propos des allumettes, nous signalerons un détail, étranger au phosphore, mais qui ne laisse pas d'être préjudiciable aux ouvriers : c'est la confection des bois d'allumettes. On sait que ces bois, après avoir été découpés et séchés, sont portés aux ouvrières qui les assemblent de longueur dans des caisses et les repassent aux monteuses de cadres. Cet assemblage est accompagné d'un dégagement de poussière ligneuse très-ténue qui couvre les ouvrières comme de farine et finit par irriter fortement leurs bronches. Chez MM. Toyon, Delpit et Cie à Nantes, on a soin de nettoyer préalablement les bois dans une sorte de machine à vanner avec blutoir, en sorte qu'ils arrivent à l'atelier parfaitement exempts de poussière.

est remplacé par une pâte également à base de chlorate de potasse, et qui ne prennent feu que par la friction sur des plaques en fer.



La préparation en grand du phosphore blanc, bien qu'ayant lieu dans des établissements distincts de ceux où l'on fabrique les allumettes, se rattache naturellement à cette dernière industrie, car elle présente, à un degré moindre¹, la même nature d'inconvénients. Elle exige donc certaines précautions. MM. Coignet, qui sont les grands producteurs du phosphore en France, ont fait des efforts louables pour assainir leur industrie. En principe, chez eux, dans toutes les opérations qui font suite à la distillation, le phosphore est sous l'eau; l'ouvrier ne le touche jamais. Quant à la distillation elle-même, elle a lieu dans des cornues bien installées, lutées avec un soin parfait. On sent fort peu d'odeur dans l'atelier, ouvert d'ailleurs à tous les vents. Le tamisage à travers la peau de mouton chamoisé s'opère dans un cylindre clos, rempli d'eau chaude. Le phosphore fondu étant introduit sur la peau, l'eau qui le surmonte est mise en communication avec une presse hydraulique dont l'action détermine le tamisage. Le soufflage au tube, ayant pour objet de débiter le phosphore en baguettes cylindriques, est remplacé par le moulage sous l'eau. La matière liquide est versée dans des bassins à fond cannelé, où elle prend la forme de billes de chocolat. On écoule l'eau chaude qui garnit les bassins et on la remplace par un courant d'eau froide

1. On a fait à Lyon des observations très-suivies desquelles il résulte, en effet, que les fabriques de phosphore sont moins malsaines que celles d'allumettes. Ce fait paraît tenir à deux causes : d'une part, les émanations phosphorées sont surtout nuisibles à faible distance, comme dans le trempage des allumettes; d'autre part, les vapeurs engendrées ne sont pas identiquement les mêmes dans les deux cas. Dans l'atmosphère des fabriques de phosphore c'est l'acide qui domine et dans l'atmosphère des fabriques d'allumettes c'est la vapeur même du phosphore. Il faut tenir compte aussi du genre de vie des ouvriers, très-différent dans les deux industries; il n'est pas douteux que les ouvriers des fabriques de phosphore, habitant généralement la campagne et travaillant dans des ateliers moins clos, ayant beaucoup plus de facilité pour sortir au grand air et plus de variété dans l'occupation, sont, selon une remarque déjà faite, beaucoup moins exposés à subir l'intoxication.



qui produit la solidification immédiate du phosphore. L'ouvrier est ainsi soustrait à la plus puissante cause d'insalubrité qu'on observe dans cette industrie.

La préparation du phosphore amorphe, monopolisée, comme on sait, par les mêmes fabricants, comporte également quelques moyens d'assainissement. Le phosphore blanc est placé dans une marmite en fer, fermée par un couvercle soigneusement vissé et luté. Le centre du couvercle est percé d'un trou dans lequel passe un tube en cuivre porteur d'un thermomètre afin d'assurer le maintien de la température entre 260 et 280 degrés, pendant quinze jours consécutifs. Primitivement la marmite était absolument hermétique, en sorte qu'il s'y établissait une énorme pression, qui a mis en danger la vie des ouvriers. MM. Coignet ont reconnu par une série d'expériences qu'on pouvait, sans inconvénient pour la qualité du produit, laisser ouvert le tube thermométrique. Le phosphore amorphe solide qu'on en retire est broyé par des meules siliceuses sous l'eau, et purifié au moyen d'une solution de soude caustique bouillante. La réaction de l'alcali sur le phosphore blanc détermine un dégagement abondant d'hydrogène phosphoré. La hotte en relation avec la cheminée, qui surmonte la chaudière, est insuffisante pour protéger les ouvriers : aussi MM. Coignet ont-ils dû abriter la chaudière sous un châssis vitré débouchant dans le foyer.

Outre l'insalubrité proprement dite, les fabriques d'allumettes font naître le danger d'incendie. Pour y obvier, l'autorité publique prescrit diverses dispositions, entre autres le parfait isolement des bâtiments et l'emploi de matériaux incombustibles dans les salles particulièrement exposées. Dans les étuves de séchage, où l'élévation même de la température crée un danger de plus, on interdit les moyens de chauffage de nature à provoquer l'inflammation du phosphore; on renonce aux poêles à courant d'air chauffé et l'on adopte les

tuyaux à courant d'eau chaude. Un détail qui au premier abord semble peu important et qui, en réalité, est une des principales causes d'incendie des fabriques, est la conflagration des allumettes maniées par les ouvriers. On doit avoir constamment du sable dans toutes les salles, pour étouffer les allumettes dès qu'elles prennent feu ¹.

Nous n'insisterons pas sur ces détails qui, au point de vue technique, n'offrent rien de particulier, et qui se résument en une installation intelligente et une bonne surveillance.

FULMINATÉS ET AMORCES.

L'industrie des fulminates et amorces comprend deux sortes d'opérations : 1^o la préparation de la matière fulminante proprement dite ; 2^o l'application de cette matière ou de la poudre aux capsules. La première opération donne lieu, quand le fulminate est à base de mercure, à un dégagement de vapeurs extrêmement délétères. La seconde opération, est exempte d'insalubrité, mais elle présente à un haut degré le danger d'explosion ; ce danger peut même, selon le mode adopté, se manifester à toutes les phases de l'opération. Les précautions à prendre dans cette industrie sont donc de deux natures bien tranchées.

Les dégagements qui accompagnent la préparation du fulminate de mercure se produisent : 1^o quand on attaque le mercure par l'acide nitrique, en vue d'obtenir le nitrate

1. L'inflammation des allumettes est très-fréquente dans les fabriques et sans nul danger pour peu que l'ouvrier soit attentif. A chaque instant, soit en dégarnissant les cadres, soit en remplissant les boîtes, quelque allumette s'enflamme par le frottement et communique le feu à ses voisines : mais il suffit de jeter dessus une poignée de sable pour qu'aussitôt toute combustion s'arrête. Le vrai danger c'est quand les travaux ont cessé et que les ateliers sont devenus déserts. Un incendie peut prendre alors tout son développement. C'est à ces moments qu'il importe d'avoir une surveillance bien organisée, notamment des veilleurs de nuit.

acide de mercure ; 2° quand on fait réagir ce nitrate acide sur l'alcool. Dans la première période, on a des vapeurs nitreuses, et dans la seconde, des vapeurs à la fois nitreuses et éthérées, entraînant avec elles du mercure volatilisé et même une petite proportion d'acide cyanhydrique. Ces réactions successives peuvent d'ailleurs, au gré des fabricants, s'effectuer dans les mêmes appareils ou dans des batteries d'appareils distincts.

En principe, il semble aisé de se garantir contre le dégagement en employant des vases suffisamment étanches ; mais dans la pratique, nous en avons déjà fait la remarque, rien n'est plus difficile, que de satisfaire à ces conditions d'herméticité parfaite, lesquelles pourtant seraient de rigueur ici, vu le caractère spécial des vapeurs ; car avec des gaz tels que l'acide cyanhydrique, par exemple, la moindre fuite aurait le plus grands dangers. Aussi la plupart des fabriques de fulminate ont-elles plus ou moins à souffrir de ces opérations. Chez MM. Gaupillat, à Bellevue (Seine), dont nous décrirons tout à l'heure le bel établissement, les dispositions adoptées sont les suivantes :

La préparation du nitrate acide de mercure a lieu dans des ballons en verre dont le col s'engage dans un tuyau en grès qui débouche à la cheminée des foyers. Les joints sont lutés, l'aspiration est énergique et les vapeurs nitreuses sont totalement entraînées. Les ouvriers n'en respirent qu'une proportion insignifiante, au moment où ils débouchent les ballons, mais il n'en résulte pas d'incommodité réelle. La seconde partie des opérations ou la réaction du nitrate acide sur l'alcool est beaucoup plus dangereuse. L'appareil, entièrement en grès vernissé, comprend : 1° de grandes jarres dans lesquelles sont mises les matières à réagir ; 2° une bonbonne de condensation ; 3° un tuyau condenseur serpentant en zigzag le long du mur, avec coudes nombreux, afin de mieux retarder les gaz et de favoriser la précipitation des vapeurs ; 4° enfin une dernière bonbonne de condensation, de laquelle

ne s'échappe plus aucune matière appréciable. Tous les joints sont soigneusement lutés, mais comme les opérations ne comportent pas ici un tirage artificiel énergique, il se produit toujours quelque fuite aux appareils. Le lut se dessèche et se fendille, pour peu qu'on omette de l'entretenir. La vidange des bonbonnes de condensation est le détail le plus malsain. Elle s'effectue dans des bacs souterrains ; mais ces bacs étant dans l'atelier même, les ouvriers en subissent les émanations au moment de la reprise des liquides. Enfin, un autre inconvénient du système, c'est que les opérations ne sont pas continues : il faut les suspendre pour renouveler les matières.

Une disposition bien préférable est due à M. Chandelon, professeur de chimie à l'Université de Liège. Elle est appliquée depuis quelques années à l'école de pyrotechnie d'Anvers (précédemment à Liège), et l'on n'a pas eu un seul accident à déplorer. Elle atteint, en effet, très-bien le triple but que s'est proposé son auteur, savoir : 1° prévenir les fuites à travers les joints des tourilles, 2° éviter l'usage du siphon ou le démontage des pièces pour l'extraction des liqueurs obtenues, 3° rendre les opérations continues, d'intermittentes qu'elles étaient auparavant. L'appareil est ainsi constitué : deux ballons en verre à épaisses parois, d'une capacité de 40 à 50 litres, reçoivent les matières premières (Pl. III, fig. 3 et 4). La partie supérieure du col porte un collier en bois, recouvert d'une feuille de plomb, lequel s'adapte à frottement avec le tuyau formant l'origine du condenseur. Celui-ci se compose d'une douzaine de tourilles en grès, de 90 litres de capacité environ, dont la dernière communique à un tuyau fixe qui entraîne dans la cheminée les vapeurs non condensées. Tous les colliers de joints sont munis d'une rainure, faisant fermeture hydraulique, dans laquelle on a soin de renouveler l'eau froide à mesure que celle-ci s'égoutte graduellement dans l'intérieur des bonbonnes. Enfin, chaque vase porte à sa partie inférieure un robinet qui dé-

verse les liquides de condensation dans un conduit en grès placé sous le sol de l'atelier et débouchant au *bac à saturer* en plein air. Les deux ballons sont chargés à tour de rôle. Quand la réaction engagée dans l'un d'eux est terminée, on détache le tube qui s'implante sur la première bonbonne à condenser ; on bouche avec soin l'orifice ainsi découvert et l'on commence une nouvelle réaction dans l'autre ballon. De la sorte le travail est pour ainsi dire continu, sans qu'on soit exposé pour l'alimenter à livrer passage aux vapeurs dans l'atelier.

Le danger d'explosion, beaucoup plus redoutable encore que l'insalubrité, a surtout occupé l'attention des fabricants. On a cherché à y parer, soit par l'aménagement des ateliers et les soins apportés au travail, soit par l'adoption de nouveaux procédés de fabrication. L'établissement de MM. Gaupillat est remarquable à ce double point de vue.

Nous ne nous arrêterons pas à la construction des ateliers, dont le principe est bien connu. Ce principe fondamental consiste, comme on sait, à établir chaque bâtiment en matériaux très-légers, et à isoler les bâtiments les uns des autres, avec interposition d'obstacles ou de défenses, de telle façon que la commotion ou l'incendie ne puisse se propager. Ces défenses, chez MM. Gaupillat, sont formées de hautes fortifications en terre gazonnée, de plusieurs mètres d'épaisseur, qui entourent chaque atelier et lui masquent entièrement la vue des autres. Quant à la partie technique de l'industrie, il y a lieu de distinguer deux catégories d'opérations ; les unes se rapportant aux amorces ordinaires ou amorces à fulminate de mercure ; les autres ayant trait aux amorces dites de Paris, ou amorces à fulminate de plomb, de l'invention de MM. Gaupillat ¹.

1. Nous ne pouvons indiquer la composition de ce nouveau fulminate, que MM. Gaupillat nous ont prié de ne pas faire connaître. Ce point n'importe pas d'ailleurs à l'intelligence des mesures d'assainissement dont on lira plus loin la description.

Le détail le plus saillant de la fabrication des amorces ordinaires est le chargement mécanique des capsules. L'appareil usité pour cette opération n'est autre qu'une boîte à trois fonds percée de trous. Les trous du premier et du troisième fond correspondent entre eux exactement. Ceux de la plaque intermédiaire peuvent être amenés à correspondre à ceux des deux autres plaques, mais au repos elle intercepte au contraire la communication. Les capsules vides sont disposées sur le fond inférieur, et la poudre est chargée sur le fond supérieur. L'ouvrier, séparé de l'appareil par un bouclier en tôle, donne, au moyen d'un déclic, un léger glissement à la plaque du milieu et les orifices de celle-ci arrivent alors en correspondance avec les autres pour livrer passage à la poudre. Il retire ensuite, avec une poignée, la plaque du fond contenant les capsules chargées, et il la passe sous une presse, dont les dents, correspondant exactement aux capsules, appliquent la poudre à la pression voulue.

Les amorces de Paris constituent aujourd'hui la partie principale de la fabrication de MM. Gaupillat. Le fulminate au plomb est beaucoup plus explosible que l'autre, mais il offre de tels avantages de prix qu'on a été excité à lui donner une grande extension malgré les extrêmes dangers inhérents à son maniement. Mais pour qu'un tel résultat pût être obtenu il fallait que le péril fût conjuré. MM. Gaupillat ont dû y déployer toutes les ressources de leur art, et, chose surprenante, ils sont parvenus à rendre la nouvelle industrie moins redoutable que l'ancienne. La solution adoptée par eux, après de nombreuses vicissitudes, est aussi simple qu'ingénieuse. Elle repose sur ce double principe : 1° composer le mélange explosible sous la forme pâteuse et l'appliquer à un état d'humidité tel qu'aucune explosion ne puisse survenir ; 2° diviser la matière par fractions en quelque sorte infiniment petites, pendant toutes les manipulations ultérieures, afin que si une explosion a lieu, elle soit graduelle ou *successive* au lieu d'être *instantanée*, et qu'à la place

d'un choc violent on ait un coup très-allongé, sans danger aucun pour la sécurité. Le premier point a été résolu au moyen d'une solution de gomme adraganthe, au degré convenable, dans laquelle on délaye le mélange explosible. Le second point mérite explications.

La pâte est placée dans un chariot qui glisse sur un long chevalet et la distribue à une batterie de plaques en cuivre percées chacune de 250 trous contenant les charges pour autant de capsules. Les plaques sont retirées, nettoyées et chargées sur des chariots en fer, en observant toujours le même principe de division ; c'est-à-dire que les rangées de plaques alternent sur le chariot avec des feuilles de tôle destinées à empêcher ou du moins à retarder la propagation de l'explosion d'une rangée à l'autre. De même les chariots sont disposés dans autant de compartiments séparés les uns des autres par des murs. Les plaques, convenablement séchées dans des étuves à température constante, sont emportées dans l'atelier de la presse, où elles s'ajustent sur des plaques semblables munies de capsules vides, de manière à ce que chaque capsule se trouve sous une charge de poudre. Elles passent ensuite sous une presse très-énergique dont les dents enfoncent la poudre dans les capsules.

On remarquera ce qu'a de particulièrement heureux une combinaison en vertu de laquelle la poudre, une fois composée, ne subit plus qu'une seule manipulation, à savoir la distribution aux plaques. A partir de ce moment, elle n'est exposée effectivement à aucun contact ; c'est la plaque chargée, tenue par une poignée, qui devient en quelque sorte l'élément du travail. Or, grâce à la division extrême de la poudre, ces plaques sont tout à fait inoffensives ; quand la conflagration se détermine dans l'une d'elles, l'ouvrier qui la tient n'a pas même la main blessée. Les résultats obtenus par cette méthode sont tellement satisfaisants que MM. Gaupillat se préoccupent des moyens de l'appliquer au fulminate de mercure. Malheureusement la plupart des métaux,

le cuivre surtout, sont attaqués par cette dernière substance; aussi fait-on des essais avec des plaques en fer. En résumé c'est en recourant à une poudre de nature plus explosive qu'on a rendu les opérations moins dangereuses.

La fabrique de MM. Ludlow, à Birmingham, une des plus importantes du Royaume-Uni, a réalisé une amélioration analogue, sous certains rapports, à celle que nous venons de décrire. Les matières destinées à former le mélange détonant (chlorate de potasse, sulfure d'antimoine, etc.) sont associées dans une liqueur gommeuse. Les capsules sont disposées à l'avance dans des plaques en cuivre percées de 7 à 800 trous, et la poudre leur est distribuée dans un état d'humidité tel que l'explosion ne soit pas à craindre. Les capsules une fois garnies sont recouvertes de vernis et mises ensuite au séchoir. On n'a plus, après cela, qu'à les retirer de la plaque pour les livrer au commerce. Toutes les opérations s'effectuent, on le voit, comme chez MM. Gaupillat, sans que les capsules soient jamais maniées directement : l'ouvrier ne touche qu'aux plaques, lesquelles sont, à cet effet, munies d'une poignée. La particularité saillante de cette méthode et ce qui la caractérise, c'est que l'application de la poudre aux capsules et le vernissage se font dans des conditions qui permettent de ne pas recourir à la presse, dont l'action détermine toujours des explosions partielles. Ajoutons, ce qui n'est pas sans intérêt, que l'association des matières est entendue de telle sorte que les plaques en cuivre ne sont point altérées par le contact de la pâte. La manufacture de M. Ludlow est loin, d'ailleurs, comme installation, d'offrir toutes les garanties de sécurité que présente à un si haut degré l'établissement de M. Gaupillat ; mais le procédé n'en est pas moins intéressant à signaler.

Un autre perfectionnement, sur lequel on ne peut aussi bien se prononcer, attendu que l'auteur garde en partie le secret, est celui que MM. Eley frères ont mis en pratique à

leur fabrique de Calthorpe, à Londres, la plus grande du royaume, et dans laquelle on opère sur le fulminate de mercure. Ce corps n'est employé qu'à l'état humide, c'est-à-dire mélangé avec 20 p. 100 de son poids d'eau, et par quantités très-faibles, ne dépassant jamais 12 à 15 grammes d'un coup. Toutes les autres substances qui entrent dans la préparation, concurremment avec le fulminate, sont également à l'état humide. Quelque vagues que soient ces indications, nous croyons utile de les reproduire, parce qu'elles peuvent mettre les fabricants sur la voie d'un progrès sanitaire. Le mode d'application de la charge diffère aussi des pratiques habituellement suivies, mais MM. Eley ne le font point connaître. Signalons enfin, comme bonnes à imiter, les salutaires précautions prises dans la même usine pour la garde de ce corps dangereux: le dépôt est dans un champ isolé, hors ville, et le fulminate est conservé sous l'eau. Somme toute et quelle que soit au juste la valeur des nouveaux procédés de MM. Eley, il est hors de doute que la sécurité y a beaucoup gagné, car les accidents qui étaient autrefois assez fréquents chez eux ont maintenant tout à fait disparu.

SULFURE DE CARBONE.

Les ouvriers qui aspirent les vapeurs de sulfure de carbone sont sujets à des phénomènes morbides d'une extrême gravité, qui peuvent même aboutir à l'aliénation mentale ou à une prostration voisine de l'idiotisme¹. A l'insalubrité s'ajoute le danger d'incendie, dans le cas où le sulfure de carbone est manié par grandes masses.

Les opérations qui exposent les ouvriers à l'action des vapeurs sont principalement celles qui se rattachent à l'indus-

1. On doit à M. le Dr Delpoch une excellente monographie de cette maladie nouvelle, *Recherches sur l'intoxication spéciale que détermine le sulfure de carbone*, 1853.

trie du caoutchouc. Le procédé Parkes, ou procédé de vulcanisation à froid, consistant à dissoudre le caoutchouc dans un mélange de sulfure de carbone et de chlorure de soufre, est généralement adopté pour la fabrication du caoutchouc soufflé, et parfois pour celle des vêtements dits imperméables. Dans la fabrique de MM. Aubert et Gérard, à Paris, où l'on avait conservé ce dernier travail, on pouvait, avant l'incendie qui a dévoré cet établissement en 1867, observer de bonnes dispositions prises en vue de protéger les ouvriers contre les vapeurs. L'atelier était bien établi sous le rapport de l'aérage et les vases contenant la solution étaient pourvus de fermetures hydrauliques ; mais la mesure la plus efficace avait consisté à ménager dans le plancher, situé au premier étage, des vides nombreux représentant environ le huitième du plein. La vapeur très-lourde de sulfure de carbone tombait naturellement à travers cette claire-voie, et la respiration des ouvriers s'accomplissait au-dessus de la zone délétère. Ces industriels fabriquaient également les fils circulaires de caoutchouc à l'aide du même dissolvant : la pâte était ensuite comprimée et forcée de passer à travers les trous d'une filière. Les précautions prises pour cette dernière opération consistaient à renfermer l'appareil de compression dans une boîte communiquant avec un ventilateur, et à faire mouvoir les toiles sans fin qui recevaient les fils, dans une sorte de galerie close pareillement ventilée.

Les autres grandes maisons de Paris ont fait d'intelligents efforts pour se dispenser d'avoir recours au sulfure de carbone. La plupart des objets industriels y sont aujourd'hui fabriqués mécaniquement, sans le secours de dissolvants, par le procédé dit à *l'américaine*. La vulcanisation s'obtient en triturant à chaud le caoutchouc avec du soufre en poudre, de la craie, du noir de fumée, etc., et en l'appliquant sur des étoffes par le jeu de laminoirs puissants.

On prépare aussi, par voie de dissolution, des imperméables non vulcanisés ; mais le dissolvant est la benzine.

qui n'offre pas les mêmes inconvénients que le sulfure de carbone. Dans la belle usine de MM. Guibal et C^{ie}, à Ivry, dirigée par M. l'ingénieur des mines Cumenge, il existe une disposition spéciale pour mettre les ouvriers à l'abri des vapeurs de benzine. Chaque table d'application est surmontée d'une sorte de toiture creuse, dans l'intérieur de laquelle circule un courant d'eau froide. Les vapeurs se condensent contre la face inférieure et se rendent dans une petite gouttière à l'extrémité de laquelle on les recueille.

Le travail du caoutchouc soufflé (ballons d'enfants et autres objets) occupe un grand nombre de bras, mais il est exercé exclusivement par des ouvriers en chambre ou dans de très-petites fabriques ; aussi n'a-t-il donné lieu, malgré son extrême insalubrité, qu'à fort peu de tentatives d'assainissement. C'est au point que, selon le docteur Delpech, les ouvriers de cette industrie « sont devenus plus ou moins malades ou infirmes. » Habituellement les vases renfermant la dissolution sont découverts et placés sous la main des trempeurs. Aucun procédé d'aération n'est mis en œuvre pour éloigner les vapeurs. On se borne à restreindre la durée du travail dangereux : l'ouvrier n'est occupé au trempage que deux ou trois fois par jour, et une heure chaque fois ; mais cette durée, toute faible qu'elle est, suffit néanmoins pour entraîner des accidents.

Un ouvrier intelligent de Belleville, le sieur Descamps, qui avait eu beaucoup à souffrir de son industrie, qu'il pratiquait en chambre avec deux ou trois camarades, avait installé un appareil protecteur, consistant en une cage vitrée enveloppant la table de travail. La cloison du côté des ouvriers était pourvue d'orifices pour le passage des mains. Celles-ci étaient garnies de manchons amples, souples et imperméables, terminés par des bracelets de caoutchouc serrés aux poignets. La disposition était fort efficace et les ouvriers ne ressentaient aucune atteinte de sulfure. Ce petit atelier

est aujourd'hui fermé, et nous ne croyons pas que l'appareil ait été imité ailleurs ¹.

Le danger d'incendie se rencontre plutôt dans les industries telles que la fabrication en grand du sulfure de carbone, son application à l'extraction des corps gras, etc. La maison de M. Deiss, à Marseille, où l'on extrait l'huile des graines, offre un spécimen des précautions à prendre en pareil cas. Le réservoir à sulfure est constitué par une citerne souterraine en maçonnerie cimentée, dans laquelle le sulfure est conservé sous une épaisseur d'eau de 2 mètres. On l'en retire à l'aide d'une pompe plongeant au fond, laquelle le distribue à quatre cylindres extracteurs parfaitement clos, de 3 mètres de haut sur 2^m,50 de diamètre, contenant les graines oléagineuses. Les vapeurs de sulfure de carbone et d'hydrogène sulfuré, qui se dégagent pendant l'opération, s'échappent par un tuyau terminé en serpentin dans lequel le sulfure se condense, tandis que l'hydrogène sulfuré sort par un petit tube au dessus du toit. Le mélange d'huile et de sulfure obtenu dans les cylindres est envoyé à l'appareil distillatoire, d'où le sulfure vaporisé retourne au réservoir en traversant également un serpentin condensateur. Ainsi, le réservoir, les cylindres et l'alambic forment les trois parties d'un même tout, entre lesquelles les produits s'échangent selon les phases de l'opération et sans jamais communiquer avec l'air extérieur.

ÉTAMAGE DES GLACES.

On sait que les ouvriers occupés à étamer les glaces sont exposés au tremblement mercuriel, par suite des émanations qu'ils aspirent pendant ce travail.

Les ateliers d'étamage de la compagnie de Saint-Gobin,

¹ Telle est l'imprévoyance des ouvriers qu'ils tournaient en dérision l'appareil du sieur Descamps et lui avaient donné le nom de *lanterne magique*.

Cirey et Chauny, situés à Paris, sont ceux où il nous a paru qu'on prenait à cet égard le plus de précautions. On avait essayé, dans cet établissement, il y a quelques années, d'organiser une aspiration au dessus des tables d'étamage ; mais, d'une part, elle était inefficace et, d'autre part, elle n'aurait pu parer à plusieurs causes de danger qui subsistent dans l'atelier, indépendamment du travail même des tables. Voici l'ensemble des mesures adoptées actuellement :

La première de toutes, dont nous avons déjà parlé aux *procédés généraux* consiste à n'occuper les ouvriers à l'étamage qu'une faible partie du temps. Ils étament, deux fois par semaine, trois au plus, de six heures du matin à midi. Pendant la durée de ce travail, on a soin de maintenir ouvertes toutes les fenêtres de l'atelier, très-vaste d'ailleurs et bien aéré. Les tampons de flanelle avec lesquels on fait l'étendage du mercure sur les feuilles d'étain sont armés d'un bâton de 1^m,20 de longueur, de façon que les émanations s'élèvent toujours loin de l'ouvrier. On conserve le mercure dans des vases fermés ; le couvercle en eutonnoir est percé seulement d'un petit orifice pour recevoir le mercure qui découle des tables. Les draps, à travers lesquels il passe pour se purifier en tombant dans les vases, ne sont pas secoués à l'air libre, comme il arrive trop souvent ; mais ils sont battus par un agitateur contenu dans un moulin parfaitement clos. Enfin les ouvriers sont soumis à des soins hygiéniques (bains, lavages, etc.) analogues à ceux qu'on prend dans les fabriques de céruse ¹.

Le grand perfectionnement de cette industrie consisterait, si la chose était possible, dans la suppression même du mercure. C'est à ce résultat que vise le nouveau procédé d'argenture de MM. Brossette et C^{ie} à Paris, qui livrent déjà au commerce une quantité considérable de produits. Leur pro-

1. On ne pourrait prétendre à leur faire porter des gants, parce qu'ils sont obligés de déployer une grande finesse de doigté dans l'ajustement de la glace sur la table.

cédé, graduellement amélioré, se résume aujourd'hui dans les opérations suivantes :

La glace, soigneusement nettoyée, est placée dans une position bien horizontale sur une table en fonte. On répand dessus une dissolution étendue de nitrate d'argent ammoniacal et d'acide tartrique. Au bout de vingt-cinq minutes environ, sous l'influence d'une température de 40 à 50 degrés, la couche d'argent s'est formée et elle recouvre entièrement la glace. Celle-ci est inclinée, lavée à l'eau pure, et soumise de nouveau à une opération en tout semblable à la précédente, si ce n'est que l'agent réducteur, l'acide tartrique, s'y trouve en plus grande quantité. Après cela la glace est séchée et la face argentée est recouverte d'une couche de peinture à l'huile au minium.

Les autres fabricants reprochent aux glaces argentées de se tacher et de jaunir. M. Brossette convient que jusque vers 1863 il se produisait effectivement des taches analogues à celles que fait naître l'humidité sur les glaces étamées, mais il nous affirmait que ce défaut était tout à fait prévenu par ses nouveaux perfectionnements. Quant à la teinte un peu jaunâtre, elle pourrait peut être, comme l'a fait remarquer M. Peligot, devenir moins sensible par le choix judicieux du verre, qui est toujours lui-même légèrement et diversement coloré.

ÉTAMAGE DU FER.

L'étamage du fer n'exige pas, comme l'étamage des glaces, le concours du mercure. L'opération s'accomplit, on le sait, en plongeant les feuilles de tôle dans une série de bains formés simplement d'étain en fusion, sur lequel nage une couche épaisse de suif ou de graisse. Néanmoins, quand cette industrie se pratique en grand, elle devient très-malsaine pour les ouvriers, à cause de la forte quantité de vapeurs acres et pénétrantes et même d'acide carbonique

que dégage la graisse fondue. Ces vapeurs sont d'autant plus abondantes que pour le succès même des opérations le suif doit être maintenu à une température voisine de son point d'inflammation ; aussi arrive-t-il fréquemment que les bains prennent feu, ce qui augmente naturellement beaucoup les émanations et remplit les ateliers de fumées épaisses et irritantes.

Le moyen tout naturellement indiqué de prévenir ces inconvénients, c'est de placer les bains sous des hottes pourvues d'une aspiration suffisante. Mais comme il est nécessaire, pour le travail, que les chaudières soient parfaitement découvertes et que rien ne vienne gêner les mouvements rapides par lesquels les ouvriers plongent ou retirent les pièces, il en résulte que les hottes sont toujours à une assez grande hauteur au-dessus des bains et que le tirage est d'ordinaire insignifiant. Toute la difficulté réside donc dans la solution pratique à donner au problème. On peut recommander, sous ce rapport, les nouvelles dispositions adoptées par MM. Japy dans leur grand atelier d'étamage à Voujeaucourt, où l'on ne compte pas moins d'une trentaine de bains en activité et où il est par conséquent d'une extrême importance de se prémunir contre les vapeurs de suif.

On a conservé dans cette usine le principe des hottes de dégagement, mais avec des précautions propres à éviter les inconvénients que nous signalions. En premier lieu on a renoncé à accoupler, comme on le fait habituellement, les chaudières ou creusets deux à deux ou même trois à trois, c'est-à-dire à faire déboucher leurs hottes dans une cheminée commune, parce qu'on a reconnu que les hottes se gênent réciproquement et que l'aspiration des unes nuit souvent à l'aspiration des autres. Pour un motif analogue on a évité de réunir les vapeurs de la hotte avec les flammes du foyer à la base de la cheminée ou à une faible distance de cette base, parce que la grande ouverture laissée à la hotte et le fort volume d'air qu'elle peut dès lors émettre dans la cheminée,

a pour résultat de compromettre le tirage de cette dernière. En conséquence chaque creuset a son foyer, et chaque foyer a sa cheminée propre, laquelle est constituée par un tuyau en tôle de 5 mètres de haut, entouré d'une gaine en briques de 10 mètres. Les flammes du foyer s'échappent par ce tuyau, tandis que les vapeurs de suif, réunies sous la hotte, débouchent dans la gaine par un orifice de 0^m,35 de large, sur 2^m,20 de haut, en sorte que les unes et les autres ne se rencontrent dans l'intérieur de la gaine qu'à l'extrémité du tuyau en tôle, soit à 5 mètres au dessus du creuset. Grâce à cette disposition, le tirage du foyer est maintenu, bien qu'on procure une bonne aspiration à la hotte. En même temps, comme l'introduction violente de l'air extérieur, par les portes ou les croisées, a souvent pour effet de chasser les vapeurs dans l'atelier, on y a substitué une ventilation calme et régulière au moyen de carnaux ménagés sous le plancher avec nombreux orifices. Le plafond, très-élevé, est pourvu, de deux mètres en deux mètres, le long de l'arête supérieure, de cheminées d'appel pour dégager les vapeurs qui pourraient encore s'y amasser. Ces diverses précautions ont eu pour résultat de faire disparaître presque entièrement les irritations de la gorge et des bronches auxquelles les ouvriers étaient fort sujets, et le recrutement de ce personnel est devenu beaucoup plus aisé qu'il ne l'était auparavant.

Une particularité industrielle qui donne lieu au même genre d'inconvénients que l'étamage, c'est le trempage des plumes métalliques. A leur sortie du four à réchauffer, les plumes sont brusquement plongées dans un bain de suif, où elles déterminent, par suite de leur haute température, la formation de vapeurs abondantes. Dans les grandes manufactures ce travail prend de l'importance et il est utile d'y aviser, car il occupe en permanence plusieurs ouvriers.

DORURE ET ARGENTURE DES MÉTAUX.

La dorure et l'argenture par les anciens procédés, c'est-à-dire au moyen du mercure métallique ou des sels de mercure, exposent les ouvriers aux mêmes maladies que l'étamage des glaces, et cela d'autant plus fréquemment que ces opérations, délaissées aujourd'hui par la grande industrie, ne s'accomplissent plus guère que dans de très-petits ateliers ou chez des ouvriers en chambre ; or, on sait que dans ces sortes de locaux, les mesures d'assainissement sont, en général, beaucoup moins bien observées que dans les usines importantes.

L'insalubrité se présente à deux périodes de la fabrication : 1^{re} pendant la préparation et l'application de l'amalgame ou des bains de sel mercurique destinés à fixer l'or et l'argent sur le métal étranger ; 2^o pendant l'élimination, par voie de chauffage, du mercure resté sur la pièce, en combinaison avec l'or ou l'argent. Les précautions à prendre pendant la première période ont plus ou moins d'analogie avec celles que réclame l'étamage ; nous n'y reviendrons pas. Mais c'est surtout pendant la seconde période que les dangers se produisent. Les vapeurs mercurielles se répandent en partie dans l'atelier et atteignent tous ceux qui s'y tiennent. L'ouvrier qui manie la pièce et la frotte pendant qu'elle est au feu, aspire ces émanations en abondance. Tous les soins doivent donc tendre à agencer l'appareil de chauffage de manière à ce que les vapeurs soient directement entraînées au dehors, sans que le travail soit entravé.

Une disposition qu'adoptent les fabricants avisés et dont on peut voir, par exemple, un type chez MM. Bonin et C^{ie}, à Paris, consiste à abriter le fourneau à vaporiser le mercure sous une hotte vitrée, surmontée d'une bonne cheminée de dégagement. L'ouvrier travaille en passant les bras sous le bord de la vitrine qui descend vers le milieu de sa poitrine. Si la

salle est d'ailleurs bien ventilée, l'opération est à peu près exempte de dangers. L'écueil de cette disposition, dans la pratique, c'est que d'un côté, la cheminée manque souvent de hauteur et par suite de tirage, et que, d'un autre côté, l'atelier dont la porte s'ouvre et se ferme continuellement quand on apporte et remporte les pièces, est sujet à des remous d'air qui ont pour effet de refouler les vapeurs hors de la vitrine et de la ramener sous le visage de l'ouvrier.

Le procédé de M. Henry Dufresne, à Paris, serait un bien grand progrès : car il tendrait à supprimer tous les dangers inhérents à la première période des opérations et à diminuer considérablement ceux de la seconde en rendant la friction ou le brossage des pièces inutile. Il repose sur l'intervention de la pile électrique, pour faire l'amalgame mercuriel sur la pièce elle-même au moyen d'un courant, dans des conditions notablement différentes de celles où cet amalgame s'obtient ordinairement. Voici, au surplus, l'indication des opérations. M. Dufresne compose un bain de sel de mercure, complètement basique, au lieu des bains acides usités dans la dorure à la pile, et il y plonge les pièces qu'il recouvre, à l'aide du courant, d'une première couche de mercure. Il les porte ensuite dans un bain très-riche, pour les dorer ou les argenter, et les plonge de nouveau dans le premier bain où il les recouvre d'une deuxième couche. Il ne reste plus qu'à faire évaporer le mercure, ce qui a lieu à un feu de forge, sous un châssis *complètement fermé*, et l'on retire les pièces parfaitement dorées ou argentées, paraît-il, sans qu'il soit nécessaire de recourir à une seule friction ou à un seul brossage. Les ouvriers sont ainsi soustraits à tout contact dangereux, et peuvent même se tenir hors du local pendant que l'évaporation s'effectue.

Les nouveaux procédés dits *galvanoplastiques*, adoptés aujourd'hui par les grandes maisons, font disparaître les dangers précédents, mais en font naître d'autres, à la vérité moins graves. La dorure ou l'argenture à la pile est accom-

pagnée d'un dégagement d'hydrogène mélangé d'une petite proportion d'acide hydrocyanique dont il importe essentiellement de préserver les ouvriers. Mais comme la présence de ceux-ci n'est pas indispensable à l'opération, on atteint facilement le but en recourant à quelque'une des dispositions que nous avons indiquées au chapitre des *procédés généraux*. C'est ainsi, par exemple, que chez MM. Christoffe, à Paris, les appareils électriques de la dorure et de l'argenture sont, pour plus de sûreté, transportés hors des salles et placés dans des cages vitrées, dont la principale, celle de l'argenture, est ventilée par une cheminée de 25 mètres de haut, dans laquelle brûlent 6 becs de gaz. Chez MM. Elkington, à Birmingham, l'isolement est moins parfait, mais les piles à argenter sont reléguées à une extrémité de la salle au dessus de laquelle débouche un ventilateur à colonnes qui entraîne les vapeurs au dessus du toit ¹.

L'industrie dont nous nous occupons comporte une annexe qui, surtout dans les grands établissements, prend une véritable importance pour l'hygiène : c'est le décapage des pièces. Cette opération consiste, comme on sait, à chauffer les pièces dans l'acide nitrique pour les débarrasser des matières étrangères qui pourraient nuire à l'application de l'or ou de l'argent. Elle donne lieu à des dégagements de vapeurs nitreuses qui appellent les mêmes moyens de préservations dont nous avons déjà eu occasion de parler.

ARSENIC ET SES COMPOSÉS

On désigne vulgairement dans les arts sous le nom d'arsenic l'acide arsénieux et quelquefois, mais beaucoup plus

1. Les ventilateurs à colonnes sont, comme on sait, des appareils très-simples consistant en deux colonnes verticales d'inégale hauteur. Une petite différence de hauteur, 1 mètre par exemple, chez M. Elkington, suffit en temps ordinaire pour déterminer une ventilation assez active.

rarement, l'acide arsénique. Les industries qui opèrent sur ces substances sont de trois sortes : 1° celles où l'on fabrique l'acide arsénieux par le traitement des pyrites arsenicales ; 2° celles où l'on convertit l'acide arsénieux en acide arsénique et subséquemment en arsénites et arséniates, entrant dans des compositions diverses ; 3° celles enfin où l'on fait usage de matières préparées à l'aide de ces substances, telles que les étoffes et les papiers peints. Le contact de l'arsenic à ces divers états est extrêmement dangereux : il agit sur l'organisme, soit en s'introduisant dans les voies respiratoires ou se mêlant aux aliments, soit en attaquant les excoriations de la peau ou certaines parties des muqueuses. Dans chacune de ces industries il est donc nécessaire de prendre des précautions spéciales.

Les établissements où l'on extrait l'arsenic des pyrites sont peu nombreux, vu la grande production qu'une vraie usine métallurgique est susceptible de donner par rapport à la consommation qui se fait dans les arts. La principale fabrique est celle de M. Jennings, à Swansea, qui occupe quarante ouvriers. On y grille des pyrites cuivreuses au four à reverbère et l'acide arsénieux volatisé sort mêlé aux flammes du foyer. Pour le recueillir on fait circuler le courant gazeux dans une longue *trainée* ou galerie horizontale de 60 mètres de long, 2 mètres de haut et 2 mètres de large, débouchant à une cheminée haute de 55 mètres. La galerie est percée, de 2 mètres en 2 mètres de distance, d'orifices munis de portes en tôle, hermétiquement lutées pendant le grillage. C'est par ces portes que les ouvriers retirent l'arsenic à la pelle quand l'opération est terminée et la maçonnerie suffisamment refroidie. L'usine est pourvue de deux appareils semblables qui fonctionnent à tour de rôle. L'arsenic recueilli est sous forme de farine blanche. On le livre au commerce soit, comme on dit, *en fleur*, soit à l'état vitreux ; dans le premier cas, on lui fait subir une sublimation dans des fours spéciaux, et dans le second cas une demi-fusion.

Le travail du grillage est sans aucun danger pour les ouvriers, parce que le tirage se faisant bien, aucune émanation ne reflue dans l'atelier. Quant aux gaz sortant de la cheminée, ils contiennent l'arsenic en trop faible proportion et d'ailleurs ils s'échappent à une trop grande hauteur pour qu'on puisse en être incommodé dans l'enceinte de l'usine. Les opérations vraiment malsaines consistent à retirer la poudre de la galerie ou des fours de sublimation, et à la mettre en barils ; aussi s'accomplissent-elles en plein air, afin que les hommes soient moins exposés aux poussières. Ils travaillent avec leur mouchoir noué sur le nez et la bouche. On leur recommande des lavages fréquents, mais il convient de dire qu'ils ne s'y conforment guère. Somme toute, cependant, ils souffrent peu de leur industrie, ce qu'on doit attribuer principalement à ce qu'ils ne sont occupés à la fabrication de l'arsenic que par intermittences : la plus grande partie de leur temps est employée à extraire le cuivre des résidus du grillage. Nous remarquerons d'ailleurs, parce que c'est une condition à rechercher, que l'usine est érigée dans un endroit découvert, exposée aux vents et éloignée de tout obstacle au renouvellement de l'air. Ces circonstances exercent la meilleure influence sur la santé des hommes et combattent activement l'intoxication.

La conversion de l'acide arsénieux en acide arsénique, caractérisée par une abondante production de vapeurs nitreuses, est plutôt insalubre pour le voisinage que pour les ouvriers ; aussi n'en parlerons-nous pas ici. Quant aux industries qui font entrer ces substances dans divers composés, et qui notamment fournissent des couleurs vertes à base d'arsénite de cuivre, elles entraînent pour les travailleurs des manipulations plus ou moins dangereuses. Ils sont, il est vrai, rarement exposés aux poussières, car la matière toxique est ordinairement traitée à l'état pâteux, mais ils ont à souffrir du contact direct. On ne saurait indiquer aucun procédé spécial, et tout se résume aux mesures générales d'hygiène dont nous avons déjà parlé.

Parmi les industries de la troisième sorte, la plus malsaine est celle des fleurs et des feuillages artificiels. Les ouvrières qui s'y adonnent sont non-seulement exposées à l'absorption des poussières et au contact des pâtes vénéneuses, mais elles sont en outre sujettes, par le fait même de leurs occupations, à de fréquentes piqûres et écorchures qui facilitent l'innoculation du poison. Le séchage et le battage, notamment, des étoffes préparées au vert arsenical, font naître ces divers inconvénients. On sait en effet que les toiles, une fois imprégnées de la solution arsenicale, sont mises à sécher sur des cadres en bois garnis de pointes aiguës, auxquels il est très-facile, en les fixant, de se blesser les doigts. Le battage, qui se fait à la main, entraîne, sans parler des poussières, un contact incessant avec la matière toxique. On améliore sensiblement ces deux opérations, d'une part, en recouvrant l'étoffe d'une forte toile par dessus laquelle l'ouvrière effectue son battage, et d'autre part, en espaçant les pointes des cadres, à 6 ou 8 centimètres les unes des autres, de façon à ce qu'avec un peu de soin la main puisse passer entre elles sans risquer d'être égratignée. Nous ne parlons pas de plusieurs autres détails tels que le calendrage, le découpage, le dédoublement etc., qui amènent également un contact perpétuel avec la poudre ou la pâte arsenicale. Dans ces diverses opérations on combat plus ou moins le mal par un ensemble de soins hygiéniques, parmi lesquels nous citerons spécialement l'usage de la poudre de talc pour se frotter les mains et mettre ainsi obstacle à l'absorption de l'arsenic par les pores. Les patrons, de leur côté, peuvent atténuer considérablement les dangers que courent leurs ouvrières, en n'employant jamais le vert arsenical en poudre, mais en l'achetant tout broyé et mélangé avec de l'huile de lin. On sait aussi qu'en incorporant le collodion avec les sels d'arsenic, on en rend l'usage beaucoup plus inoffensif¹.

1. Nous ne nous étendons pas davantage sur ce sujet, malgré son

SÉCRÉTAGE DES PEAUX, ARÇONNAGE.

Le secrétage des peaux destinées à la fabrication des chapeaux de feutre n'est pas une opération très-malsaine par elle-même, malgré l'emploi du nitrate de mercure ; car, s'il se développe quelques vapeurs dans les séchoirs, il est vrai de dire que les ouvriers y pénètrent rarement. Mais le coupage et l'arçonnage des poils, qui font suite au secrétage, donnent lieu à la production d'une poussière mercurielle éminemment insalubre. Aussi les ouvriers qui accomplissent ces dernières opérations sont-ils, comme ceux de l'étamage et de la dorure, sujets au tremblement mercuriel, indépendamment des phthisies pulmonaires que détermine l'introduction des débris organiques dans les voies respiratoires.

Les dangers inhérents au coupage et à l'arçonnage ont été considérablement atténués dans la fabrique de M. Donner, à Francfort. Le coupage des poils ne s'y effectue plus à la main, ainsi que cela se pratique encore dans un trop grand nombre de maisons ; on y a substitué une coupeuse mécanique à la vapeur. La peau, poussée par l'ouvrier, s'engage entre des cylindres qui, en même temps qu'ils la découpent en fines lanières, ont un mouvement de rotation assez rapide pour entraîner tous les poils et les poussières et les précipiter du côté opposé à l'ouvrier, dans une caisse hermétiquement close. Cette dernière particularité constitue une notable amélioration par rapport aux machines ordinaires, lesquelles sont manœuvrées à la main et laissent échapper dans la salle les matières susceptibles de voltiger.

extrême importance, parce que les moyens d'assainissement adoptés jusqu'ici n'ont pas à vrai dire le caractère de procédés techniques. Ce sont plus exactement de simples mesures de prudence, connues d'ailleurs de la généralité des fabricants. (Voir pour plus de détails les ouvrages spéciaux et entre autres le *Traité d'hygiène* de M. le Dr Vernois qui a consacré à cette question un article fort intéressant).

L'arçonnage à la corde est remplacé par deux opérations également mécaniques et à peu près exemptes d'inconvénients. Les poils passent successivement à travers huit machines cardeuses, renfermées dans une longue caisse en bois dont la face supérieure est formée par une toile métallique serrée. La plus grande partie des bourres et poussières se fixe dans le treillage, qu'on nettoie de temps en temps. Une certaine proportion de poussières se répand bien encore dans l'atelier, mais elle est infiniment moindre que par le procédé ordinaire, et, en outre, se trouve bien plus éloignée des ouvriers. L'opération suivante, ou soufflage des poils, qui a pour objet de les emmêler et de produire un commencement de feutrage, est accomplie à l'aide d'une ventilation énergique qui s'exerce dans une gaine horizontale en bois, de 80 centimètres de large, 12 à 15 centimètres de haut et 10 à 12 mètres de long. Les poils refoulés dans ce canal y subissent le mélangeage et sortent, à l'extrémité, par une cheminée verticale qui débouche dans une caisse suivie de trois autres. La dernière est fermée par un grillage métallique serré qui retient les poils et laisse échapper l'air ainsi que la partie la plus fine de la poussière, qui ne s'est pas fixée entre les mailles de la toile. Cette poussière est, du reste, en faible proportion, par suite du nettoyage qui a précédé, et, en tous cas, elle se dégage à une grande distance de l'ouvrier qui charge la machine à l'autre extrémité.

Ces procédés perfectionnés sont en voie de se répandre dans les grandes maisons françaises. On en peut voir de bonnes applications chez divers fabricants de Paris, entre autres chez MM. Laville, Petit et Crespin, dont la chapellerie est une des plus importantes de France.

Nous signalerons un dernier détail, relevé dans la fabrique de madame veuve Vallagnosc, à Marseille, et qui nous a paru intéressant : il est relatif au décatissage des peaux secrétées et séchées. Ce travail, qui précède le coupage à la machine, se fait généralement à la main, au moyen d'une brosse tenue

par l'ouvrier. Il se produit là des poussières mercurielles en proportion assez notable. Chez madame Vallagnosc on emploie une machine dite *brosseuse*, consistant en un cylindre brossier analogue à celui des nouvelles *balayeuses* qu'on vient d'introduire à Paris. L'appareil est contenu dans une enveloppe ; les poussières sont aspirées par un ventilateur et envoyées dans un compartiment situé à l'arrière, d'où on les retire de temps en temps.

PRÉPARATION DES TABACS.

La préparation des tabacs comprend diverses opérations insalubres, dont les principales ont été assainies avec beaucoup de succès, dans ces dernières années, par les ingénieurs des manufactures de l'État. Nous décrirons les procédés adoptés, bien qu'en France cette industrie ne soit pas dans le domaine public, parce qu'à l'étranger il en est autrement et que d'ailleurs les mêmes appareils peuvent trouver leur application dans d'autres industries.

La torréfaction du tabac haché ou tabac à fumer est accompagnée d'un dégagement abondant de vapeurs ammoniacales et nicotineuses. Il n'y a pas longtemps, ce travail s'accomplissait exclusivement sur des plaques de tôle chauffées ; les ouvriers à moitié nus, debout sur le bord de ces plaques, agitaient incessamment la matière et en aspiraient toutes les émanations. Cette méthode vicieuse est peut-être encore en vigueur dans quelques manufactures ; mais à Paris, Lille, Strasbourg, Marseille, Toulouse, etc., on y a substitué les nouveaux torréfacteurs mécaniques (Pl. VI, fig. 4) du système Rolland ¹, qui suppriment tous les inconvénients observés. Nous ne pouvons décrire ici tous les détails de cet appareil ingénieux, qui, en dehors de la ques-

1. M. Rolland, nous l'avons dit, est actuellement Directeur général de l'administration des Manufactures de l'État.

tion de salubrité, avait à satisfaire à une foule de conditions techniques, telles que l'uniformité de température, le brassage sans brisures des filaments de tabacs, la continuité de la marche, etc ; nous devons nous borner à notre objet.

L'appareil de M. Rolland consiste essentiellement en un cylindre rotatif, chauffé extérieurement par le rayonnement du foyer, et en outre traversé intérieurement par un courant d'air chaud. La matière entre et sort aux extrémités, par l'intermédiaire de trémies à soupapes, qui restent fermées dans l'intervalle des passages. La circulation du tabac dans le cylindre est déterminée par la rotation même de celui-ci, grâce aux nervures hélicoïdales très-allongées dont sa surface intérieure est armée et qui forcent la matière à avancer en tournant. L'air chaud, qui parcourt vivement le cylindre dans sa longueur, s'échappe par la cheminée en emportant toutes les vapeurs et les poussières produites par la torréfaction.

Le séchage du tabac torréfié, qui engendrait des inconvénients analogues, quoique moins intenses, s'effectue maintenant dans des cylindres rotatifs, dus au même inventeur. L'air et les poussières sont aspirés par un ventilateur mécanique qui les envoie dans une cheminée en leur faisant traverser une chambre spacieuse où les poussières se déposent.

Le râpage du tabac à priser, ainsi que les opérations qui s'y rattachent, ont lieu dans des appareils parfaitement clos, qui préservent convenablement les ateliers. Quelques autres travaux de la même industrie, présentant une certaine incommodité, n'ont pas été l'objet de procédés spéciaux. De ce nombre sont : l'*épouillage* ou ouverture des balles et boucauts de tabacs ; la démolition des *masses* ou tas de première fermentation ; la vidange des *cases* ou tas de deuxième fermentation. La première de ces opérations détermine des poussières et les deux autres peuvent faire naître le danger d'asphyxie. On se borne à faire relayer les

ouvriers très-fréquemment ; dans les cases, pas exemple, ils ne séjournent qu'environ une demi-heure de suite.

En ce qui concerne la salubrité générale des salles, de grandes améliorations, on l'a vu, ont été introduites depuis quelques années par l'administration des tabacs ; nous ne pouvons à cet égard que renvoyer à ce qui a été dit dans le chapitre précédent sur la ventilation des ateliers.

SULFATE DE QUININE.

On connaît le mal singulier auquel sont sujets les ouvriers qui travaillent la quinine, mal dont la médication spéciale est encore à trouver ¹. L'assainissement de la fabrication est donc doublement désirable.

Dans la préparation de la quinine toutes les opérations

1. Il consiste en une éruption sur la peau et en des démangeaisons parfois si insupportables qu'on a vu le patient chercher à attenter à ses jours. La cause de ces phénomènes est encore controversée : quelques-uns l'attribuent à des aiguilles très-ténues qui volent dans l'atmosphère des fabriques de quinine, par suite du maniement et du broyage des écorces de quinquina, et qui pénétreraient dans les pores de la peau. Mais cette explication rend difficilement compte de ce qui s'observe dans les ateliers où l'on se borne à évaporer les solutions. Au surplus, la maladie se contracte dans les conditions les plus bizarres et atteint souvent des personnes même étrangères à la fabrication. « Il suffit quelquefois, nous disait M. Armet de Lisle, le grand fabricant de Nogent-sur-Marne, de stationner dans l'usine pour contracter la maladie ; » et, à ce propos, nous ne pouvons résister au désir de transcrire ci-après la note qu'il nous a remise et qui relate des faits curieux, que nous croyons inédits :

« De trois frères du même père et de la même mère, l'un, l'ainé, « reste dix ans sans rien avoir ; le plus jeune, depuis trois ans, n'a pas « encore été atteint ; le second attrape la maladie au bout d'un mois, « quitte la fabrique et reste un an ou quinze mois sans vivre avec ses « frères. Au bout de ce temps, donnant la main à un voiturier de l'usine « pour décharger une voiture de toiles (enveloppes des ballots de quinquina, il est repris de la maladie, qui le tient huit jours au lit avec les « yeux fermés.

« Une servante travaillant près de l'usine, est forcée de quitter la « maison.

« Plusieurs ouvriers prenant des vêtements ou des outils de leurs

sont dangereuses, mais plus particulièrement le broyage et le tamisage de l'écorce de quinquina, ainsi que la purification du sulfate brut. Les poussières dans un cas et les vapeurs dans l'autre produisent des effets analogues. La grande usine de M. Zimmer, à Sachsenhausen, près de Francfort, offre, sous ces divers rapports, des perfectionnements du plus haut intérêt. Pour le broyage, les précautions introduites par M. Zimmer sont bien simples : les écorces sont humectées d'eau sous la meule ; les matières broyées tombent dans une caisse où une chaîne à godets les reprend et les déverse dans un blutoir renfermé dans une enveloppe bien close ; enfin la poudre tamisée est précipitée dans des caves où sont établis tous les appareils d'extraction. Les ouvriers se trouvent ainsi à peu près soustraits au contact des substances. La purification du sulfate brut se pratique également dans de bonnes conditions. Les cuves à évaporer, au lieu d'être, comme chez d'autres fabricants, placées dans l'atelier commun, où leurs vapeurs agiraient sur un grand nombre d'ouvriers, elles sont enfermées dans un local distinct, et fonctionnent sous une hotte pourvue d'une bonne cheminée d'aspiration.

L'extraction, bien que moins dangereuse que les opérations précédentes, n'est cependant pas inoffensive. Sans entrer dans le détail chimique des procédés employés par M. Zimmer, procédés qu'il désire tenir secrets, nous pouvons dire que, contrairement à ce qui a lieu dans les autres établissements, tous les appareils sont parfaitement clos, et le travail marche automatiquement, sans l'intervention de l'ouvrier. Une fois le chargement effectué, l'opération est

« camarades, sont malades, pour deux, trois et quelquefois huit jours. »

« Un ancien ouvrier passant sur la berge, l'usine étant ouverte, est repris de la maladie pendant deux ou trois jours. »

Les établissements où l'on prépare en grand le sulfate de quinine sont peu nombreux. On n'en compte, croyons-nous, que quatre dans le monde, dont trois en Europe, savoir : à Nogent-sur-Marne, à Londres et à Francfort ; et le quatrième à New-York.

abandonnée à elle-même jusqu'au moment où l'on vient retirer le produit ; aussi l'atelier est presque toujours désert. Quant à la salle de distillation, elle est admirablement installée. Tous les joints des appareils sont fermés avec un tel soin qu'on ne sent aucune odeur, et pour prévenir toute chance d'incendie, les becs de gaz qui éclairent la salle envoient leurs flammes dans des tuyaux débouchant au dessus du toit. En somme, la fabrique de M. Zimmer paraît être la mieux tenue de l'Europe, au point de vue de la salubrité ; les maladies y sont devenues très-rares ¹.

Chez MM. Howards et fils, à Stratford, près Londres, l'assainissement est beaucoup moins complet. Certains détails sont cependant bons à signaler.

La pulvérisation du quinquina a été l'objet de deux mesures de précaution : l'une que nous avons déjà fait connaître, consistant à injecter de la vapeur d'eau sous la meule ; l'autre, à faire porter aux ouvriers des *respirateurs* formés d'une couche de chanvre enfermée entre deux toiles ². Pour la préparation proprement dite du sulfate, aucun moyen spécial n'est en vigueur ; on se borne à recommander les lavages et à faire prendre des bains fréquents aux ouvriers, particulièrement à ceux qui s'occupent de transvaser les liqueurs, car c'est à ce moment que les vapeurs engendrent le plus d'accidents. Enfin la concentration du sulfate, qui est une des particularités les plus dangereuses, s'effectue dans des vases clos, munis d'un tube de dégagement qui emporte les émanations au dehors. D'une manière générale on veille au régime de l'ouvrier. Dès que le moindre symptôme trahit

1. M. Zimmer conteste même en grande partie l'insalubrité de la fabrication de la quinine ; il en attribue surtout les effets aux vapeurs d'alcool provenant de la distillation, mais cette opinion est loin d'être d'accord avec celle des fabricants de Londres et de Nogent et nous sommes tenté, pour notre part, de croire que M. Zimmer a été induit en erreur par le succès même de ses méthodes d'assainissement.

2. Les mêmes respirateurs sont employés dans cette usine pour la fabrication du tartrate d'antimoine.

l'approche de la maladie, MM. Howards lui font interrompre son travail et le forcent à s'absenter de l'usine, ou bien ils l'occupent aux travaux du dehors. De tous les moyens, celui que l'expérience a constamment révélé le plus efficace, c'est l'éloignement immédiat des lieux soumis à l'influence de la fabrication. Un congé de quelques jours, dès le début, arrête souvent des phénomènes qu'aucun traitement médical n'eût pu combattre.

M. Armet de Lisle, à Nogent, est arrivé aux mêmes conclusions, et il applique, avec plus de sollicitude encore que MM. Howards, des précautions analogues.

PRÉPARATION DES BOYAUX, SOUFFLAGE.

Ces opérations sont incommodes et même malsaines. Pour prévenir les plaintes du voisinage, on a soin le plus souvent de maintenir fermées les portes et les fenêtres des ateliers, en sorte que les ouvriers vivent dans une atmosphère des plus nauséabondes. En outre le soufflage fatigue la poitrine et occasionne parfois des ulcères, par suite du contact des lèvres avec des matières impures.

Indépendamment de tout procédé spécial, les inconvénients sont beaucoup diminués par la propreté générale de l'usine et par l'emploi d'une grande quantité d'eau. A ce point de vue on peut citer la fabrique de cordes harmoniques de M. Savaresse, à Grenelle (Paris), comme un modèle. Les opérations s'y exécutent dans des *grésalles* ou terrines en grès, dont les parois lisses ne retiennent aucun débris organique. Une machine à vapeur fournit une eau abondante qui permet de vider les terrines plusieurs fois par jour et de laver continuellement les tables de travail. Les parquets bitumés et en pente assurent le prompt écoulement de tous les résidus. Mais ces moyens, quelque précieux qu'ils soient, sont loin de suffire dans les établissements où l'on prépare les boyaux de bœuf pour la charcuterie et autres usages sem-

blables. Le nettoyage et le soufflage, notamment, nécessitent le concours de procédés spéciaux.

Le nettoyage ou préparation de la membrane péritonéale, dont une partie seulement a été enlevée par le dégraissage à l'abattoir, s'exécute ordinairement à la suite d'une fermentation putride qui constitue un des détails les plus repoussants de cette industrie. Cette macération, dont la durée varie de huit jours à un mois selon la saison, a pour objet de décomposer en partie la muqueuse et de la rendre moins adhérente, afin que les ouvriers puissent la détacher sans risquer de nuire à la qualité des boyaux. Quelques industriels commencent à adopter le procédé Labarraque, consistant à immerger les intestins dans une solution de chlorure de soude, ce qui dispense de toute fermentation putride. La fabrique de MM. Monnier et Dutrypon, à Eysines (Gironde), remarquable d'ailleurs par l'ordre et la propreté qui y règnent, marche dans ces conditions depuis trois ans. Aujourd'hui quelques heures suffisent pour accomplir le ratisage des boyaux ¹.

M. Fabre, à Grenelle, (dont la boyauderie n'a pas été autorisée à cause des oppositions du voisinage) a marché pendant quelque temps, d'une manière très-satisfaisante, sans fermentation ni emploi de chlorures alcalins. Il immergeait les boyaux de bœuf dans des cuves d'eau tiède à la température de 35 degrés environ. Au bout d'une heure et demie ou deux heures, les femmes les retournaient et détachaient les membranes ². Mais ce procédé ne saurait s'appliquer aux boyaux

1. Le conseil d'hygiène publique de la Gironde est tellement convaincu de la supériorité de ce procédé, qu'il le rend maintenant obligatoire. Ainsi un arrêté du 17 juin 1864, relatif à la boyauderie de madame veuve Chrétien, porte la clause suivante :

« Art. 10. — Lorsque les boyaux auront été dégraissés et retournés, on
« emploiera du chlorure de soude à 12 ou 13 degrés, à dose de 1.500
« grammes dans deux ou trois seaux d'eau pour un tonneau renfermant
« les intestins grêles de 50 bœufs. »

2 M. Fabre prétend que la fermentation putride des boyaux de bœuf

de mouton, dont le diamètre est trop petit pour qu'on puisse les retourner sans dommage.

Chez MM. Monnier et Dutripon, le soufflage a été l'objet d'un grand perfectionnement. Il se pratique maintenant, non plus à l'aide du morceau de roseau que l'ouvrier introduit dans la base de l'intestin pour y insuffler l'air avec sa bouche, mais au moyen de gros soufflets mus avec le pied à l'instar des meules de remouleurs. Un mode semblable a été mis en usage par M. Boyer, à Saint-Étienne du Rouvray (Seine-Inférieure).

M. Brimbœuf, à Issy, se disposait, quand nous l'avons vu, à introduire plusieurs améliorations dans l'importante boyauderie qu'il possède au bord de la Seine. Le soufflage devait s'exécuter à la mécanique au moyen de chalumeaux desservis par un ventilateur, et l'atelier devait être aéré artificiellement de manière à rejeter les vapeurs au dessus du toit¹. Ce double moyen d'assainissement est à recommander dans tous les établissements similaires.

. TANNAGE DES CUIRS.

L'insalubrité de ce travail est une question encore controversée. D'après MM. Pécholier et Saint-Pierre, professeurs agrégés à la Faculté de médecine de Montpellier, l'industrie de la tannerie serait même, dans son ensemble, plutôt favorable que nuisible à la santé des ouvriers². Il n'en reste

n'a d'autre but que d'économiser un peu de main-d'œuvre en rendant le grattage plus expéditif. C'est une erreur, selon lui, de croire que le boyau fermenté est plus fin : loin de là, il est quelquefois altéré et conserve presque toujours de mauvaises odeurs. Ce qu'on peut alléguer en sa faveur, c'est qu'il est moins épais, mais la différence est insignifiante et n'a d'ailleurs aucun intérêt. M. Fabre n'admet l'utilité de la fermentation que pour les boyaux de mouton.

1. M. Brimbœuf nous a informé qu'il avait effectivement réalisé ces améliorations.

2. Voir *l'Étude sur l'hygiène des ouvriers peaussiers du département de*

pas moins quelques détails fort incommodes, sinon malsains, tels que l'ébourrage, l'écharnage et une opération positivement insalubre, de l'avis de ces hygiénistes eux-mêmes, celle du broyage du tan, quand elle n'est pas effectuée avec tous les soins convenables.

L'ébourrage ou épilage qui s'exerce sur les peaux une fois chaulées met les ouvriers en contact prolongé avec la chaux ; leurs mains se gercent profondément, et il en résulte parfois de véritables ulcères que le voisinage des matières putréfiées peut rendre dangereuses. Ce travail est assaini au moyen du *tonneau purgeur*, dont l'emploi commence à se répandre dans les grandes tanneries, par exemple, chez M. Pelletreau, à Château-Renaud (Indre-et-Loire), chez M. Leroux, à Rennes, etc. Les peaux sont agitées et lavées dans cet appareil pendant une heure et demie et abandonnent toute leur chaux ainsi qu'une partie des poils.

L'écharnage se pratique le plus souvent sur des billots en bois qui retiennent des débris organiques et exhalent perpétuellement une odeur de fermentation. Une disposition simple consiste à les recouvrir de feuilles de zinc. Mais un moyen beaucoup plus radical, s'il parvenait à réussir, serait la suppression même du nettoyage des cuirs à la main. Tel est le but poursuivi par un habile tanneur de Namur, M. Piret-Pauchet, lequel faisait construire récemment une machine

l'Hérault, 1864. Nous en reproduisons les principales conclusions, déduites de l'observation d'un grand nombre de faits :

« Une forte constitution, une grande vigueur, un tempérament sanguin
« ou bilioso sanguin, une complexion robuste, une taille droite, des traits
« mâles, un teint frais, de larges épaules, un embonpoint modéré, une
« longévité remarquable, tel est le type ordinaire des ouvriers tanneurs
« de notre département.

« Les relevés statistiques faits par nous à Aniane nous ont démontré
« que sur 90 adultes morts du choléra, 11 seulement étaient tanneurs ;
« tandis que le chiffre total des tanneurs est à celui des adultes dans le
« rapport de un à quatre. Les chances de mort pendant cette épidémie ont
« donc été moitié moindres que pour les autres habitants. »

destinée à accomplir cette partie si délicate du travail de l'ouvrier. C'est une indication bonne à connaître des industriels.

Quant au broyage du tan, dont l'insalubrité, disions-nous, n'est contestée par personne, l'on a vu, au chapitre des moyens généraux, comment il peut être rendu à peu près inoffensif.

COUTELLERIE, TAILLANDERIE, ETC.

Le repassage ou aiguisage des lames et des outils expose les ouvriers qui s'y adonnent à diverses sortes d'affections. Il y a lieu de distinguer, suivant que l'opération se pratique à sec ou avec le concours de l'eau.

Quand l'opération a lieu à sec, ce qui est le cas général en Angleterre, les poussières de grès et d'acier dégagées de la meule attaquent promptement les organes respiratoires; les maladies qui en résultent alors sont très-graves et finissent toujours par être mortelles. A une certaine époque les maîtres de fabriques anglais, frappés de cette situation, voulurent faire porter à leurs hommes des masques magnétiques. Mais des difficultés s'étant élevées sur le mode de paiement, et sans doute aussi l'appareil étant peu commode, ces masques furent abandonnés ¹. Après quelques autres essais également malheureux, on en est arrivé au système très-simple qui depuis une quinzaine d'années se généralise chaque jour davantage dans le Royaume-Uni. Ce système, dont nous avons vu une excellente application dans les grands établissements de MM. Rodgers et fils, à Sheffield, consiste à engager la partie antérieure de la meule dans l'orifice d'un

1. Ces masques étaient faits en toile métallique et étaient assez semblables à ceux dont se servent les maîtres d'armes. Le fil de fer, par suite de son aimantation, arrêtait les parcelles d'acier qui se fixaient contre le masque; mais les poussières siliceuses pouvaient passer à travers les mailles, en sorte que le mal n'était prévenu qu'en partie. En outre la toile s'encrassait et par suite empêchait la circulation de l'air : il fallait constamment la nettoyer à cause de l'abondance des dégagements.

tuyau communiquant avec un ventilateur à palettes. L'ouvrier étant placé de l'autre côté de la meule et en face de cet orifice, les poussières qu'il produit pendant le repassage s'échappent tangentiellement et se dirigent vers le tuyau qui les aspire vivement dans l'intérieur. Dans certains ateliers, au lieu de ventilateurs, on utilise pour le même objet le tirage de la grande cheminée des chaudières ; mais, selon une remarque antérieure, le premier moyen est préférable comme étant à la fois plus énergique et plus régulier.

Dans plusieurs taillanderies de la Franche-Comté, notamment chez MM. Peugeot frères, à Valentigney, près Montbéliard, on a installé des ventilateurs du genre des précédents. D'autres fabricants, tels que M. Japy, se servent de meules artificielles en émeri et gomme laque, qui donnent moins de poussière, mais offrent d'autres inconvénients, par exemple, celui d'éclater fréquemment. Dans les ateliers de la marine, à Brest, le repassage des scies se fait au moyen de petites meules artificielles mobiles que l'ouvrier promène sur chaque dent pour lui donner l'inclinaison voulue. La meule est entourée d'une enveloppe en fer-blanc, qui supporte à la partie inférieure une plaque en verre, dont la destination est à la fois d'éloigner les poussières et d'adoucir l'éclat des étincelles.

Dans la coutellerie française, aussi bien que dans la coutellerie allemande, le mode universellement adopté est le repassage à la voie humide ¹. Tantôt la meule est continuellement humectée par un filet d'eau, tantôt elle appuie par sa partie postérieure contre un tampon mouillé ou bien elle plonge dans un baquet ; dès lors les poussières sont à

1. Les ouvriers français ont une répugnance bien prononcée pour le repassage à sec, quoique le travail soit plus rapide, et qu'ils soient payés à la pièce. M. Mermillot, à Châtellerauld, avait fait monter une meule anglaise avec ventilateur, mais les hommes ont refusé de s'en servir. MM. Anfrie, à l'Aigle, ont dû, pour le même motif, renoncer à une installation semblable pour l'aiguillage des aiguilles.

peu près supprimées¹. Mais par contre l'ouvrier est exposé aux maladies qu'engendre le contact permanent de l'eau et aucun procédé spécial n'est en usage pour les prévenir. Les poussières se produisent, bien qu'à de rares intervalles, quand on procède au retailage des meules. Cette opération qui, d'ordinaire, passe presque inaperçue, prend une certaine importance dans les ateliers où il faut conserver exactement aux meules un certain profil, comme dans les manufactures d'armes ; le *riflage*, qui consiste à rafraîchir les cannelures, se pratique alors à peu près chaque jour et sur toutes les meules à la fois. Il se produit conséquemment pendant environ une demi-heure, une poussière très-abondante qu'on ne peut respirer impunément. Pour y obvier, à Châtellerault, les meules sont en partie renfermées dans des enveloppes en bois qui communiquent avec un conduit souterrain à l'extrémité duquel agit un ventilateur puissant. Celui-ci, mis en mouvement pendant la durée du riflage, aspire toutes les poussières et les rejette sur la Vienne.

Mais il existe, indépendamment du mode d'aiguisage, une cause grave de maladie : nous voulons parler de l'habitude prise par les ouvriers, dans les principaux centres de coutellerie, de faire le repassage en se tenant couché sur la poitrine, de façon que le corps appuie de tout son poids sur la meule placée au dessous. Il y a tel aiguisage de lames pendant lequel on voit par moments le corps de l'ouvrier se soulever en entier et porter exclusivement sur la pointe des pieds et sur l'outil pressé contre la meule. Il paraît certain que de cette façon le travail marche plus rapidement et que

1. La suppression des poussières n'est pas cependant, à ce qu'il paraît, aussi complète qu'on le croit généralement. Il résulte d'une enquête récemment faite en Angleterre sur les manufactures de Birmingham, que même avec l'eau les poussières peuvent, à la longue, devenir dangereuses ; aussi les commissaires recommandent-ils en ce cas, comme dans le repassage à sec, l'emploi de ventilateurs.

l'ouvrier gagne davantage, mais il achète durement ce surcroît de salaire par la déformation de la poitrine qui en est presque toujours la conséquence. Cette fâcheuse pratique est en vigueur chez les 16 ou 1.700 émouleurs de Thiers, à Langres, à Nogent, etc. — Les fabriques de Châtellerault ont eu le bon esprit d'y renoncer, et la maison Charrière, à Paris, revendique la louable initiative d'avoir réformé ce travail.

AIGUILLES ET ÉPINGLES.

Les manufactures d'aiguilles présentent des inconvénients analogues à ceux des ateliers de coutellerie. L'aiguillage ou empointage des aiguilles n'est en effet guère moins malsain que le repassage des outils. Quand l'ouvrier appuie sur la meule les cent aiguilles qu'il tient à la fois dans sa main, il se produit des gerbes d'étincelles et une poussière d'autant plus dangereuse qu'elle est plus fine.

Depuis sept ou huit ans, MM. Thomas et fils de Redditch, près de Birmingham, dont la manufacture modèle livre à la consommation plus de 200 millions d'aiguilles par an, ont donné l'excellent exemple d'une disposition basée sur le principe de Sheffield (Pl. XV, fig. 1 et 2). Toute la moitié antérieure de la meule est prise dans une enveloppe en fer-blanc, qui communique avec un fort ventilateur à vannes dont l'aspiration ne laisse échapper aucune poussière. Ce mode d'assainissement commence à se répandre dans les fabriques du Royaume-Uni.

Mais c'est surtout en Allemagne que l'on a introduit des perfectionnements. Dans le district d'Aix-la-Chapelle, par exemple, où la fabrication des aiguilles est très-considérable, l'aiguillage donnait lieu, il y a une vingtaine d'années, à de tels accidents que l'attention des pouvoirs publics fut appelée sur cette opération, en même temps que les patrons se voyaient menacés de manquer de bras. Aussi un règlement

de police vint-il interdire l'aiguisage à la main, sauf le cas où les meules seraient pourvues de bons ventilateurs. Cette mesure, sérieusement appliquée, a provoqué de nombreux procédés d'assainissement parmi lesquels nous signalerons les quatre suivants.

Le premier consiste à adapter un ventilateur sur la meule ordinaire, l'aiguisage étant comme précédemment pratiqué à la main. C'est, sous des formes diverses, le système que nous venons de décrire en Angleterre.

Deux autres procédés, plus parfaits, conservent le ventilateur mais remplacent l'aiguisage à la main par l'aiguisage mécanique. Les machines qui réalisent cet objet sont de deux types différents, l'un dû à M. Schleicher, l'autre à M. Neuss. Le principe en est d'ailleurs le même : les aiguilles sont appliquées sur la meule, dans une position analogue à celle que leur donne la main de l'ouvrier, et roulent dans le sens de son épaisseur, de manière à ce qu'arrivant d'un côté elles sortent terminées de l'autre. Dans la machine Schleicher ce résultat est obtenu au moyen de deux meules à angle droit, frottant l'une contre l'autre; dans la machine Neuss, au moyen d'une seule meule sur laquelle appuie une bande de gutta-percha. Avec les unes comme avec les autres les poussières sont entraînées dans une enveloppe à l'aide d'une forte aspiration¹. Un grand nombre de fabricants ont cessé d'aiguiser eux-mêmes, et livrent à façon leurs aiguilles à M. Schleicher, qui a monté une grande maison d'aiguisage à Schonthahl, près Langerwehr. Les machines de M. Neuss fonctionnent dans plusieurs fabriques, notamment dans celle de M. Printz, à Borcette, une des plus considérables du district d'Aix-la-Chapelle.

Le quatrième système diffère complètement des précédents,

1. Ces deux types, bien connus en Allemagne, sont suffisamment désignés par les noms de leurs inventeurs pour que nous n'ayons pas besoin d'en donner ici la description détaillée. Tous les industriels qui voudraient faire usage de ces machines sauraient où se les procurer.

en ce qu'il supprime les poussières elles-mêmes, et par suite rend la ventilation superflue. Les meules en grès sont remplacées par de petits tambours en acier dont la surface est rayée en limes. Les aiguilles sont introduites à la main sous le tambour et disposées sur un plan d'acier. Le mécanisme est combiné de telle façon que les tambours cessent de tourner aussitôt que les aiguilles sont terminées. Cette ingénieuse machine, due à M. Joseph Graf, sous le patronage de M. Printz, offre le triple avantage de supprimer comme nous avons dit, la poussière, de prévenir l'échauffement des aiguilles et d'annuler le déchet. Mais elle a l'inconvénient de produire beaucoup moins dans un temps donné; ainsi elle ne fait qu'une fois et demie le travail d'une meule à la main, tandis qu'une machine Neuss, par exemple, fait celui de cinq meules. Il est juste d'ajouter que la machine Graf est à son début et n'a sans doute pas dit son dernier mot.

Nous sommes entré dans ces détails parce que la fabrique française, moins importante, il est vrai, que celle de l'étranger, est encore peu avancée sous le rapport de l'assainissement. Le principal perfectionnement jusqu'ici a consisté, comme pour la coutellerie à sec, à remplacer les meules en grès par des meules artificielles qui développent, on le sait, moins de poussière, mais sont sujettes à éclater. Ce dernier inconvénient est assez grave pour que dans diverses maisons on ait dû se préoccuper d'y remédier. La précaution la plus usitée est celle qu'emploient MM. Anfrie et C^{ie}, à l'Aigle (Eure). Ils protègent leurs hommes au moyen d'une plaque en fonte nommée *garantie*, placée entre l'ouvrier et la meule, et qui en même temps a l'avantage d'intercepter une partie des poussières.

L'aiguillage des épingles présente des inconvénients de deux natures, selon qu'il s'agit d'épingles en fer et en acier, ou d'épingles en cuivre et en laiton. Pour les premières, les dispositions à prendre sont les mêmes que pour les aiguilles,

et c'est encore à l'étranger qu'il faut en rechercher les meilleurs types. Ainsi chez M. Schumacker, à Aix-la-Chapelle, où l'industrie des épingles à cheveux et à châles a pris un très-grand développement, toutes les meules sont munies de ventilateurs qui agissent à l'instar des précédents. A propos de cette fabrication nous ferons une remarque qui intéresse l'hygiène par un autre côté. Les épingles à cheveux ou à châles d'espèces communes sont en général pourvues d'une tête en verre dont la confection occupe un grand nombre d'ouvrières (une soixantaine chez M. Schumacker). On les voit rangées autour des tables, dans une salle obscure, et dirigeant leurs chalumeaux à gaz pour fondre le verre et façonner les têtes. Indépendamment de la fatigue de la vue, les ouvrières sont exposées à respirer un air vicié par la multitude des becs de gaz et par les émanations de la matière en fusion. Il est donc indispensable d'entretenir dans de tels ateliers une ventilation très-active et en outre d'interrompre de temps en temps le travail par des repos au grand air.

La confection des épingles en cuivre et en laiton engendre tous les inconvénients inhérents au maniement des substances cuivreuses. Les ouvriers sont donc tenus aux soins hygiéniques usités en pareil cas. En outre l'empoi- tage engendre, comme précédemment, des poussières insalubres. Mais la nature beaucoup plus malléable du métal a permis un mode d'assainissement radical que ne comportent pas au même degré les aiguilles ou les épingles en acier. Il consiste dans la suppression même de tout travail à la main au moyen des nouvelles machines dites américaines. Ces machines, qu'on a pu voir figurer aux dernières expositions et qui sont aujourd'hui connues, au moins de toutes les personnes engagées dans cette industrie, fonctionnent déjà dans quelques grands établissements de France et de l'étranger. Nous citerons notamment la fabrique de Liège, en Belgique, et la maison A. Romeu, à Paris, qui occupe dix

machines. Ces ingénieux appareils, dans la description desquels il serait superflu d'entrer, accomplissent d'eux-mêmes toutes les opérations nécessaires à la confection de l'épingle ; ils prennent le laiton enroulé sur la bobine et le rendent sous forme d'épingles parfaitement terminées, pourvues de leur tête et de leur pointe. La façon de la pointe ou l'aiguillage proprement dit s'opère entre de petits tambours à limes renfermés dans une caisse bien close, en sorte qu'aucune poussière ne vient au dehors. L'ouvrier circule entre les machines et peut en surveiller plusieurs à la fois.

NETTOYAGE DES CHIFFONS.

Cette opération, pratiquée en grand dans les papeteries, donne lieu à un fort dégagement d'impuretés qui, à la longue, agissent sur les voies respiratoires des ouvrières. On a imaginé divers procédés pour améliorer cet état de choses. Ainsi, la machine connue sous le nom de *loup* ou *diable*, accolée à un blutoir mécanique, a pour objet de dégager les impuretés dans des locaux séparés. Nous n'insisterons pas sur ce progrès, de date déjà ancienne, et qui d'ailleurs a besoin d'être complété par des dispositions additionnelles ; bornons-nous aux améliorations récentes ou moins connues.

Ces améliorations sont de deux sortes : les unes ont en vue d'isoler plus complètement les ouvriers des poussières, les autres de prévenir la formation de celles-ci au moyen de certains lavages. Comme exemple des premières dispositions, on peut citer la papeterie de MM. Lacroix, à Saint-Cybard, près Angoulême. L'appareil nettoyeur y est, comme à l'ordinaire, contenu dans une chambre bien close. Mais afin d'éviter que l'ouvrier pénètre dans cette chambre pour en retirer les chiffons propres, ainsi que cela se pratique dans la plupart des fabriques, les chiffons nettoyés sont au fur et à mesure ramenés hors de la chambre au moyen d'une toile sans fin, qui les reçoit à la sortie du blutoir. Une semblable précau-

tion dispense, à la rigueur, d'adapter un ventilateur au blutoir, pourvu d'ailleurs que la chambre soit fermée d'une manière hermétique. Toutefois, dans l'intérêt même du travail, il est préférable d'exercer une ventilation artificielle qui contribue au nettoyage des chiffons.

Comme exemples de lavages tendant à prévenir les dégagements, on peut citer les procédés de MM. Godin, à Huy (Belgique) et de M. Paul Breton, au Pont de Claix (Isère). Chez MM. Godin, les chiffons triés sont mis à digérer dans des cuves pleines d'eau claire, où on les abandonne un jour ou deux, selon la qualité. On les passe ensuite sous une sorte de machine effilocheuse qui travaille dans un lait de chaux et dont l'action correspond à celle du loup, avec cette différence que les impuretés sont retenues dans le liquide. On termine par le lessivage à la chaux, tel qu'il se pratique dans la plupart des établissements. Chez M. Breton, on commence par laver, avant toute autre opération, les chiffons particulièrement sales et grossiers, comme ceux d'Afrique. En conséquence, on les fait bouillir avec de la chaux mélangée d'un peu de soude, la soude agissant ici comme intermédiaire pour faciliter la formation des savons calcaires et se régénérant indéfiniment ; puis on les rince dans une roue, pendant une durée de 50 à 60 minutes, et on les fait sécher ; c'est seulement après cela qu'on les envoie au triage.

Quelques autres détails insalubres se rattachent au maniement des chiffons. Le démontage des tas, surtout, détermine plusieurs inconvénients : poussière, émanations malsaines, insectes, etc. En vue de les prévenir, M. Breton a soin de faire arroser les tas, au fur et à mesure de leur formation, avec une solution de chlorure de chaux à raison d'un demi-litre environ par mètre carré de surface, pour une épaisseur de 30 centimètres. Il n'en résulte aucune humidité dans la masse, et l'hygiène y gagne beaucoup. Les chiffons sont ensuite passés dans une machine à vanner munie d'un ventilateur, et de là ils vont au triage.

POTERIES (FAIENCES, PORCELAINES, GRÈS, ETC.).

L'industrie des poteries présente plusieurs opérations insalubres, parmi lesquelles le broyage et le blutage des matières premières, le grattage des pièces et le service des étuves. Dans les unes, les ouvriers sont exposés à des poussières minérales plus ou moins abondantes; dans les autres ils subissent les fâcheux effets d'une haute température, aggravés souvent par les émanations des pièces en voie de chauffage.

Nous ne reviendrons pas sur ce que nous avons dit au chapitre précédent, touchant les appareils propres à préserver les ateliers des poussières produites par le broyage et le blutage. Il est toujours possible, on l'a vu, d'enfermer les matières de façon à isoler à peu près complètement le dégagement insalubre. Nous ajouterons que dans certains établissements tout danger de ce genre est écarté par l'application de la méthode par voie humide. C'est ainsi, par exemple, qu'à la fabrique de faïence de M. Boulanger, à Choisy-le-Roy, toutes les opérations préliminaires s'effectuent avec le concours de l'eau. Les matières sont humectées pendant le broyage, et le blutage est remplacé par une décantation; l'eau chargée des matières pulvérisées est mise à déposer dans des bassins successifs et le classement des matières suivant le degré de ténuité se fait par l'ordre même dans lequel elles se déposent.

Le grattage ou écurage, qui consiste à débarrasser les pièces de la poudre siliceuse qui y adhère après la cuite, est une opération plus meurtrière qu'on ne le suppose généralement¹. Comme elle exige le contact immédiat de l'ouvrier, les moyens d'isolement applicables au broyage n'y sont

¹ Un manufacturier anglais a déclaré récemment avoir perdu quinze ouvrières en seize ans, des suites de ce travail; et quant aux maladies des bronches, elles étaient, disait-il, excessivement fréquentes dans son usine.

pas de mise et il faut recourir à d'autres dispositions. Une des plus efficaces est celle que M. Davanport a adoptée dans sa fabrique de Longport (Angleterre). L'établi sur lequel l'ouvrière gratte les pièces, ainsi que la devanture en regard, sont percés d'un grand nombre de petits trous qui débouchent dans une caisse d'aspiration située au dessous de la table (Pl. V, fig. 3 et 4). Toutes les caisses d'une même rangée sont desservies par un tuyau commun qui se rend à la cheminée de l'usine. Les poussières soulevées par le grattage sont entraînées à travers les orifices et se ramassent à la partie inférieure de la caisse, dans une cavité ménagée à cet effet, d'où on les retire de temps en temps pour les utiliser à des opérations ultérieures. Quelques autres fabricants anglais ont imité cette disposition. Il convient toutefois de remarquer que ce moyen, fort bon pour préserver des poussières, peut avoir des inconvénients d'un autre genre : car le courant d'air ainsi précipité sur l'ouvrier et particulièrement sur les mains qui opèrent dans le voisinage des trous de la table est de nature à refroidir les doigts au point, pendant l'hiver, d'empêcher le travail. Des refroidissements plus généraux, avec les accidents qui en sont la suite, sont même à redouter. L'emploi d'un tel procédé doit donc être combiné avec un moyen de chauffage, de façon que l'air arrive sur l'ouvrier avec une température convenable.

A l'écurage on peut rattacher le polissage de la porcelaine. En effet le dessous des pièces, c'est-à-dire la partie qui pose sur la tablette de l'étuve, demeure plus ou moins rugueuse après la cuite et il est nécessaire de la polir sur des meules en grès artificiel pour que la pièce ait tout son lustre. Ce travail dégage des poussières peu abondantes, il est vrai, mais très-fines et qui par cela même pénètrent aisément dans les voies respiratoires. A la manufacture impériale de Sèvres, on en prévient la formation en entretenant la pièce humectée : le polissage en marche moins vite, mais la santé de l'ouvrier est préservée.

L'assainissement de l'étuvage a été l'objet, depuis quatre ou cinq ans, de soins tout particuliers de la part des fabricants anglais. Les perfectionnements ont tendu, soit à rendre la présence de l'homme inutile dans l'étuve, soit à atténuer pour lui les inconvénients de la température, à l'aide d'un système de chauffage convenablement organisé. Ces améliorations ont eu un heureux contre-coup dans les salles de travail; car celles-ci, s'étendant le plus souvent autour des étuves, souffrent nécessairement de leur voisinage, quand les parois et encore plus le foyer des étuves rayonnent fortement, ou quand on ouvre les orifices de communication entre l'étuve et la salle.

Parmi les dispositions qui, sans dispenser les ouvriers d'entrer dans l'étuve, diminuent cependant beaucoup les inconvénients, on peut citer celle que MM. Pinder, Bourne et C^{ie} ont adoptée, depuis 1863, dans leur fabrique de Burslem (Pl. V, fig. 1 et 2). L'étuve s'élève au milieu de la salle où l'on prépare les pièces; elle est à quatre compartiments, qui fonctionnent à tour de rôle, c'est-à-dire que deux sont en feu pendant que les deux autres reçoivent la charge. On peut ainsi attendre, pour faire pénétrer les ouvriers, que la température se soit suffisamment abaissée. Le chauffage s'opère au moyen d'un courant fourni par une chambre à air chaud située hors de l'édifice. Les tuyaux de conduite de l'air et ceux des fumées cheminent sous le plancher de la salle, les premiers enveloppant les seconds, afin d'en recevoir le plus de chaleur possible, et débouchant par quatre ouvertures sur le plancher des compartiments, tandis que les seconds vont directement à la cheminée. Un tuyau de sortie, au haut de l'étuve, communique également à la cheminée, et maintient une circulation active dans l'intérieur des compartiments. Cette disposition a non-seulement pour résultat de préserver les ouvriers, mais de rendre en outre la dessiccation des pièces plus prompte et plus uniforme. Le prix de revient d'une

semblable installation ne paraît pas d'ailleurs atteindre, tout compris, un millier de francs.

Chez M. Maling, à Newcastle, l'ouvrier n'entre pas dans l'étuve. Les pièces sont simplement chargées, dans l'atelier même, sur de petits chariots en fer, qui glissent sur des rails. Une fois le chargement effectué, on pousse les wagons dans l'étuve et l'on ferme soigneusement les portes. Ensuite on fait arriver les gaz de chauffage, fournis par un foyer extérieur, lesquels circulent dans des carnaux situés sous le plancher. Quand le séchage est terminé, on ramène les chariots dans l'atelier et l'on procède à une nouvelle opération. MM. Herbert-Minton et C^{ie}, à Stoke, ont atteint le même but par une disposition différente et qui peut sembler plus ingénieuse. L'étuve est constituée par un espace annulaire compris entre deux cylindres concentriques et chauffé par un tuyau qui le parcourt circulairement. Le cylindre extérieur est fixe et percé d'orifices de communication avec l'atelier. Le cylindre intérieur, au contraire, est mobile autour d'un axe vertical et il porte sur son pourtour des tablettes destinées à recevoir les pièces. La rotation est produite au moyen d'un mécanisme qui se gouverne du dehors. Il suffit dès lors, pour charger ou décharger, d'amener successivement les tablettes en présence des orifices, qui restent naturellement fermés pendant le chauffage. On a d'ailleurs deux appareils qui fonctionnent à tour de rôle pour le même atelier.

Plusieurs manufacturiers, qui ont conservé les anciennes étuves, y ont adapté des ventilateurs. Ils ont généralement reconnu que, par là, non-seulement ils en rendaient le séjour moins insalubre, mais qu'en facilitant le départ de la vapeur d'eau ils diminuaient la consommation de combustible ¹.

1. Nous signalons ce point parce que dans toutes les industries où l'on a un séchage à opérer, un des motifs qui empêchent de ventiler convenablement les étuves, c'est la crainte d'augmenter la dépense de charbon en faisant échapper l'air chaud. Il y a là une mesure à garder ; pourvu que

Quelques autres détails moins importants de la fabrication ont été également améliorés dans le Royaume-Uni. Ainsi, dans beaucoup d'usines, on commence à substituer le pétrissage mécanique au battage à la main, opération dans laquelle l'ouvrier élève au dessus de sa tête la pelote d'argile pour la lancer ensuite violemment contre le sol, en vue d'en expulser l'air. Ce travail est d'autant plus pénible qu'il est ordinairement effectué par des femmes et des enfants. Enfin dans quelques fabriques on a adopté des appareils spéciaux pour supprimer le frappage au marteau, par lequel les enfants préparent la pièce d'argile et en forment un disque à l'épaisseur voulue.

BLEU D'OUTRE-MER.

Le bleu d'outre-mer artificiel se prépare en calcinant pendant cinq à six heures, à la température du rouge sombre, un mélange de diverses substances parmi lesquelles figure le soufre en poudre. La matière obtenue est broyée, blutée et lavée ensuite à grande eau pour être débarrassée des sels de soude qui la souillent.

Les inconvénients occasionnés par ces diverses opérations sont de deux sortes : 1° pendant la calcination, il se dégage par les joints des portes et de la maçonnerie des fours, des vapeurs sulfureuses (acides sulfureux et sulfhydrique) qui gênent les travailleurs et déterminent parfois des accidents graves ; 2° pendant le broyage et le blutage, des poussières fines voltigent dans les ateliers et s'introduisent dans l'économie au point que les personnes occupés à ce travail présentent fréquemment des phénomènes de coloration intense.

On remédie à la première cause d'insalubrité en construisant et entretenant les fours avec beaucoup de soin. On

la vitesse de circulation de l'air ne dépasse pas une certaine limite, on regagne d'un côté plus qu'on ne perd de l'autre.

doit relier les parois avec des armatures en fer de manière à prévenir les fissures ; les murs doivent être épais et tous les joints parfaitement mastiqués. Enfin, les gaz provenant de la calcination doivent être brûlés dans un foyer. On peut citer, à ces divers égards, comme un modèle, les fours de M. Leverkus, à Opladen (Prusse rhénane). Aucune odeur ne pénètre dans l'atelier et tous les gaz sont conduits dans le carneau des flammes, où ils se brûlent en grande partie, et le reste s'échappe par une haute cheminée. Le même industriel a remédié à l'inconvénient des poussières par les dispositions que nous avons déjà eu occasion de faire connaître, en pratiquant les opérations dans des appareils clos, desservis par des ventilateurs. La poussière aspirée est recueillie et forme une première qualité de finesse.

Dans le bel établissement de M. Guimet à Fleurieux-sur-Saône (Rhône), l'assainissement relatif aux poussières est encore plus satisfaisant. Le broyage a lieu sous l'eau et les sortes sont obtenues par voie de décantation, comme à la fabrique de poteries de M. Boulanger. Le même procédé par voie humide est appliqué dans quelques autres fabriques, notamment chez M. Brasseur à Gand. S'il est vrai, comme on nous l'affirme, que l'intérêt industriel n'en souffre pas, on doit pousser à la complète disparition de la voie sèche ¹.

CHLORURE DE CHAUX, BLANCHIMENT AU CHLORE.

Les chambres à fabriquer le chlorure de chaux sont de deux sortes : dans les unes, l'ouvrier est obligé de pénétrer ; dans les autres, le chargement et le déchargement sont opérés du dehors, avec des instruments convenables. Le danger existe surtout dans les premières et c'est le seul cas dont nous nous occuperons.

1. Le broyage sous l'eau a permis, nous dit M. Guimet, d'obtenir une finesse de poudre beaucoup plus grande que celle à laquelle on parvient par la voie sèche.

Le but essentiel c'est que le chlore libre soit parfaitement expulsé des chambres avant que les ouvriers y soient admis. Le moyen le plus simple consiste à ouvrir largement les portes longtemps à l'avance ; mais d'abord, cet expédient n'est pas sans inconvénient pour l'atelier : en outre, il a pour résultat de retarder les opérations. Il est bien préférable d'exercer une ventilation artificielle. On obtient ordinairement celle-ci en faisant communiquer les chambres avec la cheminée par un tuyau de plomb. Il suffit alors, une heure ou deux avant l'entrée des ouvriers, d'ouvrir le tuyau en même temps que d'entr'ouvrir les portes ; l'aspiration s'établit, et le gaz est emporté à la cheminée. Ce procédé a été mis en pratique, pour la première fois, pensons-nous, par M. Gossage, en Angleterre. Il a été appliqué depuis dans un certain nombre d'établissements de France et de l'étranger, par exemple, chez M. Kestner, à Thann, chez MM. Crossfield, à Sainte Hélène, près Manchester, et à la Société des fabriques de produits chimiques de Mannheim. Toutefois ce moyen, bien que rendant de réels services et le plus souvent d'une adoption très-facile, n'est pas encore aussi généralisé qu'il devrait l'être.

A la fabrique de Salyndres (Gard), le directeur M. Usiglio¹ a imaginé une disposition fort ingénieuse. Quand on veut vider une grande chambre, on commence par la mettre en communication avec une chambre plus petite, contenant de la chaux neuve, et l'on a soin de maintenir entr'ouverts deux orifices situés à l'extrémité opposée, afin de produire un léger tirage. La petite chambre elle-même communique avec un grand tuyau en maçonnerie, dans lequel se rend le chlore qui a échappé à la condensation. Il y rencontre un courant, en sens contraire, d'hydrogène sulfuré, qu'on obtient économiquement par la réaction de l'acide chlorhydrique faible sur des marcs de soude contenus dans une

1. M. Usiglio est aujourd'hui directeur des établissements de Chauny.

cuve fermée. Les deux gaz en présence fournissent de l'acide chlorhydrique, qui revient se condenser à la cuve, ainsi que du soufre en poudre qu'on retire de temps en temps du tuyau.

Le blanchiment au chlore gazeux est pratiqué dans quelques papeteries sur les pâtes provenant des chiffons les plus grossiers. On se borne communément à rendre les caisses hermétiques, et à ne les ouvrir que très-tard. Chez M. Paul Breton, au pont de Claix, les caisses à blanchir sont de véritables armoires verticales, dont le battant antérieur se démonte à volonté. Tout est bien luté pendant le passage du chlore ; un jour ou deux après l'arrêt du gaz, on délute en commençant par la partie supérieure, afin que le chlore s'échappe au dessus de la tête des ouvriers. Quelques heures après, on retire les produits. Mais il en est de ce procédé comme de celui qui consiste à ouvrir les chambres à chlorure sans ventilation préalable ; il est imparfait et entraîne des pertes de temps.

La disposition adoptée par MM. Godin, dans leur grande papeterie de Huy, est bien préférable. On blanchit au chlore gazeux une assez grande quantité de chiffons très-grossiers. Le gaz arrive dans des caisses en grès, parfaitement mastiquées, et qui peuvent être mises en communication avec une cheminée centrale d'une dizaine de mètres d'élévation. On peut aussi avant l'ouverture établir une vive aspiration qui atteint parfaitement le but. Du reste, cette salle de blanchiment, bien que contenant huit caisses de très-grandes dimensions, dont cinq en activité et une en déchargement au moment de notre visite, était presque exempte d'odeur.

CONCENTRATION DE L'ACIDE SULFURIQUE.

L'évaporation de l'acide sulfurique, aux divers degrés de concentration voulus dans les arts, s'effectue de trois manières différentes : à l'air libre, dans des alambics de platine et dans des cornues en verre.

Ce dernier mode est le seul qui n'engendre pas d'incommodité sensible ; car on réussit généralement à avoir des batteries de cornues à peu près étanches, dont les vapeurs sont reçues dans un appareil condenseur qui laisse pénétrer peu de chose dans l'atelier. Mais quand l'acide doit avoir une très-grande force, il faut abandonner les vases en verre qui se briseraient et recourir aux vases de plomb et de platine. Or les alambics de platine les mieux établis livrent toujours passage à travers leurs joints à une proportion notable de vapeurs irritantes ; à plus forte raison la concentration dans des vases de plomb découverts fournit-elle des dégagements abondants. Il est donc nécessaire de recourir à des moyens spéciaux pour préserver les ouvriers.

La seule précaution usitée dans la plupart des fabriques consiste à ménager dans la toiture un orifice au dessus des vases ou de l'alambic, et quelquefois à disposer une hotte débouchant à l'air libre. Mais une telle mesure est tout à fait insuffisante, car les vapeurs acides sont très-lourdes et les courants d'air de l'atelier les rabattent dans tous les sens. Il existe deux procédés beaucoup plus efficaces.

Le premier, c'est d'envelopper entièrement l'alambic et d'établir une aspiration énergique dans le vide ainsi ménagé entre l'alambic et son enveloppe. On en voit des applications chez M. de Hemptinne, à Molenbeek-Saint-Jean, près Bruxelles, et à la fabrique de produits chimiques de Mannheim. La cornue servant à la concentration est entourée d'une maçonnerie étanche. Le dôme est pourvu d'un trou d'homme, recouvert d'une plaque en plomb très-hermétique, par lequel se fait le service de l'appareil. Un tuyau en plomb, qui traverse la maçonnerie, plonge dans l'intervalle laissé libre et entraîne à la cheminée les vapeurs dégagées par les joints de l'alambic. A Mannheim on a même le soin de faire circuler ces vapeurs à travers un condenseur, en sorte que la proportion d'acide perdue à la cheminée est tout à fait insignifiante.

La seconde disposition, empruntée au Hanôvre ¹, a été reproduite dans quelques localités, entre autres à Stolberg (Prusse Rhénane). M. Henri Godin l'a installée dans la fabrique de produits chimiques qu'il dirigeait il y a quelques années dans cette ville, et se montrait fort satisfait des résultats obtenus ². Par cette méthode, la concentration de l'acide sulfurique s'accomplit dans un véritable four à réverbère, dont la sole est remplacée par un bassin en plomb à double paroi, enveloppé de maçonnerie (Pl. IV, fig. 5 et 6). Entre les deux parois circule un courant d'eau froide. L'acide est introduit par un petit tuyau dont le débit est réglé à volonté, et il s'écoule du côté opposé par une sorte de siphon ayant sa prise près du fond. Le liquide est ainsi maintenu dans le bassin à un niveau constant. L'acide, à mesure qu'il se concentre, se rend à la partie inférieure où il se refroidit et alimente continuellement le siphon, qui le débite à un état de limpidité remarquable. Les impuretés sont brûlées ou nagent à la surface, et les vapeurs sont emportées dans la cheminée avec les flammes du foyer. Ce système a non-seulement l'avantage de préserver complètement les ouvriers des émanations, mais en outre il les dispense de toutes manipulations. L'appareil fonctionne d'une manière continue et en quelque sorte de lui-même; il n'appelle le concours d'aucun ouvrier pour le renouvellement de la charge ni pour la vidange. Enfin il est très-expéditif, et un seul four de ce genre suffit pour desservir une grande usine.

FERMENTATION DE LA BIÈRE ET DES VINS.

On laisse ordinairement fermenter la bière dans des locaux bas et peu aérés. L'acide carbonique qui s'engendre

1. Les premières applications de ce procédé, si nous ne nous trompons, ont été faites à Lunebourg.

2. M. Henri Godin est mort comme directeur de Channy; il se proposait d'y importer ce système.

forme au dessus du sol une couche plus ou moins épaisse dans laquelle peut se trouver plongé l'ouvrier venant inspecter les bassins. On a soin, il est vrai, de ne pas fermer tout à fait les locaux, mais cette précaution est de peu d'effet à cause de la grande pesanteur spécifique de l'acide carbonique. D'un autre côté, il n'est point aisé d'employer la ventilation artificielle, car si l'air du dehors arrive directement sur la bière, il trouble la réaction.

M. Struch, de Lutterbach, près de Mulhouse, qui se préoccupe beaucoup de l'hygiène de ses ouvriers, a adopté des dispositions spéciales, tant pour la fermentation d'hiver que pour celle d'été. La première s'accomplit dans deux grandes salles au rez-de-chaussée, ayant chacune 24 mètres de long, 12 de large et 4 de haut. On a ménagé, pour l'entrée de l'air, à une extrémité de la salle, deux ouvertures au niveau du plancher, et pour la sortie, à l'autre extrémité, un tuyau en tôle de 25 centimètres, logé dans le plafond et descendant à un mètre du plancher. Ce tuyau communique avec un ventilateur qu'on fait agir une heure avant l'entrée de l'ouvrier. La couche d'acide carbonique est ainsi aspirée sans que l'air arrive cependant sur la bière; car la surface du liquide dans les cuves est à 2^m,25 au dessus du plancher. Un détail bon à noter, c'est que la paroi des cuves est percée de petits trous, immédiatement au dessus du niveau de la bière, afin de permettre au gaz de couler sur le plancher et d'éviter ainsi une accumulation dangereuse pour l'ouvrier qui vient pencher sa tête sur le liquide.

La fermentation d'été s'opère dans des caves où, à l'aide de vastes dépôts de glace, M. Struch maintient une température de 1 à 2 degrés. Il se disposait en outre, quand nous l'avons vu, à prendre des mesures analogues aux précédentes pour ventiler ses caves; et afin que la réaction ne fût pas troublée par l'arrivée de l'air chaud du dehors, il devait établir sa prise d'air sur les glaciers elles-mêmes. Les deux fermentations s'accompliront ainsi dans des conditions semblables et présenteront même sécurité.

Une autre installation, moins efficace au point de vue du renouvellement de l'air, mais qui donne à l'ouvrier des garanties d'un autre genre, a été adoptée dans une des principales brasseries de Louvain. Le local destiné à la fermentation des bières blanches est très-spacieux et très-élevé, ce qui est déjà une bonne condition de salubrité. De plus, entre les diverses rangées de tonneaux existent des couloirs dans lesquels s'épanche le jet et se réunit l'acide carbonique; ces couloirs ont conséquemment pour profondeur toute la hauteur des tonneaux. Au niveau de l'extrémité supérieure de ces derniers, règne une espèce de plancher destiné à l'ouvrier chargé de l'inspection des bières; sa tête se trouve ainsi au dessus de la zone dangereuse de toute la hauteur de son corps. Dans la grande brasserie centrale de Mayence les dispositions sont conçues dans le même esprit.

La fermentation des vins présente la même nature de dangers, mais il est plus facile d'y parer, parce que l'opération est moins délicate et que le renouvellement de l'air risque moins de la troubler; les mesures précédemment indiquées suffisent donc et au delà. Nous nous arrêterons simplement à une particularité, en vue de mettre en garde contre une cause d'insalubrité à laquelle on ne songe pas assez souvent.

On pense généralement que les ouvriers qui ont à descendre dans les cuves vinaires n'y courent pas le danger d'asphyxie, lorsque ces cuves ont reçu une quantité convenable de chaux vive. Or, des faits récents démontrent que dans de telles cuves le risque d'asphyxie ne provient pas seulement de la présence de l'acide carbonique, mais qu'il peut exister, même en l'absence de ce gaz, par suite de la lente absorption de l'oxygène par les parois de la cuve, en sorte que celle-ci se trouve remplie, au bout d'un certain temps, d'une atmosphère saturée d'azote au point d'être rendue impropre à la respiration. La mesure d'assainissement consistant à répandre de la chaux vive dans la

cuve est donc insuffisante, et il faut y joindre la précaution de s'assurer qu'une bougie allumée continue à y brûler¹.

1. A l'appui de ces considérations, voici un exemple emprunté à des observations de M. Camille Saint-Pierre, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Montpellier : « Le 11 septembre 1865, dit ce savant, nous fûmes prévenus qu'on venait d'ouvrir un foudre dans lequel la bougie ne brûlait pas. Or ce foudre contenait de la chaux vive; nous accourûmes pour nous assurer du fait. En présence d'un excès de chaux vive, ce phénomène ne pouvait être attribué à l'acide carbonique.

« Avec les précautions convenables, nous avons fait déboucher au centre du foudre une bouteille pleine d'eau. L'eau qui s'écoula fit place au gaz, et nous soumîmes ce mélange à l'analyse.

« Le volume initial était égal à 71,5 divisions. Pour connaître la nature des gaz différents qui pouvaient composer ce mélange, nous l'avons traité successivement par des réactifs absorbants. Ainsi, bien que la présence de la chaux dans le foudre nous permit de conclure à l'absence de l'acide carbonique, nous avons cependant essayé d'absorber ce gaz. s'il en restait des traces, par la potasse caustique. Le résultat a été absolument négatif, et l'action de la potasse n'a pas fait diminuer le volume du gaz de la cloche. Au contraire, en introduisant au milieu de ce gaz un bâton de phosphore, qui a la propriété, on le sait, d'absorber l'oxygène; nous avons vu le volume se réduire à 63 divisions. Il avait donc disparu 8,5 divisions d'oxygène. Quant au résidu, nous avons pu constater qu'il n'était pas inflammable, qu'il éteignait les bougies, et nous lui avons reconnu tous les caractères du gaz azote. Si nous calculons en centièmes les résultats de notre analyse, nous trouvons les nombres suivants;

Oxygène.	11,85 p. 100
Azote.	88,15 p. 100

« Il ressort de cette analyse que les atmosphères asphyxiantes peuvent exister dans nos caves vinaires en dehors de la production de l'acide carbonique, et qu'un danger nouveau existe pour nos ouvriers, auxquels il faut recommander de se faire précéder d'une bougie allumée, même en dehors de l'époque des vendanges.

« Le gaz du foudre n° 9 devint bientôt respirable par son mélange avec l'air, et cela avant de devenir comburant. L'expérience fut faite. Un homme put entrer dans le foudre et y respirer assez librement tandis que la bougie s'y éteignait encore; nouvelle preuve de la sécurité que donne la combustion de la bougie, puisqu'elle cesse avant que le mélange soit devenu impropre à la respiration.

« L'azote contenu dans notre foudre pouvait provenir de deux sources : ou d'une génération intérieure d'azote, ou d'une absorption d'oxygène dont l'effet devait être l'accumulation de l'azote de l'air.

« L'expérience et l'observation prouvent qu'il faut repousser l'hypothèse

MOULAGE DU BRONZE.

Ce travail, on ne l'ignore pas, est fort malsain pour les ouvriers qui s'y adonnent; car ils ont occasion de respirer en grande quantité la poussière fine qui se dégage pendant le saupoudrage des moules.

L'insalubrité varie beaucoup suivant la nature de la substance employée pour le saupoudrage. Jusqu'à ces derniers temps, on se servait presque exclusivement de poussier de charbon, avec lequel les inconvénients sont d'autant plus graves qu'il est rarement pur et qu'il est habituellement mêlé d'une assez forte proportion de particules siliceuses. On s'est vivement préoccupé, il y a une douzaine d'années, de combattre cette cause d'insalubrité, et les moyens qui ont été recommandés comme les plus efficaces sont : 1° de choisir du poussier de charbon de bois très-pur, c'est-à-dire à peu près exempt de silice; 2° de renfermer ce poussier dans des tamis couverts, de telle façon qu'en secouant ceux-ci pour saupoudrer les moules, le dégagement n'ait pas lieu par le haut; 3° préférablement à tout le reste, d'abandonner autant que possible le poussier de charbon et d'y substituer la fécule.

Les deux premiers moyens ont eu peu de conséquences pratiques : sauf une légère amélioration dans la qualité du poussier, les choses sont restées dans le même état qu'auparavant. Nulle part, notamment, on n'a adopté les tamis couverts recommandés à juste titre par M. Le Chatelier ¹. Le troisième procédé, au contraire, a pris une grande

« de la génération de l'azote et considérer les parois du foudre comme
« étant devenues capables, sous l'influence de l'humidité, d'absorber l'oxy-
« gène du gaz intérieur. L'air atmosphérique étant sans cesse aspiré par
« suite de cette absorption, l'atmosphère intérieure devenait de plus en
« plus riche en azote. »

1. M. Le Chatelier, ingénieur en chef des mines, avait été chargé par le Comité consultatif des arts et manufactures, d'étudier cette question.

importance, bien qu'une controverse animée existe encore à son sujet. Les grandes maisons de Paris, celle de MM. Cristofle, entre autres, ont définitivement renoncé au poussier de charbon, tandis que les fondeurs en bronze de la province l'ont conservé. Ces derniers donnent pour raison que les inconvénients du poussier sont beaucoup moindres chez eux qu'à Paris, parce que leurs locaux sont plus hauts de plafond et plus aérés, les ouvriers moins serrés les uns contre les autres, le travail aux pièces fines moins continu et habituellement alterné avec celui des grosses pièces, qui n'a pas la même insalubrité. Chez certains même on trouve une répugnance marquée à employer la fécule, qu'ils accusent de nuire à la beauté des produits. M. Maurel, principal fondeur de Marseille, prétend que la fécule forme autour de la pièce une sorte de pellicule imperméable qui empêche les bulles d'air de s'échapper, en sorte que la surface se trouve légèrement grenue. Ce fabricant emploie tantôt le poussier de charbon, tantôt un mélange de farine et de cendre.

A l'étranger on paraît avoir été moins frappé qu'à Paris, des dangers inhérents au moulage ; du moins on ne s'est arrêté à aucun remède. Dans aucun centre manufacturier de la Grande-Bretagne, de la Belgique ni de l'Allemagne, l'emploi de la fécule ne s'est introduit. La seule maison anglaise où, à notre connaissance, on ait fait usage de cette substance, est celle de M. Elkington, à Birmingham ; encore même les ouvriers étaient-ils français. Ils ont d'ailleurs renoncé à ce procédé, qui, disaient-ils, nuisait à la beauté de leurs produits.

Nous avons cru devoir reproduire ces objections parce que dans une semblable question, où l'intérêt industriel peut se trouver réellement en jeu, il convient que le fabricant se prononce en pleine connaissance de cause. Mais on doit en même temps signaler à son attention les grands avantages que présente, au point de vue spécial de l'hygiène, l'emploi de la fécule, afin qu'il ne se laisse point détourner d'une

mesure salubre par des craintes exagérées et peut-être par de simples préjugés.

SCIAGE DES BOIS.

Le sciage des bois paraît, au premier abord, une opération assez inoffensive. Toutefois, dans les grands chantiers de construction, où il devient l'occupation exclusive d'une certaine classe d'ouvriers, et où il se complique en outre de quelques détails spéciaux, il présente une insalubrité réelle. C'est ce qui arrive notamment quand le bois doit être découpé avec précision ; car alors l'ouvrier chargé d'éclairer le trait de scie en soufflant sur la pièce et d'enlever ainsi les poussières qui masquent la ligne à suivre par l'instrument, est exposé à la double fatigue du soufflage et de l'aspiration des débris ligneux. Au surplus, par cela seul que le travail du sciage n'est pas intermittent et qu'il ne s'accomplit pas en plein air, comme dans les chantiers de la campagne, il expose tous ceux qui s'y adonnent à des affections plus ou moins rapides des voies respiratoires. Il est donc opportun, au point de vue des besoins de la grande industrie, de signaler un type de chantier couvert tout à fait satisfaisant.

Les ateliers de la marine, à Brest, offrent certainement la plus belle disposition qui se puisse voir pour rendre cette industrie absolument inoffensive. Sans parler des dimensions mêmes de la salle, laquelle participe au caractère de grandeur de tout l'édifice, et se trouve ainsi déjà en partie assainie, nous signalerons des agencements techniques qu'on ne rencontre pas ordinairement dans les chantiers de construction. Toutes les transmissions de mouvement sont logées dans le sous-sol, de façon que rien dans l'atelier ne gêne la circulation des ouvriers. Les scies se meuvent verticalement, à travers des trappes ménagées dans le plancher, et les pièces, posées sur des chariots, s'en approchent graduellement. Les poussières tombent dans le sous-sol et sont reçues

dans des wagons qui les portent immédiatement aux foyers des chaudières, où leur emploi économise annuellement 50.000 francs de combustible. Les scies circulaires qui, par leur rotation rapide, dégagent beaucoup plus de poussières, sont renfermées dans des guérites ouvertes à l'avant. On y engage les pièces de bois, lesquelles sont enveloppées à l'arrière par une boîte, pour que la sciure ne puisse s'échapper au dehors. Enfin, un chalumeau mécanique, placé auprès de chaque scie, remplace avantageusement le tuyau par lequel l'ouvrier était auparavant obligé de souffler pour nettoyer la surface de la pièce. Grâce à cette excellente installation, l'atelier du sciage est devenu l'un des plus salubres de l'arsenal, et l'on y compte aujourd'hui, nous disait le directeur, moins de malades que parmi les charpentiers ou même les simples journaliers.

DÉVIDAGE DES COCONS DE LA SOIE.

Dans les filatures de soie, les ateliers de dévidage des cocons sont sujets à de très mauvaises odeurs quand les opérations n'y sont pas conduites avec toutes les précautions convenables. Les établissements anciens laissent en général beaucoup à désirer ; les inconvénients y sont simplement combattus en ouvrant à tous les vents les salles de travail et quant au dévidage, il s'effectue sous des hangars où le renouvellement de l'air est facilité par les nombreux foyers allumés sous les *bassines*. Ce n'est que dans les établissements récents qu'on a pris des dispositions meilleures ; quelques-unes méritent d'être citées.

Chez M. Charles Buisson, à Saint-Germain-la-Tronche, près Grenoble, tous les appareils sont chauffés à la vapeur. Chaque bassine est pourvue d'un robinet à vapeur, d'un robinet d'eau froide et d'un tuyau de fuite, placés tous trois sous la main de l'ouvrière et manœuvrés par elle au gré de l'opération. Les cocons, préalablement étouffés à l'étuve dès leur

réception, sont, au fur et à mesure des besoins, cuits à l'eau bouillante dans une bassine placée dans un petit atelier contigu à la filature. La cuisson étant très-rapide (une minute en moyenne) et les liquides étant sans cesse renouvelés, il ne se produit aucune odeur. Les cocons sont ensuite *préparés*, c'est-à-dire trempés pendant quelques minutes dans des bassines d'eau chaude, où la partie dite gommeuse se dissout, et livrés aux dévidenses, qui les placent dans les bassines du dévilage proprement dit. C'est là que le séjour se prolonge et que les odeurs pourraient prendre naissance, soit par suite de la fermentation du liquide, soit à cause de la présence des chrysalides que l'ouvrière accumule auprès d'elle. Mais la première cause est combattue par un fréquent renouvellement des eaux et, pour prévenir la seconde, un godet percé à jour, placé près de la bassine et perpétuellement traversé par l'eau froide qui s'échappe de l'aiguière où l'ouvrière rafraîchit ses doigts, reçoit provisoirement les chrysalides épuisées, lesquelles sont emportées régulièrement hors de l'atelier quatre fois par jour.

L'usage de l'aiguière à eau froide, attendant à chaque bassine, a un autre avantage : c'est d'atténuer sensiblement l'éruption assez douloureuse qui se développe fréquemment sur les doigts des ouvrières au début de leur profession, et qui est due au contact permanent d'une liqueur chaude chargée des principes solubles du cocon ¹.

Les mêmes dispositions se rencontrent, à peu de chose près, dans plusieurs fabriques de l'Isère et du Gard, notamment chez M. Ernest Teissier du Cros, à Vallerangue. La belle salle de dévidage de cet établissement, contient cent quatorze bassines perfectionnées du système Michel, de Nîmes, et se fait remarquer à la fois par ses grandes dimensions et par son extrême propreté.

1. Voir *Recherches ou observations sur le mal des vers à soie ou mal des bassines, qui attaque exclusivement les fileuses de cocons de vers à soie*, par M. le Dr Potton, membre du conseil d'hygiène publique du Rhône.

Comme se rattachant au travail de la soie, on peut mentionner un nouveau mode d'élevage des vers à soie, expérimenté depuis 5 à 6 ans par M. le Dr Gintrac, directeur de l'école de médecine de Bordeaux, et qui aurait pour résultat, s'il réussit définitivement, de supprimer l'installation si repoussante des magnaneries. Quoique cette invention ait été inspirée par des considérations étrangères à la salubrité des ateliers ¹, elle n'en est pas moins intéressante à mentionner ici, puisque du même coup elle atteindrait aussi ce but. Nous ne décrirons point en détail le procédé que l'auteur fera sans doute connaître lui-même dans quelque publication spéciale : bornons-nous à dire en termes généraux qu'il consiste à élever les vers à soie en plein air, en les laissant se développer sur des haies disposées *ad hoc*, où on leur distribue la nourriture de mûrier. Il suffit, paraît-il, de quelques précautions assez simples, dont la principale est de défendre les vers contre les oiseaux du ciel, au moyen de filets tendus autour d'eux. Quant aux intempéries des saisons, elles ne nuiraient pas, selon M. le Dr Gintrac, à la prospérité du ver. Les dernières récoltes obtenues par lui ont confirmé, nous assure-t-on, ses espérances.

TRAVAIL DE LA LAINE.

L'industrie de la laine comprend deux séries d'opérations distinctes : les unes, qu'on peut grouper sous le nom générique de *lavage* ; les autres, qui constituent le domaine naturel de la *filature* proprement dite. Les premières sont plutôt préjudiciables au voisinage par les eaux impures qu'elles émettent, que nuisibles à la santé des ouvriers ; c'est donc aux chapitres subséquents de ce travail qu'il y aura lieu de s'en occuper. La seule particularité qui trouve ici sa place est relative au séchage des laines préparées.

¹ M. Gintrac a eu en vue de prévenir la maladie des vers à soie. Ses procédés ont fait récemment l'objet de communications à l'Académie des sciences.

Le plus souvent cette dernière opération s'accomplit dans des conditions défavorables à la salubrité des salles : en effet la laine est étendue sur des séchoirs et elle exhale des émanations dans l'atmosphère où vivent les ouvriers. Une disposition bien préférable, que nous avons vu appliquée chez MM. Hauzem, Gérard et C^{ie}, à Verviers, consiste à placer les laines sur une claire-voie formant la face supérieure d'une vaste caisse close de tous les autres côtés. Un ventilateur aspire énergiquement dans l'intérieur de la caisse, tandis qu'un courant d'air chaud est amené contre le plafond du local, qu'on a soin, d'ailleurs, de maintenir fermé. Dès lors toutes les impuretés dégagées par la laine sont entraînées au dehors, au lieu de se mêler à l'air du dedans, et les ouvriers qui la remuent ou la transportent se trouvent soustraits à toute fâcheuse influence.

La seconde série d'opérations, ou la filature, est plus préjudiciable à l'hygiène que le lavage. Au premier rang est l'échardonnage ou égrattonnage de la laine, qui a pour but de la débarrasser de tous les corps étrangers que lui a laissés le lavage, et qui développe une grande quantité de poussières. Trop souvent les machines dites *échardonneuses* qui accomplissent cette opération sont dépourvues de tout système aspiratoire, en sorte que les impuretés se dégagent dans l'atelier. On peut citer comme d'heureuses exceptions les maisons de MM. Hauzem, Gérard et C^{ie}, à Verviers, de M. David Baccot, à Sedan, de MM. Littles, Leach, à Leeds, etc., qui emploient des échardonneuses dans l'intérieur desquelles agit un ventilateur. Un des types de machines qui nous ont paru le mieux établies, au point de vue de la salubrité, est celui de MM. Houget et Teston, constructeurs à Verviers.

Dans les fabriques de draps, les machines à trier, qui battent les laines teintes, produisent également des poussières abondantes. Ces poussières sont même parfois d'autant plus dangereuses qu'elles entraînent avec elles des

particules de matières colorantes où peuvent se trouver des éléments toxiques. Il est donc doublement intéressant d'en préserver les ouvriers. A cet effet, quelques fabricants, parmi lesquels M. Flavigny, à Elbeuf, ont soin de renfermer la machine à trier dans une chambre hermétiquement close pourvue d'une cheminée d'appel avec ventilateur.

Enfin un détail qu'il est bon aussi de ne pas négliger, est celui du tondage des draps. Ce travail présente, à un degré moindre, les inconvénients de l'échardonnage, car le mouvement rapide du cylindre qui porte les tranchants en spirale répand dans l'air le duvet enlevé à l'étoffe. Un ventilateur agissant dans la caisse y remédierait ; toutefois, comme les inconvénients, disons-nous, sont d'ordre secondaire, les maisons qui ont voulu prendre quelques précautions, n'ont pas jugé le ventilateur indispensable : elles se sont bornées, ce qui peut paraître en effet une atténuation suffisante, à disposer leurs tondeuses de manière à ce qu'elles rejettent, en travaillant, la bourre du côté opposé à l'ouvrier.

TRAVAIL DU COTON.

Le travail du coton, comparé à celui de la laine, ne comporte que la seconde série d'opérations, celles que nous avons désignées comme constituant le domaine de la filature. Les plus insalubres d'entre elles sont l'ouverture et le battage du coton, nommés aussi *opérations préliminaires*, et le nettoyage des cardes.

L'ouverture et le battage sont par eux-mêmes beaucoup plus nuisibles que l'échardonnage auquel ils correspondent ; car les poussières qu'ils dégagent sont incomparablement plus abondantes et plus chargées de particules minérales. Mais fort heureusement ces deux opérations ont été assainies d'une manière plus générale et plus complète, quoique par

des motifs, il faut l'avouer, étrangers à la question de salubrité. Ainsi les *batteurs ouvreurs*, *latteurs étaleurs* et autres machines du même genre chargées des travaux préliminaires, sont depuis longtemps munis de ventilateurs puissants qui entraînent les impuretés, parce que la bonne préparation du coton exige qu'il soit à la fois nettoyé et soumis à l'action d'un courant d'air qui le sépare, l'assouplit et en facilite le filage. Il n'y a donc pas lieu de s'arrêter sur ce sujet, d'autant mieux que dans la première partie de ce travail on a vu les règles relatives à la ventilation générale des salles et au mode d'évacuation des poussières fournies par les machines.

Le nettoyage des cardes, consistant à enlever les débris qui adhèrent aux dents, s'effectue ordinairement à la main et sur place. Il en résulte des poussières dont sont affectés les ouvriers préposés à ce travail. Depuis quelques années ce détail a été, dans plusieurs établissements, l'objet d'améliorations diverses, qui toutes tendent à remplacer la main de l'homme par des machines et à prévenir le dégagement dans les salles. Ainsi, chez MM. Dollfus, Mieg et C^{ie}, à Dornach, près de Mulhouse, les chapeaux des cardes sont mobiles et nettoyés par une brosse qui n'est autre qu'un tambour garni de pointes fixes tournant horizontalement sous une enveloppe en tôle dans laquelle agit un ventilateur. Chez M. Schlumberger, on enlève les rouleaux et on les enferme dans une caisse ventilée où se meut la brosse en hélice enroulée sur un tambour horizontal.

La préparation de la ouate donne naissance à des inconvénients de même genre que les travaux préliminaires des filatures. Les premières opérations, effilochage et battage, dégagent des poussières d'autant plus désagréables que l'on opère fréquemment sur des cotons teints. La plupart des industriels ne cherchent pas à en garantir les ateliers. Au contraire, chez M. Wilde, au Grand Moulin, près de Nancy, chacune des trois machines effilocheuses et des

deux batteuses est munie d'une caisse dans laquelle agit le tuyau d'un ventilateur commun qui lance tous les débris dans une chambre close à l'étage, supérieur. M. Paillet, à Tomblaine (Meurthe), a dû prendre la même mesure pour ses douze machines.

Le tissage du coton comporte une opération incommode, c'est celle qui consiste à encoller et à sécher les fils de la chaîne. Dans beaucoup de manufactures, le séchage s'opère à l'aide d'un courant d'air chaud lancé du dehors au dedans, à travers les fils. Une température très élevée règne dans l'atelier, et l'atmosphère y est chargée d'émanations fournies par la colle. M. Schlumberger, MM. Werhlin, Hofer et C^{ie}, ainsi que quelques autres filateurs français ont complètement assaini cette opération en introduisant les nouvelles machines anglaises (*sizing-machines*) qui opèrent le séchage par l'enroulement des fils sur des tambours chauffés à la vapeur à deux atmosphères de pression. Ces tambours ainsi que le baquet de trempage sont abrités sous une vaste hotte communiquant à une cheminée; aussi rien de sain et de propre comme les nouveaux ateliers. Ces machines rencontrent pourtant des obstacles à leur propagation. On leur a reproché de faire adhérer les fils, mais comme l'a fait remarquer M. Alcan, cet inconvénient paraît tenir à la manière de faire la colle. En consacrant à la cuisson une heure et demie ou deux, au lieu de trente à quarante minutes qui suffisent avec l'ancienne méthode, la colle est assez limpide pour prévenir toute adhérence des fils. On a dit également, et l'objection paraît plus fondée, que cette machine convient difficilement aux fils très-fins, parce que ceux-ci ont besoin d'offrir une certaine résistance pour transmettre le mouvement aux tambours.

TRAVAIL DU LIN ET DU CHANVRE.

Le travail de ces matières est accompagné, selon les cas, de poussières, de mauvaises odeurs et d'humidité. On cherche à se prémunir contre ces divers inconvénients par des moyens variés, sans parler, bien entendu, de la ventilation générale des ateliers.

Les opérations qui produisent le plus de poussières, à savoir le teillage, le peignage, le cardage, etc., s'effectuent ordinairement sans aucune précaution spéciale, et les ouvriers vivent dans l'atmosphère la plus chargée qui se puisse voir. Rien n'empêcherait cependant d'adopter des machines à carder pourvues de ventilateurs, comme pour le battage du coton. L'exemple de la grande filature de la Lys, à Gand, où sont réunies vingt-cinq machines ainsi disposées, montre assez que tout filateur pourrait en faire autant. Or le cardage une fois assaini, les ouvriers auraient peu à souffrir des poussières, car le teillage et le foulage se font souvent dans la campagne, par les soins des cultivateurs eux-mêmes, et en tous cas ils sont moins nuisibles, le teillage surtout, que le peignage ou le cardage. D'ailleurs le foulage pourrait aisément être assaini de la même manière que le cardage. Malheureusement la question de fabrication est beaucoup moins engagée ici que dans les opérations préliminaires du coton ; aussi ne doit-on pas espérer que les machines perfectionnées s'introduisent avec la même facilité.

Une autre branche insalubre de la même industrie consiste dans le filage *au mouillé* qui, au moins pour le lin, se pratique presque à l'exclusion de tout autre. Ce travail est accompagné, comme on sait, d'une vapeur chaude plus ou moins nauséabonde, laquelle se répand dans les ateliers et tend ainsi à les transformer en une sorte d'étuve permanente. Les ouvrières sont en outre exposées aux gouttelettes d'eau qui jaillissent continuellement des bobines et qui

finissent par pénétrer tous leurs vêtements. On remédie à ce dernier inconvénient : 1° en disposant devant chaque rangée de bobines une devanture mobile en bois ou en tôle, qui s'abaisse ou se relève à volonté, de manière à intercepter la majeure partie des gouttelettes projetées pendant la marche des appareils ; 2° en faisant porter aux ouvrières un tablier imperméable (waterproof) qui leur couvre les jambes et la poitrine. Ces moyens sont fort usités en Angleterre, où la loi les a rendus obligatoires¹ ; sur le continent, au contraire, ils sont peu répandus. En France, nous en avons rencontré un très-petit nombre d'exemples, entre autres chez M. Cosserat, à Amiens, où l'on a établi des devantures préservatrices. Quant aux tabliers imperméables, ils sont le plus souvent remplacés par de simples tabliers en toile, que chaque ouvrière se procure à son gré.

L'inconvénient dû à la présence de la vapeur subsiste encore dans toute sa force dans la généralité des établissements. En Angleterre, où le législateur a montré le plus de sollicitude, on n'a pris cependant que des précautions fort insuffisantes ; car elles se réduisent à munir de couvercles les augets du banc à broches dans lesquels l'eau chaude est contenue. Or, d'une part ces couvercles ferment imparfaitement, et d'autre part rien n'empêche les exhalaisons qui s'échappent du fil lui-même dans son parcours hors des augets et notamment pendant qu'il s'enroule sur la bobine. Sur le continent cette précaution même n'est pas observée. Quant à améliorer l'atmosphère des salles par un renouvellement actif, on n'y a guère songé, car la vapeur chaude est considérée comme essentielle à la bonne conduite du filage lui-même ; dès lors, la ventilation risquerait de compromettre l'intérêt industriel. Une sorte de moyen

1. La loi ne spécifie pas précisément ces moyens, mais elle porte que, dans les filatures où l'on travaille *au mouillé*, « les enfants et les femmes doivent être protégés contre l'eau des bobines par des *moyens suffisants* », et l'usage, dans le Royaume-Uni, a consacré ceux dont nous parlons.

terme consistant à introduire, dans de certaines conditions, de l'air chauffé, a été essayé dans le nord de la France, et paraît avoir donné de bons résultats chez quelques filateurs, notamment chez M. Tiers, à Orchies, et chez madame veuve Pauris et fils, à Fives-lez-Lille. L'air est chauffé par les flammes perdues du foyer des chaudières, au moyen d'un système particulier de tuyaux, inventé par M. Giraudon ; il se rend dans un conduit horizontal de 35 centimètres environ de diamètre, lequel parcourt tout un côté long de la salle, à 75 centimètres au dessous du plafond, et envoie une branche parallèle de l'autre côté. Des orifices espacés d'environ 2 mètres sont ménagés sur les conduits de la sortie de l'air chaud. Celui-ci pénètre dans la salle à une température de 20 à 25 degrés centigrades ; il rabat les vapeurs sur le plancher où elles forment une couche compacte dans laquelle des cheminées d'aspiration viennent puiser à 80 centimètres au dessus du plancher. L'appareil fonctionne en toutes saisons, car on tient beaucoup à la constance de la température. Par ce moyen, les bacs, cylindres et bobines se trouvent dans les conditions voulues d'humidité, tandis que les ouvriers respirent dans une atmosphère plus sèche et mieux renouvelée.

Un assainissement beaucoup plus radical et qui n'est rien moins qu'un nouveau mode de filage au mouillé, est appliqué depuis quelque temps par M. Boucher, filateur, à Warchin, près de Tournai, lequel se loue beaucoup des résultats obtenus, tant au point de vue de l'hygiène que de la fabrication.

Le procédé de M. Boucher, dont l'idée première remonte à une vingtaine d'années, a subi des transformations nombreuses et ce n'est guère que depuis trois ou quatre ans qu'il est arrivé à sa forme définitive, sous laquelle, nous dit-il, « le système répond désormais victorieusement « à toutes les objections que les autres filateurs dirigeaient « auparavant contre lui ¹. »

1. L'idée première de M. Boucher était de remplacer la détrempe du

La nouvelle méthode consiste essentiellement à remplacer, soit la détrempe rapide à l'eau chaude usitée dans les fabriques, soit la détrempe lente à l'eau froide que M. Boucher avait d'abord essayée, par une détrempe rapide à l'eau froide sous l'influence d'une pression élevée. L'intervention de la pression fait plus que compenser, selon M. Boucher, la diminution du temps ou l'abaissement de la température, et il assure que, grâce à la pénétration forcée de l'eau, le lin et le chanvre se trouvent encore mieux préparés pour le filage que par les procédés ordinaires, tandis qu'on supprime radicalement l'eau chaude des bacs et par suite la vapeur qui rend le séjour des salles si insalubre. Il est positif que les ateliers de M. Boucher tranchent complètement sur ceux de nos

lin à l'eau chaude, qui s'accomplit en quelques instants, par une détrempe prolongée à l'eau froide, et ce en plongeant à l'avance dans les bacs les bobines de gros fil destinées à être dévidées et filées. Sa filature, composée de 6.000 broches, marchait ainsi en 1864, et ses produits, assurait-il, « ne le cédaient en rien à ceux obtenus antérieurement »

Quelques manufacturiers du département du Nord, qui avaient voulu suivre ce système, y avaient renoncé, et en 1865, M. Lepèreq-Deledicque, à Mazenmes-les-Lille, dont les essais avaient été les plus complets, nous déclarait qu'il avait dû remettre son établissement sur l'ancien pied; « parce que, observait-il, le procédé Boucher se base sur une « détrempe prolongée du lin dans l'eau, détrempe qui, tout en modifiant la « substance gomme-résineuse qui fait adhérer entre elles les fibres du lin, « altère la nature du lin et lui fait subir une décoloration. Cette décoloration variant suivant le séjour plus ou moins prolongé dans l'eau, et ce « séjour étant nécessairement irrégulier, puisqu'on opère à l'aide de « bobines dont la première couche est filée un jour et parfois un jour et « demi avant la dernière, il s'ensuit que l'on obtient par le procédé Boucher des fils multicolores, variant du gris au roux, tout à fait impropres « à la fabrication des toiles écruës. » A cet inconvénient majeur, M. Lepèreq en ajoutait quelques autres de détail : « ainsi, disait-il, les fils « s'étiraient moins bien, et il se produisait une plus grande quantité de « renflements, ce qui augmentait nécessairement le déchet; enfin, il fallait « accroître la force motrice à cause du refroidissement des ateliers et du « frottement qui en résultait dans tous les rouages. » Mais le premier motif aurait suffi, selon lui, pour empêcher les industriels d'appliquer jamais une semblable méthode. C'est à ces inconvénients que la nouvelle méthode de M. Boucher a eu pour objet de parer.

départements du nord et l'on n'a pas de peine à croire que ses ouvrières soient peu disposées, comme il le dit, à changer d'établissement.

Quant aux appareils destinés à réaliser le système, ils sont fort simples (Pl. V, fig. 5 et 6). Les bobines provenant du banc à broches sont chargées sur un chariot de 1^m,30 de long sur 0^m,80 de large, qui reçoit environ 200 bobines enfilées les unes au dessus des autres sur des tiges en fer. On les amène au *compresseur*, qui n'est autre qu'un cylindre vertical en communication avec une pompe hydraulique. Les bobines étant introduites dans le cylindre, au moyen d'un trou d'homme à la base supérieure, on donne une première pression à 5 atmosphères. Aussitôt que le manomètre indique que ce chiffre est atteint, on arrête la pompe et l'on ramène peu après la pression à zéro. On recommence ensuite à pomper, mais on porte cette fois la pression à 8 atmosphères. Au bout de quelques instants on vide à moitié le cylindre et l'on retire les bobines parfaitement détrempées et prêtes pour le filage. La totalité de l'opération dure moins d'un quart d'heure. M. Boucher a trouvé préférable de fractionner la compression en deux périodes ; il a constaté qu'une pression immédiate de 8 atmosphères fait pénétrer l'eau beaucoup moins bien dans l'intérieur des fils que si ceux-ci ont été préalablement soumis au mouvement de va et-vient que détermine la première pression à 5 atmosphères, suivi du retour à zéro.

Il ne nous appartient pas de nous prononcer sur les objections que le nouveau système de M. Boucher peut soulever, au point de vue industriel. Tout ce qu'il nous est permis de dire, c'est que nous l'avons vu en pleine activité et que rien assurément dans l'état de maison de l'inventeur n'éveille l'idée d'un échec commercial de la méthode. Il nous paraît donc qu'il y a là quelque chose qui mérite d'appeler l'attention des fabricants, désireux tous, ou n'en doit pas douter, d'ar-

river un jour, s'il se peut, à faire disparaître une des causes qui agissent le plus défavorablement sur la santé des classes ouvrières ¹.

Nous terminerons là cette énumération, bien qu'il y ait encore un grand nombre d'industries qui aient reçu dans ces derniers temps des perfectionnements hygiéniques. Mais les unes emploient des procédés qui ne s'éloignent pas sensiblement de ceux que nous avons déjà décrits, en sorte que les décrire à leur tour serait une inutile répétition ²; d'autres n'ont qu'une importance secondaire ou n'ont pas été assainies d'une manière suffisante pour être données en exemples³;

1. L'éminent magistrat qui administrait, il y a quelques années, le département du Nord, M. Vallon, et qui avait donné tant de preuves de sa sollicitude pour l'hygiène publique, nous disait que la filature au mouillé était « la plaie de la classe ouvrière de Lille. »

2. Il est évident, par exemple, que nous n'avons pas voulu passer en revue toutes les opérations où l'on a installé des hottes de dégagement semblables à celles dont on fait usage pour le fondage du plomb ou l'étagage du fer, ni toutes les opérations où l'on prévient le dégagement des poussières au moyen de la voie humide, comme pour les poteries ou la coutellerie, etc.. Il suffisait, pour les unes et les autres, de citer quelques types importants.

3. Parmi les industries non encore assainies, malgré d'incontestables améliorations, on peut citer, la fabrication du chromate de potasse, laquelle, détermine chez les ouvriers, au bout de peu de jours, la perforation de la cloison nasale. A la fabrique de M. Clouet, au Havre, l'accident est général : il paraît dû aux particules de chromate en suspension dans l'air et provenant soit du broyage des matières sèches, soit de l'évaporation des liqueurs. De plus, la moindre écorchure aux mains dégénère en ulcère cancéreux, qui ne tarderait pas à s'approfondir jusqu'à l'os, si l'on ne s'empressait de traiter la plaie par le sous-acétate de plomb.

D'un autre côté nous n'avons pas fait figurer une branche de fabrication que son importance cependant ne semblerait pas permettre de passer sous silence : nous voulons parler de l'industrie du *verdet* ou *vert de gris* (acétate basique de cuivre). Mais il résulte des renseignements qui nous ont été fournis sur les lieux, que, bien que le verdet pris à une certaine dose, soit un poison redoutable, les manipulations auxquelles il donne lieu, dans la pratique industrielle, sont sans danger sérieux pour les ouvriers. L'absorption lente et quotidienne de ce corps paraît plutôt favorable à la santé, et semble agir efficacement, chez les femmes, pour combattre la chlorose. Le seul détail insalubre, à un degré peu

d'autres enfin intéressent plutôt la salubrité extérieure par leurs dégagements, et dès lors trouveront place dans la seconde partie de ce travail ¹.

grave, d'ailleurs, est celui des poussières engendrées par le maniement des cuivres ayant déjà servi. Aucune mesure spéciale n'est adoptée à cet égard : les ouvriers se bornent à nouer quelquefois un mouchoir sur leur nez et leur bouche. En somme, cette industrie mérite à peine le nom d'insalubre. Cette manière de voir est partagée par des hygiénistes distingués de Montpellier, MM. Pécholier, Saint-Pierre, Dumas, etc.. Les deux premiers ont publié en 1864, une fort intéressante étude sur l'hygiène des ouvriers employés à la fabrication du verdet, et arrivent à cette conclusion : « Au point de vue de l'hygiène publique, la fabrication du verdet est absolument sans inconvénients. » Il suit de là que malgré l'absence de procédés perfectionnés, on ne peut considérer l'industrie du verdet comme du nombre de celles qui attendent leur complément d'assainissement.

1. Telle est notamment l'industrie de la soude. Les dégagements d'acide chlorhydrique sont nuisibles aux ouvriers, mais ils le sont bien davantage pour le voisinage : c'est donc à l'occasion de la salubrité extérieure qu'il est plus naturel d'indiquer les moyens d'assainissement.

DEUXIÈME PARTIE

SALUBRITÉ EXTÉRIEURE.

La question de la salubrité extérieure présente deux faces distinctes : l'une est relative aux dégagements nuisibles, c'est-à-dire aux gaz et aux vapeurs susceptibles de souiller l'air et de préjudicier aux hommes ou à la végétation ; l'autre est relative aux résidus insalubres, c'est-à-dire aux rebuts liquides et solides susceptibles d'introduire dans les eaux ou dans le sol des principes soit toxiques, soit infectants, ou simplement de troubler la pureté des eaux au point de les rendre impropres aux usages domestiques. Les matières colorantes non vénéneuses sont, par exemple, dans ce dernier cas. De même nous comprenons sous la dénomination générique de dégagements nuisibles des gaz qui, comme la fumée, peuvent n'attaquer ni les plantes ni les animaux, mais qui altèrent la transparence de l'air et occasionnent diverses incommodités. Les procédés d'assainissement qui correspondent à ces deux ordres de faits sont de natures très-différentes ; c'est pourquoi nous diviserons notre exposé en deux sections, savoir :

Section I. Dégagements ;

Section II. Résidus solides et liquides.

SECTION I

D É G A G E M E N T S .

CHAPITRE PREMIER

P R O C É D É S G É N É R A U X .

ISOLEMENT DES USINES ET AUTRES CONDITIONS TOPOGRAPHIQUES.

L'isolement des usines, c'est-à-dire leur éloignement des habitations et de la voie publique ou des terrains cultivés appartenant à des tiers, est le premier moyen qui s'offre à l'esprit et celui auquel on doit s'arrêter de préférence, toutes les fois qu'on le peut, pour diminuer les inconvénients des émissions gazeuses. L'expérience a démontré que ces inconvénients s'atténuent très-rapidement à mesure qu'on s'éloigne des usines et qu'ils cessent de se faire sentir à une distance, variable selon les circonstances, mais qui n'est jamais très-grande. Les enquêtes faites dans divers pays, notamment l'enquête de 1854 en Belgique et celle de 1862 dans le Royaume Uni, n'ont pas révélé de ravages appréciables au-delà de 4 kilomètres des usines ; bien avant cette

distance, ils étaient déjà fort atténués. Pratiquement, on peut considérer que dans la généralité des cas, pour les fabrications les plus nuisibles, les inconvénients sont très-réduits à partir de 1.000 mètres et cessent à 2 kilomètres. Ces chiffres doivent même être diminués pour une foule d'industries fort incommodes, mais dont les dégagements n'ont pas une grande portée. Dans les fonderies de suif, par exemple, où les chaudières dégagent directement leurs buées dans l'atmosphère, les odeurs sont parfois insupportables dans le voisinage immédiat des fabriques et sont à peu près nulles à 2 ou 300 mètres. Il résulte de ces considérations qu'aucune limite absolue ne peut être fixée, mais qu'en se plaçant à des distances plus ou moins considérables, qui en général ne dépassent pas 2.000 mètres, les fabricants sont assurés de ne pas causer de préjudice sensible au public et dès lors ils peuvent marcher librement, sans appliquer de procédés spéciaux d'assainissement.

Cette situation est recherchée par un plus grand nombre d'usines qu'on n'est peut-être tenté de le croire. Dans l'industrie des produits chimiques, notamment, où les dégagements ont le plus de portée, on compte plusieurs groupes importants dans des conditions d'isolement presque absolu: tels sont ceux de Montredon, au milieu des rochers, près de la mer, de Berre, sur le bord de l'étang du même nom (Bouches-du-Rhône), de Shields, à l'embouchure de la Twine, dans le district de Newcastle, de Flint, dans le nord du pays de Galles, de Védrin près de Namur, etc.

La plupart des fabricants cependant ne peuvent se placer dans des conditions aussi favorables. Plusieurs prennent alors une sorte de moyen terme, qui consiste, d'une part, à acquérir les terrains qui les entourent immédiatement et, d'autre part, à appliquer des procédés d'assainissement qui rendent les dommages insensibles au delà de cette bande de terrain. Cette combinaison a pour objet d'obvier à l'imper-

fection habituelle des procédés, lesquels laissent presque toujours subsister une certaine insalubrité dans le voisinage immédiat des fabriques. De semblables acquisitions paraissent en général plus avantageuses, au point de vue pécuniaire, que de courir le risque des dommages-intérêts que peuvent obtenir des voisins peu endurants. Nous croyons qu'un grand industriel se louera habituellement d'avoir acheté à des conditions raisonnables une bande de terrain de 4 à 500 mètres autour de son usine, ou du moins du côté le plus exposé aux gaz ¹.

A défaut d'isolement on doit rechercher certaines conditions naturelles qui peuvent atténuer considérablement les dommages. Le relief du sol est en première ligne : il est évident par exemple que, toutes choses égales d'ailleurs, une usine placée sur un lieu élevé d'où elle domine tout le pays environnant, cause moins de préjudice qu'une usine située au milieu d'une plaine. Le plus simple raisonnement en rend compte. On peut admettre que le point où les émanations nuisibles lancées dans l'atmosphère rejoignent la surface du sol est à une distance proportionnelle à la hauteur du point où l'émission a eu lieu, et que, d'autre part, les gaz arrivent au sol d'autant plus affaiblis que leur parcours dans l'atmosphère a été plus considérable. Sans donc vouloir attribuer à cette loi une rigueur mathématique qu'elle ne comporte pas, on exprime assez bien le phénomène en disant que l'insalubrité des gaz, au point où ils atteignent le sol, est en raison inverse de la hauteur du point d'émission ; et, comme au dessous d'une certaine

1. La plupart du temps les terrains ainsi achetés sont accommodés à d'autres convenances de l'usine : ils servent au bâtiment et au jardin de la direction, à des dépôts de matières, souvent à des logements d'ouvriers. Nous connaissons, en France et en Angleterre, un grand nombre d'industriels qui ont fini par s'entourer d'un territoire à eux, de façon que les choses se passent pour ainsi dire *en famille* : les dégagements ne sont plus sentis par les étrangers.

limite, les effets deviennent insensibles, il est vraisemblable que les dommages réels diminuent plus rapidement encore que n'augmente la hauteur du lieu où l'usine est située. Il est donc avantageux, quand des considérations d'un autre ordre ne s'y opposent pas, de choisir un emplacement qui domine les propriétés des tiers au lieu d'en être dominé.

Un des éléments qu'il importe le plus de connaître, c'est la direction des vents régnants dans la contrée. Habituellement, en effet, le problème ne se pose pas dans les termes simples que nous indiquions tout à l'heure, et un industriel n'a pas la faculté de s'isoler entièrement ni de dominer tous les terrains environnants ; mais il peut réaliser seulement en partie l'une ou l'autre de ces conditions. Il a alors tout intérêt à connaître la direction des vents, car il se placera le plus loin possible du point vers lequel les dégagements seront ordinairement poussés, et il craindra moins de se rapprocher du point opposé. A plus forte raison, s'il s'établit dans le voisinage d'une proéminence de terrain, devra-t-il éviter que les flancs du coteau soient sous le vent de son usine, car il serait assuré alors d'y faire des dégâts considérables¹. En général, il préférera mettre le coteau entre le vent et lui, pour que les fumées soient emportées vers la plaine.

Pour des motifs d'un autre genre, on ne doit pas rechercher les situations où l'on soit trop à l'abri des vents, car on ferait surgir alors des inconvénients sérieux pour le voisinage immédiat et pour l'usine elle-même : l'air n'étant pas suffisamment renouvelé, les émanations s'accumuleraient autour de l'usine et y entretiendraient une atmosphère insalubre dont la santé des ouvriers ne tarderait pas à se ressentir. Il

1. C'est ce qui arrive, par exemple, à la fabrique de MM. Maze et Chouillou à Rouen, dont les fumées dévastent les arbres d'agrément qui couvrent le coteau voisin. Les procédés spéciaux d'assainissement n'y sont cependant pas moins bien appliqués qu'ailleurs ; mais les circonstances topographiques en rendent les imperfections plus sensibles.

est bien préférable que la fabrique soit exposée à tous les vents et que la configuration du terrain en favorise l'action. Dans un établissement industriel l'air n'est jamais trop renouvelé. A ce point de vue encore les positions au bord de la mer, d'un lac ou d'un bon cours d'eau ont de sérieux avantages ¹.

Un moyen fort simple pour protéger le voisinage, et qui produit de bons effets dans une foule de cas, par exemple, toutes les fois que le point d'émission des vapeurs n'est pas très-élevé au dessus du sol de l'usine, consiste à planter un rideau d'arbres, de peupliers particulièrement, du côté où chasse le vent. Deux ou trois rangées entrecroisées, c'est-à-dire disposées de façon que les arbres de l'une correspondent aux vides de l'autre, constituent un obstacle qui arrête la majeure partie des dégagements dans leur course horizontale. Mais pour le motif que nous indiquons tout à l'heure, il convient que ces arbres soient à une certaine distance des bâtiments ; car précisément parce qu'ils arrêtent les gaz ils déterminent le long de la rangée la formation d'une zone plus insalubre dans laquelle il ne serait pas bon que les ouvriers fussent plongés. Ce moyen n'est donc praticable qu'à la condition que l'usine possède 2 à 300 mètres de terrain de ce côté ; car on ne pourrait songer à utiliser ainsi quelque plantation appartenant à un tiers. On transporterait chez ce dernier la zone insalubre et en outre, si les gaz étaient de nature à attaquer la végétation, on aurait à payer de fréquents dommages. L'usine a donc le même intérêt à fuir les plantations appartenant aux tiers qu'à les rechercher sur son propre terrain.

En résumé, dans le choix de l'emplacement d'une usine, les principaux éléments dont un industriel doit s'occuper, en vue de diminuer l'action de ses dégagements sur le

1. C'est à un emplacement de ce genre qu'on doit certainement attribuer en grande partie le peu d'accidents que nous avons relevé dans la fabrique d'arsenic de Swansea.

public, sont : la possibilité d'isolement, le relief du sol, la direction des vents, la nature du voisinage, et subsidiairement la convenance de créer quelques obstacles au parcours des gaz.

Mais ces ressources, quelle qu'en soit la valeur, ne trouvent pas, on le comprend, leur application dans la majorité des cas et notamment à l'occasion des établissements qui se créent dans l'intérieur des villes. La question des moyens techniques d'assainissement conserve donc toute son importance.

EMPLOI DES HAUTES CHEMINÉES.

Nous avons dit un mot de l'influence qu'exerce sur les dégagements la hauteur du point d'émission par rapport au sol et nous avons conclu que les dommages devaient diminuer pour le moins en raison inverse de ladite hauteur.

Cette considération s'applique de tous points à l'emploi des cheminées d'usine, car il est clair que l'érection de ces cheminées, dans lesquelles on fait passer les gaz qui doivent être émis dans l'atmosphère, revient à élever artificiellement le sol de l'usine par rapport aux terrains environnants. On peut donc admettre que, toutes choses égales d'ailleurs, l'insalubrité des gaz ou le dommage qu'ils sont susceptibles de produire, au point où ils atteignent le sol, est au moins en raison inverse de la hauteur des cheminées de dégagement.

On a longtemps discuté la question de savoir s'il y avait utilité ou non à ériger de hautes cheminées, et quelques personnes ont même soutenu l'opinion qu'il était préférable d'avoir des cheminées peu élevées. L'argument consistait à dire

que les hautes cheminées n'avaient d'autres résultats que de transporter les dommages dans une région plus étendue, que la somme totale des dégâts restait en réalité constante et qu'il y avait dès lors plus d'avantages à les concentrer sur une petite surface, où le préjudice ne pouvait jamais devenir très-grand, qu'à les éparpiller sur un grand nombre de points où il devenait très-considérable. Mais on oubliait deux circonstances qui infirment totalement cette conclusion : la première, c'est que, quand la proportion des gaz nuisibles contenus dans l'air tombe au dessous d'une certaine limite, les ravages cessent, et qu'on arrive par conséquent au même but par une diffusion suffisante que par une élimination absolue ; la seconde, c'est que pendant le parcours des gaz il ne se produit pas seulement un phénomène de *diffusion* de telle façon qu'au bout d'un parcours double, par exemple, la proportion des gaz nuisibles contenus dans un volume d'air soit diminuée de moitié, mais il se produit aussi conjointement un phénomène de *déperdition*, c'est-à-dire qu'à mesure que la colonne gazeuse chemine, des éléments se combinent avec l'eau météorique et tombent sur le sol, si bien que la colonne se purifie en avançant, absolument comme la fumée se dépouille de sa suie. Il suit de là que la diffusion *réelle*, c'est-à-dire la raréfaction des éléments nui-

1. Cette argumentation s'est produite notamment à l'occasion de l'enquête belge de 1855. On remarquait que le panache de fumées sortant d'une cheminée s'incline rapidement et prend la forme d'un cône très-allongé qui va rencontrer le sol ; c'est à cette surface de rencontre, disait-on, que le dommage se produit. Mais le cône, changeant de direction avec le vent promène finalement ses ravages dans un champ dont l'étendue, limitée dans tous les cas par l'amplitude des variations annuelles des vents dominants, est sensiblement proportionnelle à la hauteur de la cheminée. Or, ajoutait-on, si à 1,000 mètres de distance, par exemple, les ravages en chaque point sont très-accusés, il importerait peu qu'ils le fussent encore davantage et dès lors mieux vaudrait subir les ravages plus forts tels qu'ils se produisent, par exemple, à 500 mètres, au lieu de les avoir sur une surface double. La valeur totale du dégât dans le dernier cas serait moins élevée que dans le premier.

sibles dans un volume d'air, augmente beaucoup plus rapidement que la hauteur, et que, si surtout, au départ, la colonne gazeuse n'est pas trop chargée d'émanations, on peut, en bien des cas, au moyen d'une cheminée élevée, approcher de la limite au dessous de laquelle les inconvénients cessent d'être appréciables.

Aussi la pratique universelle a fini par donner tort aux adversaires des grandes cheminées, et la tendance bien accusée de nos jours est d'accorder à ces constructions des dimensions de plus en plus considérables. En Angleterre il n'est plus de fabrique de quelque importance qui n'ait au moins une cheminée principale, de 30 à 40 mètres au dessus du sol, dans laquelle s'évacuent tous les gaz des fours, mêlés aux fumées des foyers. Les cheminées de 60 à 80 mètres ne sont pas rares, et plusieurs dépassent 100 mètres. La plus haute à notre connaissance, dont nous avons déjà eu l'occasion de parler, est celle de la fabrique d'engrais de M. Taunzen à Glasgow : du bas des fondations au sommet, elle ne mesure pas moins de 142 mètres, soit près de 127 mètres au dessus du sol ¹. Après celle-là, on cite dans la même ville, la cheminée de la fabrique de soude de Saint-Rollox, appartenant à M. Tennant, laquelle dépasse 136 mètres en tout, ou un peu plus de 121 mètres au dessus du sol ². Il y

1. C'est presque deux fois la hauteur de la tour Notre-Dame à Paris, et 19 mètres de moins seulement que la plus haute des pyramides d'Égypte.

cette cheminée gigantesque, dont le propriétaire raconte avec orgueil l'histoire, a été construite pour faire taire les réclamations du quartier populaire où la fabrique d'engrais est située. Elle a 9^m,75 de diamètre intérieur à la ligne de terre, 3^m,70 à la couronne, et a coûté 200.000 francs. Commencée en mai 1857, elle a été terminée le 6 octobre 1859. Infléchie par l'orage le 9 septembre 1859, elle a été redressée au moyen de douze traits de scie à la base, emportant chacun quelques millimètres de maçonnerie dans la région opposée à la compression. A la suite de chacun d'eux la colonne rentrait lentement dans son aplomb.

2. Les dimensions de la cheminée de Saint-Rollon diffèrent assez sensiblement de celles de M. Taunzen : le diamètre intérieur à la ligne de terre n'est que de 7^m,25 au lieu de 9^m,75.

a même des circonstances où l'on a atteint un niveau plus élevé en profitant du relief naturel du sol qui permettait d'asseoir une cheminée grimpante sur le flanc d'un coteau : on cite dans le pays de Galles une usine métallurgique dont la cheminée grimpante débouche à près de 300 mètres au dessus du terrain de l'usine. En France, les limites sont plus modestes : les cheminées restent ordinairement comprises entre 30 et 40 mètres. Ce n'est que dans quelques établissements de premier ordre, à Thann, à l'Oseraie, à Rouen, qu'elles varient de 50 à 60 mètres. A Salyndres, on en voit une de 70 mètres ; et, chez M. Malétra, à Rouen, la cheminée principale, qui est pensons-nous, la plus haute de France, atteint 74 mètres. On peut citer, comme en Angleterre, un dégagement à un niveau plus élevé par suite du relief du sol : c'est celui de la fabrique de MM. Gayet et Gourjon, à Montredon, près Marseille ; la cheminée traînante du four à sulfate de soude, rampe le long des rochers et émet ses fumées, assez loin de l'usine, à un niveau de 110 à 120 mètres. En Belgique et en Allemagne, on est dans des dimensions intermédiaires. Ainsi les cheminées de Floreffe et de Sainte-Marie d'Oignies, près Namur, les deux plus grandes de la Belgique, ont l'une 100 mètres et l'autre 96 mètres d'élévation au dessus du sol. En résumé, tous les pays, à divers degrés, demandent aux hautes cheminées un moyen de protection contre les dégagements.

Mais ce moyen, il ne faut pas se le dissimuler, ne remédie qu'imparfaitement à la situation. D'abord, il n'est pas toujours facile d'atteindre la limite théorique au dessous de laquelle les gaz n'ont plus d'inconvénients : car, si les dégagements sont très-chargés, la hauteur d'émission devrait être très considérable ; celle de chez M. Taunzen elle-même n'est pas rigoureusement suffisante pour cet objet. Or, les cheminées élevées sont fort coûteuses à établir et réclament un terrain très-solide. Dès qu'on dépasse 50 mètres de haut, on peut compter sur une dépense moyenne de 1.000 francs

par mètre ¹. De plus, les circonstances topographiques font perdre souvent une grande partie, sinon la totalité de la hauteur utile. Ainsi, dans la campagne on peut rencontrer, à une faible distance, des côteaux qui dominent les cheminées. Dans les villes, il y a généralement certains quartiers plus élevés que les autres, et ces quartiers plus élevés sont presque toujours vers le centre de la ville, tandis que les usines occupent les faubourgs, qui sont dans la partie relativement basse. Ensuite même dans les circonstances les plus favorables, où la ville entière serait presque de niveau, il faudrait toujours déduire de la hauteur des cheminées, celle des maisons et des édifices, soit pour les seules maisons, 20 à 25 mètres. La hauteur utile d'une cheminée de 40 mètres est ainsi réduite à 15 ou 20 mètres, ce qui, avec des dégagements un peu chargés, est tout à fait insuffisant pour protéger à quelque distance. Remarquons enfin, objection décisive, que les raisonnements sur l'efficacité des cheminées supposent implicitement que rien dans l'atmosphère ne vient limiter brusquement le parcours des gaz et que ceux-ci ont toute liberté pour se mélanger graduellement à l'air au sein duquel ils cheminent : en d'autres termes le temps est censé beau et les vents sont censés horizontaux ou faiblement inclinés. Mais en temps de brouillard et surtout de pluie fine, les phénomènes se passent différemment : les éléments insalubres se condensent dans l'eau ou sont entraînés mécaniquement par elle, de façon à être, dans les deux cas, rabattus aux environs de l'usine ; quel que soit alors le niveau du point d'émission, les ravages se concentrent sur une ceinture de quelques centaines de mètres autour de l'usine.

1. Nous avons vu que chez M. Taunzen la dépense moyenne est de près de 1,600 fr. par mètre (plus de 200,000 fr. pour 127 mètres de hauteur utile). — Il va de soi qu'à mesure qu'on s'élève, la dépense moyenne augmente, parce que la construction est plus difficile en haut, et en outre parce qu'il faut accroître les autres dimensions en proportion de la hauteur.

Même avec le beau temps, les vents plongeants produisent des résultats analogues : le panache gazeiforme brusquement infléchi vers le sol le rencontre trop près du point de départ pour que la diffusion ait été suffisante. Nous aurions encore à ajouter que les cheminées, de leur nature, ne peuvent remédier à certains inconvénients tels que ceux qui proviennent des dégagements à l'intérieur des ateliers : il faut donc, de toute nécessité, des moyens d'assainissement d'un autre ordre.

En résumé, les hautes cheminées font quelquefois disparaître les inconvénients et toujours les atténuent. Mais cette atténuation, dans la majorité des cas et notamment avec des dégagements très-chargés, n'est pas suffisante pour les besoins de l'hygiène publique. Pour que les cheminées donnent une protection satisfaisante, il faut au préalable assainir les dégagements eux-mêmes, c'est-à-dire y raréfier les éléments insalubres de telle façon que la diffusion dans l'air s'exerçant ensuite, on puisse descendre effectivement à la limite au dessous de laquelle, avons-nous dit, les dommages deviennent à peu près insensibles.

Nous ne quitterons pas ce sujet sans faire ressortir un résultat indirect des cheminées, qui a bien aussi son importance. Nous voulons parler du mélange de gaz hétérogènes qui se produit par suite de la coutume où l'on est dans les usines, afin de ne pas multiplier ces organes dispendieux, d'utiliser la même cheminée pour des dégagements nombreux en la mettant en relation, non-seulement avec les foyers en même temps qu'avec les appareils de fabrication, mais encore avec des groupes de fours de destinations très-diverses. Ainsi, il n'est pas rare qu'une seule cheminée ou deux desservent tous les ateliers d'une grande usine. Le mélange formé dans ces conditions offre plusieurs avantages : d'abord il réalise un premier degré de diffusion, puisque les émanations insalubres se trouvent entraînées avec la grande proportion de gaz à peu près inertes provenant des grilles ; en second lieu, et c'est là le point spécial que nous voulions signaler, il se produit au sein

de la masse des réactions qui habituellement neutralisent une partie des éléments délétères. Quand on réunit, par exemple, comme à Dieuze, les gaz de la décomposition du sel marin avec ceux de la transformation du sulfate de soude en carbonate, ou encore comme chez M. Kuhlmann, quand on réunit les vapeurs ammoniacales avec l'acide chlorydrique, il est clair que, dans le premier cas, une portion de l'acide libre et du carbonate de soude entraînée reforment du sel marin et que, dans le second cas, il se forme du muriate d'ammoniaque. Des phénomènes analogues de neutralisation, quoique moins simples dans leur formule, résultent du rapprochement de l'hydrogène sulfuré avec l'acide sulfureux : ce dernier agit pour dissocier les éléments du premier et diminuer ainsi une des combinaisons les plus dangereuses du soufre. A défaut d'un courant d'acide sulfureux, tel, par exemple, qu'il s'en échappe des appareils de condensation annexés aux chambres de plomb, les simples fumées des foyers où l'on brûle une houille plus ou moins pyriteuse déterminent, dans une certaine mesure, les mêmes effets. Pareillement les vapeurs nitreuses gagnent à se trouver en présence des autres dégagements : l'acide hypoazotique rencontrant des gaz tantôt comburants, tantôt combustibles, passe à un degré différent d'oxydation et devient moins malsain qu'à son état primitif. Sans entrer dans plus de détails, on conçoit ce que peut avoir d'avantageux pour la salubrité le mélange de diverses espèces de gaz. D'un autre côté, il ne faut pas perdre de vue les inconvénients qui, en certains cas, pourraient en résulter. Ainsi, si l'on introduit en proportions considérables dans une cheminée des gaz tels que l'hydrogène sulfuré ou des vapeurs d'huiles minérales, on aura à rechercher, d'après la composition générale de la colonne, si des mélanges détonnants ne sont pas à redouter. En thèse générale, le fabricant peut, par une étude attentive des gaz que son industrie lui fournit, atténuer par le rapprochement les plus insalubres d'entre eux ; ordinairement il aura plus à gagner qu'à perdre à associer dans la même cheminée

plusieurs dégagements et, par exemple, à noyer ceux de la fabrication dans ceux de la combustion.

CONDENSATION DANS L'EAU.

Un grand nombre de gaz et de vapeurs sont susceptibles d'être condensés dans l'eau, en forte proportion ; aussi beaucoup d'usines mettent-elles à profit cette propriété pour prévenir les dégagements à l'intérieur ou pour diminuer la quantité de ceux qui doivent se rendre aux cheminées. Nous nous proposons de faire connaître ici, non les dispositions pratiques adoptées (elles varient ordinairement d'une industrie à l'autre et viendront dès lors plus à propos dans la description des procédés spéciaux), mais le principe même de ces dispositions et les règles générales qui président à leur emploi.

Dans les fabriques, on fait agir l'eau sur les gaz de trois manières différentes, qui donnent naissance à autant de types d'appareils de condensation ou de *condenseurs* : 1^o en faisant déboucher les gaz au sein du liquide ; 2^o en mettant les gaz en contact avec des surfaces humides ; 3^o en injectant l'eau, sous forme de pluie divisée, au sein de la masse gazeuse.

Le premier type s'emploie de préférence quand les gaz n'ont qu'une médiocre affinité pour l'eau, ou quand on veut obtenir des solutions très-concentrées, ou encore quand on ne veut pas donner aux appareils de condensation un grand développement. Ce qui fait, en ces divers cas, la supériorité du premier type, c'est que bien évidemment l'eau y est mieux en contact avec les gaz que de toute autre manière ; on comprend dès lors que, toutes choses égales d'ailleurs,

il agit plus énergiquement que les autres types et peut rendre par conséquent des services dans des circonstances où ceux-ci n'en rendraient pas. Un autre avantage du même type, c'est qu'il se contente de volumes d'eau beaucoup moindres ; cette propriété est, du reste, la conséquence des précédentes, car il est clair qu'un système susceptible de fournir des solutions plus concentrées, dépense nécessairement moins de liquide. Hâtons-nous d'ajouter que malgré les avantages que nous venons d'énumérer, le premier type est beaucoup moins employé que le second, et cela pour une raison capitale : c'est qu'il a l'immense inconvénient de faire naître dans l'intérieur des appareils, des pressions d'autant plus considérables qu'on a voulu rendre son jeu plus efficace, et ces pressions provoquent des fuites nombreuses qui contrebalancent promptement les bons effets de la condensation elle-même. Il est aisé de s'en rendre compte.

En effet, par cela seul que le dégagement débouche au sein du liquide, la pression en deçà du condenseur doit excéder la pression au delà, de toute la quantité correspondant à l'épaisseur de la tranche liquide que traverse le tuyau abducteur ; car il faut que les gaz venant des appareils de fabrication fassent équilibre au poids de cette tranche pour refouler l'eau devant eux dans le tuyau et arriver au sein du liquide. Cet équilibre est même toujours dépassé dans la pratique, car sans parler des résistances diverses qu'offre tout système à parcourir (frottements, étranglements etc.), l'allure industrielle exige que les gaz soient poussés vivement dans le liquide afin de se disperser promptement et de permettre ainsi une fabrication active. Or, soit que le condenseur débouche à l'air libre, soit qu'il communique avec quelque conduit de dégagement, la pression sur le liquide est sensiblement égale à la pression atmosphérique ; il s'en suit donc que la pression à l'intérieur du générateur excède la pression au dehors d'une quantité au moins égale à celle du liquide traversé. Et comme l'efficacité du condenseur est évidemment en raison de l'épaisseur du liquide traversé,

(carsi la tranche était trop mince les gaz la traverseraient presque sans s'y condenser), il est vrai de dire que l'excédant de pression est proportionnel à l'efficacité du condenseur.

C'est là un inconvénient très-grave dans la pratique industrielle. Les appareils de fabrication, fours ou autres, ainsi que les tuyaux abducteurs, ne sont point hermétiques, comme dans les laboratoires. Non-seulement ils sont susceptibles de se fissurer et offrent des joints nombreux, mais même, par la force des choses, ils offrent souvent une issue naturelle aux dégagements par les portes de déchargement ou de travail. On a bien la ressource d'en luter les joints, si la nature du travail permet de maintenir ces portes fermées, mais le lut ne peut résister à une pression un peu forte à l'intérieur. Lors donc que la pression s'élève sensiblement, les gaz tendent à se faire jour de toutes parts et l'assainissement hors de l'usine ne s'obtient qu'au détriment de la salubrité intérieure.

Le moyen habituel d'y parer consiste à développer au dessus du liquide une dépression artificielle en mettant le condenseur en communication avec un appareil aspiratoire, lequel, la plupart du temps n'est autre qu'un foyer ou une cheminée de la fabrique. On peut ainsi, par une pondération convenable, ramener la pression à l'intérieur des fours à une valeur voisine de celle de l'atmosphère. Toutefois il ne faut point s'exagérer le mérite de cet expédient : si l'on évite un écueil, on court risque de tomber dans un autre. En effet, à mesure que l'on diminue la pression sur le liquide, on augmente la vitesse avec laquelle les gaz le traversent, et il peut arriver alors que la condensation n'ait plus le temps de s'effectuer. De plus, l'aspiration du foyer ou de la cheminée subissant forcément des variations nombreuses, par suite du chargement des grilles ou par toute autre cause, on passe par des alternatives d'insuffisance ou d'excès de tirage, qui se traduisent respectivement par des fuites à l'intérieur des ateliers ou par un entraînement à la

cheminée. Cette disposition, quoique bonne en elle-même, exige donc beaucoup de discernement.

Étant donné une épaisseur de liquide qu'on se propose de faire traverser aux gaz, il n'est pas indifférent de la leur faire traverser d'un seul coup ou par fractions successives ; en d'autres termes, il n'est pas indifférent d'avoir un seul vase de condensation, dans le liquide duquel le tube abducteur plonge de toute la profondeur assignée, ou d'avoir au contraire plusieurs vases communiquants, que les gaz parcourent successivement en traversant dans chacun de ces vases une couche mince, de façon que la somme des épaisseurs partielles soit précisément égale à l'épaisseur totale qu'on avait en vue. Et d'abord, quant à la pression dans le générateur, il est bien visible qu'elle est la même avec les deux systèmes. En effet, la pression dans l'avant-dernier vase excède la pression dans le dernier d'une quantité représentée par l'épaisseur du liquide traversée dans ce dernier vase ; de même, dans le vase précédent, l'excédant de pression est représentée par la somme des épaisseurs de liquide traversées dans les deux derniers, et ainsi de suite en remontant jusqu'au générateur, où la pression est évidemment, comme nous avons dit, représentée par la somme de toutes les épaisseurs partielles. Ce point établi, si on laisse de côté les considérations relatives aux dépenses d'installation, aux difficultés d'emplacement etc., on reconnaîtra qu'il y a avantage à fractionner la condensation. Effectivement, c'est surtout au point où le tube abducteur débouche dans le liquide que la condensation est la plus active : il se fait là un tourbillonnement et un brassage très-favorables, tandis qu'après que les globules de gaz ont revêtu une sorte de forme d'équilibre et ont pris leur marche ascensionnelle à travers le liquide, l'affinité de ce dernier s'exerce beaucoup moins ; en outre les globules montent avec une vitesse croissante, en sorte que la suite du parcours est moins bien utilisée. On a donc intérêt à multiplier les points de débouché et à interrompre la marche des globules pour les faire repartir de nouveau avec une faible vitesse ; en

d'autres termes, on a intérêt à imiter les établissements bien conduits, où l'on a renoncé à faire plonger profondément les tuyaux et où l'on préfère avoir deux ou trois condenseurs successifs au lieu d'un seul.

Cette disposition présente un avantage d'un autre genre, dont les conséquences industrielles sont importantes ; c'est de faire agir l'eau dans des conditions chimiquement plus favorables et de fournir des solutions plus concentrées. Avec un condenseur unique, en effet, soit que l'eau s'y renouvelle d'une manière continue, soit qu'on fasse la vidange à fond aussitôt que la saturation est obtenue, les gaz ne rencontrent jamais que des liqueurs plus ou moins chargées, ce qui en rend la condensation plus difficile. Avec des condenseurs successifs, au contraire, on peut, d'une manière soit intermittente, soit continue, faire circuler les liqueurs d'un vase dans l'autre, depuis le dernier qui reçoit l'eau pure jusqu'au premier qui reçoit la solution presque saturée. Les gaz rencontrent donc dans leur marche des solutions de moins en moins chargées, et cela à mesure qu'ils deviennent plus difficilement condensables, puisque par cela seul que la condensation s'est déjà effectuée en partie, évidemment ce sont les gaz inertes qui prédominent de plus en plus dans le mélange. On se place donc dans les conditions les meilleures pour absorber les dernières traces d'émanations, et en même temps on peut arriver à des concentrations plus fortes, puisque le même liquide se charge plusieurs fois de suite. La règle en pareil cas c'est de faire marcher l'eau en sens inverse des gaz et de calculer, soit le débit si l'alimentation est constante, soit l'intervalle mis entre deux vidanges successives, si l'alimentation est intermittente, de telle façon que le dernier condenseur ne contienne que de l'eau presque pure, tandis que le premier fournit la solution au titre voulu. Le degré de saturation des divers vases varie d'ailleurs nécessairement avec l'allure de l'alimentation ; si l'eau est fournie, par exemple, trop lentement, les derniers vases tendent à se charger de plus en

plus, et si, au contraire, l'approvisionnement est trop rapide, le gaz est arrêté presque en totalité dans les premiers vases. Théoriquement et abstraction faite des difficultés d'installation, le nombre des condenseurs n'a pas de limite; l'opération est d'autant meilleure que ce nombre est plus grand, pourvu, bien entendu, qu'on ne dépasse pas l'épaisseur totale de liquide qu'on s'est assignée et qu'on n'engendre pas des résistances nuisibles.

Le second système de condensation, à savoir celui où l'on met les gaz en contact avec des surfaces humides, est, avons-nous dit, beaucoup plus répandu que le précédent. Il offre les avantages et les inconvénients opposés à ceux qu'on vient de voir : il ne fait pas naître de pression à l'intérieur des appareils, mais il nécessite un grand développement pour fournir des liqueurs chargées au même degré ¹. Ce système revêt, dans la pratique industrielle, deux formes bien distinctes, selon qu'on y fait circuler les gaz horizontalement ou verticalement. Le premier type est caractérisé par les batteries de bonbonnes et le second par les tours à cascades; on pourrait presque les nommer type *français* et type *anglais*, parce qu'ils prédominent respectivement dans chacun de ces deux pays. Toutefois le type anglais ou les tours à cascades tend, sur le continent, à se substituer aux bonbonnes, au moins pour les dégagements les plus importants, entre autres celui de l'acide chlorhydrique.

L'arrangement des bonbonnes est fort connu. Il consiste à avoir à la suite les unes des autres un grand nombre de jarres ou vases en grès d'une contenance de 2 à 300 litres. On fait circuler d'une manière continue, par voie de siphon-

1. On peut considérer ce système comme la limite vers laquelle tend le précédent, à mesure que par l'augmentation du nombre des vases successifs on diminue indéfiniment l'épaisseur du liquide traversé dans chacun d'eux. En poussant les choses à l'extrême, on arrive à des épaisseurs nulles, c'est-à-dire à de simples surfaces de contact, en même temps qu'à un développement infini de l'appareil.

nement, un léger filet liquide, allant de la dernière bonbonne à la première, tandis que les gaz, marchant en sens inverse, se rendent d'une bonbonne dans l'autre au moyen d'un large tuyau en grès, de forme arrondie, qui débouche au dessus de la surface du liquide. Les gaz se trouvent donc en contact, d'une part, avec cette surface et, d'autre part, avec les parois humides de la bonbonne. Après ce que nous avons dit tout à l'heure touchant les condenseurs successifs, nous aurons peu de chose à ajouter ; car, sauf que les gaz ne traversent pas le liquide, la théorie est d'ailleurs exactement la même. La solution se concentre donc graduellement depuis la dernière bonbonne jusqu'à la première, et le courant gazeux se dépouille de plus en plus pour ne contenir à la fin que des matières autant que possible inertes.

L'efficacité de ce système dépend évidemment du nombre des bonbonnes et de l'approvisionnement de l'eau. Au point de vue de l'assainissement comme au point de vue de la concentration des liqueurs, il n'y a jamais trop de bonbonnes, car le pire qui puisse arriver c'est que les dernières bonbonnes ne trouvent plus rien à recueillir. Il n'est pas rare qu'on dispose une soixantaine de bonbonnes semblables, ce qui, indépendamment des tuyaux de condensation, représente plus de 100 mètres carrés de surface de contact. Nous connaissons même une usine, celle de M. Kuhlmann, à Amiens, où la batterie des fours à soude compte 250 bonbonnes, de dimensions moindres, il est vrai, ce qui fait peut-être une surface de 300 mètres carrés. Quant à l'alimentation d'eau, elle n'est, non plus, jamais trop grande au point de vue de l'assainissement, puisque la condensation se fait d'autant mieux que les liquides sont moins chargés ou que l'eau est plus renouvelée, mais au point de vue de la concentration des liqueurs, elle a nécessairement une limite, qui est marquée par le titre même des solutions qu'on veut obtenir. En sorte que la plupart du temps, dans la pratique industrielle, les éléments fixés d'avance et qu'on ne peut faire varier à volonté, c'est le volume de gaz à condenser dans un temps donné

et le titre de la solution à préparer. Au contraire, on est maître de fixer comme on veut le nombre des bonbonnes, en ne perdant pas de vue toutefois que ce nombre doit être tel que les dernières soient autant que possible exemptes de gaz condensable. Il importe même, si l'on veut avoir un assainissement bien régulier, que les bonbonnes soient en excès; car la coutume prise dans la généralité des fabriques, de faire communiquer la dernière bonbonne avec la cheminée, a pour résultat d'occasionner toutes les variations de tirage déjà signalées; dès lors, pour être à l'abri du manque de condensation que détermine, à certains moments, l'exagération du tirage, il convient de placer sensiblement plus de bonbonnes qu'il n'en faudrait avec des circonstances normales.

Précisément parce que, dans ce système, la condensation s'effectue uniquement sur des surfaces, certaines précautions spéciales sont à observer. Les deux plus importantes consistent: 1° à faire déboucher les gaz dans chaque bonbonne, aussi près que possible de la surface du liquide sans cependant nuire à la circulation; 2° à préserver les vases de tout échauffement qui aurait pour conséquence d'en sécher les parois et de les rendre moins aptes à opérer la condensation. En ce qui concerne la première précaution, il convient que le tuyau qui relie deux bonbonnes consécutives ne fasse pas simplement communiquer les orifices, mais qu'il descende, au contraire, à travers l'orifice de la seconde bonbonne et plonge assez profondément pour que les gaz qui en sortent rasant la surface du liquide. Il n'y a d'autre limite à ce rapprochement, nous le répétons, que le risque de porter obstacle à l'échappement des gaz, et de faire naître ainsi des excédants de pression. Quant à l'échauffement des appareils, il est dû généralement à deux causes: à la température plus ou moins élevée du courant gazeux et à l'influence des agents extérieurs, principalement des rayons solaires. On remédie à la première cause en faisant traverser au dégagement, avant de l'introduire dans la batterie des bonbonnes, une cuve à eau ou sorte de *laveur* dans lequel la tempéra-

ture s'abaisse en même temps qu'une condensation partielle s'effectue. On s'efforce de rendre le refroidissement aussi actif que possible en renouvelant l'eau abondamment, soit dans l'intérieur même du laveur, si l'on se propose de rejeter les solutions faibles ainsi obtenues, soit extérieurement autour de ses parois, si l'on veut obtenir des solutions assez fortes pour être utilisées. Cette caisse à eau joue donc le rôle du premier condenseur dans le système où les gaz traversent le liquide. Il va d'ailleurs de soi que l'épaisseur traversée dans le cas actuel n'est pas considérable ; elle est de quelques centimètres seulement, toujours afin d'éviter les pressions. Pour remédier à l'action des rayons solaires, le seul moyen est d'abriter la batterie sous un hangar quelconque de façon à la maintenir toujours à l'ombre. C'est ce qu'on fait dans un certain nombre de fabriques de soude, où l'on utilise souvent dans ce but l'espace vacant au dessous des chambres de plomb à acide sulfurique ; les appareils s'y trouvent dans de bonnes conditions de fraîcheur. C'est au manque d'une semblable installation qu'on doit certainement attribuer une grande partie des vices de la condensation dans des établissements comme ceux de Dieuze et du Védérin (près Namur), où les bonbonnes fonctionnent à l'air libre. On observe, dans ces fabriques, entre la condensation d'hiver et celle d'été, des différences sensibles qui tiennent indubitablement à l'influence des rayons solaires.

Les tours à cascades ou tours anglaises consistent en tours maçonnées, le plus ordinairement quadrangulaires, remplies de coke ou de fragments de briques, sur lesquels tombe continuellement une pluie d'eau froide destinée à déterminer l'absorption du gaz. La surface humide, au contact de laquelle la condensation s'effectue, est ainsi constituée non-seulement par les parois mêmes de la tour, mais surtout par la surface des fragments qui la remplissent, sans parler de l'eau divisée qui goutte entre ces fragments. Ces tours, sur la construction desquelles nous reviendrons en traitant de l'acide chlorhydrique, ont des dimensions considérables.

Leur section varie de 2 à 4 mètres carrés et leur hauteur de 10 à 20 mètres. Nous en avons vu, en Angleterre, de 40 mètres de haut, chez M. Alhusen, à Newcastle.

Les tours constituent des condenseurs infiniment plus puissants que les bonbonnes, comme il est aisé de s'en rendre compte. D'abord les surfaces de condensation sont beaucoup mieux humectées que les parois des bonbonnes, ce qui est déjà un point capital. Mais en outre, ces surfaces sont bien plus étendues. Leur développement, en effet, pour parler seulement des fragments, est proportionnel au rapport de la hauteur de la tour au diamètre moyen des fragments et dépasse le produit qu'on obtient en multipliant la section de la tour par le triple de ce rapport ¹. Il suit de là

1. L'expression mathématique de la surface totale des fragments contenus dans la tour, est

$$\pi s \frac{h}{d};$$

en représentant par π le rapport de la circonférence au diamètre ou le nombre 3, 14159..., par s la section horizontale de la tour, par h la hauteur de cette tour et par d le diamètre des fragments de coke que nous supposons tous, pour plus de simplicité, ramenés à la forme sphérique et au même volume.

Cette formule s'établit aisément. Soient, en effet, a et b les côtés de la tour, de telle sorte que s est égal à $a \times b$. Le nombre de fragments qu'on peut aligner le long du côté a est évidemment égal à $\frac{a}{d}$, et le nombre de files semblables qu'on peut appuyer sur le côté b est égal à $\frac{b}{d}$; le nombre des fragments contenus dans la section est donc représenté par $\frac{a}{d} \times \frac{b}{d}$ ou $\frac{s}{d^2}$. De même, le nombre de tranches semblables, superposées dans la tour, sera égal à $\frac{h}{d}$, en sorte que finalement le nombre des fragments de la tour est exprimé par $\frac{s}{d^2} \times \frac{h}{d}$. Mais d'autre part, la surface d'un fragment sphérique de diamètre d est, comme on sait, égal à πd^2 ; le développement total de la surface des fragments a donc pour expression

$$\frac{s}{d^2} \times \frac{h}{d} \times \pi d^2 \quad \text{ou} \quad \pi s \frac{h}{d}.$$

Si l'on veut avoir la surface totale du condenseur, il faut ajouter à la

qu'avec des fragments d'un diamètre moyen de 10 centimètres, la surface de condensation, dans une tour de 10 mètres de hauteur et 1 mètre carré de section, dépasse $3 \frac{10}{0,10}$ ou 300 mètres carrés. Un condenseur moyen, qui a 2 mètres carrés de base et 15 mètres de haut, offrira à la condensation environ 900 mètres carrés, et, en y comprenant les parois de la tour, près de 1.000 mètres carrés, ou 10 fois environ le développement d'une batterie de bonbonnes ordinaires. Les tours de M. Alhusen, qui ont, avons-nous dit, 4 mètres carrés de section et 40 mètres de haut, présentent chacune un développement de plus de 5.000 mètres carrés, soit 50 fois celui d'une batterie ordinaire et 10 à 12 fois celui des plus grandes batteries connues. On voit dès lors l'immense supériorité des tours anglaises sur les condenseurs à bonbonnes et le motif qui tend à les faire substituer de plus en plus à ces derniers.

Cette analyse du rôle que jouent dans la condensation les fragments humectés nous donne occasion de remarquer que, théoriquement, on augmente la puissance d'un condenseur, aussi bien en diminuant la grosseur de ces fragments qu'en accroissant la hauteur de la tour. Dans la pratique, il n'en est pas tout à fait ainsi ; car les gaz ne parcourent pas également toutes les surfaces qui leur sont offertes et ils suivent de préférence la route la plus directe à travers les vides compris entre les fragments. Il est donc certain qu'en fait, l'accroissement de la hauteur influe sur la condensation plus qu'une diminution correspondante de la grosseur des fragments. Toutefois comme cette dernière influence reste très-sensible, il y a un avantage évident à réduire leur diamètre autant que possible. La seule limite à cette réduction est imposée par le risque d'obstruer le passage aux gaz ;

quantité ci-dessus la superficie des quatre faces verticales, soit $2ah + 2bh$ ou le produit du périmètre de la section par la hauteur, $2(a+b)h$, quantité beaucoup moindre que la précédente.

car personne n'ignore que plusieurs petits interstices sont loin de donner la même issue qu'un seul interstice égal à leur somme; en outre, comme il se forme toujours des débris pulvérulents, par suite de ce que les fragments s'écorment les uns contre les autres, ces débris finiraient par boucher les interstices si ceux-ci étaient individuellement trop petits. On évite donc de descendre au dessous d'une certaine limite et d'employer des matériaux d'un diamètre moindre, par exemple, que 7 à 8 centimètres. Par la même occasion, nous remarquerons qu'on doit rechercher des matériaux aussi arrondis et aussi uniformes que possible, les inégalités de structure ou de grosseur ayant pour résultat de réduire les vides et même de les fermer à peu près complètement. Il est clair que des fragments parfaitement sphériques et égaux offrent le plus de facilités à la circulation des gaz, tandis que des morceaux cubiques, ou un mélange de sphères très-inégales pourraient obstruer tous les interstices.

Les tours sont exposées, comme les bonbonnes, à l'échauffement dû à la température des gaz, mais elles sont beaucoup moins exposées à l'action des rayons solaires, car l'épaisseur de leurs faces, qui atteint quelquefois 70 centimètres, les préserve bien plus efficacement que ne peut le faire la mince paroi des bonbonnes. Aussi n'a-t-on pas coutume d'abriter les tours sous une double enveloppe et les laisse-t-on exposées à l'air libre. Quant à la première influence, l'on y obvie, comme précédemment, au moyen d'une cuve à eau.

Lorsqu'on compare le mode de fonctionnement des tours et celui des bonbonnes, on reconnaît que les premières sont moins aptes à donner des solutions concentrées ou qu'elles nécessitent une bien plus grande consommation d'eau. En effet, dans les bonbonnes, cette consommation peut être réglée à volonté et réduite à celle qui est strictement nécessaire pour absorber la totalité des gaz dans une liqueur

au titre voulu, puisque rien ne force la circulation de l'eau. Mais dans les tours, où l'eau chemine verticalement et par conséquent avec une vitesse dont on n'est point le maître, il est nécessaire de la distribuer en certaine abondance si l'on veut maintenir les surfaces mouillées ; il y a donc un chiffre de consommation au dessous duquel on ne doit pas descendre, sous peine de nuire à la marche de l'appareil. Le seul moyen de concentrer les solutions ne peut être que d'accroître la hauteur des tours pour que l'eau soit plus longtemps en contact avec les gaz, ou, ce qui revient au même, de faire passer les gaz par plusieurs tours successives, ou enfin de reprendre les liqueurs pour les exposer de nouveau au courant. Nous reviendrons plus tard sur les divers expédients employés, suivant les cas ; nous nous bornons à constater ici cette infériorité relative des tours pour la saturation des liqueurs. Mais, en revanche, comme l'excès d'eau ne nuit jamais à la condensation elle-même, au contraire (en ce sens que le courant se dépouille d'autant mieux qu'il rencontre des eaux moins chargées), on en peut conclure, d'une manière générale, que, toutes choses égales d'ailleurs, les tours sont moins favorables que les bonbonnes à la préparation industrielle des solutions concentrées, mais qu'elles sont plus favorables à l'assainissement, puisqu'elles donnent des dégagements mieux dépouillés de leurs éléments nuisibles.

Un dernier trait qui différencie les tours des bonbonnes, c'est que le tirage est beaucoup plus actif dans les premières, et cela pour deux raisons : 1^o parce que, à cause de leur verticalité et de leur grande hauteur, les tours agissent, jusqu'à un certain point, à la manière des cheminées ; 2^o parce la surface de condensation et le volume d'eau offerts aux gaz sur un parcours donné étant incomparablement plus considérables dans les tours que dans les bonbonnes, l'absorption est plus prompte et l'aspiration plus active. Aussi juge-t-on inutile, dans beaucoup d'usines, de mettre les tours en communication avec une cheminée ; on s'en rapporte au

tirage de l'appareil lui-même pour vaincre la pression de la cuve à eau et les autres résistances, de façon à prévenir tout refoulement dans l'intérieur des générateurs.

Entre ces deux types si distincts de condenseurs à surfaces, viennent se placer une foule d'autres dispositions qui s'en écartent plus ou moins, mais qui reposent toujours sur les mêmes principes. Ainsi, les batteries de bonbonnes sont parfois remplacées par de longs canaux ou *traînées* horizontales, qu'on maintient autant que possible dans un état d'humidité et de fraîcheur, et dont les parois servent à la condensation. Des cloisons verticales en chicanes ou percées de trous dont l'emplacement alterne d'une cloison à l'autre, afin de retarder les gaz et de les obliger à frotter davantage contre les surfaces, augmentent, en certains cas, l'efficacité de la traînée. De même, les matériaux de garnissage des tours sont quelquefois suppléés par des cloisons horizontales en chicane, sur lesquelles l'eau retombe de l'une à l'autre; ou encore, les tours elles-mêmes sont remplacées par des bonbonnes superposées et reliées entre elles comme dans les batteries horizontales.

Reste enfin le troisième mode de condensation que nous avons mentionné, à savoir par une eau très-divisée, injectée dans la masse gazeuse et en sens inverse du courant. On ne peut mieux comparer le phénomène qui se produit ici qu'à celui de la pluie au sein de l'atmosphère. Les pluies et surtout les pluies abondantes et divisées ont, comme on sait, pour résultat de purifier l'air en le débarrassant d'émanations gazeuses ou de corpuscules pulvérulents qui, bien qu'en faible proportion chimique, suffisent cependant pour en altérer sensiblement les propriétés vivifiantes. De même, l'eau divisée qu'on injecte dans un courant gazeux a pour effet d'atteindre, par voie de dissolution ou mécaniquement, les éléments insalubres que ce torrent charrie avec lui et de les précipiter vers le sol.

Ce qui caractérise essentiellement ce procédé, c'est la faible

proportion relative des émanations à absorber et la grande consommation d'eau qu'il nécessite. Aussi son emploi dans l'industrie ne saurait-il être général et est-il effectivement restreint à des cas spéciaux où il faut agir sur des dégagements faiblement chargés, et dont on ne se propose pas d'utiliser les solutions ; ce procédé est alors plus avantageux que les modes précédents qui, avec un égal développement d'appareil, se prêteraient moins bien à atteindre des émanations ainsi raréfiées. Toute son efficacité réside d'ailleurs, on le conçoit, dans la division et la force de l'eau injectée ; plus celle-ci est réduite en filets minces et plus sûrement elle atteint toutes les parties de la masse gazeuse, plus elle est lancée avec force, mieux elle produit un effet de tourbillonnement et de remous favorable au mélange intime des éléments. Bref, ce mode d'absorption est purement un moyen d'assainissement, mais il n'est pas en même temps, comme les deux autres, un procédé de fabrication. Pour prendre un exemple, nous dirons qu'il peut convenir pour désinfecter les gaz qui s'échappent d'une chaudière à fondre les suifs, mais qu'il ne saurait s'employer pour recueillir l'acide chlorhydrique provenant de la décomposition du sel marin.

En résumé, des divers systèmes qui viennent d'être passés en revue, celui qui a le plus d'importance industrielle est incontestablement le système des condenseurs à surface, et parmi les appareils de cette catégorie celui qui rend le plus de services et tend de plus en plus à se généraliser dans les fabriques, c'est la tour anglaise garnie de coke ; on en trouvera de nombreuses applications dans les industries variées qui font l'objet du chapitre suivant.

COMBUSTION DANS DES FOYERS.

De même qu'un grand nombre de gaz et de vapeurs sont susceptibles de se condenser dans l'eau, un grand nombre l'est aussi de se brûler dans des foyers ; en sorte que bien peu de dégagements échappent à l'un ou à l'autre de ces deux moyens d'assainissement. Mais il convient tout d'abord de signaler une différence essentielle entre leurs modes d'action, c'est que, tandis que l'eau a pour résultat d'éliminer l'élément insalubre, ou de le *supprimer* pour l'atmosphère, le feu, de son côté, se borne à le *transformer*, c'est-à-dire à remplacer l'élément nuisible par un produit qui le soit moins ; par exemple, quand on brûle l'hydrogène sulfuré, on le remplace par de l'acide sulfureux, qui est notablement moins insalubre : d'où l'on voit que la combustion est par elle-même un procédé d'assainissement moins radical que la condensation, du moins en ce qui concerne la seule protection de l'atmosphère ¹.

Les dégagements à soumettre à l'action du feu ne sont pas généralement combustibles en totalité ; mais ils se composent le plus souvent d'une certaine proportion de gaz combustibles, lesquels constituent précisément la cause d'insalubrité qu'on a en vue de détruire, mêlés à une quantité plus ou moins considérable de gaz inertes, où prédomine l'air atmosphérique. C'est la proportion plus ou moins grande des premiers qui détermine les diverses dispositions destinées à réaliser la combustion. Ces dispositions peuvent immédiatement se classer en deux catégories, selon que le dégagement est en état de brûler par lui-même, ou selon, au

1. Nous disons : *la seule protection de l'atmosphère*, car il est clair que des liqueurs obtenues par la condensation peuvent être un sujet d'embarras pour le sol ou pour les cours d'eau.

contraire, que la combustion doit y être entretenue à l'aide d'un corps étranger.

Les dégagements de la première espèce sont ceux qui causent le moins d'incommodité au public ; car le maître de fabrique ayant un intérêt direct à les utiliser comme moyen de chauffage, est naturellement sollicité à ne pas les laisser perdre dans l'atmosphère. Il les fait ordinairement arriver sous des chaudières d'évaporation ou sous d'autres appareils servant à son industrie et il les brûle au contact d'une quantité suffisante d'air atmosphérique ; ainsi qu'on le fait, par exemple, dans les usines à fer pour les gaz des hauts fourneaux. Les agencements matériels varient à l'infini, suivant les convenances de la fabrique : on peut soit brûler les gaz dans des chambres *ad hoc*, soit les brûler concurremment avec du charbon, dans un foyer ordinaire, soit encore les employer en certains cas à l'éclairage. La seule règle à suivre est d'assurer le mélange de l'air et des gaz dans des proportions convenables pour une bonne combustion.

Cette règle, si simple en théorie, ne laisse pas d'exiger quelques soins dans la pratique, par suite de l'abondance et du manque d'uniformité des dégagements auxquels on a affaire. En ce qui concerne les variations que peut présenter la composition du mélange, aux diverses phases de la fabrication, le mieux est, au point de vue de l'assainissement, de maintenir toujours l'air introduit sensiblement en excès. Il en résulte, il est vrai, une perte de calorique pour l'industriel, mais on a du moins la certitude de ne pas laisser une partie des gaz intacts, faute d'oxygène pour les détruire. Mais ce n'est point, en général, par manque d'air que pèche la combustion ; la principale difficulté vient de ce que le mélange des gaz avec l'air n'est point assez intime, en sorte qu'une portion des gaz échappe à la réaction, tout comme si l'oxygène avait manqué. C'est à y remédier que toutes les précautions doivent tendre ; la meilleure consiste à diviser extrêmement soit le courant de gaz, soit le courant d'air, soit

les deux, de manière à faciliter le plus possible leur pénétration mutuelle. Il convient, en outre, pour plus de sécurité, que les deux masses gazeuses se rencontrent sous un angle assez prononcé et de préférence à angle droit ; ainsi, l'air circulant dans le sens longitudinal, comme cela a lieu dans la généralité des foyers, le dégagement devra déboucher dans le sens transversal. Le mélange intime des éléments est, par là, mieux assuré.

Les dispositions, tendant au but que nous indiquons, à savoir de diviser les courants gazeux, peuvent, on le comprend, varier de mille manières. On peut, par exemple, diviser le dégagement combustible en le faisant passer à travers plusieurs petits orifices qui déterminent autant de jets distincts ; on y parvient très-simplement en interposant devant le courant, à l'endroit où il entre dans la chambre de combustion, une plaque percée de trous. On peut aussi lui donner la forme d'une nappe très-mince ; débouchant au devant de l'admission d'air tandis que celui-ci afflue, de son côté, par une multitude de petits orifices qui livrent passage à des filets très-ténus, lesquels criblent en quelque sorte la nappe gazeuse. On peut encore diviser chacun des deux courants et obliger les deux faisceaux à s'entrecroiser dans toutes leurs parties.

Dans les appareils perfectionnés où l'on n'a pas seulement en vue un but d'assainissement, mais où l'on se propose surtout de tirer le meilleur parti commercial d'une source de chaleur, comme dans les foyers où l'on brûle les huiles de pétrole et de goudron, on a soin, non-seulement de bien assurer la pénétration mutuelle des éléments comburants et combustibles, mais on gouverne leur admission au moyen de registres, en même temps que des regards permettent à chaque instant de vérifier par l'aspect des flammes, si la combustion est complète et si aucune partie utile n'a pu y échapper. Dans d'autres cas, où l'on vise également à un bon emploi des gaz, comme

dans les appareils Siemens où l'on distille la houille¹, on opère souvent le mélange des gaz et de l'air atmosphérique dans une chambre spéciale qui précède la chambre de combustion, ou bien encore on fait déboucher l'un des deux courants par une série de tubes noyés dans l'autre courant, de telle façon que les deux masses gazeuses se présentent en un seul faisceau formé de filets alternatifs de l'une et de l'autre espèce. Quelle que soit au surplus la disposition adoptée, la règle essentielle, nous le répétons, c'est de diviser le dégagement et, au point de vue de l'assainissement, de maintenir toujours un excès d'air dans la chambre de combustion.

Une précaution accessoire qu'il est bon de mentionner, c'est de donner au mélange en ignition le plus long parcours possible et au besoin d'introduire de l'air supplémentaire en un certain point de ce parcours, afin d'atteindre les dernières parties de gaz qui auraient pu échapper à la combustion. Cette précaution se concilie facilement avec les circonstances dans lesquelles on se trouve dans la plupart des fabriques. On a généralement à sa disposition une assez longue surface de chauffe, par suite du développement que reçoivent les carnaux communs à plusieurs fours. Rien donc de plus aisé que d'introduire de l'air supplémentaire, soit à l'extrémité du foyer, soit en un certain point du carneau, de manière que la combustion se continue au delà s'il est nécessaire.

Les dégagements de la seconde espèce, c'est-à-dire ceux qui ne brûlent pas suffisamment par eux-mêmes, doivent toujours être envoyés dans quelque foyer où règne déjà une combustion entretenue à l'aide de houille, coke, bois ou autre combustible. On utilise à cet effet les fourneaux des appareils à vapeurs ou ceux de la fabrication. La manière

1. Nous reviendrons sur ces appareils quand nous traiterons de la fumivoricité.

dont on y fait arriver les dégagements diffère selon que l'oxygène qui figure naturellement dans le mélange se trouve en défaut ou en excès par rapport aux éléments combustibles qu'il s'agit de détruire.

Le premier cas est le plus rare, car presque toujours si les éléments combustibles prédominaient, le dégagement serait en état de brûler par lui-même avec la seule intervention de l'air, et rentrerait dès lors dans la catégorie de ceux que nous venons d'examiner. Toutefois, il est certains gaz, comme l'hydrogène sulfuré, qui, même à l'état de pureté, brûlent mal dans l'air si la température n'est pas soutenue par quelque cause étrangère. Dans ce cas, on doit faire arriver le courant dans un foyer *au dessus* de la grille. Il n'y aurait, en effet, aucun intérêt et il serait même désavantageux d'introduire le courant *au dessous*, car puisque l'élément combustible est en excès ou que l'oxygène manque, ce courant se brûlerait mal à travers le charbon de la grille et ne pourrait qu'agir défavorablement sur la marche du feu. Il est bien préférable de l'introduire dans la *zone de combustion* des gaz, c'est-à-dire dans la région où règne la plus haute température et où par une introduction directe d'air, on peut compléter la combustion de tous les éléments. L'opération, à cet endroit, se gouverne bien plus aisément qu'à tout autre, et l'on s'y retrouve dans des conditions analogues à celles du cas précédent, où l'on a à faire réagir l'un sur l'autre un mélange d'air et de gaz, avec cette seule différence que la chambre est portée à une température considérable et est parcourue par les produits du foyer. Mais toutes les précautions déjà indiquées pour assurer la pénétration mutuelle des parties, retrouvent ici leur application, et nous n'avons rien à y ajouter.

Le second cas, où l'oxygène atmosphérique prédomine de lui-même dans le courant à assainir, est de beaucoup le plus fréquent. Le traitement d'une foule de matières organiques, entre autres la fabrication des suifs, bougies, savons, gélatine, etc., donne lieu à des dégagements fort incommodes et où

cependant les émanations odorantes ne sont qu'en très-faible proportion par rapport à l'air et à la vapeur d'eau. On doit alors diriger le courant *au dessous* des grilles, parce que l'oxygène en excès contribue à la combustion du charbon et que les éléments organiques de leur côté, se trouvant accompagnés de parties oxydantes, ont chance de se brûler plus ou moins dans leur parcours à travers la couche de combustible, sauf à s'achever ensuite dans la zone supérieure, comme précédemment.

Les gaz brûlés soit seuls, soit à l'aide d'un foyer, sont, à leur sortie de la chambre de combustion, dans le cas d'un dégagement plus ou moins insalubre dans lequel l'air atmosphérique et les éléments inertes prédomineraient par rapport aux éléments combustibles ; nous voulons dire par là que la combustion n'ayant pas été parfaite, il reste toujours dans le produit final une certaine proportion d'émanations incommodes. On peut donc traiter ce produit comme un courant de la troisième espèce, c'est-à-dire le faire passer de nouveau sous la grille d'un foyer, afin d'en compléter l'assainissement. C'est ce qu'on fait en effet pour plusieurs dégagements et surtout pour ceux qui sont imprégnés d'émanations organiques. Une seule combustion est bien loin de suffire ordinairement pour les débarrasser : aussi ne doit-on pas hésiter à recourir à un double et même à un triple foyer toutes les fois que les circonstances le permettent ; on en verra plusieurs exemples par la suite.

Quand les mélanges qu'on soumet à l'action du feu sont par eux-mêmes inflammables ou sujets à le devenir à certains moments de la fabrication, il en peut résulter le danger d'explosion ou d'incendie ; car la combustion qui règne à l'issue des conduits de dégagement tend à se propager dans l'intérieur de ces tuyaux et à gagner jusqu'aux appareils de fabrication eux-mêmes. C'est ce qui arrive, par exemple, quand on distille des huiles minérales. En ce cas, il est urgent de prendre certaines précautions. La disposition qui

consiste à diviser le courant pour en faciliter la pénétration par l'air atmosphérique, a déjà pour résultat de diminuer beaucoup le danger de la propagation, mais elle peut n'être pas suffisante, et d'ailleurs beaucoup de fabriques ne poussent pas cette division au degré convenable. Le moyen à mettre en œuvre et dont le but essentiel est d'isoler le générateur du foyer, consiste soit à interposer sur le parcours des gaz une ou plusieurs toiles métalliques à mailles serrées, soit, quand on le peut sans inconvénients pour le tirage, à leur faire traverser une cuve à eau, qui rend alors la séparation tout à fait absolue, et ne nécessite pas les réparations qu'entraînent les toiles métalliques. L'un ou l'autre de ces systèmes réclame quelque attention de la part des personnes appelées à s'en servir : avec les toiles, il y a à se préoccuper des lacunes qu'une usure souvent rapide fait naître dans les mailles, et avec la cuve à eau, il faut veiller à ce que le niveau du liquide ne tombe jamais.

Un grand nombre de dégagements sont en même temps condensables et combustibles, soit que leurs éléments jouissent à la fois de ces deux propriétés, soit que certains d'entre eux possèdent l'une et que certains possèdent l'autre. Dans les deux cas on est conduit à soumettre les dégagements à l'action combinée de l'eau et du feu. La seule remarque à faire c'est qu'on doit toujours commencer par la condensation et terminer par la combustion : car si l'on débutait par celle-ci, on aurait ensuite affaire à des gaz plus chauds et accrus d'une forte quantité d'éléments inertes, double circonstance défavorable à la condensation. Une telle marche ne serait justifiable que si le dégagement était relativement peu considérable et si l'on devait profiter pour son absorption de quelque condenseur approprié déjà à d'autres besoins plus importants de l'usine, auquel on ne pourrait toucher pour le mettre en relation avec un foyer. Il y aurait

lieu alors de débiter par la combustion, à la condition, bien entendu, que les gaz fournis par cette opération n'apportassent aucun trouble dans la marche du condenseur.

CHAPITRE II

PROCÉDÉS SPÉCIAUX.

ACIDE CHLORHYDRIQUE.

Les dégagements d'acide chlorhydrique sont ceux qui, par leur importance, peuvent porter le plus grand préjudice à la salubrité. Ils jouent en effet dans l'industrie un rôle tout à fait prépondérant, puisque la décomposition du sel marin, qui leur donne naissance, sert de base à la fabrication de la soude et par suite à toute celle des produits chimiques. Or c'est par centaine de mille tonnes que se compte la quantité de sel marin décomposé annuellement dans les pays industriels de l'Europe, et le volume de gaz acide se chiffre lui-même par centaines de millions de mètres cubes ¹.

L'acide chlorhydrique émis dans l'atmosphère est nuisible aux êtres animés, dont il affecte les voies respiratoires; il est nuisible surtout aux végétaux, dont il détruit les bourgeons et les feuilles, et qu'il fait même souvent périr entièrement. Les ravages sur les plantes ont atteint parfois de telles proportions,

1. Pour l'Angleterre, la France et la Belgique réunies, la quantité de sel marin doit s'éloigner peu de 500,000 tonnes, et le volume de gaz acide dépasse 150 millions de mètres cubes.

particulièrement en certains lieux où les fabriques sont agglomérées, qu'un témoin entendu dans l'enquête parlementaire anglaise de 1862 sur les *Vapeurs nuisibles*¹, a pu dire, sans être taxé d'exagération : « Les environs de Sainte-Hélène » sont une scène de désolation. On n'y peut voir, à un mille » (1.600 mètres) à la ronde, un seul arbre avec son feuillage². » Et ce qui se disait de Sainte-Hélène pouvait être dit aussi bien de Newton, de Swansea, de la région comprise entre Dudley et Wolverhampton, etc. Des faits analogues, quoique sur une moindre échelle, s'étaient produits en Belgique et dès 1855 une enquête avait également eu lieu en vue d'y mettre fin. En France même, où la dissémination de l'industrie et des circonstances topographiques en général assez favorables rendent les abus moins sensibles, des observations journalières attestent cependant, dans diverses localités, la puissance destructive de ce gaz. On comprend dès lors tout l'intérêt qui s'attache au problème de son absorption.

On est aujourd'hui d'accord sur les mesures propres à prévenir l'émission de l'acide chlorhydrique dans l'atmosphère. On en peut résumer les principes dans les trois points suivants :

1^o Attaquer le sel marin et calciner le sulfate de soude dans des fours fermés, c'est-à-dire dans l'intérieur desquels les flammes du foyer ne pénètrent pas ;

2^o Condenser le gaz au moyen de grandes surfaces humides et non en lui faisant traverser des épaisseurs de liquide ;

3^o Éviter un grand tirage dans l'intérieur des appareils de condensation, afin que le gaz ne circule pas trop vite le long des surfaces destinées à le retenir.

1. C'est l'enquête présidée par lord Derby, laquelle a abouti à l'*Alkali act* de 1864, sous l'empire duquel les fabriques de soude du Royaume-Uni ont réalisé tant de progrès.

2. Nous avons vérifié nous-même, à l'époque, l'exactitude de ce dire. Mais depuis lors les choses, fort heureusement, ont bien changé de face dans le Lancashire.

Nous allons examiner la manière dont chacun de ces trois principes a été appliqué dans les fabriques où l'on obtient les meilleurs résultats.

Le premier point implique l'abandon de ces fours dits *marseillais*, dans lesquels la sole à calciner ou *calcine* et quelquefois même la cuvette de décomposition ou *bastringue* sont chauffées par le contact direct des flammes du foyer, de telle façon que l'acide se dégage mélangé à ces flammes (Pl. XII, fig. 2 et 3). On doit leur substituer et on leur substitue en effet dans presque toute l'Angleterre et sur plusieurs points du continent, les fours fermés dits à *double moufle*, où le chauffage s'opère, comme on sait, extérieurement à la charge. La consommation du combustible est, de cette manière, plus considérable, mais la condensation est beaucoup facilitée : on perd moins d'acide et l'on obtient des solutions plus concentrées ; en sorte que si l'on rapproche de ces avantages celui de diminuer les indemnités pour dégâts au dehors, il est probable qu'au total l'industriel trouve son compte à employer les nouveaux fours. Au point de vue exclusif de l'assainissement, il n'y a pas à balancer, car l'expérience de ces dernières années montre qu'avec les fours ouverts on ne réalise jamais une condensation aussi parfaite. On cite, il est vrai, dans le district de Newcastle, où la calcination se fait encore assez souvent au contact des flammes, on cite, disons-nous, quelques exemples de condensation satisfaisante, moyennant l'adoption d'un condenseur distinct pour les gaz de la calcine, dans lequel on augmente le parcours et l'on donne une eau plus abondante. Mais, outre que ces faits spéciaux ne sont pas encore suffisamment établis, ils paraissent se rattacher à un concours de circonstances particulièrement favorables ; ils ne sauraient donc infirmer la conclusion qu'on doit tirer de l'ensemble des résultats observés, et desquels il ressort que dans ce même district de Newcastle, où la surface des appareils de condensation est, à quantité égale de sel, plus grande que dans le Lancashire, la proportion d'acide non

condensé est cependant près de dix fois aussi forte ¹. On doit dès lors tenir pour certain que l'isolement des flammes du foyer est la première condition de l'efficacité des condenseurs.

Quant aux types mêmes des fours à double moufle, ils varient naturellement selon les usines. En Angleterre, où l'on a poussé le plus loin les recherches à cet égard, on cite comme des meilleurs ceux de M. Tennant à Saint-Rollox (Glasgow), que nous reproduisons (Pl. X, fig. 3) et ceux de la C^{ie} chimique de Blaydon, dont nous présentons la sole à calciner, qui passe pour très-bien entendue (Pl. X, fig. 4 à 6). Dans l'un comme dans l'autre de ces fours, on voit que les flammes enveloppent de toutes parts la calcine, sans y pénétrer, et que l'acide est à l'abri de tout mélange. On s'est attaché à donner une faible épaisseur aux parois afin d'obtenir, sans une trop grande dépense de combustible, la haute température que réclame la calcination du sulfate. Des types peu différents ont été introduits dans des établissements français, entre autres ceux de Chauny et de Thann.

Un perfectionnement, qui a été adopté récemment dans une usine à cuivre par la voie humide, à Oldbury près Birmingham, et qu'on doit souhaiter voir se généraliser, a pour objet d'éviter l'échappement de gaz qui se produit dans l'intérieur des ateliers, et de là, au dehors, quand on retire des fours le sulfate de soude pour le faire refroidir (Pl. X, fig. 7 et 8). On a ménagé sous la sole une étuve en communication avec le condenseur ; le sulfate y est précipité à travers un orifice situé à l'intérieur du four et près de la porte par laquelle les ouvriers introduisent leurs rateaux. On le retire, après refroidissement, par les portes pratiquées sur la paroi antérieure de l'étuve. Outre l'avantage de la salubrité, on trouve à ce système le mérite de protéger les fourneaux, dont les ferrures sont rapidement rongées par les émanations acides.

1. 2 p. 0/0 au lieu de 0,23 p. 0/0, comme nous le verrons plus loin.

Un autre détail des fours, qu'il est bon de signaler en passant quoiqu'il intéresse plutôt l'hygiène des ouvriers, est relatif aux hottes d'aspiration établies au dessus des portes de travail. Ces hottes ont pour résultat d'envoyer aux condenseurs, au lieu de les laisser se perdre dans l'atelier, les vapeurs acides qui tendent à s'échapper des fours pendant le brassage des matières; les fabriques, peu nombreuses encore, qui recourent à cette disposition, s'en trouvent bien; on peut citer notamment celle de l'Oseraie, dans le Vaucluse.

Les condenseurs très-variés de forme et d'efficacité, qu'on rencontre dans l'industrie soudière, peuvent se partager en trois classes: 1^o l'ancien système, composé exclusivement des batteries de bonbonnes que nous avons déjà fait connaître; 2^o le nouveau système ou système anglais, formé exclusivement de tours à cascades; 3^o une sorte de système mixte, comprenant à la fois les bonbonnes et les tours, mais celles-ci d'une dimension moindre que dans le système anglais. Nous dirons quelques mots de chacun d'eux, sans revenir toutefois sur les considérations exposées au chapitre précédent et nous bornant ici à ce qui touche plus particulièrement l'acide chlorhydrique.

Le système anglais est celui qui, dans l'ensemble, a donné les résultats les plus satisfaisants. Inauguré il y a trente ans par M. Gossage, manufacturier distingué de Widnes, il a transformé rapidement par son application soutenue, l'industrie de la soude dans le Royaume-Uni. On en jugera par ce fait que la quantité d'acide qui échappe aujourd'hui à la condensation dans la Grande-Bretagne n'est plus que le seizième de ce qu'elle était en 1863, et le cinquième peut-être de ce qu'elle était dix ans auparavant ¹.

1. Il y a quelques années, la quantité de gaz condensé était véritablement insignifiante. Peu après la mise en vigueur de l'*Alkali act* de 1864, et alors que sous la pression de l'opinion publique, d'une part, et de l'imminence de la loi nouvelle, d'autre part, des progrès sérieux avaient déjà été réalisés, les inspecteurs constatèrent que la proportion de gaz lancé dans l'atmosphère atteignait encore en certains districts 40 p. 0/0 de

La construction des tours exige des soins particuliers, si l'on veut éviter les fuites et l'usure rapide dont on est toujours menacé avec des liquides corrosifs et doués, de plus, d'une haute température. On les bâtit ordinairement en grès tendre imprégné de goudron ; en Angleterre on choisit le grès du Yorkshire, en France et dans la Prusse rhénane le grès des Vosges. On fait bouillir les carrés, pendant un jour ou deux, dans une cuve à goudron et on les retire quand la matière bitumineuse les a pénétrés jusqu'au centre. Une fois secs, on les assemble suivant un mode qui, pour employer la juste comparaison de M. Balard, rappelle exactement l'architecture que les enfants donnent à leurs châteaux de cartes. La base de la tour est une sorte de plancher à claire-voie ou de grille en briques réfractaires sur laquelle on empile le coke en gros morceaux jusqu'aux trois quarts environ de la hauteur. Quand l'élévation de la tour dépasse une douzaine de mètres, on a coutume d'interposer une ou deux autres grilles semblables afin de rompre la charge de coke et de prévenir l'écrasement des morceaux. La partie supérieure est affectée aux réservoirs d'eau et aux mécanismes de la distribution. Comme on cherche à répartir l'eau aussi également que possible, sur toute la section de la tour, on la distribue ordinairement, dans les usines bien installées, au moyen d'un de ces appareils à bascule qui se déversent d'eux-mêmes quand ils sont remplis à un certain niveau l'eau tombe ainsi

l'acide extrait du sel marin, et était en moyenne, pour tout le royaume, de 16 p. 0/0. Au 1^{er} janvier 1865, c'est-à-dire dix-huit mois plus tard, cette proportion s'abaissait à 1 1/4 p. 0/0, et enfin, au 1^{er} janvier suivant, elle n'était plus que de 1 p. 0/0. Les inspecteurs pensent même qu'on descendra à 1/2 p. 0/0. On jugera des conséquences qu'un tel fait doit avoir sur la salubrité, en se rappelant que la quantité de sel marin décomposé annuellement dans le Royaume-Uni s'éloigne peu de 300.000 tonnes, en sorte que les 16 p. 0/0 d'acide non condensés en 1863 représentaient plus de 28.000 tonnes ; c'est-à-dire qu'à cette époque 17 millions de mètres cubes de gaz venaient tous les ans infecter l'atmosphère. Ce volume n'est guère aujourd'hui que de 1 million de mètres cubes et se réduira, si la prévision des inspecteurs se vérifie, à 500 mille seulement.

en masse sur un fond troué en passoire, lequel la divise en filets minces uniformément répartis. Ce mode est bien préférable à un écoulement continu, qui, par son exiguité même, courrait grand risque de se faire exclusivement sur certains points au détriment des autres, à moins que le jet ne se brise fortement sur la passoire de façon à s'éparpiller partout, comme chez M. Hutchinson, à Widnes (Pl. XII, fig. 1). L'eau est ordinairement élevée aux condenseurs par une pompe à vapeur et le débit en est réglé à l'aide d'une tringle qu'on manœuvre d'en bas, ce qui permet de faire varier très-aisément la force des liqueurs. Des échelles sont d'ailleurs disposées contre les tours, de manière à ce qu'on puisse au besoin les visiter et se rendre sur la plate-forme qui les surmonte. Quant aux matériaux de garnissage, ils ne sont pas partout les mêmes; quelques usines font usage de briques cassées, de pierres siliceuses ou autres objets inattaquables à l'acide chlorhydrique; un petit nombre emploient des boules creuses en grès de 12 à 15 centimètres de diamètre extérieur, dont nous parlerons au sujet de l'absorption des vapeurs nitreuses.

Ces appareils sont restés sensiblement les mêmes, quant à leur principe, depuis l'origine, mais ils ont reçu dans ces derniers temps, en Angleterre, des améliorations de détail assez notables. La première a été d'accroître le développement des conduites qui relient les fours aux condenseurs, en vue d'abaisser davantage la température des gaz avant leur admission aux tourelles. Ces conduites, le plus généralement formées de tuyaux en poterie soigneusement lutés entre eux, et quelquefois terminées par des citernes en grès, atteignent des longueurs de 40, 60 et même jusqu'à 200 mètres. On peut calculer, en moyenne, leur capacité à un cinquième de celle des condenseurs ¹. Une seconde amélioration a été de renon-

1. Dans cette moyenne nous ne comprenons pas les usines de l'Écosse, où l'usage a prévalu de donner un développement énorme aux surfaces de

cer à faire cheminer l'eau, à travers les condenseurs, dans le même sens que les gaz. C'est là, en effet, une disposition vicieuse à laquelle on est entraîné par le désir de suppléer à l'insuffisance de hauteur des tours ou par la nécessité d'accroître la surface de condensation offerte aux gaz quand ils sont mélangés aux flammes. Les usines, dans ce cas, ont coutume de diviser leur tour en deux compartiments ou de juxtaposer deux ou quatre tourelles que le courant parcourt successivement, d'abord en montant et ensuite en descendant. Les gaz circulent ainsi, la moitié du temps, dans le même sens que l'eau de condensation. Les observations de ces dernières années démontrent que la condensation est très-faible pendant la descente et qu'on double presque la puissance de l'appareil en interposant entre les deux compartiments un tuyau, qui prend le gaz au haut du premier compartiment et le ramène au bas du second. A la fabrique de M. Burnett, près Newcastle, où cet arrangement a été adopté pour le condenseur des gaz de la calcination, (Pl. X, fig. 9 à 11), on a abaissé de 20 p. 0/0 à 5 p. 0/0 la proportion d'acide qui échappait dans cette partie des opérations.

La hauteur et le volume des condenseurs varient beaucoup, et l'on obtient de bons effets avec des types notablement différents. Pour la hauteur, on s'accorde à reconnaître qu'on y peut suppléer en augmentant le nombre des tours ; à la condition, bien entendu, de faire toujours marcher les gaz en sens inverse de l'eau. Toutefois, on évite de descendre au dessous d'une dizaine de mètres, parce que la multiplicité des tourelles nuit au tirage. L'installation la plus remarquable, comme hardiesse, est celle de M. Alhusen ; les condenseurs y atteignent, avons-nous dit, une hauteur de 40 mètres (Pl. XI, fig. 1 à 3). Six tours indépendantes, reliées en un massif d'un effet pittoresque, s'élèvent au mi-

refroidissement, ce qui a permis de diminuer beaucoup le volume des condenseurs.

lieu de l'usine et reçoivent les gaz provenant de la décomposition journalière de 50 à 60 tonnes de sel. Chez M. Kestner, à Thann, les condenseurs n'ont que 18 mètres ; à la Société des produits chimiques de Mannheim, ils en ont 22.

La disposition de M. Alhusen est éminemment favorable pour obtenir un acide concentré. Avec des tourelles de faible hauteur, il faut remonter les solutions faibles au haut du condenseur pour les saturer ; ce maniement ne laisse pas de présenter des difficultés pratiques. On doit citer comme obviant très-bien à ces difficultés, le système de M. Clapham, adopté par M. Gail, à Walker Alkali works, près Shields (Pl. XI, fig. 4). L'acide faible se rend dans un récipient en fonte, à trois tubulures, doublé à l'intérieur d'une couche de gutta-percha ; il est renvoyé au condenseur au moyen d'air comprimé, que refoule une pompe mue par la machine à vapeur de l'établissement. En reprenant le même acide plusieurs fois, on peut aisément le porter au degré de concentration qu'on désire.

La capacité du condenseur varie, disons-nous, beaucoup ; il est assez difficile d'assigner le rapport exact qui doit exister entre cette capacité et la quantité de sel décomposée. Au point de vue de la bonne condensation, il ne paraît pas qu'on doive craindre de donner au condenseur des dimensions trop grandes, car les usines qui se sont pourvues le plus largement sous ce rapport ont aussi obtenu les meilleurs résultats ; on n'est donc arrêté dans cette voie que par la dépense. Toutefois, on peut indiquer comme suffisantes les dimensions adoptées actuellement dans le Royaume-Uni, puisque l'échappement d'acide y a été ramené à 1 p. 0/0. La moyenne des fabriques, moins le groupe de l'Écosse ¹, donne les chiffres suivants :

1. En Écosse, où, comme nous l'avons dit, l'usage a prévalu des grandes surfaces de refroidissement, on a les chiffres suivants :

	mètres cubes.
Volume des appareils de condensation	0,50
Volume des appareils de refroidissement	0,75

Pour 100 kilogrammes de sel décomposé en vingt-quatre heures :

Volume des appareils de condensation, 0^m^c,75 ¹.

Volume des appareils de refroidissement, 0^m^c,15.

Quand on fait usage des fours à double moufle, la surface de refroidissement peut être réduite sans inconvénient, le volume des condenseurs restant d'ailleurs le même ; c'est ce que prouve la comparaison des groupes de Manchester et de Newcastle, où l'on a les chiffres ci-après :

Pour 100 kilogrammes de sel décomposé en vingt-quatre heures :

	MANCHESTER.	NEWCASTLE.
	mètres cubes.	mètres cubes.
Volume du condenseur	0,60	0,60
Volume des appareils de refroidissement. .	0,06	0,22
Proportion d'acide non condensé (p. 100). .	0,13	2

Le résultat beaucoup plus défavorable obtenu dans le district de Newcastle, malgré une surface de refroidissement presque quadruple, tient, comme nous l'avons déjà remarqué, à ce qu'on y calcine le sulfate au contact des flammes du foyer.

La concentration des liqueurs ayant un grand intérêt puisque c'est souvent de cette concentration que dépend la possibilité de leur emploi, on cherche ordinairement à l'augmenter en recueillant dans des condenseurs distincts l'acide de la cuvette et celui de la calcine : le premier est en effet

1. La surface de condensation offerte par les matériaux de garnissage est égale, d'après ce que nous avons vu, aux procédés généraux, à la section de la tour, multipliée par le rapport de la hauteur de la tour au diamètre moyen des fragments : on peut aussi bien dire qu'elle est égale au volume de la tour divisé par le diamètre des fragments (puisque la section multipliée par la hauteur exprime la capacité). Donc la surface offerte par la capacité 0^m^c,75 sera égale à $\frac{0,75}{0,1}$ ou 7^m^c,50, si nous supposons que le diamètre moyen des fragments est de 10 centimètres.

beaucoup moins mélangé d'air atmosphérique et peut dès lors fournir des solutions plus chargées. C'est même quelquefois le seul qu'on utilise et l'on se débarrasse de l'autre comme on peut. Quand la calcine, notamment, est chauffée à l'intérieur par les flammes, il est rare que la solution obtenue puisse acquérir un degré suffisant. En ce cas aussi on renonce en général à l'emploi du coke dans les tours et on préfère des matériaux de garnissage tels que les briques cassées, qui redoutent moins le contact des flammes.

Les batteries de bonbonnes produisent des effets beaucoup moins puissants, d'une part parce que la surface de condensation est notablement moindre, et d'autre part parce que cette surface est bien moins rapprochée des gaz. Aussi s'efforce-t-on d'en augmenter l'action à l'aide de dispositions additionnelles. A Floreffe, par exemple, où cependant le dégagement s'opère dans de bonnes conditions, puisque les fours sont à double moufle, on a dû accroître la surface de condensation en interposant entre les bonbonnes, comme moyens de communication, de longs ajutages en terre cuite, en forme de cols de cygne à large section, qui ont chacun près de 3 mètres de longueur. La surface se trouve ainsi presque doublée et portée à 700 mètres carrés environ. Néanmoins une proportion sensible d'acide échappe à l'appareil et se rend dans la grande cheminée. M. Kuhlmann, dont on connaît l'esprit inventif, renforce le système par des moyens d'un autre genre. A sa fabrique d'Amiens, la batterie, qui ne compte pas moins, avons-nous dit ailleurs, de 250 bonbonnes, est suivie d'un conduit souterrain garni de craie et d'une cuve où un agitateur brasse du lait de chaux. A son établissement principal de Loos, il envoie le gaz sortant des bonbonnes dans un aqueduc souterrain, de 60 centimètres de large sur 1^m,20 de haut, où circule un courant d'eau, et dans lequel se rendent également les fumées ammoniacales des fours à charbon d'os. Malgré ces expédients qui contribuent évidemment à la condensation, M. Kuhl-

mann nous avouait lui-même la supériorité des tours anglaises, et il était en voie d'en installer dans son usine.

Le système mixte ou l'association des bonbonnes avec les tourilles est encore assez répandu sur le continent. Il emprunte évidemment au système anglais une partie de son efficacité et, à ce titre, il est mieux en état d'en soutenir la concurrence. La fabrique qui le présente dans les conditions peut-être les meilleures est celle de MM. Vander Elst, à Bruxelles, recommandable d'ailleurs dans tous ses détails, au point de vue de l'assainissement. Les fours à sulfate sont à double moufle. Les gaz des deux compartiments ne sont point recueillis séparément, mais ils sont envoyés ensemble dans les mêmes condenseurs et traversent successivement : 1^o deux colonnes de 3^m,50 de haut, remplies de pierres réfractaires, où l'on injecte de l'eau froide ; 2^o trois rangées de douze bonbonnes chacune ; 3^o quatre colonnes de 4 mètres de haut, entre lesquelles le gaz se divise en deux courants, et qui sont garnies de pierres comme les premières ; 4^o une cuve souterraine remplie d'un lait de chaux que remue un agitateur mécanique et dans lequel le gaz est forcé de barbotter ; 5^o enfin une cascade ou colonne de 8 à 9 mètres de haut, fonctionnant comme les précédentes et communiquant à la cheminée. Au débouché de la cascade le courant rougit à peine le papier de tournesol. On peut également citer, comme exemples du système mixte, les établissements de Chauny et de Salyndres. Dans cette dernière usine, le gaz provenant de la cuvette de décomposition traverse soixante-cinq bonbonnes et, à la suite, une colonne de huit mètres de haut, formée de tuyaux en grès goudronné de 70 centimètres de section, et garnie de coke arrosé d'eau. Quant à l'acide provenant de la calcination, il se rend directement à la cheminée.

Malgré l'importance de ces applications, on peut prévoir le jour prochain où le système mixte, comme celui des simples bonbonnes, fera place au système anglais. Les mêmes résul-

tats, en effet, ne s'obtiennent qu'au prix de soins minutieux et d'agencements passablement compliqués. D'ailleurs, c'est toujours un désavantage dans l'industrie que d'avoir affaire à des appareils composés de parties dissemblables : l'entretien en est plus difficile et plus dispendieux ; or le système mixte prête beaucoup sous ce rapport à l'objection. Quant aux bonbonnes employées seules, on est conduit à en augmenter sans cesse le nombre et à avoir tout un matériel de rechange, car à chaque instant on a des vases ou des tubes hors d'usage. Sous le rapport donc de la simplicité et de la facilité d'entretien, il est clair qu'aucun appareil ne peut soutenir la comparaison avec les tours anglaises.

Reste à examiner le troisième point qui touche la condensation, à savoir la convenance d'un tirage modéré dans l'intérieur des appareils. Le plus sûr moyen de ne pas trop l'activer est évidemment de ne pas faire déboucher les condenseurs dans les cheminées. Ici cependant il convient de faire une distinction entre les gaz de la cuvette et ceux de la calcine, quand ces derniers sont mêlés aux flammes. Il paraît alors difficile de ne pas envoyer aux cheminées le courant venant de la calcine, car l'allure des foyers ne s'accommoderait pas d'un tirage ralenti ; mais il faut en ce cas, par l'accroissement des surfaces de refroidissement et de condensation, parer aux inconvénients qui résulteraient d'une circulation trop rapide. Quant aux gaz de la cuvette, ou même de la calcine, si les fours sont à double moufle, l'expérience montre que dans les tours anglaises surtout, l'acte même de la condensation suffit à déterminer une aspiration suffisante pour triompher de toutes les résistances intérieures ; en d'autres termes, c'est le condenseur qui fait cheminée. Avec les bonbonnes on peut, à la rigueur, se passer d'une aspiration auxiliaire pour les gaz de la cuvette, mais on est ordinairement forcé d'y recourir pour ceux de la calcine, toujours mêlés à une forte proportion d'air atmosphérique.

En résumé, le mode de dégagement du condenseur est une conséquence de l'installation générale, et l'on

se place dans les meilleures conditions quand on peut le faire déboucher à l'air libre, tant pour la calcine que pour la cuvette, c'est-à-dire quand on marche avec des fours à double moufle et avec des tours anglaises de grandes dimensions. Les usines ainsi montées en arrivent à rendre leur perte d'acide comme nulle. Chez M. Allusen, chez M. Crossfield, à Sainte-Hélène, dans les établissements de Mannheim, dans ceux de Worms et de Heilbronn, c'est à peine si le papier de tournesol révèle des traces d'acide à l'issue des tours.

Le dégagement à l'air libre présente un autre avantage, au point de vue de la surveillance : c'est de permettre au fabricant de se rendre compte, à chaque instant, des résultats de sa condensation. Rien de plus facile en effet que de vérifier la nature des vapeurs qui sortent des condenseurs : le simple odorat suffit ; tandis que si elles vont à la cheminée, on n'est plus averti de la présence de l'acide. L'aspect du panache fournit bien quelque indication quand la perte d'acide chlorhydrique est considérable ; mais quand elle n'est que de quelques centièmes — dose suffisante cependant pour nuire à la végétation, — il est difficile de démêler sa présence au milieu des vapeurs blanches des fours à soude.

Dans les fabriques où la condensation est incomplète, ainsi que dans celles où les appareils communiquent à la cheminée, il est intéressant de pouvoir se rendre compte de la proportion d'acide perdue. La fabrication ne donne à cet égard que des renseignements inexacts, puisqu'aux pertes des condenseurs s'ajoutent celles des fours ; d'ailleurs on ne connaît les résultats qu'un certain temps après, tandis qu'on désire souvent apprécier l'allure de la condensation au moment même. C'est ce qui arrive notamment quand les agents de l'État ont, comme en Angleterre, la mission de s'assurer si les prescriptions de la loi sont remplies¹. Aussi, dans ce

1. La loi anglaise enjoint aux fabricants de condenser au moins 95 p. 100 de l'acide provenant de la décomposition du sel marin.

pays, s'est-on occupé tout particulièrement d'instituer des moyens simples et pratiques pour constater l'efficacité de la condensation. Il n'est pas inutile de donner quelques détails à cet égard ; d'autant que les fabricants eux-mêmes peuvent en faire leur profit, pour la propre surveillance de leur personnel.

Les moyens dont font usage les inspecteurs anglais consistent essentiellement dans une détermination chimique de la quantité d'acide contenue dans les gaz qui sortent du condenseur. Toute la difficulté est d'arriver à cette détermination d'une manière expéditive et avec des appareils tout à fait portatifs. On a essayé de plusieurs méthodes. Celle à laquelle le Dr Angus Smith, chef de l'inspection, s'est arrêté dans ces derniers temps, et qui peut être pratiquée par un agent même peu expérimenté, est la suivante : l'appareil d'analyse, dit aspirateur rotatif (*swivel aspirator*), tel qu'il est actuellement construit par M. Dancer, opticien à Manchester (Pl. XI, fig. 5), se compose de deux bocal en verre épais, de deux litres de capacité chacun, ajustés symétriquement l'un au dessus de l'autre, tubulure contre tubulure, et pouvant tourner librement autour d'un tube horizontal. Ce tube porte d'un côté un système de flacons absorbants, et, de l'autre, il débouche dans l'atmosphère. Un jeu de tuyaux est combiné de telle sorte que, lorsque les bocaux occupent la position verticale, celui d'en haut communique avec l'appareil laveur, c'est-à-dire avec la source de gaz, et celui d'en bas avec le dehors. En même temps, un tuyau fait communiquer directement les deux bocaux entre eux. Tout le système se loge dans une caisse d'une capacité de 30 centimètres de côté environ, et qui est très-facilement transportable à la main quand on va d'une usine à l'autre. Pour se servir de l'appareil, il suffit de remplir d'eau le bocal inférieur, de mettre les flacons laveurs en relation avec le condenseur de l'usine et de faire faire un demi-tour aux bocaux, de manière à ce que celui qui est plein passe en haut. L'eau

s'écoule alors dans le vase inférieur et est remplacée par les gaz du condenseur, lesquels se sont dépouillés, en passant dans les flacons absorbants, de l'acide chlorhydrique qu'ils contenaient et sont à peu près réduits alors à l'air atmosphérique. Le vase d'en haut ainsi vidé, on retourne le système et on fait une nouvelle opération. On peut recommencer autant de fois que l'on veut, jusqu'à ce que la quantité connue de la solution titrée qui absorbe l'acide dans les flacons soit complètement saturée, ce qui permet de déterminer immédiatement et sans aucun calcul la proportion d'acide correspondant à un volume donné d'air atmosphérique, car ce volume se déduit de la capacité des bouches gradués visiblement à l'extérieur. En opérant ainsi, d'une part à l'entrée du condenseur, et d'autre part à la sortie, on voit dans quelles proportions l'air se débarrasse d'acide par son passage à travers les tourelles, et par conséquent quelle est la fraction d'acide qui échappe à la condensation. Une semblable constatation s'accomplit d'ordinaire en moins d'une heure : il est rare qu'elle prenne plus d'une heure et demie. Aussi les inspecteurs en font-ils quelquefois deux ou trois dans la même journée, si les usines sont assez rapprochées. La liqueur absorbante à laquelle le Dr Angus Smith a donné la préférence après de nombreuses expériences est une solution titrée de carbonate de soude, teinte en bleu par du tournesol. Le moment de la saturation est marqué par le passage du bleu au rouge. Des tables dressées une fois pour toutes font connaître la proportion d'acide qui existe dans les gaz, d'après le volume qu'il a été nécessaire de faire passer à travers la solution pour la faire virer au rouge ¹.

1. En employant cette nature de liqueur on est conduit à compter comme acide muriatique l'acide sulfureux et l'acide sulfurique qui peuvent s'y trouver mêlés ; mais comme ces derniers gaz ne forment guère que 5 ou 6 pour 100 du total, il n'en résulte pas dans la pratique de grands inconvénients. D'ailleurs, ils sont évalués au détriment du fabricant, puisque l'obligation de condenser à 95 p. 100 s'applique exclusivement à l'acide chlorhydrique, en sorte que si la loi est satisfaite en comptant

Le Dr Angus Smith et un de ses sous-inspecteurs ont appliqué récemment un appareil fort ingénieux de leur invention, qu'ils nomment *aspirateur automoteur*, lequel effectue non-seulement ces déterminations sans le secours d'aucun opérateur, mais même enregistre d'une manière continue l'allure de la condensation pendant tout le temps qu'on désire ¹.

comme il vient d'être dit, elle l'est à plus forte raison en faisant la déduction. Ce n'est que dans les cas très-rares où il pourrait y avoir du doute qu'on est alors conduit à faire des constatations ultérieures plus précises.

1. L'aspirateur automoteur de MM. Smith et Fletcher leur a été suggéré par la nécessité de contrôler la marche d'une fabrique qui donnait lieu à de nombreuses plaintes et qui se trouvait à une trop grande distance de la résidence de M. Fletcher, inspecteur du district, pour que des visites suffisamment fréquentes fussent praticables.

Le passage du gaz à travers la liqueur absorbante est déterminé par l'aspiration d'une petite pompe ayant la forme d'un soufflet à deux tubulures, qui reçoit son mouvement d'un ventilateur de 4 à 5 centimètres de diamètre, lequel emprunte très-simplement sa force motrice au tirage de la grande cheminée de l'usine.

« Cet appareil (Planche XIII), disent les inventeurs, est facilement trans-
« portable et peut être mis en communication avec un carneau ou une
« cheminée quelconque. Il suffit de pratiquer un orifice de 5 centimètres
« de diamètre dans la maçonnerie. A travers cet orifice une quantité d'air
« suffisante est entraînée dans la cheminée pour imprimer un mouvement
« très-rapide à un petit ventilateur de 4 à 5 centimètres de diamètre. Le
« ventilateur est disposé immédiatement en avant de l'orifice, de manière
« qu'il soit frappé par l'air qui se précipite du dehors à l'intérieur.
« L'arbre sur lequel il tourne porte une vis sans fin qui agit sur des
« engrenages et transmet le mouvement par une manivelle à un petit
« soufflet-pompe en caoutchouc vulcanisé.

« Le soufflet aspire un courant continu de gaz, et le fait passer à tra-
« vers un flacon contenant une solution de soude, de nitrate de cuivre ou
« de toute autre substance pouvant absorber l'acide muriatique qui se
« trouve mêlé au gaz. Le courant continue à passer pendant une durée
« variable de 3 à 6 heures. Cette durée peut être augmentée ou diminuée
« à volonté par un arrangement facile de l'appareil. Au bout de ce temps,
« on intercepte la communication avec le premier flacon, et on l'établit
« avec le second. Le courant passe actuellement à travers la solution de
« ce deuxième flacon pendant une durée égale, après laquelle on le dirige
« dans un troisième flacon, et ainsi de suite, dans autant de flacons qu'on
« le veut; dans l'appareil qu'on a fait construire il y a trente-six flacons
« carrés de 110 grammes, occupant un carré de 3 décimètres de côté

Après les dégagements dus à la fabrication de la soude, les autres opérations pouvant engendrer le même acide présentent bien peu d'intérêt. Il est rare qu'on soit obligé de recourir aux grands condenseurs : la plupart du temps quelques bonbonnes ou une cuve à eau suffisent. En certains cas on met à profit les circonstances de la fabrication elle-même pour assurer l'absorption. C'est ce que font, par

« et une hauteur de 11 centimètres. Si chaque flacon entre en action au
 « bout de six heures, toute la batterie prendra neuf jours; après ce temps,
 « l'examen des liqueurs montrera la nature des gaz qui ont traversé
 « l'appareil pendant une période quelconque de six heures. L'appareil est
 « muni d'un compteur à cadran comme ceux qu'on emploie pour le gaz
 « de l'éclairage, lequel marque le nombre d'aspirations du soufflet et
 « indique ainsi le volume du gaz qui a circulé dans les flacons.

« L'appareil peut être réglé pour la vitesse d'écoulement qu'on veut:
 « celle qui correspond à 1 pied cube (27 litres) par heure est trou-
 « vée convenable. Toutefois cette vitesse ne demeure pas constante
 « (pendant la durée d'une opération) parce que le tirage dans la cheminée
 « varie avec le nombre des fours en activité, la direction du vent, la
 « hauteur de la colonne barométrique, etc. Or, comme il peut être néces-
 « saire de savoir à quel moment chaque flacon était en opération, on a
 « imaginé un chronomètre photographique, à la fois beaucoup plus simple
 « et beaucoup plus sûr dans son action qu'une horloge ordinaire qui serait
 « placée dans une semblable atmosphère. Une bande de papier photogra-
 « phique renfermée dans une boîte obscure se déroule lentement d'un
 « cylindre pour s'enrouler sur un autre en passant devant une petite fente
 « à travers laquelle la lumière du jour est admise. Le papier marche à
 « une vitesse de 13 millimètres par heure et devient noir à mesure qu'il
 « passe devant la fente. Lorsqu'on retire ensuite la bande, elle présente
 « une succession de longueurs noires et blanches, chacune d'environ
 « 15 centimètres avec dégradation de l'ombre de l'une à l'autre. Le milieu
 « de la longueur noire aura passé devant la fente à midi, le milieu de la
 « longueur blanche à minuit, et les points intermédiaires à des heures
 « intermédiaires aussi, de sorte que le papier peut être marqué et divisé
 « en longueurs correspondant aux jours et aux heures. Une marque
 « s'imprime aussi sur le papier à chaque tour de la roue qui détermine la
 « mise en communication des flacons successifs : la position de ces marques
 « sur le papier, actuellement divisé en heures, indique les moments aux-
 « quels les flacons correspondants ont été en activité.

« La communication successive du soufflet avec les différents flacons
 « est établie et interceptée par le choc d'un levier à ressort qui frappe
 « sur l'une des trente-six dents disposées en saillie à la circonférence de
 « ce qu'on peut nommer un cadran à trente-six rayons. Des tubes en

exemple, MM. Roberts, Dale et C^{ie}, à Combrook (Manchester), pour leur préparation de chlorure d'étain : les vapeurs provenant de l'attaque de l'étain spongieux par l'acide chlorhydrique sont recueillies dans une seconde cuve, où se trouve une autre charge d'étain. C'est ce que font également MM. Tennant, à Manchester, pour la préparation du chlorure de cuivre. D'une manière générale, l'absorption de l'acide se trouve facilitée toutes les fois que la nature des opérations permet de joindre à l'eau une substance sur laquelle l'acide peut réagir.

ACIDE SULFUREUX.

Ce gaz est, après l'acide chlorhydrique, celui qui cause le plus de dommages à la végétation. Les sources en sont nombreuses et importantes : sans parler des foyers à houille ou à coke, qui en dégagent d'énormes quantités ¹, mais à un état de diffusion qui en rend les effets peu sensibles, on peut citer

« caoutchouc venant de chacun des trente-six flacons sont adaptés aux
 « tubulures qui rayonnent d'une solide couronne en cuivre dont la surface
 « intérieure est disposée suivant un cône dans lequel se loge exactement
 « une bonde conique. Dans cette bonde est ménagé un conduit unique qui,
 « d'une part, est en constante relation avec le soufflet, et qui, d'autre
 « part, à mesure que la bonde tourne, entre successivement en communi-
 « cation avec chacune des trente-six tubulures et par suite met successiv-
 « ment chaque flacon en communication avec le soufflet et avec la che-
 « minée.

« Il y a dans l'appareil quelques autres détails secondaires qu'il est
 « inutile de décrire. Le tout est renfermé dans une boîte cubique de 1 pied
 « (30 centimètres).

« Le point principal est d'avoir obtenu une aspiration constante dans sa
 « marche et qui ne nécessite pas d'autre moteur que le tirage même de
 « la cheminée des fours »

t. Dans les villes industrielles, ce dégagement peut devenir très-consi-
 dérable : à Manchester, par exemple, on évalue à 50.000 mètres cubes par
 jour, soit le 5^e du volume du gaz acide chlorhydrique produit par toutes
 les fabriques de soude du Royaume-Uni, la quantité d'acide sulfureux
 mêlé aux fumées que lancent dans l'atmosphère les innombrables chemi-
 nées de cette industrielle cité.

comme sources principales, la fabrication de l'acide sulfurique, le raffinage du soufre et surtout le grillage des sulfures métalliques.

Disons tout d'abord qu'il n'existe aucun moyen simple et commode, d'une efficacité reconnue, qui permette, comme pour l'acide muriatique, l'absorption générale de l'acide sulfureux. On est obligé de varier les procédés suivant les industries, sans atteindre jamais une solution absolument satisfaisante. Nous indiquerons ceux qui ont donné jusqu'ici les meilleurs résultats.

Le dégagement d'acide sulfureux à la sortie des chambres de plomb peut devenir très-considérable, lorsque la proportion d'air introduit s'éloigne de certaines limites déterminées. Il y a quelques années encore, dans la plupart des fabriques, la quantité de soufre perdu dans l'atmosphère s'élevait à 25 et même 30 p. 0/0 du soufre brûlé. Depuis lors de notables améliorations ont été réalisées, ayant toutes pour objet de régler l'admission de l'air dans les chambres. La plus importante consiste dans la suppression à peu près universelle des fours à dalles et dans leur remplacement par des fours à grilles du système anglais. Aujourd'hui la proportion de soufre perdu ne dépasse pas en moyenne 6 à 7 p. 0/0. M. de Hemptinne, à Bruxelles, a même réussi à rendre cette proportion nulle ou peu s'en faut, au moyen d'une disposition très-simple, qui nous paraît susceptible d'une certaine généralisation. Cet habile industriel a reconnu, par des expériences multipliées, que la perte d'acide sulfureux cesse quand l'oxygène de l'air est maintenu en excès dans les chambres, pourvu toutefois que cet excès ne dépasse pas 2 ou 2 et demi p. 0/0. En conséquence il introduit directement, à la sortie du four de grillage, de l'air supplémentaire dans le courant gazeux, par un tuyau implanté sur le carneau d'échappement. On veille d'ailleurs à ce que la marche du four soit aussi uniforme que possible, en masquant plus ou moins les orifices dont sont percées les portes

de chargement. M. de Hemptinne pousse même le soin jusqu'à envelopper le four d'une couverture en tôle dont le rapprochement ou l'éloignement permet de rendre la température à peu près constante.

Le raffinage du soufre entraîne des pertes d'acide sulfureux provenant soit des chambres de condensation, soit des appareils de distillation. Dans la fabrique de MM. de Wyndt et C^{ie}, à Merxem, près Anvers, on a pris beaucoup de précautions pour prévenir ces dégagements, et l'on est arrivé à perdre moins de 1 p. 0/0 du soufre brûlé. Les chambres condensatrices n'offrent rien de particulier comme construction; l'amélioration, en ce qui les concerne, est due au soin extrême avec lequel on veille à la marche des opérations, de manière à conserver une production de vapeur de soufre à peu près constante, et à laisser le dépôt s'effectuer complètement avant qu'on débouche aucun orifice. Quant à l'appareil distillatoire, il est exempt de l'inconvénient de laisser brûler du soufre au moment du chargement et du nettoyage des chaudières. Il se compose d'une cornue lenticulaire en fonte d'une seule pièce, communiquant avec un manchon encastré dans la maçonnerie et muni d'une valve qui sert à empêcher l'air de pénétrer dans la chambre lorsqu'on retire les matières terreuses de la cornue (Pl. IX, fig. 5 et 6). A la partie supérieure du fourneau se trouve une chaudière ovale, chauffée par la flamme perdue du foyer et communiquant avec la cornue par un tuyau coudé qu'on ferme à volonté. On charge le soufre dans la chaudière: aussitôt qu'il est fondu, on le laisse écouler dans la cornue avec toutes les matières étrangères qu'il contient et l'on charge de nouveau la chaudière. Quand le soufre contenu dans la cornue est complètement volatilisé, ce qui arrive au bout de quatre heures, on ferme la valve et l'on retire les matières terreuses, qu'on fait tomber dans un réservoir pour recommencer une nouvelle distillation. Par ce procédé, la quantité d'air introduite est tout à fait insignifiante; dès lors le dégagement

d'acide sulfureux est peu sensible. Plusieurs fabriques de Marseille, où, comme on sait, le raffinage se pratique en grand, font usage de cet appareil. D'autres cherchent l'assainissement dans des améliorations de détail, parmi lesquelles nous signalerons les deux suivantes : 1^o on emprisonne la soupape des chambres dans un tuyau à l'extrémité duquel agit un ventilateur qui refoule les gaz dans un appareil de condensation ; 2^o on purge d'air, à l'avance, l'intérieur des chambres, en y faisant brûler du charbon.

Le grillage des sulfures métalliques a plus particulièrement attiré l'attention, à cause des ravages qu'il occasionne et qui sont tout à fait comparables à ceux de l'acide chlorhydrique. C'est à cette opération industrielle que les environs de Swansea et plusieurs localités de la Saxe doivent leur aspect désolé. On a imaginé, pour y parer, une grande variété de procédés parmi lesquels il en est quatre qui reçoivent des applications assez étendues. Aucun d'eux n'est susceptible d'un emploi général, mais par leur ensemble ils répondent à la plupart des cas usuels. Ils s'appliquent, au surplus, à diverses autres sources moins importantes d'acide sulfureux, telles que l'affinage des métaux, les préparations pharmaceutiques, etc. Les procédés dont nous parlons sont : 1^o la condensation dans l'eau ; 2^o l'introduction aux chambres de plomb de l'acide sulfurique ; 3^o la réaction sur des oxydes métalliques ; 4^o l'attaque des schistes alumineux.

Le premier moyen ne réussit bien que sur une petite échelle. Toutes les fois qu'on a voulu s'en servir en grand, on a rencontré des difficultés qui ont forcé d'y renoncer : la faible affinité de l'acide sulfureux pour l'eau ne permet pas, sans nuire au tirage des appareils, d'en obtenir la condensation, surtout quand il est mélangé avec une forte proportion de gaz inertes, comme c'est précisément le cas dans la plupart des opérations de grillage. Aussi, les fondeurs de cuivre du pays de Galles, qui avaient installé dans ce but des appareils plus ou moins coûteux, ont-ils dû les abandonner.

On cite notamment M. Henri Vivian, de Swansea, qui avait établi des cheminées traînantes de plusieurs centaines de mètres de longueur, dans lesquelles les flammes des fours rencontraient des briques incessamment mouillées ; la condensation était très-imparfaite et les solutions trop faibles pour recevoir un emploi industriel. Sur une bien moindre échelle, M. Howard, à Stratford, près Londres, qui prépare en grand le calomel pour les pharmacies, réussit assez bien à recueillir le gaz provenant de l'attaque du mercure par l'acide sulfurique concentré. La chaudière d'attaque est exactement fermée ; les vapeurs sont conduites par un tuyau dans une cuve à eau, où elles laissent la plus grande partie de l'acide sulfurique entraîné ; de là elles passent dans une sorte de drain en grès, de 20 centimètres de diamètre et 30 mètres de long, enterré à 80 centimètres sous le sol pour conserver plus de fraîcheur, et dans lequel règne une humidité constante grâce à l'eau entraînée mécaniquement du réfrigérant ou à celle qui filtre du sol à travers les interstices du drain. Le liquide se rassemble dans un petit puits, tandis que les vapeurs qui ont échappé à la condensation vont à la grande cheminée. La solution ainsi obtenue, mélange d'acide sulfureux et d'acide sulfurique, est utilisée pour la préparation du sulfate de zinc ; à cet effet on y ajoute une certaine proportion d'acide nitrique, qui oxyde l'acide sulfureux.

Une application plus importante de la condensation, laquelle avait donné de bons résultats pendant quelques années et dont l'abandon doit être attribué, nous a-t-on dit, à des motifs étrangers à l'efficacité même du procédé, avait été faite à l'usine à zinc de la Vieille Montagne, située au faubourg de Saint-Léonard, à Liège. On avait en vue d'absorber l'acide sulfureux provenant de la combustion de la houille dans les fours de réduction de la calamine, ainsi que divers autres produits, tels que l'oxyde de zinc, le noir de fumée, etc., qui étaient emportés hors de la cheminée et qui cau-

saient un grand préjudice au voisinage ¹. Le système auquel on s'était arrêté, consistait essentiellement à recueillir tous les gaz dans l'intérieur d'une vaste hotte en tôle recouvrant un groupe de quatre fours, et à les expulser au moyen d'un ventilateur mécanique dans une longue galerie cloisonnée, où toutes les parcelles solides et l'acide sulfureux devaient être retenus (Pl. VIII, fig. 1 à 3). Les cloisons, au nombre de dix, étaient formées d'un grand nombre de tubes en poterie, horizontaux ou légèrement inclinés, de 60 centimètres de longueur, et dont le diamètre, variable de 5 à 12 centimètres, allait en diminuant depuis l'entrée jusqu'à la sortie afin que la surface de frottement allât constamment en augmentant. Au devant de chaque cloison se trouvait un tuyau de distribution, placé sur la largeur de la galerie. Ainsi humectées et refroidies sur tout leur parcours, soumises à des alternatives de vitesse, éprouvant en même temps des frottements multipliés, les fumées se débarrassaient successivement des matières qui les chargeaient, en même temps que l'acide sulfureux se dissolvait ou se transformait en acide sulfurique. Concurremment avec l'installation du condenseur, il fallut modifier le système des fours de réduction, qui désormais privés du tirage par la cheminée n'auraient pu conserver une bonne allure. On y suppléa très-heureusement en instituant un courant d'air forcé, à l'aide de ventilateurs et tuyères ².

Le second moyen d'absorption ou l'utilisation de l'acide sulfureux aux chambres de plomb, est celui qui a reçu les

1. Les inconvénients étaient devenus tels que le gouvernement dut nommer, en 1859, une Commission spéciale en vue de les faire cesser. M. Chandelon, rapporteur de cette Commission, a rendu compte de ses travaux dans une notice intéressante. C'est à lui que nous devons la description du procédé.

2. Cet appareil ne fonctionnait plus lors de notre passage à Liège. L'acide sulfurique avait fortement avarié les matériaux et corrodé notamment la plus grande partie des tubes. La Compagnie de la Vieille Montagne s'est appuyée sur cette circonstance pour se dispenser de continuer

applications les plus nombreuses et qui paraît avoir le plus d'avenir. Son succès dans le traitement des sulfures repose sur l'emploi de nouveaux fours dont le principe essentiel consiste à séparer les gaz du grillage des flammes du foyer et à ne fournir, autant que possible, au soufre que la quantité d'air strictement nécessaire pour les réactions aux chambres. Le principe est, on le voit, le même que celui des fours à double moufle de l'acide chlorhydrique ou des fours à dalle de l'acide sulfurique. Ces nouveaux fours de grillage, à travers leur variété de formes, se ramènent à deux types principaux, qu'on peut appeler type anglais et type saxon, et qui diffèrent surtout en ce que l'un est à courant d'air naturel et l'autre à courant d'air forcé. Nous donnons (Pl. XV, fig. 3 et 4) un spécimen du premier type employé par M. Peter Spence, de Manchester, pour le grillage des pyrites cuivreuses, et avec lequel il traite 12 à 15 tonnes de minerai par jour. Les flammes circulent dans une série de carnaux, ménagés sous la sole et se rendent directement à la cheminée. L'air du grillage est fourni par un étroit orifice, à la partie antérieure du four, qu'on démasque à volonté. Le minerai est en couche très-mince sur la sole, afin que l'oxydation soit plus facile. On le fait cheminer graduellement, avec des ringards, vers la partie antérieure, de manière à ce qu'il rencontre un air de plus en plus oxydant, et finalement on le retire du four en le faisant tomber par l'orifice servant à l'introduction de l'air ; le minerai frais est chargé, au fur et à mesure, par l'extrémité opposée. Les portes latérales par lesquelles on manœuvre les ringards sont également très-basses, et on les laisse ouvertes le moins possible pour ne pas introduire un excès d'air. A Stolberg, un four à moufle d'un système un peu différent et dû à M. Henri Godin, est

la condensation. Il est évident cependant qu'on pourrait, par des précautions convenables, se mettre à peu près à l'abri de ce genre de difficulté. Le véritable obstacle, pensons-nous, réside dans l'augmentation du prix de revient, suite des modifications apportées aux fours.

employé avec succès au traitement des blendes. Ce four est très-vaste et mesure 26 mètres de long; le minerai est disposé sur la sole en trois tas distincts, situés chacun devant une porte de chargement. L'opération est conduite de manière à ce qu'il y ait toujours au moins un tas au repos pendant qu'on ringarde les autres. On prévient ainsi le trop grand excès d'air qui s'introduirait si toutes les portes étaient simultanément ouvertes, et qui entraverait la marche des chambres de plomb dans lesquelles les gaz sont conduits. Par ce premier grillage, la blende abandonne environ la moitié de son soufre, qui est convertie en acide sulfurique. Pour expulser l'autre moitié, il est nécessaire de recourir à une température plus élevée. A cet effet la sole est pourvue d'orifices par lesquels le minerai est précipité dans trois fours à réverbère situés au dessous et fortement chauffés, dont les flammes desservent la moufle où s'effectue le grillage; les gaz de cette seconde opération sont perdus pour les chambres et vont droit à la cheminée.

Le four à courant d'air forcé, ou four Gerstenhoffers, d'un usage plus répandu que le type précédent, a pris naissance en Saxe, où les inconvénients dus au traitement des sulfures étaient très-sensibles. Les industriels s'y sont vus contraints par l'autorité d'absorber leur acide. On y emploie assez fréquemment l'appareil dont nous décrivons la partie essentielle (Pl. VIII, fig. 4). C'est une sorte de chambre close, garnie d'étagères à claire-voie en briques réfractaires; le minerai broyé est introduit par le haut et tombe successivement d'une étagère sur l'autre, à travers les vides. Sous l'influence d'un courant d'air ascendant, lancé à une haute température, le minerai se grille et descend à la partie inférieure, d'où on le retire. La totalité du soufre est expulsée et convertie en acide sulfurique dans les chambres de plomb. Ce four est applicable à toutes sortes de sulfures métalliques; aussi le retrouve-t-on dans des industries variées. La Compagnie de la Vieille Montagne en fait usage

pour ses blendes, à Borbeck, près Mulheim, et M. Henri Vivian, à Swansea, l'a adopté dans sa fabrique de cuivre ¹.

Depuis quelques années les grands affinages de métaux de Paris, qui dégagent de l'acide sulfureux en abondance, se sont mis à appliquer la méthode d'envoi aux chambres. Un des établissements où l'on est le mieux parvenu à éviter la perte d'acide au dehors est celui de madame V^{ve} Lyon-Alemand, construit récemment. Les chaudières dans lesquelles on fait bouillir les pièces métalliques avec l'acide

1. Ici se place une remarque essentielle : c'est que le problème de l'assainissement n'est qu'à moitié résolu par la possibilité de transformer l'acide sulfureux en acide sulfurique ; il faut encore que ce dernier trouve un emploi dans des conditions rémunératrices, car les nouveaux fours de grillage étant plus coûteux sous le rapport du combustible et l'annexe des chambres étant elle-même très-dispendieuse, on ne peut espérer voir cette méthode se généraliser qu'autant que l'utilisation de l'acide sulfurique offrira à l'industriel une compensation. Or ce n'est pas là une mince difficulté, surtout dans les districts où la production de cet acide pourrait, par de tels procédés, devenir très-abondante, comme à Swansea : la plupart du temps en effet, le produit ne supporterait pas les frais de transport pour aller vers les fabriques de soude. Cet obstacle financier a toujours arrêté les fondeurs de cuivre de Swansea et n'a pas permis, notamment, à l'invention de M. Spence, de Manchester, de se répandre dans le pays de Galles. M. Vivian a résolu le problème, du moins en ce qui concerne ses usines, en employant l'acide sulfurique pour fabriquer du superphosphate de chaux avec des phosphates naturels. Après des tâtonnements assez nombreux, il est arrivé à une fabrication courante tout à fait commerciale, et actuellement il utilise sur ses propres terres et vend aux agriculteurs une quantité considérable d'engrais ; une faible partie seulement de l'acide sert à préparer du carbonate de soude. Ce n'est guère au surplus que depuis trois ans que ses procédés sont devenus définitivement pratiques. Il en a annoncé le succès, en 1866, à la Société d'agriculture de West-Glamorgan, et il a déclaré en même temps qu'il serait bientôt en mesure de produire assez d'engrais pour fumer environ 16.000 hectares. à la date du 10 janvier 1868, M. Vivian nous a confirmé les progrès de sa nouvelle industrie. Les autres fondeurs de cuivre n'ont pas encore suivi cet exemple, mais on doit espérer qu'en présence des résultats obtenus par M. Vivian, ils ne tarderont pas à l'imiter.

Il est probable que ce sont des procédés analogues qu'on applique présentement à New-York pour utiliser l'acide sulfurique provenant des raffineries de pétrole.

sulfurique sont recouvertes d'un couvercle en plomb. Les vapeurs acides provenant de l'attaque, mélangées à une certaine proportion d'air introduite par un orifice *ad hoc*, se précipitent dans un large tuyau qui traverse une caisse à eau, et débouchent dans une chambre de plomb où l'on injecte de la vapeur d'eau et du gaz nitreux. Le courant se rend dans une deuxième chambre, et de là dans une longue galerie ou *traînée* en plomb, divisée de deux en deux mètres par des demi-cloisons alternées, de manière à déterminer une série de zigzags dans la masse gazeuse. Celle-ci traverse ensuite une colonne de 3^m,25 de haut, garnie de coke constamment mouillé, et débouche enfin dans une cheminée de 45 mètres de haut, au pied de laquelle nous avons constaté l'absence complète d'éléments acides. La capacité des chambres et de la traînée est de 300 mètres cubes; le parcours total du gaz est d'environ 70 mètres. La quantité d'acide sulfurique régénéré est considérable, et les indemnités aux voisins ont cessé, quoique l'usine soit située au sein d'un quartier populeux.

Le troisième mode d'absorption que nous avons mentionné, à savoir par une réaction sur des oxydes métalliques, est pratiqué chez M. Rhodius, à Linz (Prusse rhénane), et à Topplitz, près de Laybach. Le minerai est grillé comme précédemment dans un four à courant d'air forcé, mais les dispositions sont notablement différentes (Pl. VIII, fig. 5 et 6). Le massif du four est divisé en neuf compartiments, par des cloisons verticales en maçonnerie. Quatre de ces compartiments reçoivent le minerai; les cinq autres, qui alternent avec les précédents, sont consacrés aux foyers, dont les flammes circulent de bas en haut par une série de canaux horizontaux, et chauffent le minerai par le rayonnement des parois.

La matière sulfureuse est distribuée en faibles couches sur des étagères entre lesquelles des tuyères insufflent l'air sous une pression convenable. Les gaz, séparés des flammes,

se rendent dans un large carneau en maçonnerie où ils sont rencontrés par un jet de vapeur provenant des générateurs situés au dessus du massif et chauffés par les flammes perdues. Le courant débouche dans un bassin où s'accomplit la réaction qui constitue la partie originale du système. Ce bassin (Pl. VIII, fig. 7), d'une superficie de 36 mètres carrés, est rempli de minerai grillé sur une épaisseur de 75 centimètres, supporté par un double fond à clairo-voie ménageant un vide de 50 centimètres au dessous de la charge. C'est dans ce vide que se répand le mélange des gaz sulfureux et de la vapeur d'eau, qui, de là, s'infiltrent à travers le minerai. Au contact des oxydes métalliques, la réaction se fait : l'acide sulfureux se transforme en acide sulfurique, et l'on obtient des sulfates. Au bout de huit jours l'attaque est terminée ; on retire les matériaux et l'on met en service un autre bassin. Par ce procédé, applicable à diverses sortes de sulfures, on a pu traiter utilement par voie humide des minerais contenant 1 et demi à 2 p. 0/0 de cuivre. Les minerais riches servent ainsi à traiter les minerais pauvres. Quant à l'absorption même de l'acide sulfureux, elle est complète, et l'assainissement ne laisse rien à désirer.

Le quatrième moyen d'absorption, qui n'est pas le moins ingénieux, est exploité en grand chez M. de Laminne, à Ampsin, près Huy, et à l'usine de Flône, de la Vieille Montagne. Nous le décrivons tel qu'il se pratique chez l'inventeur lui-même. M. de Laminne y a été conduit par le désir d'utiliser d'immenses amas de *terrisses* ou anciens schistes alunifères, qui forment de véritables collines aux environs de Huy. Trois fours à réverbère, affectés au grillage de la blende, envoient leurs gaz dans une même cheminée traînante qui grimpe jusqu'au haut d'une colline de 60 mètres d'élévation (Pl. IX, fig. 1 à 4). A divers niveaux cette cheminée maîtresse donne naissance à des conduits latéraux qui vont circuler sur des plateaux horizontaux. La circulation se fait en poussant le conduit jusqu'au bout du plateau, puis

le faisant revenir sur lui-même en laissant 2 mètres d'intervalle, et ainsi de suite jusqu'à ce que tout le plateau soit sillonné. Au dessus du réseau ainsi formé on accumule environ 2 mètres de schistes ; sur cette nouvelle plate-forme on établit un nouveau réseau avec sa couche de schistes, et l'on continue ainsi de manière à ce qu'on ait trois, quatre ou cinq systèmes superposés. Les conduits latéraux ont 70 centimètres sur 60 de section ; ils sont construits, soit en pierres sèches, dont les interstices livrent suffisamment passage aux gaz, soit en maçonnerie criblée d'ouvreaux. Ils communiquent les uns aux autres ou sont terminés en cul-de-sac, mais en aucun cas ils ne débouchent à l'air libre. Les fumées vont dans tous les plateaux à la fois, à l'exception, bien entendu, de ceux qui sont en exploitation. Ce vaste *condenseur* absorbe les gaz de 5.000 kilogrammes de blende en 24 heures. La totalité des schistes est transformée en sulfate d'alumine au bout de 12 à 15 mois. Pour que la réaction se fasse bien, il est nécessaire que les schistes soient un peu humides. Aussi, quand le temps n'est pas assez pluvieux, on y supplée, soit par un arrosage, soit par une injection de vapeur.

M. de Laminne, qui a étudié la question sous toutes ses faces, a appliqué son procédé de condensation non-seulement au grillage de la blende, mais aussi au grillage des pyrites de fer, des schistes alumineux et même à la combustion de la houille des fours à réduire le zinc. Seulement, dans ce dernier cas, pour qu'il y ait un tirage suffisant, il faut que la cheminée maîtresse conserve un débouché à l'air libre, en sorte que l'assainissement n'est qu'imparfaitement réalisé ; tandis qu'avec les sulfures métalliques, la cheminée n'a pas besoin de débouché extérieur : la condensation de l'acide sulfureux suffit pour entretenir le tirage des fours.

En résumé, ce procédé est en lui-même très-général ; mais l'emploi en est limité dans la pratique par la difficulté

d'avoir sous la main une quantité suffisante de matériaux d'absorption.

VAPEURS NITREUSES.

On désigne sous le nom de vapeurs nitreuses un mélange d'acides nitreux et hyponitrique et de divers oxydes d'azote qui se dégagent dans diverses opérations. Ce mélange est souvent accompagné d'autres gaz, selon la nature des réactions, et particulièrement d'acide sulfureux. L'absorption des vapeurs nitreuses porte en même temps sur ces autres gaz nuisibles, mais comme les premières jouent un rôle prépondérant, c'est surtout à leur intention que les moyens d'assainissement sont combinés. Ces dégagements sont loin d'ailleurs de produire sur la végétation des ravages aussi grands que les deux acides dont nous venons de nous occuper ; en revanche ils exercent dans leur voisinage immédiat une action très-nuisible sur la santé publique : respirés à dose un peu forte ils peuvent même donner la mort. Il importe donc, dans les lieux habités, d'absorber ces gaz avec beaucoup de soin.

Les opérations industrielles donnant lieu à des dégagements nitreux sont fort nombreuses et peuvent être divisées en deux groupes : d'une part, celles qui ont pour objet la fabrication de l'acide sulfurique ; d'autre part, celles qui ont en vue des produits variés, tels que nitrobenzine, persulfate de fer, arséniate de soude, acides nitrique, arsénique, oxalique, picrique, etc. Chacun de ces deux groupes a ses procédés d'assainissement propres.

La fabrication de l'acide sulfurique aux chambres de plomb est celle dont les dégagements ont le plus d'importance. Le moyen d'absorption par excellence, qu'aucun autre n'a encore remplacé, est la colonne dite de *Gay-Lussac*, du nom de l'illustre chimiste qui en a doté l'industrie. C'est une tour cylindrique ou quadrangulaire, de 5 à 10 mètres de

haut, garnie de coke comme les condenseurs à acide chlorhydrique, mais dans laquelle on fait couler, au lieu d'eau, de l'acide sulfurique concentré. Cet acide s'empare à la fois des vapeurs nitreuses et de l'acide sulfureux, et le liquide recueilli à la base du condenseur est restitué aux chambres avec avantage. Un grand nombre de fabriques, des mieux tenues, de France et de l'étranger, font usage de ce procédé. Le principe de l'appareil n'a pas changé depuis l'origine ; mais quelques industriels y ont apporté des améliorations de détails qui ne manquent pas d'importance. Parmi les établissements qui en ont le plus perfectionné l'emploi, celui de M. de Hemptinne, à Bruxelles, mérite une mention particulière à cause de la manière extrêmement ingénieuse dont l'acide concentré est fourni au condenseur. On sait qu'un des obstacles qui arrêtent les fabricants est le maniement d'un liquide aussi corrosif. Pratiquement, l'élévation de l'acide au niveau supérieur de la colonne et la bonne répartition à opérer sur la surface des matériaux qui la garnissent, ne sont pas exemptes de difficultés et même de dangers qui dégoûtent de l'emploi du procédé. M. de Hemptinne, qui soigne sa fabrication en véritable artiste, a résolu la question de la manière suivante.

Le système élévatoire (Pl. VII, fig. 1 et 2) se compose d'une trompe à vapeur et de deux bonbonnes en grès, dont l'une est située un peu au dessus du niveau supérieur de la colonne, c'est-à-dire à 8 mètres de hauteur, et l'autre se trouve à mi-distance. La trompe fait un vide de 40 millimètres de mercure, lequel est plus que suffisant pour faire monter l'acide dans la première bonbonne. L'aspiration est ensuite produite dans la seconde bonbonne, et le liquide monte d'un vase dans l'autre. Là un robinet le déverse dans un conduit en plomb de 20 mètres de long, parcouru dans le même sens par les vapeurs des chambres, qui s'y condensent en partie. Vapeurs et liquide se rendent à la colonne, qu'ils traversent ensemble et où l'absorption se

complète. Pour répartir l'acide aussi uniformément que possible sur la surface des matériaux, on le distribue au moyen d'un tourniquet hydraulique en verre à trois branches, percées chacune de quatre trous, lequel pivote sur un mortier d'agate. La tige verticale est maintenue dans une semelle en plomb, qui l'emprisonne sans frottement. Le tout est recouvert d'une cloche en verre bien hermétique. Cet appareil, qu'on serait tenté de prendre pour un joujou, tant il est soigné, fonctionne avec une régularité parfaite, sans entraîner jamais de réparation. Pour empêcher que le tourniquet ne débite trop d'acide, on ne le laisse pas couler continuellement, mais le mouvement en a été réglé et rendu intermittent au moyen d'une bascule Perrault.

Le garnissage de la cascade a été aussi l'objet d'une innovation. Au lieu d'employer le coke, qui se brise et se tasse plus ou moins à la longue, ou les fragments de briques, qui n'offrent pas une assez grande surface de contact, M. de Hemptinne se sert de boules creuses en grès, de 15 centimètres de diamètre, percées de cinq trous à la partie supérieure. Par cette disposition, les boules se remplissent à moitié d'acide, et présentent une grande surface de condensation, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur. Elles reposent sur un grillage établi à une certaine distance du fond. Un appareil ainsi monté travaille en quelque sorte indéfiniment sans qu'on soit obligé d'y retoucher. M. de Hemptinne trouve un grand avantage à éviter le remaniement périodique de vieux matériaux imprégnés d'acide sulfurique : « c'est toujours, nous disait-il, une cause d'accidents pour les ouvriers. » L'emploi de ces boules paraît d'ailleurs donner des résultats aussi satisfaisants que celui du coke ; du moins, chez M. de Hemptinne, l'absorption est aussi parfaite qu'elle pourrait l'être avec les meilleurs condenseurs à coke. Cette innovation a été reproduite dans quelques usines, entre autres dans celle de Saint-Marc, près Namur.

D'autres modifications ont porté sur la forme de l'appar-

reil. Ainsi, chez M. Kuhlmann, à Loos, la colonne est remplacée par une série de douze bonbonnes, suivie de deux tourelles de 5 à 6 mètres de haut, garnies de boules en grès creuses sur lesquelles on verse continuellement un filet d'eau. Les bonbonnes sont parcourues par de l'acide sulfurique concentré quand l'eau ne suffit pas pour déterminer une condensation convenable. Dans la succursale que ce même industriel possède à Amiens, les tourelles sont supprimées et le condenseur est formé par soixante bonbonnes, dont les dernières, qui contenaient autrefois du carbonate de baryte, sont maintenant garnies d'acide sulfurique ¹. A Salyndres, un détail bon à noter consiste à interposer entre les trois chambres que parcourent successivement les gaz, des colonnes pleines de coke sec, afin d'obtenir un mélange plus complet et de diminuer d'autant la proportion des vapeurs qui passent ensuite au condenseur.

Quelque efficace que soit le procédé Gay-Lussac, on ne saurait nier qu'il présente une difficulté réelle : c'est de nécessiter l'emploi de l'acide sulfurique concentré. Or beaucoup de fabriques, pour des raisons commerciales, ne livrent pas d'acide concentré à la vente, et dès lors trouvent onéreux d'organiser cette préparation en vue du seul service de la colonne. On a donc fréquemment cherché à se passer d'acide sulfurique. Le moyen qui paraît avoir le mieux réussi, tout en restant au dessous du procédé primitif, consiste à injecter de la vapeur d'eau, au lieu d'acide, dans le condenseur. La présence de cette vapeur, ainsi mêlée au dégagement, favorise la réaction mutuelle des gaz nitreux et sulfureux, en même temps que les produits se dissolvent dans l'eau condensée entre les morceaux de coke. On réalise par là une partie des effets de la méthode

1. Quand nous avons vu cet établissement, le chimiste qui le dirigeait se proposait de laisser vides vingt de ces bonbonnes, d'en garnir vingt autres d'acide sulfurique et vingt d'acide nitrique. Il pensait que l'intervention de ce dernier acide favoriserait l'absorption de l'acide sulfureux.

Gay-Lussac et on diminue sensiblement la perte à l'extérieur. Tel est le système en usage à la C^{ie} Jarrow, à Shields, chez M. Vickers, à Manchester, et dans plusieurs fabriques des environs de Marseille, entre autres chez M. Daniel à Mazargues et chez MM. Gayet et Gourjon à Montredon. A Rouen, MM. Maze et Chouillou ont encore simplifié le procédé, en n'employant que du coke sec : il est vrai que l'épaisseur en est considérable, une dizaine de mètres environ, et qu'on fait déboucher la colonne à l'air libre pour surveiller l'absorption avec plus de soin. Enfin, à la fabrique de l'Oseraie, on n'a pas même de colonne de coke, et l'on se contente de faire parcourir aux vapeurs un conduit souterrain de 100 mètres, où elles se condensent fort imparfaitement, hâtons-nous de le dire, avant de gagner la cheminée. Somme toute, la colonne Gay-Lussac, dans ses dispositions primitives, est encore le meilleur appareil d'absorption connu dans l'industrie.

Un mode de fabrication de l'acide sulfurique, qui aurait réalisé un assainissement radical, car il rendait tout condenseur spécial inutile, a été essayé sur une grande échelle à la fabrique de Montmorency, près Lyon, laquelle a dû, pour des raisons commerciales, discontinuer ses opérations. Les gaz sulfureux et nitreux, mélangés dans les proportions ordinaires, au lieu d'être envoyés aux chambres de plomb, étaient dirigés dans 50 bonbonnes, disposées en 10 files verticales formées chacune de 5 bonbonnes superposées, que ces gaz parcouraient successivement. Les bonbonnes avaient 120 litres de capacité et étaient remplies de coke. Les deux premiers rangs recevaient une pluie d'eau froide ; les suivants une pluie d'acide sulfurique faible, recueilli dans les premiers, et les derniers une pluie d'acide sulfurique de plus en plus concentré. L'appareil entier fonctionnait ainsi à la manière d'une vaste colonne Gay-Lussac, et réalisait, dès lors, tous les effets habi-

tuels d'absorption de cette dernière ; aussi, les vapeurs pouvaient-elles s'échapper sans inconvénient, à l'air libre, à l'issue de la dernière bonbonne.

Les procédés d'assainissement usités dans les opérations du deuxième groupe varient presque, on peut le dire, comme ces opérations elles-mêmes. Ils consistent, tantôt à condenser les vapeurs dans l'eau soit pure soit alcaline, tantôt à les envoyer dans des foyers incandescents ou à les soumettre à des réactions diverses, tantôt enfin à en prévenir la formation par de nouvelles méthodes de fabrication. Décrire en détail ces divers procédés serait trop long et offrirait d'ailleurs peu d'intérêt, car leur réussite est surtout une question de soin dans l'installation des appareils et dans la conduite des opérations. Nous nous bornerons à indiquer succinctement quelques applications principales.

Un excellent emploi de l'eau se remarque à la fabrique de persulfate de fer de M. Gros, à Lyon. Les cuves, très-bien installées, dans lesquelles se fait la réaction du sulfate de fer et de l'acide nitrique, sont hermétiquement fermées par un couvercle en grès, luté avec grand soin. Un orifice livre passage aux vapeurs qui sont conduites à travers une série de 50 bonbonnes, débouchant à la cheminée. Ces bonbonnes sont pourvues d'eau et fonctionnent à la manière des batteries de l'acide chlorhydrique. La condensation paraît complète et l'on ne sent aucune odeur, ni dans les ateliers, ni au dehors¹. A Dieppedale-lez-Rouen, M. Duclos a organisé,

1. C'est, si nous ne nous trompons, dans le même établissement que des essais ont eu lieu récemment en vue de constater la valeur d'un nouveau procédé. Ce procédé consiste à faire rencontrer les vapeurs nitreuses dans une tourille en grès avec un courant de chlore et de la vapeur d'eau. La vapeur d'eau se décompose et il se forme de l'acide chlorhydrique et de l'acide azotique ; la liqueur recueillie est utilisée comme eau régale. Toute la difficulté est de maintenir industriellement, dans les proportions voulues, les gaz en présence, de façon à éviter les réactions tumultueuses ou incomplètes. M. le docteur Glénard, président du conseil d'hygiène du Rhône, qui a suivi très-attentivement

dans sa fabrique de nitro-benzine, une bonne condensation par les alcalis. Les gaz, après avoir traversé des touries remplies d'acide sulfurique, sont définitivement absorbés dans un conduit souterrain, contenant de la chaux sodée. De même, chez M. Vedlès, à Asnières, on s'est occupé d'améliorer l'absorption en faisant passer les vapeurs sur une solution de soude, et de là, dans un conduit garni de coke et parcouru en sens inverse, soit par un filet de liqueur alcaline, soit par un jet de vapeur d'eau.

Plusieurs fabricants condensent une partie du dégagement dans une ou deux touries pourvues d'eau et abandonnent le reste à un foyer incandescent. Une pratique bien préférable, et qui rentre dans l'idée générale de tirer parti de ce qui est nuisible, est suivie par M. Tennant, dans sa succursale de Manchester, pour la préparation du nitrate de cuivre. Les vapeurs rutilantes engendrées par l'attaque de l'acide azotique sur le métal sont reçues dans une cuve à eau et vont ensuite aux chambres de plomb de l'acide sulfurique où elles coopèrent aux réactions connues. De cette manière aucune partie du dégagement n'est perdue et la consommation du nitrate de soude aux chambres est diminuée.

Parmi les industries où l'on a réussi à prévenir la production des vapeurs nitreuses, il convient de citer en première ligne la nouvelle méthode de fabrication de l'acide oxalique, inventée par M. Dale, et appliquée en grand depuis quelques années dans l'usine de MM. Roberts, Dale et C^{ie}, à Warrington. Le procédé ordinaire consiste, comme on sait, à traiter les mélasses par l'acide azotique, ce qui détermine des gaz nitreux très-abondants. Par le procédé nouveau, on prépare, au moyen de la sciure de bois et des alcalis caustiques, un mélange d'oxalate de soude et d'oxa-

l'application de ce procédé, nous exprimait l'espoir que les dernières difficultés pourraient être résolues.

late de potasse qu'on transforme ensuite en oxalate de chaux, et d'où l'on retire l'acide oxalique par la réaction de l'acide sulfurique¹. On voit que, dans cette méthode, aucun dégagement nitreux n'est à redouter².

HYDROGÈNE SULFURÉ.

L'hydrogène sulfuré est peu préjudiciable à la végétation, mais il est dangereux à respirer et il cause des dégâts dans les maisons d'habitation où il noircit l'argenterie, les

1. Cette nouvelle fabrication étant encore peu connue, nous croyons devoir donner quelques détails. Voici comment on opère à Warrington :

On commence par délayer de la sciure de bois blanc (peuplier, bouleau, etc.), dans une liqueur formée de 2 équivalents de soude caustique et de 1 équivalent de potasse également caustique. Cette bouillie se prépare dans des bassins en tôle, à fond plat, chauffés en dessous à un feu modéré. Au bout d'un certain temps la pâte obtenue est étendue sur d'autres bassins en tôle où on la grille avec beaucoup de précaution, en ayant soin d'empêcher qu'aucune partie ne soit brûlée. Des ouvriers nus jusqu'à la ceinture, debout sur le bord des bassins, remuent la matière avec des ringards, pendant toute la durée de l'attaque et du grillage. C'est un travail très-pénible, à cause de la haute température et des vapeurs (eau, hydrogènes carbonés, huiles empireumatiques, etc.), auxquelles ils sont exposés; toutefois il ne présente rien de dangereux. Le produit grillé est traité par un lait de chaux, qui libère les alcalis et fait passer les oxalates à l'état d'oxalate de chaux. On décompose ensuite par l'acide sulfurique et l'on obtient l'acide oxalique en dissolution, mélangé avec du sulfate de chaux. Pour opérer la séparation, on filtre à travers des toiles très-fines. On a éprouvé longtemps de grandes difficultés dans cette partie de la fabrication, parce que le résidu boueux obstrue les pores du filtre et oppose une grande résistance au passage de l'acide oxalique. On a fini par en triompher en faisant le vide, avec des pompes à vapeur, au dessous des filtres. Quant aux alcalis employés pour l'attaque de la sciure, on les récupère en grande partie dans les résidus.

2. Dans le même ordre d'idées, c'est-à-dire comme tendant à la suppression de dégagements nitreux, on a cité à Paris une usine où la fabrication du chromate de plomb avait reçu l'amélioration suivante : au lieu d'obtenir ce produit par la réaction d'un nitrate sur du fer chromé, on commençait par préparer du chromate de chaux au moyen d'un mélange de chaux et de minéral de chrome, et l'on mettait ensuite le chromate en présence d'un sel de plomb. On évitait ainsi tout dégagement nitreux. Mais nous n'insistons pas sur ce procédé, que nous n'avons pu voir nous-même en activité.

ornements métalliques et les peintures, notamment celles au blanc de plomb.

Ce gaz se produit en grande abondance dans le traitement des eaux du gaz de l'éclairage par les acides et dans diverses opérations chimiques, qui seront mentionnées plus loin. Les procédés d'assainissement sont nombreux, mais aucun n'est entièrement satisfaisant. On peut les distinguer en deux classes : 1° ceux qui ont pour objet de détruire le dégagement ; 2° ceux qui tendent à en empêcher la formation par des changements convenables apportés dans les méthodes de fabrication.

Les procédés de la première classe se résument soit à brûler l'hydrogène sulfuré dans des foyers ou à l'air libre, soit à le faire réagir sur l'acide sulfureux, soit à combiner d'une façon quelconque ces deux modes. La combustion est une opération fort difficile à bien mener quand on a affaire à de grandes quantités de gaz : une portion notable échappe toujours, parce que le mélange avec l'oxygène atmosphérique est imparfait et qu'en outre il est impossible de maintenir les gaz en présence dans les proportions voulues. On a une idée de la difficulté d'après ce qui s'est passé récemment à l'usine de Dieuze. Pour obtenir plus d'uniformité dans le dégagement et par suite dans le mélange à brûler, on recueillait l'hydrogène sulfuré dans un gazomètre, d'où on le faisait arriver ensuite, par un système de petits tubes, en présence d'une quantité d'air bien réglée. Néanmoins la combustion était incomplète et l'on a dû y renoncer. Un écueil se présentait d'ailleurs, qu'on retrouve dans la plupart des opérations de ce genre : c'est que les appareils destinés à recueillir et à conserver le gaz ne sont jamais parfaitement hermétiques ; il y a constamment des fuites, et avec un produit aussi insalubre que l'hydrogène sulfuré, ces fuites peuvent offrir des inconvénients sérieux¹. Il

1. M. Buquet, directeur des salines de Dieuze, auquel nous avons

Il faut prévoir aussi le cas où de pareils gazomètres subiraient quelque accident et où l'on se trouverait subitement en présence d'un volume considérable de gaz jouissant de la double propriété d'être inflammable et délétère. On doit donc repousser, comme dangereuse, du moins sur une grande échelle, toute méthode qui aboutit à emmagasiner l'hydrogène sulfuré ; mieux vaut encore le brûler au fur et à mesure, malgré les variations de débit inséparables d'un dégagement industriel.

Une précaution indispensable à prendre dans toute combustion de l'hydrogène sulfuré, c'est d'interposer entre la source et le foyer un ou plusieurs flacons laveurs, de manière à intercepter la communication et par suite la propagation du feu. Le gaz arrive en effet à l'extrémité des conduites, mélangé à une certaine proportion d'air, et constitue dès lors un mélange plus ou moins explosible : il faut donc se prémunir contre les accidents qui pourraient se produire dans l'intérieur des appareils de fabrication. Quant à la combustion elle-même, on doit, pour l'opérer dans les meilleures conditions, graduer autant que possible la quantité d'air, introduite et tâcher que le mélange soit bien intime. Dans ce but, il est préférable que le gaz arrive par un grand nombre de petits orifices et ait un certain espace à parcourir dans la chambre de combustion avant d'aboutir à la cheminée. Ces soins ont moins d'importance quand on brûle l'hydrogène sulfuré sur des charbons incandescents, parce que la haute température des gaz qu'il rencontre favorise la

exprimé des doutes sur la réussite industrielle de ses procédés de combustion, nous écrivait récemment : « La génération de l'hydrogène sulfuré était l'écueil de notre première idée. Dans ces conditions, impossible d'opérer à l'air libre ; le recueillir est chose difficile, onéreuse, et quelque autoclaves que soient les appareils, ils ne le sont jamais assez ; leur installation est dispendieuse, leur entretien important. en un mot ce n'est pas là de l'industrie. Nous avons bien senti notre point faible et vulnérable ; nous avons donc cherché à éviter la production de l'hydrogène sulfuré. »

réaction, en même temps que le tourbillonnement naturel du foyer facilite le mélange. La disposition consiste alors simplement à avoir une grille à coke surmontée d'une voûte un peu plus spacieuse que dans les fourneaux ordinaires et à faire déboucher l'hydrogène sulfuré au dessus du charbon et près de la porte du foyer. L'oxygène est fourni à la fois par la grille et par de petits trous ménagés dans cette porte. On arrive ainsi assez bien, grâce à la haute température du coke, à brûler le gaz, mais on a l'inconvénient industriel de perdre le soufre qui passe presque en totalité à l'état d'acide sulfureux, à cause de l'impossibilité pratique de graduer l'air fourni à la grille, ou qui même, quand il ne s'oxyde pas, se volatilise et s'échappe par la cheminée. Au contraire, quand on opère dans des chambres *ad hoc* et sans le secours de foyer, on précipite à l'état natif une portion notable du soufre, ce qui constitue un bénéfice pour l'usine, mais la destruction du dégagement est, avons-nous dit, moins assurée.

En résumé, au point de vue exclusif de l'assainissement, le meilleur mode de combustion est celui qui s'exerce à l'aide de coke incandescent, en prenant d'ailleurs les précautions indiquées pour éviter la propagation du feu. Tel est le système fréquemment employé en Angleterre, où un grand nombre d'industriels préparent les sels ammoniacaux en traitant les eaux du gaz de l'éclairage par l'acide sulfurique ; l'hydrogène sulfuré qui en provient, quand il n'est pas lâché directement à la cheminée, est ordinairement brûlé sous les chaudières d'évaporation. On en voit des exemples chez M. Crow à Stratford, chez M. Percival-Smith à Bow (Londres) etc. Un moyen semblable est pratiqué avec succès au laboratoire de Royal College of Chemistry ¹. Dans quelques usines, on a cherché à

1. On s'étonnera peut-être de voir citer un laboratoire parmi les établissements industriels. Mais le nombre d'élèves du Royal College of

faire mieux et l'on utilise la combustion du gaz pour préparer l'acide sulfurique aux chambres de plomb. Cette méthode a été appliquée par M. Peter Spence, à Manchester, et elle l'est encore par M. Croll à Poplar (Londres). Toutefois elle n'est pas exempte de difficultés, car en voulant rendre complète la combustion de l'hydrogène sulfuré, on s'expose à introduire dans les chambres de l'air en excès ; aussi M. Spence y a-t-il renoncé.

La réaction sur l'acide sulfureux est une opération plus délicate encore que la combustion, et qui demande à être conduite avec un soin extrême pour réaliser d'une manière pratique les phénomènes connus du laboratoire. Elle n'a été jusqu'ici essayée en grand, à notre connaissance, que dans deux établissements, chez M. Bell à Washington et aux salines de Dieuze. Nous indiquons ci-après le procédé de M. Bell, quoique aujourd'hui il soit abandonné, parce qu'il a servi de base à toutes les recherches qui ont été faites depuis dans cette voie.

A Washington, la source d'hydrogène sulfuré est considérable: elle résulte de la décomposition de la galène par l'acide chlorhydrique, dans la préparation de l'oxychlorure de plomb, et l'on n'évalue pas à moins de 1000 mètres cubes de gaz par 24 heures, correspondant à 1000 kilog. de soufre pur,

Chemistry est tel et le dégagement d'hydrogène sulfuré aux heures de manipulations est quelquefois si grand, que les habitants d'Oxford street se plaignirent vivement à l'origine et menacèrent le docteur Hoffmann de faire fermer son laboratoire. C'est alors qu'il prit le parti de recueillir tous les dégagements dans un seul tuyau, qui, ouvert par une extrémité et communiquant au dehors de la salle, débouche par l'autre dans le cendrier, hermétiquement clos, du foyer qui chauffe le bain de sable. Grâce à la faible importance relative des dégagements (car après tout un laboratoire n'égale pas une fabrique) et grâce aussi on doit le penser, à une habileté d'exécution qu'on ne rencontrerait pas au même degré dans les établissements industriels, M. Hoffmann avait rendu la combustion si parfaite que peu de temps après l'installation il put, en présence de nombreux voisins, diriger dans son tuyau un dégagement abondant, sans qu'un drapeau en papier de plomb suspendu au faite de la cheminée en fût le moins du monde noirci.

la quantité émise par les chaudières d'attaque. La méthode imaginée par M. Bell consistait à mettre l'hydrogène sulfuré en présence de l'acide sulfureux dans une cuve remplie d'eau, où un courant d'air venu de la machine soufflante d'un haut fourneau entretenait un barbotement perpétuel, favorable à la réaction des deux gaz. L'acide sulfureux emprunté aux chambres de plomb n'était admis dans la cuve qu'après avoir traversé des flacons laveurs ; c'était afin de prévenir les explosions qu'auraient pu déterminer les parcelles de soufre en ignition, entraînées fréquemment dans les chambres. Dans la cuve il se déposait du soufre pur et divers composés oxygénés parmi lesquels prédominait l'acide pentathionique. Ces composés finissaient par donner de l'acide sulfurique, dont la trop grande dilution interdisait l'emploi. C'est même là un des motifs qui ont fait renoncer depuis peu à cette méthode ; car, tout compte fait, on retirait de la cuve moins de soufre utilisable qu'on n'en empruntait aux chambres. En outre la marche était irrégulière et nuisait au dégagement des cuves à chlorure. Pour ces diverses raisons, on a abandonné le procédé et l'on se contente aujourd'hui de lâcher l'hydrogène sulfuré à la cheminée, d'où il infecte le château de M. Bell lui-même, situé à 2 kilomètres, et y détériore journellement les dorures et l'argenterie. Toutefois, dans l'opinion de M. Brivet, le chimiste qui dirigeait alors la fabrication, le procédé ne devait pas être condamné définitivement : il lui paraissait susceptible, au contraire, de donner de bons résultats dans une usine où l'application en aurait été prévue au moment même de l'installation au lieu d'être agencée après coup ; dans ce cas on se serait procuré l'acide sulfureux, non aux chambres de plomb, où il a une valeur considérable, mais en brûlant dans un four spécial des pyrites de qualité très-inférieure ¹.

1. On en a jugé ainsi en Allemagne, car divers industriels se sont occupés, dans ces dernières années, de reprendre la méthode de M. Bell. De ce nombre est M. Georges Zimmer, à Mannheim, qui a fait de la

A Dieuze où, avons-nous dit, on a dû renoncer à la combustion à l'air libre, on a cherché la solution du problème dans une transformation totale des opérations qui engendraient les dégagements. Ces opérations ont en vue l'extraction du soufre contenu dans les résidus de la fabrication de la soude, et à ce titre, elles intéressent la préservation du sol et des eaux plus encore que celle de l'atmosphère; aussi la description en sera-t-elle renvoyée à la section suivante. Nous nous bornons à mentionner ici que les nouvelles opérations ont pour résultat de prévenir presque entièrement la formation du dégagement ou de retenir le soufre dans les liqueurs; en sorte que l'exploitation industrielle de ce corps ne porte plus sur le gaz lui-même mais bien sur ces liqueurs, d'où on le retire par voie de précipitation. Malgré cette innovation, il se produit toujours une certaine quantité de gaz, parce qu'il est impossible, dans la pratique en grand, de maintenir exactement les proportions de liquides réagissants qu'indique la théorie du laboratoire; il y a donc encore un dégagement à détruire. On en vient à bout à Dieuze, en combinant de la manière suivante la méthode de M. Bell avec la combustion.

Les liquides destinés à précipiter le soufre par leur réaction mutuelle, et qui donnent naissance en même temps aux dégagements accidentels, au lieu d'être amenés directement dans le bassin de précipitation, sont conduits dans un cylindre en plomb de 1 mètre de haut et de 0^m,80 de

question une étude approfondie et se proposait, il n'y a pas longtemps, de détruire par un semblable procédé le dégagement considérable qui provient de sa fabrication de chlorure de barium et qui était jusque-là envoyé dans la cheminée à l'aide d'un ventilateur mécanique. M. Zimmer était d'autant plus intéressé à la solution, qu'il allait se trouver en présence d'une nouvelle et plus importante source de gaz sulfhydrique, en fabriquant, comme il en avait le projet, le carbonate de soude par la réaction du carbonate de magnésie sur le sulfure de sodium. Toutefois, jusqu'à ce jour, il faut bien en convenir, il n'y a eu en Allemagne aucun essai heureux d'utilisation de l'hydrogène sulfuré.

diamètre (Pl. XIV, fig. 1 et 2), exactement recouvert par un cône en tôle plombée. Deux tubes plongeurs versent les liquides à la partie inférieure du cylindre, tandis que deux ouvertures, placées à la partie supérieure, en permettent la sortie. Le sommet du cône se termine par un tuyau de dégagement qui écoule la totalité des gaz dans un appareil de combustion. Ce dernier se compose essentiellement d'un petit foyer où brûle un combustible à flamme, sous lequel arrivent, d'une part, l'air atmosphérique par un tuyau vertical, et, d'autre part, les gaz à brûler par un tuyau horizontal. Ce foyer est surmonté d'un cône semblable au précédent, qui empêche toute émission au dehors. Il se produit de l'acide sulfureux, mélangé d'une certaine proportion d'hydrogène sulfuré qui échappe à la combustion. Le courant est dirigé dans un appareil de condensation, où l'on a repris, avec plus de succès, la méthode de M. Bell. La réaction des deux gaz se produit dans trois caisses consécutives, en tôle, pourvues de cloisons disposées en chicane, de manière à obliger les gaz à raser la surface du liquide. Les dernières traces de gaz non décomposé s'en vont à une cheminée d'appel. Il ne règne pas la moindre odeur autour des appareils, et l'assainissement peut être considéré comme très-satisfaisant. Ce qui, à notre avis, fait ici le succès de la même méthode qui a échoué à Washington, c'est, d'une part et avant tout, la faible quantité de gaz sur laquelle on opère, et d'autre part, que le mélange des acides sulfureux et sulfhydrique, par cela seul qu'il est dû à la combustion de l'acide sulfhydrique lui-même, est beaucoup plus intime que chez M. Bell, puisque chez ce dernier l'acide sulfureux mis en présence de l'hydrogène sulfuré était simplement emprunté aux chambres de plomb.

Un tel procédé, bien que suggéré pour une opération déterminée, convient évidemment à toute espèce de source d'hydrogène sulfuré, mais il ne faudrait pas se hâter d'y voir une solution générale du problème : car malgré les

conditions favorables dans lesquelles on opère à Dieuze, on éprouve encore des difficultés qui montrent combien il serait peu sûr de compter sur un tel moyen pour détruire de grandes quantités de gaz. Non-seulement en effet l'hydrogène sulfuré n'est pas décomposé en totalité et une certaine partie s'échappe par la cheminée, mais en outre il se produit de temps en temps de petites explosions qui n'ont, ici, à la vérité, aucune espèce de danger, mais qui en offriraient incontestablement si le dégagement devenait plus abondant ¹.

Ce sont précisément ces sortes de difficultés qui ont engagé un certain nombre d'industriels à chercher la solution dans d'autres voies et qui donnent un intérêt particulier aux méthodes dont le but est de prévenir la formation du dégagement. Nous venons d'en voir un exemple à Dieuze même, puisque le gaz qu'on y brûle n'est rien à côté de celui qu'on évite, et ce résultat est d'autant plus important que le traitement des résidus de la soude est sans doute destiné à se généraliser et que dès lors on aurait affaire à une des plus abondantes sources d'hydrogène sulfuré qu'on puisse rencontrer. Une autre source, également très-abondante, et pour laquelle on a réussi à appliquer une méthode préventive, est l'exploitation des eaux du gaz de l'éclairage pour la préparation des sels ammoniacaux. Au lieu de traiter directement ces eaux par les acides, comme on le pratique encore en Angleterre, on emploie sur le conti-

1. Nous n'avons pas eu occasion d'observer de ces explosions, mais M. Rosenstiel, auquel on doit un mémoire très-étudié sur la fabrique de Dieuze, rend compte en ces termes d'une détonation dont il a été témoin pendant un de ses longs séjours à l'usine : « Au moment, dit-il, où l'on
« allume les gaz du foyer, il peut parfois se produire une détonation ; il
« s'en est produit une devant moi, et je puis assurer qu'elles ne sont nul-
« lement dangereuses : tout le phénomène s'est borné à une augmentation
« passagère de la pression dans l'appareil, qui a eu pour effet de projeter
« avec force le liquide par les ajutages d'écoulement. Quelquefois, quand
« les détonations sont très-fortes, la pression se transmet jusque dans les
« caisses de condensation et en soulève les couvercles. »

ment et surtout en France, les nouveaux procédés dus à M. Mallet. Les eaux du gaz sont renfermées dans des chaudières, avec une certaine quantité de chaux, et soumises à une évaporation prolongée. L'hydrogène sulfuré se fixe sur la chaux, à l'état de sulfure de calcium, et reste conséquemment dans la liqueur, tandis que l'ammoniaque, isolée de ses combinaisons, se dégage par un tuyau communiquant à un appareil de refroidissement. On obtient ainsi une solution ammoniacale qu'on traite par un acide, selon le sel qu'on veut préparer. Théoriquement on évite tout à fait par ce procédé le dégagement sulfureux; cependant, dans la pratique industrielle, il s'en produit toujours un peu au moment de la saturation par les acides, parce qu'une légère quantité de sulfhydrate a été entraînée avec l'ammoniaque pendant l'évaporation. Dans la plupart des établissements on ne se préoccupe pas de ce dégagement, qui n'a pas d'inconvénients sérieux; toutefois il est mieux de recouvrir les cuves à saturer d'une hotte communiquant au cendrier du fourneau, afin de brûler ces traces de gaz, qui, si elles n'incommodent pas le voisinage, peuvent du moins gêner les ouvriers.

M. Peter Spence, à Manchester, qui fabrique annuellement 5.000 tonnes d'alun par le traitement direct des eaux du gaz au moyen de l'acide sulfurique et qui a dû renoncer, avons-nous vu, à utiliser l'hydrogène sulfuré aux chambres de plomb, a trouvé une méthode préventive d'un caractère particulier, mais que nous citons néanmoins comme exemple de ce qui peut être fait en certains cas pour éviter le dégagement. M. Spence emploie un acide sulfurique très-impur, provenant de pyrites cuivreuses extrêmement arsénicales. Après s'être préoccupé à une certaine époque de le purifier, c'est-à-dire de le débarrasser de la forte dose d'arsenic qu'il contient, il a pensé que si, au contraire, la proportion d'arsenic était assez grande, on pourrait précipiter par son secours tout le soufre de l'hydrogène sulfuré. Les expériences ayant

réussi, M. Spence s'est attaché à avoir désormais un acide suffisamment impur, et c'est d'après ce système, substitué à celui de la combustion dans les fours à pyrites, que son établissement fonctionne aujourd'hui. Il convient d'ajouter que la précipitation n'est pas parfaite, et qu'une partie de l'hydrogène sulfuré s'échappe des cuves. Les vapeurs sont d'ailleurs dirigées dans une cheminée centrale de 60 mètres de haut.

Un autre exemple de méthode préventive est fourni par l'usine de Stolberg, dans la préparation du chlorure de barium. Au lieu d'obtenir ce dernier produit en passant par le sulfure de barium, qu'il s'agirait ensuite de décomposer, on attaque directement ensemble en les chargeant au four à reverbère, le sulfate de baryte, le calcaire, le chlorure de calcium et le charbon. Il se forme du chlorure de barium, par une réaction analogue à celle qu'on met en usage pour transformer le sulfate de soude en soude brute. Le gâteau ainsi obtenu est lessivé à la manière ordinaire et séparé des résidus boueux, qui constituent une sorte de *marc de baryte* dans lequel le soufre est contenu en totalité¹.

Il serait superflu de multiplier ces citations, car on comprend sans peine que les méthodes préventives, par cela seul qu'elles sont liées aux procédés de fabrication, varient comme ces fabrications elles-mêmes : chaque industrie appelle donc sa méthode propre. Il importe seulement de montrer dans quelle voie on doit chercher la véritable solution du problème, puisque toutes les tentatives faites sur les dégagements eux mêmes n'ont abouti jusqu'ici qu'à des résultats insuffisants.

1. Plus tard sans doute on songera à utiliser ces *marcs de baryte* et à en extraire le soufre par des procédés analogues à ceux qu'on applique aux marcs de soude. On se trouvera en présence des mêmes dégagements et on devra prendre les mêmes précautions pour les éviter.

ACIDE ARSÉNIEUX.

Cet acide se dégage, associé à diverses substances, dans le grillage d'un grand nombre de minerais et spécialement dans le grillage des pyrites cuivreuses au moyen desquelles on prépare ce produit dans l'industrie. Il se dégage aussi, quoique sur une moindre échelle, dans plusieurs opérations chimiques, entre autres dans la fabrication de l'arséniate de soude.

L'acide arsénieux n'exerce pas son influence à une grande distance des usines, parce qu'il se solidifie promptement et se dépose aussitôt que le courant qui l'entraîne perd de sa puissance. Cette circonstance est même le point de départ de tous les moyens employés en vue d'absorber les dégagements arsenicaux. Le principe uniforme consiste en effet à donner aux conduits un développement assez grand pour que l'acide arsénieux ait le temps de se condenser avant d'atteindre la cheminée, et quant à la diminution de la force d'entraînement, nécessaire pour favoriser la précipitation, elle est la conséquence naturelle du changement brusque de direction qu'éprouvent les gaz en passant de la conduite horizontale ou inclinée dans la cheminée verticale. On a déjà vu à propos de la salubrité intérieure, une disposition de ce genre prise dans une des fabriques d'arsenic les plus importantes d'Angleterre ; il est inutile d'y revenir. Remarquons seulement, d'une manière générale, que tous les procédés adoptés dans les usines à cuivre pour absorber ou utiliser les dégagements sulfureux ont par là même pour résultat d'arrêter les dégagements arsenicaux, puisque l'acide arsénieux se condense bien avant l'acide sulfureux. Le procédé saxon, notamment, déjà décrit, fait passer la totalité de l'arsenic dans l'acide sulfurique préparé aux chambres de plomb. Ce dernier acide est ainsi rendu plus ou moins impur, mais ce n'est pas un inconvénient pour plusieurs sortes de fa-

brications. Sans parler même du cas particulier à M. Spence (traitement des eaux du gaz de l'éclairage), il est clair, par exemple, que la préparation d'engrais artificiels inaugurée par M. Vivian, à Swansea, n'a nullement à souffrir de la présence de l'acide arsénieux dans les liqueurs : la faible proportion d'arsenite ou d'arséniate de chaux qui reste mêlée à l'engrais n'a pas d'effet appréciable sur la végétation. On peut donc dire que c'est dans l'assainissement des dégagements sulfureux que se trouve, de fait, la solution la plus efficace en ce qui concerne les dégagements arsenicaux provenant du grillage des minerais.

Le même mode de condensation convient également aux diverses opérations chimiques qui mettent en liberté l'arsenic. On retrouve ce mode employé dans plusieurs fabriques, où l'on a soin de faire parcourir aux gaz un carneau de quelques mètres de longueur avant de les lâcher à la cheminée ; de temps en temps ou pour mieux dire, toutes les semaines, quand on arrête le feu, on retire à la base de la cheminée, par un orifice ménagé *ad hoc*, une certaine quantité d'arsenic en poudre mêlé aux débris de la combustion. En certains cas, une solution plus radicale a été obtenue par la transformation même du mode de fabrication ; c'est ainsi que M. Higgin, à Manchester, a assaini la production de l'arséniate de soude. Par la méthode ordinaire, on fait fondre ensemble, comme on sait, l'acide arsénieux avec du nitrate de soude et de la soude caustique, ce qui entraîne des dégagements arsenicaux abondants ; mais M. Higgin, à Manchester, fait dissoudre d'abord l'acide arsénieux dans la soude caustique, et ensuite ajoute du nitrate de soude au mélange, qu'on calcine au four à réverbère : les gaz qui se rendent à la cheminée contiennent alors de l'ammoniacque et des vapeurs nitreuses, mais ils sont exempts d'arsenic.

GAZ DE L'ÉCLAIRAGE.

Les procédés d'épuration du gaz de l'éclairage sont bien connus et nous n'avons pas le projet de les décrire. Nous voulons seulement indiquer quelques particularités moins répandues et qui sont relatives, les unes à l'épuration proprement dite, les autres au nettoyage des appareils. On sait en effet qu'au moment de l'ouverture des caisses et des cylindres il se produit de très-mauvaises odeurs, qu'augmente encore la manipulation des matières qu'il faut enlever pour les changer.

Les appareils d'épuration sont à peu près les mêmes partout : ils ne diffèrent que par la nature des substances destinées à arrêter les éléments impurs contenus dans le gaz. La pratique à peu près universelle a fini par consacrer l'usage du coke arrosé d'eau pour absorber l'ammoniaque, et de la chaux et de l'oxyde de fer pour fixer l'hydrogène sulfuré. Toutefois on a essayé depuis quelques années, en Angleterre surtout, divers réactifs nouveaux qui paraissent propres à rendre des services. L'un de ceux qui a donné les meilleurs résultats est une solution de litharge dans la soude caustique ; on en imbibe de la sciure de bois, avec laquelle on enlève les dernières traces d'hydrogène sulfuré. Cette poudre, après avoir servi, reprend en quelques heures, par l'exposition à l'air, sa couleur et ses propriétés primitives, et peut ainsi fournir une campagne de huit à dix mois. A Littleborough, petite ville près de Manchester, où cette substance est employée par M. Newall, d'après les indications du docteur Angus Smith, le gaz traverse, indépendamment des réfrigérants et du condensateur : 1° un mélange de sulfate de fer et de carbonate de soude ; 2° de la chaux ; 3° neuf couches successives, de 4 centimètres chacune, de sciure de bois préparée comme il vient d'être dit. L'épuration nous a paru complète, quoique la dernière caisse eût déjà livré passage, depuis la révivifi-

cation précédente, à près de 20.000 mètres cubes de gaz par mètre carré.

On peut atténuer les inconvénients dus à l'ouverture des caisses par quelques précautions que le bon sens indique : il va de soi, par exemple, qu'on doit apporter le plus de célérité possible à cette opération, qu'on doit éviter de laisser séjourner la chaux sulfurée à proximité des habitations et qu'on doit étendre l'oxyde de fer à révivifier dans des locaux convenablement abrités pour que les émanations ne risquent pas d'être rabattues par les vents contre les maisons voisines. Mais c'est l'enlèvement de la chaux qui est surtout incommode : elle est ordinairement mise en tas dans les cours à la sortie des appareils et reprise ensuite pour être chargée dans des tombereaux ; ces manipulations ainsi que le transport lui-même donnent lieu à beaucoup d'odeurs. On peut recommander à cet égard la pratique suivie par l'usine à gaz de la ville d'Ypres (Belgique). La chaux impure est immédiatement mélangée avec les cendres des foyers, qui absorbent les odeurs, et le compost ainsi obtenu est entreposé dans une sorte de couloir clos de toutes parts et ventilé de bas en haut. On le vend aux agriculteurs comme engrais, et il est rare que le débit s'en fasse attendre.

Mais ces palliatifs, qui ne s'adressent d'ailleurs qu'à une partie des inconvénients, sont laissés bien loin en arrière par le procédé mis en usage dans l'usine à gaz de la Cité de Londres. Cet établissement dont la production journalière dépasse pendant l'hiver 100.000 mètres cubes de gaz, a dû user de beaucoup de précautions pour se faire tolérer à Blackfriars Bridge, un des quartiers les plus populeux de la Cité. Par des considérations étrangères à l'assainissement, on a été conduit à faire circuler le gaz dans les appareils à l'aide d'une pompe aspirante et foulante, mue à la vapeur, c'est-à-dire que la pompe puise le gaz dans les cornues et le refoule dans le gazomètre à travers les appareils d'épuration, qui consistent : 1^o en cinq grands cylindres garnis de coke

arrosé d'eau ; 2° en cinq larges caisses remplies de chaux et d'oxyde de fer. La faculté d'avoir ainsi sous la main la vapeur et des pompes a suggéré à M. Man, l'habile directeur de l'usine, l'idée d'employer ces agents à la désinfection. Pour les cylindres, le moyen est bien simple : il consiste à injecter, par un petit orifice ménagé à la partie supérieure, un jet de vapeur empruntée à la chaudière. L'air extérieur afflue sous cette impulsion et parcourt le cylindre de haut en bas pour ressortir par un tuyau qui le lance dans une caisse d'oxyde de fer, d'où il se dégage dans l'atmosphère, au-dessus du niveau des toitures environnantes. Sous la double influence de l'air et de la vapeur, le coke est échauffé et débarrassé de l'ammoniaque, de l'acide sulfhydrique et des autres impuretés qui le souillaient.

L'assainissement des caisses, qui est particulièrement ingénieux, a lieu avec le secours des pompes. Quand arrive le moment de vider les caisses, on intercepte la communication avec les cornues et on l'établit avec une petite caisse spéciale garnie d'oxyde frais. On fait ensuite manœuvrer les pompes à l'inverse de la marche ordinaire¹, c'est-à-dire qu'on puise du gaz pur aux gazomètres et qu'on le refoule à travers les épurateurs dans la caisse spéciale; celle-ci est d'ailleurs en relation avec les gazomètres, en sorte que le gaz pur pris à la cloche y retourne également pur, après avoir parcouru le cercle entier des appareils. Cette circulation du gaz a pour résultat d'enlever toutes les émanations qui peuvent se trouver engagées au sein de l'oxyde épuisé ou dans les vides des caisses et des tuyaux, et de les transporter sur l'oxyde frais de la caisse supplémentaire. Au bout d'une heure et demie à deux heures de ce nettoyage, on éprouve le gaz à sa sortie des épurateurs et l'on constate qu'il est aussi pur que dans le gazomètre lui-même. On peut

1. L'emploi des pompes prévient toute élévation de pression dans les cornues et permet d'employer, sans crainte des fuites, des cornues en grès de très-bas prix dont les joints sont simplement lutés à l'argile.

dès lors ouvrir les caisses sans inconvénient, car toute odeur a disparu ¹.

GAZ DES FOURS A CIMENT, A CHAUX, A BRIQUES, ETC.

La calcination des matières employées à la confection de ces produits communiquent aux fumées des odeurs plus ou moins désagréables qui nécessitent des moyens d'assainissement, variables suivant les cas ².

1. On sait en effet que l'odeur ne vient pas du sulfure formé dans la couche d'oxyde, par suite de la réaction de l'hydrogène sulfuré sur cet oxyde, mais bien d'une certaine quantité de gaz odorants (hydrogène sulfuré, ammoniaque, etc.) qui restent emprisonnés mécaniquement entre les débris d'oxyde et saturent l'atmosphère intérieure des appareils. On conçoit qu'une heure ou deux de circulation d'un gaz pur suffisent à balayer tous ces éléments étrangers, en sorte que quand on ouvre ensuite les caisses il ne s'en échappe plus que du gaz identique à celui des cloches, c'est-à-dire exempt — comparativement — d'odeurs désagréables.

2. L'incommodité des fumées des fours n'est contestée par personne ; mais il est un point sur lequel l'opinion n'est pas d'accord : c'est relativement à l'influence que ces fumées peuvent exercer sur les plantes. Il n'y a pas longtemps encore que le Comité consultatif des arts et manufactures proposa à l'auteur de ce livre, chargé d'une mission en France et à l'étranger, la question suivante : « Les gaz de pareils fours sont-ils nuisibles à la végétation ? » Voici en substance ce que l'auteur crut devoir répondre :

Les gaz des fours peuvent agir sur les plantes de deux manières : 1^o par la haute température à laquelle ils sont portés ; 2^o par les éléments nuisibles qu'ils contiennent. En tant que gaz chauds, il ne paraît pas qu'ils aient jamais produit des effets bien sérieux. « L'expérience prouve « tous les jours que les fours à chaux établis à de faibles distances ne « nuisent en rien aux arbres », dit le conseil central d'hygiène du Nord. Nos propres observations en divers lieux confirment cette assertion ; nous avons vu souvent une végétation luxuriante autour des fours à chaux ou des fours à briques ; nulle part nous n'avons reconnu qu'elle ait été compromise par leur voisinage. En Angleterre, où le climat doit rendre ce genre d'inconvénients plus sensible, on peut citer cependant nombre de points où les fours n'ont exercé aucune action appréciable. Ainsi à Knottingley, où les fours abondent, dressés pour la plupart dans les excavations d'où la pierre a été extraite, et débouchant au niveau même des terrains cultivés, on voit des haies et des prairies, verdissant à quelques mètres de distance, sans paraître nullement souffrir de ce voisinage. A Ambergate, entre Sheffield et Derby, un massif de 20 fours à chaux, de

C'est surtout dans la fabrication des ciments et de certaines chaux hydrauliques que les inconvénients se font sentir. Entre Londres et Rochester, par exemple, où l'on prépare avec de la chaux et du limon de la Tamise le produit si connu sous le nom de *ciment de Portland*, les odeurs sont très-désagréables et provoquent des plaintes fréquentes. Les gaz nuisibles consistent en hydrogènes carbonés, en hydrogène

très-grandes dimensions, appartenant à la Compagnie Butler, est entouré de verdure à 20 mètres de distance. On n'aperçoit aucune trace de mauvaise influence, quoique les odeurs soient sensibles à près de 2 kilomètres. A Brightside, près Sheffield, les nombreux fours à briques qui couvrent le sol sont au milieu des terres cultivées, et une belle végétation touche le pied de certains d'entre eux. Là où des ravages ont été observés, on les doit, non à la température des fumées, mais à la présence d'éléments étrangers mêlés avec elles. Ainsi sur ce premier chef, les gaz des fours paraissent devoir être innocentés.

Il est cependant des cas particuliers où par suite du concours de certaines circonstances la végétation pourrait subir quelques atteintes. « Le maximum de dommage aurait lieu, nous disait M. Chevreul, si les « gaz chauds des fours venaient à frapper la face *inférieure* des feuilles ; « ils agiraient alors non pour brûler mais pour *dessécher* ces feuilles. » Mais pour que cette éventualité se réalise, il ne suffit pas que les fours soient rapprochés des plantes : il faut aussi que leurs fumées se dégagent à un niveau moins élevé. Pratiquement donc, on peut négliger cette cause de dommage.

Reste la question des éléments plus ou moins nuisibles qui peuvent se trouver engagés dans les fumées. On doit d'abord mettre de côté quelques cas exceptionnels où des ravages ont été produits par suite de circonstances tout à fait indépendantes des nécessités habituelles de la fabrication. C'est ainsi, comme nous le citons au corps du texte, qu'aux environs d'Anvers, les fours à briques accumulés en nombre immense, sur une étroite surface de terrain, ont porté atteinte aux végétaux à cause de la proportion inusitée d'acide sulfurique que dégageaient les pyrites contenues dans l'argile ; mais ici l'industrie perd en quelque sorte ses caractères propres et l'on se trouve dans le cas d'un dégagement sulfurique quelconque, comme en entraîne le grillage des pyrites de fer ou de cuivre. Pour s'en tenir aux faits ordinaires, ceux où l'on a affaire à des gaz qu'on peut appeler normaux, il paraît résulter d'observations nombreuses, dont quelques-unes faites avec beaucoup de soin, que l'action de ces gaz est à peu près insensible sur la plupart des végétaux, mais qu'elle est au contraire fort appréciable sur les vignes, et quelquefois jusqu'à 6 ou 800 mètres de distance, non à la vérité pour nuire extérieurement à leur pousse, mais pour communiquer aux raisins et au vin un goût désagréable. C'est là une opinion gé-

sulfuré et en une forte proportion d'oxyde de carbone. Diverses expériences tendant à détruire ces gaz n'ont pas eu de suite. Un seul procédé d'assainissement fonctionne aujourd'hui en grand, chez M. Campbell à Wouldham Valley : c'est celui du Dr Medlock (Pl. XV, fig. 6 et 7). La combustion des gaz y est utilisée pour certains détails de la fabrication,

nérale en Bourgogne; aussi les fours y sont-ils en chômage pendant la floraison et pendant les deux ou trois mois qui suivent. Plusieurs départements, le Rhône, la Loire-Inférieure, Vaucluse, etc., se sont rangés à cette manière de voir, en l'appuyant de preuves qui lui donnent de la consistance. Il n'y a pas longtemps que le tribunal de Lyon opinant dans le même sens, condamnait, après enquête, un chauffournier de Virieu-le-Grand à des indemnités envers quarante propriétaires de vignobles. Voici comment avait conclu le rapporteur de l'enquête; « Il est demeuré bien évident, dit-il, que
 « les caractères communs à ces vins, caractères dus naturellement au ter-
 « roir, à la grêle et, d'autre part, aux engrais, qui sont les mêmes pour tous,
 « à la saison enfin, ne pouvaient être confondus avec les caractères que pré-
 « sentent en outre, et en propre, dans le même pays, les vins dont les rai-
 « sins ont subi l'influence des fours.

« En effet, ces vins, altérés par le goût dit de four à chaux, ont tous
 « un arrière goût de fumée ou de suie plus ou moins prononcé, et d'au-
 « tant plus sensible que les ceps qui les ont produits sont plus rapprochés
 « des fours. Cette influence fâcheuse, enfin, plus évidente dans les vins
 « purs que dans les vins mélangés, est encore manifeste sur les vins des
 « vignes situées surtout dans la direction habituelle des vents, à 6 ou
 « 800 mètres des fours.

« Or c'est à cette fumée de houille qu'il faut rapporter l'origine du
 « mauvais goût constaté dans les vins : en effet, lorsque j'ai soumis ces
 « vins à la distillation dans une cornue de verre, j'ai obtenu une eau-de-vie
 « très-chargée du mauvais goût de fumée ; cette eau-de-vie recobée
 « m'a donné à la condensation un liquide à la fois plus alcoolique et plus
 « odorant, alors que les vinasses et deuxièmes résidus de distillation étaient
 « à peu près inodores. Le dernier liquide alcoolique, abandonné à l'évapo-
 « ration spontanée à 20°, m'a laissé un résidu aqueux, débarrassé de sa
 « senteur spiritueuse, et dans lequel se trouvait condensée une matière
 « pour ainsi dire impondérable, se colorant à l'air et ayant l'odeur de
 « fumée.

« Il ne reste pas moins établi que les vins, objet de notre examen, d'après
 « ce qui vient d'être dit de leurs propriétés organoleptiques et de celles de
 « leur eau-de-vie par nous retirée, ont subi de la part des fumées de fours
 « à chaux une influence fâcheuse. » Ces conclusions furent adoptées par le
 conseil d'hygiène du Rhône et sanctionnées, avons nous dit, par le juge-
 ment du tribunal.

et paraît avoir déterminé une économie sensible de charbon. Les fours sont recouverts d'un chapeau à double paroi, semblable à ceux qui recueillent les gaz des hauts fourneaux. Les fumées s'engagent dans un tuyau horizontal qui les dirige sur un feu de coke où l'on introduit un supplément d'air. La combustion s'opère et les flammes s'écoulent dans un conduit de 30 à 40 mètres de long, qui chauffe le plancher de dessiccation des matières premières, préalablement broyées et mélangées dans l'eau ; de là les gaz s'échappent par une grande cheminée. Afin de rendre l'assainissement plus complet, M. Medlock a conseillé l'emploi d'une petite chambre de 1 mètre cube de capacité, pleine de coke mouillé, dans laquelle les gaz se dépouilleraient, avant leur sortie définitive, d'une portion de leur acide sulfureux. Il a conseillé également d'activer le dégagement des fours à calciner au moyen d'un ventilateur à palettes.

En France, où cette fabrication a pris depuis quelques années du développement, on a également lieu de souffrir des odeurs, surtout quand les matières premières sont d'une nature limoneuse, comme certaines argiles fétides qu'on trouve aux environs de Guétary (Basses-Pyrénées). Le premier moyen d'assainissement consisterait donc, si on le pouvait, à employer de préférence des matières moins impures, telles, par exemple, que les marnes du terrain crétacé, dont se servent plusieurs industriels. Mais, même avec ces dernières, on n'échappe pas entièrement aux inconvénients, en sorte qu'à défaut de procédés spéciaux, comme ceux que nous venons de décrire, on doit du moins éviter de se tenir trop près des habitations et s'efforcer de dégager les fumées à une assez grande hauteur au dessus du sol. A ce point de vue, les installations sur le bord de la mer sont, en général, dans de bonnes conditions, car d'une part le lieu est relativement isolé et d'autre part les falaises permettent de dominer le terrain environnant. A ce propos il n'est pas inutile de signaler une incommodité particulière que peuvent faire

naître les fabriques du littoral lorsqu'elles font usage d'eau de mer pour leurs opérations. On l'a observée à la grande usine de MM. Demarle et C^{ie}, à Boulogne, et l'on est resté quelque temps sans en découvrir la cause. Cette usine, où l'on n'employait cependant que des marnes du terrain crétacé, inondait la vallée de la Liane et une portion de Boulogne d'un brouillard blanchâtre très-tenace, d'une saveur acide et piquante. Analyse faite, on trouva que ce brouillard était en partie formé de sel marin volatilisé et maintenu dans l'air à l'état globulaire, auquel se joignaient des poussières diverses et un peu d'acide chlorhydrique libre. Ces éléments provenaient de l'eau de mer, dont on se servait pour délayer la pâte et éteindre le coke. Aussi, depuis six ans, qu'on a prescrit l'emploi de l'eau douce, cette incommodité a disparu.

Indépendamment de toute considération particulière, on doit rechercher les fours qui réalisent un bon tirage et permettent d'effectuer la combustion à une température suffisamment élevée ; car l'expérience démontre que dans ces conditions les odeurs sont notablement diminuées. Les nouveaux fours de MM. Demarle peuvent, à cet égard, être recommandés. L'usine en possède huit qui fonctionnent dans le voisinage de la ville sans provoquer de plaintes, et qui offrent une solution satisfaisante dans tous les cas où les matières premières ne sont pas trop impures. Chaque four (Pl. XVII, fig. 3) est composé de deux parties : la moitié inférieure, de forme cylindro-conique et haute de 7^m,50, reçoit les fragments de pâte séchée et le coke ; la partie supérieure ou dôme de 5 mètres de haut, complète le réverbère et forme au dessus des matériaux une chambre de combustion qui assure une élévation convenable de température. Le dôme est surmonté d'une cheminée de 2^m,50 de haut. Grâce à ces dispositions, les fumées sortent claires et peu odorantes, et sauf par les temps bas et humides, on ne s'en aperçoit guère à quelque distance.

Les fours à chaux et à plâtre présentent des inconvénients analogues, mais moindres : en général il suffit d'activer la combustion et d'exhausser le dégagement pour les faire disparaître. Or divers types de fours permettent de réaliser cet objet. Une des formes qui paraissent donner les meilleurs résultats et qui a beaucoup d'analogie avec le four à ciment de MM. Demarle, est due à M. Bidreman, à Lyon. Le conseil d'hygiène du Rhône le juge avec une grande faveur : « Grâce, dit-il, à un progrès qui s'est accompli dans l'art du chaufournier, les fours à chaux pourront n'être plus soumis à des règles rigoureuses (le chômage). Un système nouveau, en les rendant fumivores, les innocent désormais. » Beaucoup d'industriels de la ville et des environs font usage de ces appareils. Nous avons vu ceux que l'inventeur avait fait construire à Vaise, qui appartiennent aujourd'hui à M. Vurpas ; ils donnent très-peu de fumée et d'odeur ; en un mot, ils sont à peu près exempts d'inconvénients pour le voisinage, et quoique au sein d'un quartier populeux, ils ne soulèvent aucune réclamation. L'inventeur est parti de ce principe que la fumée des fours à chaux, abstraction faite de la nature du combustible, dépend surtout de la conduite du feu. Quand le tirage manque dans la première période de la cuisson et que l'échauffement est inégal dans la masse, deux circonstances habituelles avec les fours ordinaires, il se produit nécessairement de la fumée. En conséquence, M. Bidreman s'est attaché à donner à ses appareils une forme plus rationnelle, imitée de celle des hauts fourneaux. C'est un ovoïde allongé, d'une capacité de 18 mètres cubes, ayant 2^m,50 de diamètre à la partie la plus large et 1^m,25 au gueulard. La paroi intérieure est formée de briques ordinaires et est revêtue à l'extérieur d'une chemise en maçonnerie, ce qui porte l'épaisseur totale à 1 mètre au minimum. Le gueulard est exactement fermé par un couvercle en fonte. Les gaz se rassemblent dans un carneau annulaire percé d'ouvreaux, qui

règne au dessous du couvercle dans la maçonnerie, et de là sont portés dans une cheminée qui débouche à 12 mètres plus haut, soit à une élévation totale de 27 mètres au dessus du sol. L'ouverture latérale, destinée à l'extraction de la chaux cuite, est également fermée par un volet en fer. La cuisson est continue : la charge s'effectue deux ou trois fois en vingt-quatre heures, et se compose d'un mélange mouillé de pierres calcaires et de combustible menu. M. Vurpas emploie de la houille moyennement fumeuse : la fumée n'est apparente qu'au moment du chargement, et pendant quelques minutes à peine. Cet industriel nous a assuré que ces fours lui donnaient, en outre, une grande économie de charbon, soit près de 40 p. 0/0.

La cuisson des briques est encore plus inoffensive que celle de la chaux et du plâtre. Nous connaissons cependant une circonstance où cette industrie a causé de grands dégâts : aux environs d'Anvers, entre Boom, Niel, Hémixem où les fours à briques sont concentrés en nombre immense, le territoire a été dévasté sur plusieurs kilomètres. Une commission, composée de trois membres du Conseil supérieur d'hygiène publique, constata que les plaintes de la population étaient très-fondées. « En effet, dit le rapport, il « s'échappe presque continuellement des fours en travail une « fumée brûlante, épaisse et suffocante qui, jetée dans l'air « à quelques mètres seulement du sol, rend les maisons « littéralement inhabitables et détruit la végétation. » Cette fumée, qui comprend tous les principes qui se dégagent ordinairement de ce genre de fours, est plus particulièrement chargée ici d'acide sulfureux par suite de la grande quantité de pyrites contenues dans la terre employée¹. Aussi le pays est-il couvert d'un brouillard bleuâtre qui rappelle par son odeur celui qui environne les fabriques de cuivre. La mesure à

1. Ces pyrites sont si abondantes qu'on donne une prime aux ouvriers qui en débarrassent l'argile.

laquelle on s'est arrêté ne tend à rien moins qu'à transformer cette industrie en faisant disparaître les petits producteurs pour conserver seulement les grands exploitants. En effet, les fours sont désormais assujettis à émettre leurs fumées à 30 ou 40 mètres au-dessus du sol, ce qui entraîne un remaniement complet dans le système du four lui-même. La fabrique de M. Plottier, à Hémixem, offre un bon type des nouvelles dispositions. Les fours, au nombre de cinq, ont chacun la forme d'une arche de pont fermée sur ses deux faces d'avant et d'arrière par deux murs en maçonnerie; le vide ainsi enveloppé est occupé par le chargement de briques. La hauteur du four est d'environ 8 mètres. Immédiatement au dessous de la voûte, du côté opposé à la porte d'entrée, un orifice livre passage aux fumées qui descendent par un carneau jusqu'à la rencontre du canal souterrain qui débouche à une cheminée d'une trentaine de mètres. La marche des fours est très-régulière, et M. Plottier trouve que, tout compte fait, l'installation de la cheminée constitue un avantage pécuniaire dès qu'on a quatre ou cinq feux en activité. On voit qu'encore ici la solution a consisté à améliorer les conditions de la combustion et du dégagement. De tels agencements sont évidemment utiles partout, mais ils sont moins indispensables dans les circonstances ordinaires, c'est-à-dire avec des argiles faiblement pyriteuses. On peut se borner le plus souvent à surmonter l'ancien four d'une cheminée de dégagement de 2 à 3 mètres de haut.

FUMÉES PLOMBEUSES.

Nous entendons par cette dénomination les fumées qui sortent des appareils dans lesquels on fond du plomb ou des composés plombifères, et qui entraînent toujours avec elles une certaine proportion de ce corps dangereux. Le plomb n'est ordinairement pas le seul élément nuisible de ces dégagements: il s'y trouve, la plupart du temps, divers gaz plus ou moins

insalubres, et entre autres l'acide sulfureux dans les usines où l'on traite la galène. Mais c'est spécialement le plomb que nous avons en vue ici, ayant déjà indiqué ce qui concerne ces divers gaz.

Les émanations plumbeuses n'exercent pas leur influence au loin, car les composés dans lesquels le plomb se trouve engagé se déposent assez promptement; mais dans le voisinage immédiat des usines, les inconvénients peuvent être très-grands, à cause des propriétés toxiques que ces dépôts communiquent aux corps qui les reçoivent. L'intérêt des industriels est d'accord avec celui de l'hygiène pour retenir la plus forte partie possible de ces émanations, car le plomb a beaucoup de valeur et la quantité entraînée représente pour eux une perte pécuniaire considérable. Aussi dans la plupart des grandes fabriques trouve-t-on des agencements destinés à dépouiller les fumées de leur plomb par une condensation graduelle sur le parcours, ainsi qu'on le pratique pour l'acide arsénieux. Un des établissements où les meilleures précautions ont été prises — quoique cet établissement soit loin d'être un des plus considérables — est celui de MM OEschger, Mesdach et C^{ie}, à Biache Saint-Vaast. Les ateliers sont parcourus souterrainement par une galerie de 1^m,20 de large sur 1^m,75 de haut, qui reçoit, chemin faisant, les flammes de tous les foyers, et aboutit à une cheminée de 2 mètres de diamètre à la base et 52 mètres de haut (Pl. VI, fig. 1). Avant son débouché, la galerie se renfle en une chambre de condensation, longue de 14 mètres, large de 8 et haute de 2, divisée en quatre compartiments par des cloisons qui forcent les fumées à circuler alternativement de bas en haut et de haut en bas. Le développement total de cet ouvrage souterrain est de près de 250 mètres. Il condense les vapeurs plumbeuses avec une grande puissance, au point qu'à l'époque où l'on traitait annuellement 5.000 tonnes de minerai du Chili, contenant environ moitié de plomb, on retirait de l'appareil 60

tonnes de crasses, renfermant 15 tonnes de métal, soit près des deux tiers de 1 p. 100 du plomb total passé aux fourneaux. C'était un sérieux bénéfice pour l'usine : aussi se proposait-on de doubler le développement des conduites, ce qui aurait sans doute permis de retirer encore 6 ou 7 tonnes de métal. Mais les nouveaux traités de commerce, en restreignant les opérations de l'usine, ont fait renoncer à ce projet.

M. Lèpan, à Lille, qui ne traite pas les minerais, mais qui fabrique sur une grande échelle les tuyaux de plomb, a reconnu également l'opportunité d'adapter aux chaudières de fusion un appareil condensateur. A cet effet, il a ménagé près du massif des chaudières à vapeur, et en communication avec le cendrier, une chambre souterraine de 4 mètres de long, 3 mètres de large et 1^m,50 de haut, dans laquelle aboutissent tous les tuyaux d'échappement des hottes qui recouvrent les chaudières. Cette disposition, quoique fort simplifiée, paraît suffire aux nécessités moindres de cette exploitation.

HUILES MINÉRALES.

La fabrication des huiles minérales a pris une grande extension. On les obtient avec l'huile de pétrole, le bog-head d'Écosse, le goudron de houille. La distillation de ces matières donne des produits volatils d'une odeur fort incommode. Mais ici encore l'intérêt du fabricant est d'accord avec ceux de l'hygiène pour faire rechercher une bonne condensation. Aussi la proportion des vapeurs perdues est-elle en général peu considérable. Toutefois, quelque soin qu'on y apporte, certains gaz, tels que l'hydrogène sulfuré, mêlés aux essences proprement dites, échappent à la condensation.

Dans les usines bien tenues, non-seulement on ne laisse pas ces gaz se répandre dans les ateliers, mais on cherche à les réduire le plus possible avant de les lâcher au dehors. Les

moyens employés consistent dans une condensation supplémentaire et dans la combustion. Chez MM. Washer et C^{ie}, à Hémixem, où l'on a donné beaucoup d'attention au sujet, les vapeurs les plus combustibles sont recueillies dans un gazomètre, pour être utilisées à l'éclairage de l'établissement, et le reste du dégagement est dirigé à travers une série de trois ou quatre caisses à eau et ensuite brûlé dans les foyers de distillation. Les gaz, au sortir de la dernière caisse, ne renferment qu'une très-faible proportion de vapeurs combustibles, de façon que toute chance d'accident est écartée. Une disposition analogue, mais moins soignée, fonctionne dans l'usine de MM. Knab et C^{ie}, à la Marquette (Haute-Garonne). Dans la majorité des établissements, on néglige la combustion ; on se borne aux caisses à eau et l'on évacue ensuite la petite quantité de gaz restants de manière à ce que les ouvriers soient complètement préservés de leur contact. A cet effet le récipient où tombent les liquides est hermétiquement clos et est pourvu au couvercle d'un tube de dégagement qui s'élève au dessus de la toiture. D'autres fois c'est le tuyau abducteur des liquides qui porte le tube de dégagement, tandis que lui-même plonge au fond du récipient de manière à ce que son extrémité soit toujours recouverte par le liquide. La très-légère pression qui s'établit alors dans l'intérieur du tuyau suffit à déterminer l'échappement des gaz par le tube vertical. La première disposition ou la fermeture du vase est évidemment préférable pour peu que les liquides émettent des vapeurs inflammables. Mais, au fond, rien ne vaut les soins apportés à la fabrication elle-même : avec de bons appareils distillatoires et des serpentins bien alimentés d'eau froide, les uns et les autres étant en rapport avec le travail qu'on leur demande, on en arrive à rendre la proportion de gaz tout à fait insignifiante. Nous avons vu à l'île des Dogues (Poplar), près Londres, une fabrique d'huile de paraffine, appartenant à M. Price, et où, grâce aux indi-

cations du docteur Keath, la condensation est si bien organisée que le tube de dégagement peut souvent être fermé sans qu'on s'en aperçoive dans l'atelier.

Il se produit aussi des odeurs désagréables, au moment du déchargement des alambics et de l'extinction des résidus. Pour éviter d'ouvrir les appareils, MM. Évrard et Paix, à Courchelettes (Pas-de-Calais), extraient le brai avec une pompe qu'on introduit dans un orifice ménagé à cet effet et fermant à vis. A Dieppe, MM. Robert, Galland et C^{ie} ont fait usage, pour la distillation du bog-head, de cornues verticales se déchargeant, par la partie inférieure, dans une sorte de souterrain, d'où les vapeurs sont appelées dans une cheminée spéciale.

Un danger plus grand que celui des mauvaises odeurs, est le danger d'incendie. Nous indiquerons succinctement les dispositions prises dans quelques établissements. A Courchelettes, par exemple, un premier soin consiste à enterrer les barriques de pétrole, dès leur arrivée. Le magasin est ainsi remplacé par une aire de terre meuble, au sein de laquelle les fûts sont déposés et soustraits au contact de l'air. On les reprend un à un, au fur et à mesure des besoins. Les alambics distillatoires, dans la même fabrique, sont parfaitement agencés. Enfermés jusqu'à mi-hauteur dans un massif en maçonnerie, ils s'étendent sur tout un côté long d'une chambre spéciale, isolée à la fois des appareils de condensation et des foyers. Ceux-ci ouvrent dans une galerie voûtée qui règne en contre-bas des alambics, parallèlement au massif; c'est exclusivement par là que se fait le service des grilles et que l'air est fourni à la combustion. Si un alambic venait à crever, les huiles se répandraient dans la galerie; aussi les mesures sont-elles prises pour que les deux extrémités de la galerie puissent être fermées instantanément en cas de sinistre: tout afflux d'air manquant ainsi au foyer, l'incendie s'éteindrait bientôt de lui-même. Comme complément de cette disposition on a installé un tube de vapeur au moyen duquel

on pourrait créer promptement une atmosphère artificielle dans l'ensemble du local clos de toutes parts. Il va de soi que l'éclairage, dans les divers ateliers, a lieu à travers des châssis vitrés. Des précautions recommandables, quoique moins complètes, ont été prises par M. Daniel dans sa fabrique de Margargues. Le chauffage et l'éclairage y sont dans de bonnes conditions d'isolement ; les lampes, séparées par une glace épaisse, sont logées dans l'épaisseur du mur et envoient leur fumée au-dessus du toit, par un petit conduit ménagé dans la maçonnerie ; enfin, entre la grille et le fond des alambics s'étend une sorte de table horizontale, de manière à préserver ceux-ci du rayonnement direct du combustible.

Une amélioration d'un autre genre et plus radicale a été réalisée dans le département du Nord par M. G. Dehaynin. Les goudrons sont distillés dans ses usines, non plus à feu nu, mais à la vapeur, employée extérieurement comme chauffage et intérieurement en barbotage. Cette vapeur, même à haute pression, serait insuffisante, si elle agissait seule, pour opérer la distillation des produits ; mais une pompe pneumatique maintient dans tout l'appareil un vide assez parfait pour faciliter notablement cette distillation. Les produits inégalement volatils sont d'ailleurs condensés dans des vases spéciaux, comme par le procédé ordinaire. Toute chance d'incendie est ainsi écartée dans la partie la plus dangereuse des opérations.

Le danger d'incendie ne menace pas seulement les fabriques d'huiles minérales : mais il s'étend à tous les locaux où ces matières sont simplement entreposées et maniées. Des accidents récents, dont quelques-uns d'une terrible gravité¹, donnent un intérêt particulier aux moyens de nature à les

1. Entre autres celui de Bordeaux, en 1867, qui a coûté la vie à plus de cinquante personnes, celui de New-York, même année, qui a consumé plusieurs centaines de mille barils d'huile et mis le feu à une multitude de navires, un autre accident à Bordeaux, en 1869, qui a entraîné l'incendie du port ; etc.

prévenir. Une des causes qui contribuent le plus à les faire naître, c'est le transvasement à l'air libre des huiles inflammables. Le système de M. Ckiandi, qui a été mis en avant dans ces derniers temps, paraît de nature à rendre de grands services pour l'emmagasiner et le transvasement, pratiqués soit sur une petite, soit sur une grande échelle. Il consiste essentiellement à renfermer les huiles dans l'intérieur d'une cloche en tôle, logée elle-même dans une enceinte en maçonnerie imperméable à l'eau, et dont la profondeur dépasse un peu la hauteur de la cloche. Celle-ci est entièrement semblable à une cloche de gazomètre, sauf qu'elle est fixe. On y introduit ou on en retire l'huile par le simple jeu des différences de pression exercée sur l'huile et sur l'eau. L'appareil peut également servir en petit. Voici, entre autres, deux expériences faites sur les grands réservoirs de MM. Bizard et Labarre, à Marseille, qui peuvent contenir chacun 9.000 hectolitres d'huile.

Dans la rigole où le pétrole sortant des fûts est reçu pour pénétrer dans le réservoir au moyen d'un tube, on a versé 300 litres de pétrole, et on l'a enflammé, le réservoir ayant été rempli au préalable. Les flammes, couvrant plusieurs mètres carrés de terrain, s'élevaient à une très-grande hauteur; l'enduit en ciment du mur latéral éclatait, et rien ne se passait dans l'appareil. On a fait plus, et, tandis que cet ardent foyer était en pleine ignition, on a ouvert le tube servant à l'introduction de l'huile dans le réservoir: le pétrole enflammé y pénétrait, mais à 20 centimètres de l'entrée la flamme s'éteignait faute d'air.

La préparation des mastics se rattache naturellement à cette industrie. Les vapeurs dégagées pendant la cuisson rappellent celles du pétrole. Jusqu'ici, le seul procédé employé consiste à les lancer dans le foyer. Chez M. Knab et C^{ie}, à Ivry, les chaudières sont surmontées d'une calotte mobile, débordant de 30 centimètres environ le rebord des chaudières. Sauf pendant la période du chargement et celle du brassage,

qui durent moyennement un quart d'heure chacune, la calotte est abaissée sur la chaudière et emprisonne en même temps un orifice ménagé dans le massif, par lequel les vapeurs vont sous la grille. Mais comme on n'a interposé ni caisse à eau ni toiles métalliques, il arrive de temps en temps des explosions.

VERNIS, ÉMAIL, ENCRE D'IMPRIMERIE, ETC.

La préparation de ces produits développe des odeurs âcres et pénétrantes ; il est utile d'en préserver les ouvriers et le voisinage.

Le moyen élémentaire, usité dans un grand nombre d'établissements, est de faire passer les vapeurs à travers un foyer. Les détails d'exécution varient d'ailleurs au gré des industriels. Ainsi, à la fabrique de vernis de MM. Schneizer, Spong et C^{ie}, à Londres, on a adopté une disposition efficace, mais un peu compliquée, que nous ne relatons que parce qu'elle peut s'harmoniser quelquefois avec la forme du local. L'atelier est circulaire et est surmontée d'une toiture en entonnoir. Il est divisé en deux compartiments inégaux par une cloison commençant à 1^m,40 au dessus du sol. Dans l'un, sont toutes les cuves à fondre ; dans l'autre, se tiennent les ouvriers protégés par la cloison comme par une hotte de cheminée. Les vapeurs s'élèvent dans l'espace qui leur est réservé et rencontrent au sommet du toit un foyer qui les brûle. Nous préférons de beaucoup l'installation de M. Courtois, dans sa belle usine de cuirs vernis de Pantin. On s'y est préoccupé à la fois des odeurs et du danger d'incendie, et l'atelier de cuisson du vernis est disposé à ce double point de vue. Les foyers ouvrent dans une pièce entièrement séparée des chaudières de fusion ; on évite ainsi ces chances nombreuses d'accident qui résultent du service de la grille et du maniement des matières combustibles dans un même local. Quant aux chaudières de fusion, entretenues

en parfait état de propreté, elles sont surmontées de chapeaux en tôle, qui envoient les vapeurs à la base de la cheminée des générateurs, haute de 33 mètres. Le tirage est si énergique, que l'air extérieur afflue dans l'ouverture ménagée sur le devant de la hotte pour les besoins du travail. On remarquera toutefois que la combustion des vapeurs est moins complète que si elles passaient dans un foyer. Dans l'espèce, il n'en résulte pas d'inconvénient parce que le volume des gaz inertes auxquels ces vapeurs se trouvent mêlées est très considérable et qu'en outre le point d'émission est à un niveau élevé. Mais si au lieu de la puissante cheminée des générateurs, on ne disposait, par exemple, que de la cheminée des foyers de cuisson eux mêmes, il faudrait envoyer les vapeurs sous la grille.

Une classe plus intéressante de procédés d'assainissement repose sur un mode d'utilisation des vapeurs ou sur des réactions chimiques qui tendent à en prévenir la formation. Un exemple des premiers est fourni par MM. Wilkinson, Heywood et C^{ie}, à Londres, qui appliquent un procédé patenté par eux (Pl. XVI, fig. 1 et 2). Chaque cuve est surmontée d'un couvercle concave dont le centre est percé d'un orifice de 10 centimètres, par lequel l'ouvrier agite le mélange. Les vapeurs se rassemblent dans le haut, entre le bord de la cuve et celui du couvercle, d'où elles s'écoulent dans un conduit général qui communique à l'appareil de condensation placé en plein air. Cet appareil, assez semblable à un jeu d'orgues, se compose de dix-huit tuyaux verticaux communicants, de 3 mètres de haut, 12 à 14 centimètres de large, disposés sur deux rangées parallèles. Le dernier est en relation avec un ventilateur à palettes qui produit une aspiration énergique dans tout le système et fait affluer les vapeurs des cuves, mélangées à l'air atmosphérique qui pénètre par l'orifice des couvercles. Pendant le parcours les vapeurs s'oxydent rapidement et se rassemblent au bas des tuyaux en un liquide noirâtre, de composition mal définie, qui devient l'objet de

manipulations ultérieures dont ces industriels gardent le secret. A Wolverhampton, MM. Mander emploient les mêmes procédés, avec quelques modifications dans l'appareil condenseur, qui n'en altèrent pas le principe.

Une méthode de fabrication, destinée à prévenir les dégagements, est appliquée à Nantes, par MM. Desguiraud et C^{ie}. Ce procédé, tenu secret par les inventeurs, fait disparaître, paraît-il, tous les inconvénients de la fabrication du vernis par le mode ordinaire. Il consiste à dissoudre le copal à froid, ce qui évite à la fois la carbonisation et le dégagement des vapeurs, et à opérer le mélange des substances à une température qui ne dépasse pas 30 degrés. Ce perfectionnement a paru assez radical, pour que le conseil d'hygiène de Nantes ait écarté en sa faveur les nombreux motifs d'opposition qui avaient été présentés contre l'installation de cette fabrique au milieu de la ville.

Les fabricants d'encre d'imprimerie, faisant le plus souvent leur vernis eux-mêmes, ont été conduits à des dispositions analogues, quoique en général moins soignées, parce que la fusion du vernis n'est qu'un détail de leur fabrication. Ils se bornent ordinairement à couvrir chaque chaudière d'une petite hotte qui envoie les vapeurs dans le foyer; mais quand on laisse tomber le feu, l'aspiration est insuffisante pour préserver les ouvriers.

Les chambres à faire déposer le noir de fumée qui entre dans la composition de l'encre, sont pourvues d'ouvertures par lesquelles s'échappent des vapeurs très-désagréables, mêlées à de la suie. Plusieurs fabriques d'encre d'Islington (Londres) ont été forcées de surmonter ces ouvertures de cheminées dans lesquelles on interpose une toile métallique serrée pour arrêter les particules charbonneuses. Quand on calcine le noir pour détruire les derniers restes de matière huileuse, la vapeur est encore pire et irrite fortement les yeux. Les mêmes précautions ne suffisent plus; on fait alors passer à travers un feu, avant de les envoyer dans l'atmos-

phère, tous les gaz qui sortent des chambres à déposer.

L'industrie des toiles goudronnées se rattache par ses inconvénients aux précédentes, car les étuves de séchage dégagent des odeurs analogues à celles du vernis. L'un des établissements où l'on s'est le plus préoccupé de les combattre est celui de MM. Yvos Laurent, à Garges (Seine-et-Oise). Trois salles pareilles, de 10 mètres de long sur 8 mètres de large, sont chauffées au moyen d'un calorifère souterrain. Le système de chauffage est double ; il comprend : 1° des carnaux dans lesquels circulent les flammes ; 2° des tuyaux qui émettent dans les salles de l'air chauffé. L'expulsion hors des salles de l'air et des buées qu'il entraîne avec lui en passant sur les toiles, a lieu par un orifice ménagé au milieu du plafond et communiquant par une trappe mobile avec un tuyau qui débouche sous le cendrier du calorifère.

DISTILLATION DES BOIS.

Cette opération, effectuée généralement en vue d'obtenir l'acide pyroligneux, donne lieu à des produits gazeux assez complexes, les uns délétères, les autres simplement à odeurs désagréables. Les moyens employés pour en préserver le voisinage consistent à la fois dans la condensation et la combustion.

La fabrique de M. Boyer, à Grenelle (ancienne maison Boutin et C^{ie}), est une de celles où les précautions sont les plus complètes. L'appareil distillatoire est formé de cinq à six chambres en tôle de 1^m,50 de long sur 0^m,60 de large et autant de haut, destinées à recevoir le bois. Les vapeurs sortent par une ouverture supérieure et se rendent dans un très-long tuyau en cuivre, appendu le long des murs de l'atelier, dans lequel se fait la condensation. A l'extrémité de ce tuyau, les gaz non condensés, oxyde de carbone, hydrogène carboné, etc., sont ramenés dans le foyer, où leur emploi économise une grande quantité de combustible. Chez M. Camus, à Ivry, le bois

est enfourné dans de grands cylindres mobiles d'une contenance de 10 à 11 stères, qu'on manœuvre à la grue et qu'on loge verticalement dans de grands fours. Au-dessus de ces appareils règne une grande hotte conique surmontée d'une cheminée pour dégager les fumées et les vapeurs qui s'échappent des cylindres, surtout au moment de l'entrée et de la sortie. Les gaz provenant de la distillation sont d'ailleurs condensés et brûlés comme chez M. Boyer. Chez M. Hardel, à Dieppedale-lez-Rouen, la perte de ce gaz est réduite au minimum. Le réfrigérant est pourvu d'une abondante circulation d'eau, et le tuyau d'échappement débouche dans un cendrier, qu'on entr'ouvre juste ce qu'il faut pour fournir le complément d'air nécessaire à la combustion ; aussi ne sent-on aucune fuite de gaz dans l'atelier.

A cette opération se rattache la torréfaction de l'acétate brut, laquelle a, comme on sait, pour objet de dépouiller ce sel des matières goudroneuses dont on n'a pas réussi à priver complètement l'acide pyroligneux par des distillations multipliées. Le meilleur moyen d'assainissement consiste à enlever préalablement, par la voix humide, la plus forte portion possible de goudron. Ce résultat est d'ailleurs tout en faveur du fabricant ; car, ainsi que le fait remarquer justement M. Bouchardat, il facilite l'opération délicate de la fusion de l'acétate. M. Boyer a soin de purifier ses sels par des lavages et un égouttage forcés, dans un appareil centrifuge semblable à celui qui est en usage dans les sucreries et les raffineries de sucre.

GÉLATINE, COLLE FORTE, GRAISSE, SUIFS, ETC.

Dans la préparation de ces matières et de plusieurs autres du même genre, il se développe pendant la période d'ébullition des odeurs nauséabondes. Ces odeurs ne sont point inhérentes à la nature de l'industrie, mais elles sont dues à l'une des causes suivantes : 1^o à ce que les matières ne sont

pas employées à un suffisant état de fraîcheur, 2° à ce que les appareils sont mal entretenus et retiennent souvent des débris en décomposition, 3° à ce que les locaux bas et mal aérés favorisent la fermentation de la viande, 4° enfin à ce que la cuisson s'effectue dans de mauvaises conditions, de telle sorte que des portions de matières se trouvent plus ou moins carbonisées. Quand toutes ces causes sont évitées, les dégagements n'ont plus guère que l'odeur *sui generis* des préparations culinaires et sont dès lors fort tolérables. Leur émission au dessus du toit de la fabrique peut en général avoir lieu sans provoquer de plaintes.

Le moyen le plus naturel et sans doute aussi le plus profitable pour l'industriel, d'assainir les opérations, consiste donc à les pratiquer avec des soins convenables. L'exemple de diverses fabriques montre bien ce qu'on peut obtenir ainsi, et sans qu'il soit nécessaire de recourir à des dispositions plus ou moins compliquées. Tel est le cas de la fabrique de gélatine et de colle forte de M. Coignet, à Saint-Denis, où la préparation de ces produits excite aussi peu que possible la répugnance ; les appareils y sont presque dissimulés aux regards, et aucune odeur ne trahit la présence des matières animales. L'ébullition s'effectue dans des chaudières autoclaves, chauffées à la vapeur, à près de deux atmosphères. L'opération finie, on ouvre un tube de sortie, dans lequel la pression intérieure refoule la gélatine liquide et la renvoie à des bâches situées quelques mètres plus haut. Des tuyaux de distribution la reprennent dans ces bâches et la conduisent aux appareils de concentration, où elle est transformée en colle forte. Ces appareils, dont il a été déjà question dans la première partie de ce travail, consistent en caisses rectangulaires découvertes, parcourues horizontalement par un réseau de tubes à vapeur appliqués sur le fond, et surmontées de hottes en bois. Celles-ci, parfaitement ajustées, descendent très-bas sur les appareils, qu'elles recouvrent exactement, et débouchent au-dessus du toit à une quinzaine de

mètres d'élévation. Tout cela est propre, soigné, bien entretenu, et ne rappelle pour ainsi dire en aucune façon l'industrie qui y est exercée.

Le même mode de cuisson, dans des chaudières autoclaves à la vapeur, commence à se généraliser pour l'extraction des graisses et des suifs. A l'abattoir municipal d'Aubervilliers, les chevaux dépecés sont chargés dans des cylindres à double fond, dans lesquels on fait arriver de la vapeur à trois atmosphères et au delà ; chaque cylindre contient sept, huit, et même dix chevaux. On chauffe pendant cinq ou six heures ; les liquides se rassemblent entre les deux fonds et sont recueillis par un robinet placé à la partie inférieure. Les odeurs ne se dégagent qu'accidentellement par les soupapes, pendant la cuite et au moment du déchargement ; mais le désagrément est beaucoup moindre que dans les appareils chauffés à feu nu. Il y a toutefois à remarquer que si le dégagement accidentel par les soupapes est peu considérable dans des établissements aussi bien conduits que celui d'Aubervilliers, on ne saurait en dire autant de la plupart des usines privées ; les couvercles ne tardent pas à se déformer sous les chocs violents qu'ils reçoivent dans des manœuvres répétées, et avec l'échappement continu de vapeur qui en résulte à travers leurs joints, les chaudières finissent par fonctionner réellement à simple pression.

Quand les opérations n'ont pas lieu en vases clos et que pour une cause ou pour une autre les dégagements sont de nature à incommoder, il faut recourir à des dispositions spéciales pour les entraîner et les détruire. Dans la fabrique de gélatine de M. Vickers, à Manchester, où les chaudières ne sont pas autoclaves, mais simplement fermées par un couvercle, les vapeurs s'engagent, par une ouverture latérale, (Pl. XV, fig. 8 et 9) dans un conduit commun où circulent les flammes des foyers. L'aspiration est assez énergique pour entraîner, non-seulement toutes les vapeurs, mais encore une certaine quantité d'air dont l'accès est ménagé à l'ori-

gine de chaque tuyau de dégagement. La combustion s'opère dans l'intérieur du conduit, et les gaz arrivent à la cheminée presque désinfectés. Nous disons *presque*, parce que la combustion est moins complète que si les vapeurs traversaient un foyer de coke. Cette dernière disposition a été adoptée à l'usine de Morecambe, près Lancaster, où la gélatine commune est préparée avec des os de qualité inférieure, venant d'Australie, et des débris de poissons. Les odeurs étaient primitivement intolérables et provoquaient beaucoup de plaintes. Chaque chaudière a maintenant deux ouvertures, l'une communiquant avec le dehors, par laquelle entre l'air, et l'autre débouchant dans le cendrier, où l'on fait varier à volonté le tirage. Des dispositions analogues sont appliquées dans plusieurs établissements d'Islington (Londres). Chez M. John Atcheler, par exemple, où l'on abat les vieux chevaux pour en faire bouillir la viande et extraire la graisse, chacune des six chaudières brûle ses vapeurs sous son propre foyer. Dans l'importante fabrique de savons de MM. Convan et fils, à Barnes, les chaudières à préparer la graisse sont alignées, au nombre d'une vingtaine, le long du mur de l'atelier; elles communiquent toutes avec un tube horizontal qui conduit les vapeurs sous un foyer spécial.

Dans les fonderies de suif où l'on opère à haute pression, on adapte à la chaudière autoclave un condenseur spécial dans lequel les vapeurs odorantes viennent se réunir, au lieu de rester engagées dans le suif qu'elles déprécieraient. Un des appareils les plus usités est celui de M. Fouché (Pl. VI, fig. 3), qui consiste essentiellement en deux vases communicants de grandeur très-inégale. Le plus grand compartiment, ou chaudière proprement dite, a moyennement 1^m,60 de diamètre sur 1^m,10 de haut; tandis que le plus petit ou condenseur a 0^m,25 de diamètre sur 0^m,50 de haut. Ce dernier est aux deux tiers plein d'eau, qu'on renouvelle de temps en temps, à mesure que les vapeurs émanant de la chaudière et venant en partie s'y absorber, la chargent d'é-

léments plus ou moins fétides. On reproche toutefois à cet appareil de ne pas favoriser assez la condensation; et de faire dissoudre une partie des mauvaises odeurs par le suif lui-même. Aussi M. Moquet, qui dirige l'importante fonderie de madame V^{ve} Touchais fils et C^{ie}, à Nantes, a-t-il apporté des modifications importantes, dont il se montre également satisfait au point de vue de l'hygiène et au point de vue de la qualité des produits (Pl. VI, fig. 2). Le principe est resté le même, en ce sens que l'autoclave communique toujours avec un condenseur; mais celui-ci est formé par un grand tonneau, d'une capacité décuple, rempli d'eau, au fond duquel plonge le tube de dégagement. Le couvercle ou chapeau en entonnoir, exactement vissé, est pourvu à son centre d'un petit tuyau débouchant à la cheminée des foyers. Les vapeurs, qui échappent à la condensation traversant le liquide dans le tonneau, se rassemblent sous le couvercle et y rencontrent, avant de s'engager dans le tuyau de sortie, une pomme d'arrosoir dont la pluie fine les rabat dans le tonneau. Par ces diverses précautions, toute odeur est supprimée.

Certains établissements de premier ordre préfèrent se passer de condenseur et opérer à la pression ordinaire, afin d'obtenir des suifs encore plus exempts d'eau et de vapeurs odorantes. En ce cas, pour dépouiller le dégagement des émanations qu'il charrie, il est nécessaire, si l'on a recours à une pluie d'eau froide, de donner à ce moyen encore plus de force que chez madame Touchais. Une des installations les plus efficaces que nous ayons vue est celle de la fabrique de bougies de M. Price à Battersea (Londres). Dans cette fabrique, la plus vaste du Royaume Uni, où l'on prépare sur une immense échelle non-seulement les bougies stéariques et minérales, mais encore toutes sortes d'huiles et d'essences, on a dû prendre de grandes précautions à cause des réclamations du voisinage. La fonte des suifs bruts s'opère dans de grandes cuves surmontées de couvercles plats en plomb, rivés aux pa-

rois et parfaitement hermétiques (Pl. XV, fig. 10). Au milieu du couvercle, un orifice quadrangulaire, de 80 centimètres de côté, pourvu d'une fermeture à eau, permet le service de la cuve. Sur le couvercle est implantée la plus courte branche d'un tube en U renversé, de 15 centimètres de diamètre, dont l'autre branche d'environ 4^m,50 de longueur descend sous le sol de l'atelier et débouche dans une conduite. Au bas du tube un petit tuyau en communication avec une pompe foulante lance violemment de bas en haut une pluie d'eau froide à travers une pomme d'arrosoir. Les vapeurs de la cuve, au contact de cette eau très-divisée, se condensent instantanément, et le liquide qui retombe, chargé de tous les miasmes, va se perdre à la Tamise. Il ne règne aucune odeur dans l'atelier ni au dehors; et cependant ces vapeurs sont de leur nature tellement pénétrantes qu'à la moindre fuite des appareils, il faut apporter des baquets de chlorure de chaux pour rendre le séjour de l'atelier supportable. Le seul point défectueux dans cette usine est le chargement des cuves; aucune disposition n'est prise pour prévenir les dégagements. Il est vrai que c'est une opération de courte durée, qu'on a soin d'ailleurs d'effectuer pendant la nuit.

Il est des cas où la nature du travail ne permet pas que les vases soient découverts. Ainsi à la fabrique de graisses industrielles de M. Évrard, à Douai, la cuve dans laquelle s'effectue la combinaison des matières, et d'où se dégagent des vapeurs très-odorantes au moment de la saponification, ne pourrait être maintenue close, car il faut que l'on puisse à certains moments brasser le mélange. Elle est donc surmontée d'un couvercle demi-cylindrique en fonte, mobile autour de charnières, et qu'on ouvre plus ou moins selon les besoins. Ce couvercle est percé d'un orifice par lequel les vapeurs sont entraînées sous le foyer des générateurs. A l'extrémité du tuyau, un jet de vapeur agit à la manière de l'échappement dans les locomotives, pour activer l'aspiration. Pendant la plus grande partie de la cuite, le couvercle reste

fermé ; au moment du brassage il est légèrement soulevé, mais une toile se rabat sur la fente, de manière pourtant à laisser le ringard de l'ouvrier passer et circuler librement.

Un détail de fabrication qui se rattache à l'extraction des graisses, et qui, dans les fonderies de suif, est souvent une cause grave d'insalubrité, c'est la séparation du suif contenu dans les eaux de cuisson des viandes. On sait que ces eaux, exprimées à l'aide de la presse hydraulique, sont abandonnées dans des tonneaux ou dans des cuves pour que le suif puisse se séparer par le repos. Il est rare qu'il ne se produise pas alors des émanations désagréables, dangereuses même, car elles résultent ordinairement de la putréfaction des matières organiques. On a proposé récemment de prévenir cette putréfaction en enduisant les parois des cuves avec du goudron, du coaltar saponiné, ou d'autres substances contenant également de l'acide phénique. M. le D^r Lemaire, qui a été en France un des promoteurs les plus actifs de ce corps remarquable, a déterminé d'heureuses améliorations à l'établissement de MM. Barrault, Couvreur et Fazillau, à la Courneuve. Au moyen d'une faible couche de coaltar, ces industriels ont désinfecté presque entièrement leurs eaux de pression provenant de toute espèce de détrit^{us} de la boucherie de Paris. Leurs réservoirs souterrains, contenant 100 mètres cubes, n'ont dès lors présenté qu'une odeur à peu près insensible. M. Lemaire assure que les résultats seraient plus complets encore si au lieu d'agir sur les eaux de cuisson, on plongeait pendant une heure les matières crues dans de l'eau phéniquée ou dans de l'eau de goudron. Les liquides provenant de débris ainsi désinfectés seraient, dit-il, inodores ¹.

Il y a lieu de remarquer que les odeurs ne s'engendrent pas seulement pendant les opérations, mais aussi pendant le

1. *De l'Acide phénique*, par M. le D^r Lemaire, 2^e édition, 1866. Cet ouvrage contient de très-intéressantes indications sur les services que peut rendre l'acide phénique en matière d'assainissement.

séjour des matières premières dans les ateliers. On s'est préoccupé en Angleterre d'y remédier, et à cette fin on a proposé de conserver les matières dans des locaux fermés, qu'un tuyau ferait communiquer avec un foyer ou avec la grande cheminée, de manière à entraîner toutes les émanations ainsi que l'air aspiré du dehors à travers les fentes des portes. Mais ce moyen n'est pas d'une réalisation très-pratique, parce que les portes des locaux sont continuellement ouvertes, soit pour transporter les matières soit pour donner du jour pendant le triage. On évite plus sûrement les odeurs en trempant préalablement les peaux et les os dans une solution légèrement phéniquée. Tel est le procédé employé par le Dr Grace Calvert, de Manchester, qui depuis quelques années livre à l'industrie anglaise des dépouilles d'animaux expédiées de l'Amérique du Sud et de l'Australie; avant de les embarquer, on les immerge dans une eau contenant 2 à 3 millièmes d'acide phénique. Nous avons vu chez M. Vickers, de ces dépouilles qui n'avaient pas d'odeur appréciable, bien qu'elles fussent entreposées depuis plusieurs mois dans ses magasins. Si donc comme on l'assure et comme cela paraît vraisemblable, il n'en résulte aucun inconvénient pour la qualité des produits et si d'ailleurs les frais de la préparation sont minimes, les fabricants auraient intérêt à adopter cette pratique pour conserver leurs approvisionnements. Non-seulement ils éviteraient ainsi d'incommoder leurs ouvriers et leurs voisins, mais ils auraient moins de déchet sur leurs matières.

En résumé, les conditions qui assurent la désinfection de ces diverses industries sont, indépendamment des soins divers que nous avons indiqués : 1° l'emploi de matières non fermentées ; 2° la substitution de la vapeur au feu nu ; 3° le chauffage en vase clos ; 4° la mise en communication des chaudières avec un bon condenseur ou un foyer, ou mieux encore avec l'un et l'autre successivement : car la simple combustion n'est pas toujours suffisante pour détruire les

vapeurs très-âcres du suif, particulièrement quand elles sont produites par le chauffage à feu nu. Témoin l'usine de M. Arlot et C^{ie}, à la Villette, où quinze chaudières enfermées dans une galerie en maçonnerie envoyaient toutes leurs vapeurs à travers un feu de coke, d'où elles se rendaient dans une cheminée de 33 mètres ; or de l'aveu de ces industriels eux-mêmes, la destruction des odeurs n'était pas complète, et l'on a dû dans ces derniers temps recourir au chauffage à la vapeur.

BOUGIES STÉARIQUES.

Cette industrie, comme la précédente, comme en général toutes celles où l'on traite les matières animales, peut être considérablement assainie par des soins et de la propreté. C'est toujours, on ne saurait trop le répéter, en opérant sur des matières fraîches, en ayant des appareils bien nettoyés, en aérant les locaux, en prévenant, en un mot, toutes les causes de fermentation putride, qu'on arrive à diminuer beaucoup les inconvénients. Les fabriques de MM. Leroy et Durand, à Gentilly, de M. Foulquier, à Villodève (Hérault), de M. Price, à Londres, de M. de Roubaix Jenar, à Bruxelles, etc., en offrent des preuves frappantes. Mais il reste, malgré tout, certaines causes d'insalubrité qu'on ne peut faire disparaître entièrement sans l'emploi de procédés spéciaux ; telles sont celles qui se rattachent à la saponification et à la distillation.

Dans bon nombre d'usines, la saponification, soit à la chaux, soit aux acides, s'effectue encore dans des cuves découvertes. Il en résulte des odeurs désagréables, accompagnées, par la seconde méthode, d'un fort dégagement d'acide sulfureux. On parvient à réduire sensiblement les émanations par une graduation exacte des proportions de matières employées et certaines précautions prises pour les mélanger. M. de Milly, à Paris, à qui l'industrie des bougies doit tant

de progrès, met ses soins à ce que le suif et l'acide sulfurique se trouvent dans les proportions exactement voulues pour la réaction, et à ce que l'acide soit en même temps à l'état de concentration convenable. A cet effet, les suifs fondus sont entreposés dans des bâches à l'étage supérieur, et de là on les fait couler dans des tuyaux, conjointement avec la quantité calculée d'acide sulfurique. On évite ainsi la destruction de matière organique et le dégagement sulfureux qu'entraînerait, par exemple, l'émission directe de l'acide sulfurique au sein du suif fondu, contenu dans les cuves. De son côté, M. de Roubaix Jenar, dont le bel établissement de Cureghem attire les visiteurs, a considérablement diminué le dégagement sulfureux par une réduction progressive de la quantité d'acide sulfurique. Il prétend même qu'à la dose de 3 p. 0/0, à laquelle il est descendu, la formation de l'acide sulfureux est à peu près évitée. Il a poursuivi des expériences qui ne tendraient à rien moins qu'à supprimer entièrement l'acide sulfurique, en effectuant la saponification par l'eau, sous une pression de douze atmosphères. Ce procédé, qui assainirait radicalement l'opération, paraît rencontrer un obstacle dans la confection d'appareils suffisamment résistants.

Mais l'habileté la plus consommée n'évite pas absolument les mauvaises odeurs, ou du moins, ce ne serait qu'au prix d'une rectitude d'opérations et de soins soutenus de la part des ouvriers, lesquels sont à peu près impossibles à obtenir dans une grande usine ; aussi paraît-il plus prudent d'adopter quelque agencement auxiliaire pour assurer la destruction des dégagements. Tel est le parti auquel s'est arrêté M. Guéritault, à la Piaudière, près Nantes. Il applique la même méthode que M. de Milly, mais il a la précaution de faire arriver le mélange réagissant dans des cylindres parfaitement clos, munis d'un tuyau qui envoie les gaz dans la cheminée principale, haute de 35 mètres, où ils deviennent inoffensifs. Ce mode d'expulsion serait insuffisant dans des conditions

ordinaires, où les dégagements se produiraient avec abondance. Il faudrait alors les faire passer à travers une grille ou de préférence les condenser au moyen d'une pluie d'eau froide. C'est dans ce but que MM. Price ont disposé leurs cuves à saponifier exactement comme celles de la fonte des suifs, déjà décrites à l'article précédent.

Pour la saponification à la chaux, les précautions à prendre sont les mêmes, à cela près qu'on a affaire à des dégagements moins incommodes. Chez M. de Milly, cette opération a été radicalement assainie par une nouvelle méthode dont l'industriel lui est redevable. Les suifs sont chargés avec le lait de chaux dans des autoclaves, où l'on fait arriver de la vapeur à huit ou neuf atmosphères. Cette haute température permet de réduire beaucoup la proportion de chaux employée, et dispense en outre d'effectuer le brassage du mélange. Aucune odeur ne peut évidemment s'échapper au dehors pendant que la saponification s'accomplit. Une fois la réaction terminée, et à la faveur de la pression qui règne dans l'autoclave, on écoule successivement par deux robinets de vidange la glycérine et les savons calcaires. Bien que les cuves où l'on envoie ces matières soient découvertes, il ne se produit à ce moment, non plus que pendant la décomposition des savons qui y fait suite, aucune odeur désagréable, pourvu que la saponification ait été bien exécutée.

La distillation, dans les fabriques bien dirigées, ne donne lieu qu'à une très-faible proportion d'acide gras non condensé, attendu qu'il est de l'intérêt du fabricant de rendre la condensation aussi parfaite que possible. Elle ne doit non plus donner lieu, si la saponification a été bien réussie, qu'à une quantité insensible d'acroléine ¹. Ces vapeurs sont, les dernières surtout, de nature très-incommode. M. Guéritault a adopté une disposition analogue à celle que nous avons

1. M. de Roubaix se fait même fort de l'éviter entièrement par une surveillance attentive des alambics. Il punit les ouvriers lorsque ce produit se développe en notable proportion.

décrite pour les huiles minérales. Le tuyau qui amène les liquides condensés se bifurque à son extrémité : la branche inférieure plonge dans un bac, et est ainsi privée de communication avec le dehors ; la branche supérieure se relève, traverse une caisse à eau, où elle abandonne, par une condensation nouvelle, la majeure partie des vapeurs qu'elle amenait, et de là se rend à la cheminée où se perdent les derniers restes de gaz. Nous ferons à ce propos la même remarque que pour la saponification, c'est que si le dégagement est quelque peu considérable, l'émission à la cheminée ne suffit pas. Il est bien préférable d'imiter la disposition adoptée par M. de Roubaix, frère du précédent, à Borgerhout, près Anvers : les gaz sont envoyés, non dans la cheminée, mais à la rencontre même des flammes, à leur sortie du foyer, sur un point par conséquent où la température est assez élevée pour que la combustion puisse s'effectuer.

Bien des causes secondaires, dans les fabriques de bougies, tendent à entretenir les mauvaises odeurs. Ainsi les matières grasses qui tombent journellement sur le sol des ateliers finissent par l'imprégner entièrement et par s'y pourrir. On peut recommander les précautions en usage chez quelques industriels, entre autres chez M. de Roubaix Jenar. Tous les planchers de l'usine sont saupoudrés de sciure de bois qu'on renouvelle fréquemment. La matière encrassée est soumise à la presse pour l'extraction de la graisse, et les tourteaux, contenant encore environ 3 p. 0/0 de principes gras, sont traités au sulfure de carbone dans un établissement voisin. Chez le même industriel, les goudrons provenant de la distillation étaient d'abord brûlés sous les foyers, ce qui donnait lieu à une fumée fétide et épaisse ; on s'en sert maintenant pour fabriquer le gaz d'éclairage de l'usine.

Un autre détail qu'il est bon de signaler est relatif à l'installation des presses à acide stéarique. Le plus souvent les huiles exprimées éclaboussent le sol et lui communiquent à la longue cette odeur particulière qu'on sent au voisinage

des fabriques de bougies. Chez M. de Roubaix le bâtiment des presses est entouré de larges rigoles métalliques dans lesquelles les liquides se rassemblent pour gagner par un caniveau souterrain l'atelier aux huiles.

SAVONS.

Nous avons peu de choses à dire sur cette industrie. Les odeurs qui se développent dans les diverses phases de la saponification et pendant la cuite sont faiblement incommodes pour le voisinage; les inconvénients sont même à peu près nuls dans les établissements bien dirigés. La seule particularité à citer dans cet ordre d'idées concerne un mode de saponification en vase clos, inauguré récemment par MM. Guinon, Marnas et Bonnet à Lyon, et actuellement pratiqué par ces industriels sur une assez grande échelle. Il nous est d'ailleurs interdit de donner des détails sur cette opération, tenue secrète par les inventeurs. Nous nous bornons à signaler qu'elle tendrait à l'assainissement complet de l'industrie, puisqu'elle prévient tout dégagement à l'extérieur, et qu'à ce titre seul elle mériterait de fixer l'attention.

Les fabriques de savons développent parfois une infection particulière, tout à fait indépendante de la saponification et de la cuite proprement dites. Les nombreuses savonneries de Marseille, notamment, sont dans ce cas : elles incommode les quartiers environnants par des odeurs qui ont leur origine dans certaines coutumes traditionnelles suivies par l'industrie marseillaise ; nous voulons parler de l'emploi des soudes brutes ou des soudes non débarrassées de leurs marcs par lixiviation. Chaque savonnier tient à avoir la soude sortant du four et à faire lui-même le départ des matières étrangères. Il résulte de cette tradition, que nous n'avons pas à apprécier au point de vue de la fabrication, que les savonneries offrent en petit les inconvénients des fabriques de soude. Les marcs entreposés dans chaque maison, bien

qu'il soit prescrit de les enlever quotidiennement, développent les odeurs sulfureuses caractéristiques de ces résidus, et produisent dans les rues une véritable infection ¹. Tant que cette pratique persistera on ne peut conseiller que des palliatifs : l'un d'eux consisterait, par exemple, à conserver les marcs dans des locaux fermés en communication avec le cendrier des foyers; mais il se produirait toujours des odeurs au moment de l'enlèvement par les charrettes, odeurs qu'il paraît difficile de prévenir par le mélange avec des matières inertes, à cause des frais importants qui en résulteraient.

CHARBON D'OS, RÉVIVIFICATION DU NOIR ANIMAL.

On fabrique ordinairement le charbon d'os dans des marmites ou pots en fer qu'on empile les uns au dessus des autres dans de grands fours, et qu'on en retire quand l'opération est terminée. Les gaz provenant de la calcination des os se mélangent aux flammes du foyer, en économisant ainsi du combustible, et se rendent avec les fumées dans la même cheminée. Ce procédé est très-incommode pour le voisinage, parce que la destruction des émanations est toujours incomplète ; aussi les industriels ont-ils dû recourir fréquemment à d'autres dispositions pour se faire tolérer dans les villes ou même à proximité des faubourgs.

Un premier perfectionnement consiste à avoir un feu supplémentaire sur lequel on fait passer les fumées des fours pour achever de les brûler. Mais même dans ces conditions, et à moins de modifications considérables dans le type des fours eux-mêmes, les gaz envoyés à la cheminée conservent de très-fortes odeurs ; ils participent en effet aux propriétés qu'offrent toutes les matières huileuses d'origine organique, lesquelles, comme on sait, sont toujours fort difficiles à

1. Par exemple, dans la rue Sainte, où presque chaque maison recèle au rez-de-chaussée ou dans le sous-sol une fabrique de savon.

bien brûler. On ne peut espérer d'obtenir de bons effets de la combustion qu'autant que les gaz ont été au préalable débarrassés des huiles ou essences qui les imprègnent. Tel est l'esprit de la méthode que nous allons faire connaître et dont nous citerons trois bonnes applications faites, avec quelques variantes, respectivement en France, en Angleterre et en Prusse.

A la fabrique des Trois Piliers, près de Rheims, appartenant à MM. A. Baudesson et P. Housseau, les os sont chargés dans des cornues fermées, analogues à celles du gaz de l'éclairage et distribuées entre trois fours, à raison de 5 par four. Chaque cornue peut débiter 100 kilog. de noir en 24 heures. Les gaz se réunissent dans un même tuyau et traversent successivement 3 chaudières pleines d'eau dans lesquelles se condensent l'ammoniaque et divers produits empyreumatiques. L'excédant est dirigé sous les grilles des fours. Les eaux de condensation sont utilisées pour la fabrication du chlorhydrate d'ammoniaque. On sent très-peu d'odeurs sous le vent de la cheminée et l'assainissement peut être considéré comme fort satisfaisant.

Chez M. Parker, à Bow (Londres), dont la fabrique fournit du charbon à un grand nombre de raffineries de la métropole et néanmoins passe pour une de celles qui incommode le moins le voisinage, on emploie les mêmes appareils de calcination et de condensation ; seulement les gaz, à leur sortie des chaudières, au lieu d'être envoyés sous les grilles, sont distribués dans l'usine où ils servent pour l'éclairage. Les becs sont perpétuellement allumés et l'excédant est brûlé sur le mur extérieur du bâtiment ; on ne sent aucune odeur dans les ateliers. Le seul point défectueux est la vidange des condenseurs, mais on y remédierait en abritant le robinet et les cuves de décharge sous une hotte en communication avec la cheminée.

L'emploi aux becs d'éclairage nous semble préférable à la combustion dans des foyers, en ce sens qu'il offre plus de ga-

ranties et permet bien plus facilement au patron de se rendre compte de la marche de ses appareils. Pour peu, en effet, que la calcination soit poussée trop vivement ou que l'eau de condensation ne soit pas suffisamment renouvelée, les becs d'éclairage donnent immédiatement de l'odeur et éveillent ainsi l'attention, tandis que si les produits vont à la grande cheminée, le fabricant est averti trop tard, par les plaintes du voisinage.

Enfin, chez MM. Albertz et C^{ie}, à Biebrich, près Mayences les dispositions nous paraissent meilleures encore. Les condenseurs sont constitués, comme dans les usines à gaz, par des colonnes garnies de coke mouillé. A leur sortie, le, vapeurs subissent un dernier lavage dans une caisse en grès et se rendent au voisinage du foyer en traversant une boîte à eau. Là un robinet permet de les diriger à volonté sur les grilles ou dans un gazomètre pour l'éclairage de l'usine. Tous les gaz sont si bien purifiés et utilisés qu'on ne sent pas la moindre odeur, ni au dedans de la fabrique ni au dehors.

Un détail de fabrication qui est une source de désagréments pour les ouvriers et pour les voisins, c'est le défournement des marmites. Cet inconvénient disparaît avec les nouveaux fours du système Brison, qui commencent à se propager en France et même à l'étranger. On en peut voir de bonnes applications chez M. Polton, à Paris, chez M. Dupleix, à Bordeaux, chez M. Pilon fils, à Nantes, ainsi qu'à Bruxelles. L'appareil Brison (Pl. XVII, fig. 1 et 2) est composé d'une série de cornues ovales, en terre réfractaire, d'une capacité moyenne de 2 hectolitres environ, à demeure dans un four, et juxtaposées verticalement de manière à conserver entre elles un espace libre qui permet aux flammes de les entourer. La partie centrale des cornues est seule engagée dans l'intérieur du four, de sorte que les extrémités restent facilement accessibles. On charge par le haut, et l'on referme aussitôt. Lorsque la matière a subi l'action de la chaleur, on décharge par le bas et instantanément, en

faisant jouer une soupape au moyen d'un levier extérieur. Le noir est reçu dans un étouffoir exposé au dessous et en dehors du massif du fourneau. Dès que la cornue est vidée, la soupape se referme spontanément, à l'aide d'un contre-poids. Il n'y a donc, dans cette opération, ni odeur répandue, ni perte de temps. Les industriels qui emploient cet appareil disent qu'il offre encore un autre avantage, c'est de procurer une grande économie de combustible. M. Polton a disposé dans un même four 12 cornues en 2 rangées parallèles, à droite et à gauche de la grille; la chambre à brûler les gaz de la calcination, faisant suite à la grille, s'étend entre les deux rangées. Les gaz s'échappent des cornues, à travers les interstices de la plaque de fond, et pénètrent dans la chambre, au moyen d'orifices ménagés dans le couloir où aboutissent les pieds des cornues. Ils rencontrent ainsi directement les flammes du foyer, et se brûlent mieux que dans les fours à marmites. M. Polton assure que l'économie de combustible est de plus de moitié.

Ce système peut encore se prêter au mode de condensation adopté par MM. Baudesson et Houseau. En effet au lieu de laisser les gaz arriver directement au contact des flammes, rien n'est plus facile que de les amener à un réfrigérant, en les recueillant, soit dans le couloir, soit dans chaque cornue.

La révivification du noir donne naissance à des inconvénients analogues, quoique moindres. Ces inconvénients dépendent beaucoup de la manière dont le lavage est effectué. Souvent, en effet, on opère trop vite, parce que les raffineurs, n'aimant pas à avoir une grande quantité de noir en roulement, sont toujours pressés de reprendre celui qui vient de servir. On le lave alors quelquefois en 10 minutes, comme chez M. Lebaudy, à la Villette, chez M. Say, à la gare d'Ivry, etc., au moyen d'une vis d'Archimède faiblement inclinée, dans laquelle le noir remonte, tandis que l'eau descend¹, et

1. En Angleterre on met généralement plus de soins à cette opération

ensuite on le passe au four à revivifier. Mais au point de vue de l'assainissement, il est bien préférable de faire un lavage plus complet. Ainsi, chez M. Sommier, à la Villette, le noir est mis d'abord à fermenter dans des cuves où il reste 2 ou 3 jours ; une partie de la matière organique se détruit, et, en outre, les fragments sont rendus bien plus pénétrables à l'action de l'eau. Pour accroître ce dernier effet, et briser davantage la croûte terreuse ou calcaire qui recouvre les grains de noir, on fait arriver dans les cuves un jet de vapeur à 2 atmosphères emprunté au générateur. On procède enfin au lavage proprement dit, après quoi, le noir est envoyé aux fours. Une fermentation même de 2 à 3 jours est loin de suffire pour détruire la matière organique : aussi, chez quelques industriels, « où l'on respecte, » comme nous disait M. David, à Bordeaux, les vieilles « traditions, » on ne craint pas de porter la durée à 16 jours ; le noir, sortant de là, est à peu près dépouillé de résidus organiques, et la calcination donne peu ou pas d'odeurs. Mais l'inconvénient d'immobiliser un capital de quelque importance tend à restreindre de plus en plus ce mode d'opérer.

Il n'est pas mauvais, quand on peut le faire économiquement, de passer le noir aux acides pour dissoudre les matières terreuses qui le souillent. C'est de cette manière qu'opère M. Kuhlmann, à Loos, lequel revivifie à façon le noir épuisé pour un grand nombre de raffineurs de Lille. Il met à profit sa situation de fabricant de produits chimiques pour laver les grains dans des liqueurs d'acide chlorhydrique faible dont il aurait difficilement l'emploi. Préalablement à ce lavage, il les soumet à une sorte de décortication sous des meules pour désagréger l'enduit terreux. Il est vraisemblable qu'après cette préparation le noir dégage peu d'odeurs aux fours à revivifier.

Quelques-uns même y attachent une importance décisive ; M. Binyon, de Manchester, nous disait : « Quand mes fours donnent de l'odeur, c'est l'ouvrier laveur que je punis. »

Les appareils servant à la fabrication du charbon d'os sont plus ou moins appropriés à la révivification : ainsi on se sert des marmites, des fours Brison, etc. Un appareil qui se rapproche assez de ce dernier et qui donne de bons résultats au point de vue des odeurs, est employé dans des maisons de premier ordre, entre autres chez M. Say à Paris, M. Rostand à Marseille, etc. Les cornues verticales et rectangulaires, de 0^m,35 sur 0^m,07 de section, sont disposées en rangées parallèles entre lesquelles circulent les flammes d'un feu de houille. Chaque cornue est divisée, dans le sens de la hauteur, en trois compartiments. Les flammes ne chauffent que le compartiment supérieur ; les deux autres sont hors de la maçonnerie. Les gaz de la calcination s'échappent à travers les interstices de la cornue et se brûlent dans le carneau. A mesure que le noir est cuit, on le fait tomber successivement dans le deuxième et dans le troisième compartiment, où il se refroidit par degrés. Quoique dans cette raffinerie, le lavage soit très-sommaire, on ne sent pas beaucoup d'odeur sur le plancher de dessiccation.

En Angleterre on a également plusieurs variétés de fours : nous mentionnerons deux types dont on se loue. Le premier, un peu compliqué, consiste en deux cylindres horizontaux superposés, chauffés dans un même foyer, et dans chacun desquels tourne une vis sans fin. Le charbon à révivifier, introduit par un bout dans le cylindre supérieur, est refoulé par la vis vers l'autre bout, d'où il tombe dans le cylindre inférieur pour y subir un mouvement inverse qui le ramène au dehors et le précipite dans des étouffoirs. Chaque cylindre est en outre pourvu d'un tuyau par lequel les gaz de la calcination sont conduits au milieu des flammes. Inutile d'ajouter que la rotation de la vis est calculée de manière à ce que la carbonisation soit complète. M. Torr, à Londres, qui a patenté cet appareil et l'emploie dans sa raffinerie, paraît très-satisfait des résultats. Le second type, plus simple, est usité notamment chez M. Martineau et chez

MM. Gadsden, à Whitechapel (Londres). Dans un massif d'environ 5 mètres de haut, sont ménagées, à intervalles égaux, des rainures verticales de 6 à 7 centimètres de large, perpendiculaires au front du massif et le découpant dans sa profondeur. La partie supérieure des rainures, évasée, débouche sur le plancher où le noir subit une première dessiccation. La partie inférieure, continuée en tôle au dessous du massif, se bifurque en deux rainures de 3 centimètres qui débouchent dans des récepteurs. Entre deux rainures consécutives est un foyer dont les flammes parcourent plusieurs carnaux horizontaux superposés qui les dirigent alternativement d'avant en arrière, et *vice versa*. Le noir se calcine graduellement dans sa descente. Les gaz qui se forment se frayent un passage dans les carnaux à travers les joints des briques et se brûlent au contact des flammes. Sur le plancher, où l'on pourrait craindre que des vapeurs ne s'échappent, on ne sent aucune odeur. Comme on le voit, le principe est toujours le même : il s'agit simplement de brûler les gaz dans le fourneau ; et en effet, ce moyen qui est insuffisant pour la fabrication du noir animal, peut suffire pour sa révivification, laquelle donne lieu à des émanations beaucoup moins intenses et moins difficiles à réduire.

Les procédés de désinfection applicables à la fabrication du charbon d'os conviennent également à la plupart des industries dans lesquelles on calcine des matières animales. Ainsi, à la tannerie de M. Herrenschmidt, près Strasbourg, qui offre un heureux exemple d'utilisation des résidus, on emploie les rognures de peau, les raclures, etc., pour fabriquer du gaz de l'éclairage. Les gaz de la calcination sont si bien désinfectés, dans des épurateurs à la chaux et au coke, qu'on peut impunément s'en servir dans la maison particulière de M. Herrenschmidt. Il est clair que ces gaz pourraient aussi bien être brûlés dans un foyer, et qu'ils n'enverraient pas à la cheminée d'odeurs nuisibles.

Ces moyens n'ont cependant pas suffi pour la calcination

des eaux de suint. Chez MM. Maumené et Rogelet, à Elbeuf, où ces eaux sont traitées sur une grande échelle, on épure les gaz avec de la chaux et de l'acide sulfurique, avant de les brûler sous les cornues; mais ils retiennent encore des produits dont ces réactifs sont impuissants à les débarrasser. Il est juste d'ajouter que les odeurs provenant du suint sont peut-être les plus tenaces de toutes celles auxquelles donne lieu le traitement des matières animales. On ne doit donc pas redouter le même échec dans l'application de ces procédés d'épuration aux autres industries.

ENGRAIS ARTIFICIELS.

L'industrie des engrais intéresse l'assainissement à un double titre. D'abord elle offre aux autres industries un débouché pour une foule de résidus qui, sans cela, deviendraient autant d'éléments d'infection et qui, grâce à elle, peuvent au contraire, être traités avantageusement; cette industrie constitue donc un moyen d'assainissement d'une application assez générale. Mais c'est sous un autre rapport que nous la considérons ici : nous l'envisageons au point de vue des odeurs auxquelles elle-même peut donner lieu par son propre fonctionnement.

On doit distinguer deux catégories d'engrais artificiels : la première est celle des hyperphosphates de chaux, qu'on pourrait aussi bien appeler engrais *anglais*, à cause du pays où cette fabrication a pris naissance et où elle est encore le plus en honneur ; la seconde, beaucoup plus répandue sur le continent et particulièrement en France, comprend cette variété infinie de préparations qui, sous des noms divers, cherchent à utiliser les résidus des villes et les déchets de l'industrie ¹.

1. La remarque de M. Balard à l'exposition de Londres de 1862 est toujours juste, au moins dans l'ensemble : « En France, dit ce savant, nous employons les matières premières sans les modifier, en les asso-

Les hyperphosphates ou superphosphates de chaux s'obtiennent uniformément en traitant par l'acide sulfurique un mélange d'os et de phosphates naturels ou *nodules* qu'on trouve maintenant en grande abondance dans plusieurs pays; quelquefois, mais rarement, les os sont remplacés par un mélange de débris animaux. Les produits gazeux de l'opération consistent en vapeurs organiques et en divers acides minéraux, tels que carbonique, sulfureux, nitreux et, en certains cas, chlorhydrique et fluorhydrique ¹. La combustion serait nécessairement insuffisante pour détruire ces divers produits; la méthode généralement suivie consiste à condenser d'abord et à brûler ensuite. Cette double opération, quand elle est bien menée, ne peut guère laisser échapper dans la cheminée que l'acide carbonique et une faible proportion d'acide sulfureux, c'est-à-dire les deux gaz de beaucoup les moins malfaisants dans ces conditions.

Les dispositions matérielles sont très-variées. Les mieux entendues, à notre connaissance, sont celles de la célèbre fabrique de M. Lawes, à Deptford. Ce grand industriel, qui a tant contribué au progrès de l'agriculture anglaise, a tenu à honneur d'avoir un établissement qui ne pût donner lieu à aucune plainte. Tous les gaz sont entraînés, par un appel énergique, du cylindre mélangeur dans une conduite en plomb où l'on injecte de la vapeur d'eau. Une portion notable d'entre eux, et en particulier les acides nitreux, chlorhy-

« ciant d'une manière variée. Noirs de raffinerie, déchets d'abattoirs, rési-
 « dus de poissons, nodules de phosphates naturels pulvérisés, phosphate
 « de chaux précipité, matières fécales désinfectées, déjections liquides et
 « eaux d'égouts, garanties de l'altération et évaporées par des moyens
 « économiques; tels étaient les produits exposés par notre pays. On y
 « tend à fournir au sol les matériaux nécessaires, mais en laissant aux
 « circonstances naturelles les moyens de les rendre utilisables. »

1. Les acides nitreux, chlorhydrique et fluorhydrique, proviennent, le premier de l'acide sulfurique impur, qui tient en dissolution d'assez fortes proportions d'acide azotique, et les deux autres des chlorures et fluorures associés fréquemment aux phosphates naturels.

drique et fluorhydrique, sont condensés et s'écoulent dans un bras de la Tamise qui passe au pied de l'usine. Les gaz non dissous débouchent sous la grille d'un foyer, où le coke incandescent achève l'œuvre de la vapeur d'eau. Grâce à ces moyens, les 50.000 tonnes d'engrais que M. Lawes livre annuellement au commerce se préparent au sein d'un quartier populeux sans soulever de réclamations. Chez MM. Odams et C^{ie} à Plaistow, la conduite en plomb est remplacée par une colonne de coke arrosé d'eau. Les vapeurs sont rassemblées au moyen d'une cage ou hotte qui entoure les cylindres mélangeurs. Mais le tirage et la condensation laissent à désirer, et des vapeurs rutilantes s'échappent dans les ateliers et au dehors. Chez MM. Griffin et Morris, à Wolverhampton, le condenseur se compose d'une citerne ou flacon laveur et d'un large conduit en briques de 10 à 12 mètres de long, divisé par une série de cloisons percées de manière à rompre le plus possible le courant de gaz. On recueille le liquide riche en acide sulfurique et sulfureux, et on l'utilise pour de nouvelles opérations. Il est regrettable qu'au sortir du condenseur les gaz soient envoyés directement à la cheminée, car les émanations organiques, qui cèdent assez bien à l'action d'une pluie très-divisée, sont mal absorbées par le passage à travers des cloisons.

En Belgique et surtout en Allemagne, où la fabrication anglaise commence à prendre une grande extension, les dispositions laissent en général beaucoup à désirer pour la destruction des dégagements ; mais on peut citer une pratique qui s'est introduite récemment dans plusieurs fabriques, et qui a pour résultat de diminuer les dégagements sulfureux dus à l'attaque des os. Elle consiste à soumettre préalablement ceux-ci à l'action de la vapeur, pendant deux ou trois heures, à une pression de 4 ou 5 atmosphères. Ils deviennent ainsi excessivement friables, sont attaqués très-facilement à froid par l'acide sulfurique, et ne réagissent point sur lui pour le décomposer et former de l'acide sulfureux. Cette pra-

tique est en usage à Stolberg et à Mannheim.

La seconde catégorie d'engrais donne lieu à deux classes d'opérations bien distinctes : les unes s'effectuent dans des appareils spéciaux, les autres à découvert, sur le sol, d'une manière plus ou moins analogue à la préparation des fumiers de ferme.

Dans les appareils spéciaux, on ne traite guère que le sang des abattoirs et divers résidus organiques, tels que crins, poils, plumes, bourres, vieux cuirs, etc., lesquels, dans leur état naturel, seraient difficilement assimilables aux plantes. Le plus grand progrès réalisé dans ces derniers temps a consisté à opérer en vases clos, sous des pressions élevées, qui déterminent, sans le concours d'agents chimiques, la désagrégation des matières ; c'est, on le voit, le même principe que celui qui facilite l'attaque des os dans la méthode allemande. La fabrique de M. Rohard, à Aubervilliers, qui livre un millier de tonnes d'engrais par an, est très-intéressante sous ce rapport. Les os, les cuirs, et autres déchets, sont mis dans des autoclaves fonctionnant à une pression de 9 ou 10 atmosphères. A cette température, et sous l'influence de l'humidité, les substances sont réduites en pâte au bout de quatre ou cinq heures de cuisson. On les retire ensuite et on les place dans de grands tas de fermentation, sur lesquels nous reviendrons tout à l'heure. Le mode même d'attaque prévient les odeurs, qui forcément se trouvent concentrées dans les récipients.

Les opérations à découvert, qui jouent encore le principal rôle, ont toutes pour objet d'associer les matières, de façon à constituer de véritables composts, et d'abandonner ensuite les masses à elles-mêmes, jusqu'à ce que la fermentation spontanée ait converti chaque tas en un tout bien homogène pouvant être débité sans répandre d'odeurs insalubres. L'abattoir municipal d'Aubervilliers offre un bon exemple de cette industrie. On y forme des tas de 3 mètres à 3^m, 50 de haut, cubant de 2 à 300 mètres cubes, dans lesquels on

fait entrer les intestins des chevaux maigres équarris dans l'établissement, ainsi qu'une partie des bouillons gras provenant de la cuisson aux autoclaves. Les tas sont composés de couches horizontales alternatives, savoir : d'une part, les intestins associés avec divers résidus organiques, notamment de la tontisse de laine ; d'autre part, des matières absorbantes, plus ou moins fertilisantes, telles que phosphates minéraux, tourbes, terreau, tan épuisé, charbon d'os, sciure de bois ayant servi aux filtrations grasses, etc. Le tout est recouvert d'une chemise de tourbe de 30 à 40 centimètres d'épaisseur. Pendant et après la confection du tas, on a soin d'arroser les couches et le revêtement avec du chlorure acide de manganèse provenant de la fabrication du chlore. Cette précaution combinée avec la présence des matières absorbantes, prévient le dégagement des odeurs cadavéreuses. Du reste, on ne manque pas, dès qu'une fissure se produit dans le tas, de la boucher exactement et d'arroser de chlorure. On calcule que la consommation de ce réactif, lequel est un embarras pour les fabriques qui le produisent, est d'environ 12 litres pour les intestins d'un cheval. Le tas, livré à lui-même, entre promptement en fermentation. Au bout de huit à dix mois, un an au plus, on le démolit pour le remanier et le bien mélanger, en ayant toujours soin d'arroser de chlorure, si besoin est. On le laisse encore en repos deux ou trois ans, et on le débite ensuite sous le nom de *compost*. Il est alors tout à fait inodore ou du moins il n'a qu'une légère odeur de guano.

Chez M. Rohart, on forme également, nous l'avons dit, de grands tas dans lesquels on fait entrer, au lieu d'intestins, les matières animales réduites par la pression aux autoclaves. La liqueur acide désinfectante est suppléée par des fragments de vitriol mêlés aux substances absorbantes.

La manière de composer les tas varie naturellement beaucoup, selon les usages des localités. Le point essentiel, pour la salubrité, c'est d'associer la matière putrescible

avec une proportion convenable de matière poreuse, et de combattre soigneusement les dégagements à mesure qu'ils se déclarent, au moyen d'un agent chimique convenablement approprié. Il est des cas où la présence d'un élément bien choisi suffit pour assainir entièrement la fabrication, dans des conditions tout à fait économiques. Ainsi, chez M. Béglin, à la Minière (Seine-et-Oise), où l'on traite journellement 7 mètres cubes de sang des abattoirs de Paris, on emploie pour attaquer ces liquides le mélange d'acide sulfurique et de matières goudronneuses qui constitue le résidu de l'épuration des huiles de schistes. Le magma boueux ainsi obtenu est étendu sur des aires planes où il se dessèche pour y être ensuite pulvérisé et mêlé avec des phosphates minéraux. La présence du goudron prévient la formation des odeurs infectes qui se produisaient à l'époque où l'on employait, pour l'attaque du sang, l'acide sulfurique ordinaire au lieu du mélange bien plus économique fourni par les fabriques d'huiles minérales. Aussi l'usine, qui avait été menacée d'interdiction, a-t-elle pu, grâce à cette innovation, continuer heureusement ses travaux.

Les mêmes précautions sont usitées à l'étranger et ont également donné de bons résultats. Pour en citer un exemple, à Neder Overhembeck, dans le Brabant, MM. Tétard-Féry et C^{ie} opèrent sur du sang, du poisson, des os, etc., réunis à des substances minérales, telles que sulfate de fer, sel marin, etc. Ils combattent les émanations par les moyens suivants : 1° les matières organiques ne séjournent dans l'usine qu'après avoir été mélangées avec des substances, comme le coaltar, qui en préviennent ou en arrêtent la fermentation ; 2° les matières sont acidulées avant d'être soumises aux opérations ultérieures ; 3° la dessiccation s'effectue en vases clos, et les produits gazeux sont dirigés dans un foyer incandescent.

Nous citons ces divers faits parce que le mode de fabrication des engrais variant à l'infini, il est impossible d'in-

diquer aucune règle générale; c'est à chaque industriel à voir dans ses propres opérations ce qui appelle l'emploi de tel ou tel moyen d'assainissement.

Il resterait à décrire une autre branche très-importante — au moins sur le continent — de la fabrication des engrais, laquelle est en même temps une source d'odeurs infectes : nous voulons parler de celle qui s'exerce sur les matières fécales. Au point de vue de la corruption de l'atmosphère, cette industrie devrait trouver place ici; mais comme elle se rattache à la question générale des *vidanges*, qui est du domaine municipal, nous la traiterons dans un autre ouvrage ¹.

A propos des engrais artificiels, le comité consultatif des Arts et Manufactures avait posé à l'auteur de ce livre, lors d'un de ses voyages en Angleterre, la question suivante, laquelle touche à la plupart des industries qui s'exercent sur des matières animales :

« La préparation des engrais artificiels a-t-elle des effets nuisibles à la salubrité ? Étant distingué, bien entendu, ajoutait le comité, le désagrément de l'odeur, d'une action délétère. »

Après s'être renseigné auprès des hommes les plus compétents de l'Angleterre, où la question avait été tout particulièrement étudiée, et avoir visité un grand nombre de manufactures de ce pays, l'auteur crut devoir faire la réponse suivante, qu'on sera peut-être bien aise de retrouver ici, vu l'importance du sujet :

« Les avis, dit-il, sont partagés dans le Royaume-Uni, et cela tient en grande partie à ce qu'on ne précise pas toujours si la fabrication est supposée *bien* ou *mal* conduite. Dans les usines mal installées, ce ne doit pas être impunément que les vapeurs fétides et des gaz tels que les

1. *Principes de l'assainissement des villes*, chez le même éditeur.

« acides nitreux et fluorhydrique sont libérés au dehors ou
 « se répandent dans les ateliers. Plusieurs faits, relevés pen-
 « dant les épidémies cholériques de 1849 et 1854¹, établissent

¹ Les extraits qui suivent sont empruntés à divers rapports officiels du Général Board of Health. Les fabriques d'engrais artificiels n'y sont point distinguées, quant à leur influence délétère, de celles de gélatine, de graisse, etc., dont les émanations sont de même famille. Il est d'ailleurs facile de voir, par les termes mêmes du récit, qu'il s'agit de fabriques très-mal dirigées.

« Tout en face de l'asile de Christchurch, à Spitalfields (Londres), et
 « séparé seulement par une petite rue de quelques pieds de large, il y
 « avait en 1848 une fabrique d'engrais artificiels, dans laquelle du sang
 « de bœuf et des matières fécales étaient desséchées dans un four ou
 « quelquefois exposées simplement à l'action du soleil et de l'air, et
 « dégageaient les odeurs les plus nauséabondes. L'asile contenait en tout
 « 400 enfants et quelques adultes. Chaque fois que la fabrique était en
 « pleine activité et particulièrement quand le vent soufflait vers l'asile, il
 « se produisait de nombreux cas de fièvre, d'une nature maligne et ty-
 « phoïde. De ce chef seulement il y eut 12 morts dans un trimestre. Dans
 « le mois de décembre 1848, après l'apparition du choléra dans le district,
 « 60 enfants furent soudainement saisis d'une forte diarrhée. Le proprié-
 « taire ayant été obligé de fermer son établissement, les enfants revinrent
 « à leur santé ordinaire. Cinq mois après, la fabrique reprit : pendant un
 « jour ou deux, le vent souffla vers l'asile, apportant les plus mauvaises
 « odeurs. Dans la nuit suivante, 45 enfants, dont les dortoirs étaient en
 « face, furent pris d'une forte diarrhée, tandis que ceux dont les dortoirs
 « étaient plus loin et du côté opposé furent préservés. La fabrication
 « ayant cessé de nouveau, la diarrhée n'a plus reparu. » (*Report on the epidemic cholera of 1848 and 1849.*)

Le même document cite encore le cas de Southwark, paroisse de Saint-Georges, comme ayant beaucoup souffert du voisinage d'une manufacture de ce genre, et le cas du pénitencier Millbank, dont le médecin, le Dr Baly, n'hésitait pas à attribuer la dysenterie aux émanations organiques provenant des fabriques à bouillir les os du district de Lambeth.

On lit dans un rapport de 1854 :

« Dans vingt maisons de Suffolk street (Borough), il y eut des morts
 « du choléra. Jusqu'au 23 septembre 1854, il y eut dans ces maisons
 « 29 cas de choléra, au moins autant de forte diarrhée, et 24 morts. Non
 « loin de là se trouvent des établissements à bouillir les os, des fabriques
 « de cordes à boyaux, des écorcherie, dont les odeurs donnaient lieu à
 « beaucoup de plaintes. A l'exception de ces odeurs, on ne pouvait, pour
 « trois d'entre ces vingt maisons, apercevoir aucune autre cause d'insalu-
 « brité. » (*Epidemic cholera in Metropolis, 1854.*)

Relativement aux paroisses de St-George-in-the East, de Lambeth et de Wandsworth, où les mortalités cholériques avaient été respectivement

« que la mortalité a été considérable dans le voisinage de
 « diverses fabriques, et l'on en a tiré la conclusion que ce
 « genre d'émanations exerçait une très-fâcheuse influence
 « sur la santé publique. On oppose à ces faits que dans des
 « établissements même défectueux, les ouvriers paraissent
 « bien portants¹, et que, sauf les cas exceptionnels où ils
 « seraient exposés à l'action directe des acides minéraux, ils
 « peuvent sans inconvénient respirer les vapeurs dues aux
 « matières organiques. En admettant l'exactitude de ces der-
 « nières observations, difficiles à bien établir par suite de la
 « partialité des patrons, il n'en resterait pas moins ce fait que
 « si, à l'état normal, les vapeurs d'origine organique n'exercent
 « pas d'effet appréciable sur la santé publique, elles consti-
 « tuent du moins un milieu très-propre au développement
 « des germes épidémiques. Quant aux fabriques bien tenues,
 « comme celle de M. Lawes, par exemple, on n'y rencontre
 « que cette faible odeur, inséparable du maniement des ma-
 « tières animales, même traitées avec le plus de soin, et l'on
 « peut admettre qu'elles sont tout à fait exemptes d'insalu-
 « brité. Réduite à ces termes, la même conclusion s'applique
 « à une foule d'autres industries, telles que la fabrication
 « de la gélatine, du suif, du charbon d'os, etc.

égales à 3 fois, 7 fois et 8 fois la mortalité moyenne de la métropole, le même rapport fait les remarques suivantes :

« Dans la paroisse de St-George-in-the East, il y a 2 établissements à
 « bouillir les os, 2 à bouillir l'huile, 3 de savon, 4 ou 5 raffineries de sucre
 « où l'on révivifie le noir animal, 1 distillerie de naphte, 1 fabrique de
 « chandelle, 1 local à faire bouillir le poisson pourri....

« Le Dr Hassall établit que les principales industries insalubres à
 « Lambeth sont 5 fabriques pour bouillir et broyer les os, 1 manufacture
 « de glue.

« Il y a d'autres industries insalubres en activité à Wandsworth, et le
 « Dr Hassall exprime sa conviction sur l'absolue nécessité de faire dis-
 « paraître celles qui causent le plus de mal... »

1. M. Taunzen, à Glasgow, qui prend peu de précautions contre les odeurs, a la prétention que son industrie soit non-seulement inoffensive, mais même favorable à la santé de ses ouvriers.

« En résumé, on peut dire que ces industries sont sans
« inconvénient sur la santé publique quand elles satisfont
« à la double condition : 1° que les gaz et vapeurs soient
« absorbés ou brûlés convenablement ; 2° que les matières
« premières séjournant dans l'usine ne fournissent pas d'é-
« manations putrides. Or cette double condition peut tou-
« jours être remplie. »

Il convient d'ajouter que de ces deux conditions la seconde, à laquelle on accorde souvent moins d'attention, est certainement la plus importante ; car l'expérience prouve que les émanations provenant de la fermentation putride sont beaucoup plus malsaines que celles qui résultent de la fabrication proprement dite, même quand aucun moyen n'a été pris pour assainir cette dernière. L'essentiel dans ces industries est donc d'employer les matières dans un suffisant état de fraîcheur ou préservées artificiellement de la corruption ; moyennant cette précaution fondamentale, la fabrication peut bien encore rester incommode, mais il ne paraît pas qu'elle puisse devenir dangereuse pour la santé publique.

FUMIVORITÉ OU DESTRUCTION DE LA FUMÉE.

L'ordre de faits que nous abordons ici touche de très-près les populations urbaines. En effet, la multiplicité des foyers industriels et l'usage de plus en plus répandu des combustibles minéraux, notamment de la houille, ont pour résultat de souiller l'air des villes d'une quantité de fumée qui devient pour les habitants une source sérieuse d'inconvénients. Aucune ville, pour ainsi dire, n'y échappe ; les simples ateliers mécaniques, les chemins de fer, la navigation à

vapeur, au besoin même les simples foyers domestiques, suffisent pour faire naître cette nature d'inconvénients. On comprend dès lors l'intérêt qui s'est attaché aux recherches ayant en vue de les faire disparaître et ainsi l'on s'explique la multitude d'inventions qui ont pris naissance dans cette voie depuis une vingtaine d'années¹.

Avant d'en résumer les résultats principaux, nous voulons marquer le trait essentiel du problème qui se pose ici aux inventeurs : il ne s'agit pas pour eux, comme dans les industries que nous venons d'examiner, de diminuer par voie d'absorption ou autrement, la proportion de gaz plus ou moins délétères, mais simplement de ramener à l'état de gaz transparents certains éléments tenus en suspension dans le courant et qui lui communiquent son opacité et sa couleur. C'est moins un acte d'assainissement dans la véritable acception du mot, qu'un acte de *décoloration*. Les quantités d'acide sulfureux, d'acide carbonique et autres gaz nuisibles qui se trouvent dans la fumée ne sont pas changées, mais le courant perd son aspect fuligineux et la propriété qu'il avait de salir les objets par des dépôts de suie². Or — et c'est ici le point à noter

1. Lors d'une enquête faite, il y a quelques années, par le Parlement anglais, on comptait, dans le Royaume-Uni seulement, plusieurs centaines de procédés patentés, dont 150 au moins avaient été l'objet d'essais en grand, c'est-à-dire avaient été appliqués, pendant une période suivie, dans quelque fabrique importante.

2. Bien que l'acte de la fumivorité soit sans influence sur la quantité effective d'acide sulfureux et autres gaz nuisibles émis dans l'atmosphère, il convient cependant de remarquer que la portion de ces gaz qui arrive au contact des plantes et des animaux, se trouve généralement diminuée ; ce qui tient à ce que les brouillards fuligineux et la suie, qui s'abattent sur le sol, sont un des grands véhicules de l'acide sulfureux et l'empêchent de se disséminer dans l'atmosphère. C'est même de cette manière indirecte, à savoir en affaiblissant l'action de l'acide sulfureux, qu'on admet en Angleterre que la fumivorité puisse intéresser l'agriculture. Car on ne pense pas que le noir de fumée soit *par lui-même* nuisible aux plantes, mais l'on attribue ses effets aux acides qui l'accompagnent ordinairement. Telle est l'opinion qui s'est produite, sans conteste, dans le comité d'enquête de 1862, et qui est partagée par les chimistes que nous avons eu occasion de consulter. Il est certain, en effet, que dans un pays où les pluies et

pour les inventeurs — l'excès de matière carbonneuse qui souille le courant et dont on se propose de le dépouiller tient invariablement à une combustion incomplète ; c'est donc à compléter cette combustion et à nul autre résultat que doivent tendre les appareils fumivores. Tel est le point de vue fondamental auquel on s'est placé en Angleterre et auquel on commence à se ranger sur le continent ; il a mis fin à une foule d'inventions irrationnelles qui n'étaient propres qu'à retarder le progrès qu'on ambitionnait ; la plupart des procédés mis en avant ont été dès lors abandonnés ou ne tarderont pas à l'être, et ceux-là seulement pourront échapper à l'oubli qui, avec des dispositions simples, réalisent la condition expresse dont nous parlions tout à l'heure, de rendre la combustion plus complète, c'est-à-dire de mettre les gaz combustibles en présence d'une quantité suffisante d'oxygène à une température convenable¹. C'est de ces derniers exclusivement qu'il convient de s'occuper.

Les fourneaux doivent être distingués en 2 catégories :

1^o Ceux dans lesquels on effectue certaines élaborations déterminées, comme les fours à puddler, à verres, à poteries, etc., et dont les dispositions sont par conséquent plus

les brouillards sont si fréquents et nettoient continuellement les plantes, l'obstruction des sporules causées par des particules de suie aurait, abstraction faite de l'action des acides, des effets peu sensibles ; mais comme, en fait, les acides et particulièrement l'acide sulfureux s'y trouvent toujours mêlés, il s'ensuit que la suie devient l'occasion de dommages réels ; et ce que nous disons ici des plantes s'applique évidemment à la respiration des êtres animés. D'où l'on voit que la fumivorité, bien qu'étrangère par son principe à l'assainissement, s'y trouve cependant liée par ses conséquences.

1. Sous l'influence des saines idées, on a réalisé, en Angleterre surtout, une amélioration d'ensemble vraiment remarquable. « Ceux qui voient
« aujourd'hui l'atmosphère de Londres, Manchester, Glasgow et autres
« grandes cités, nous disaient les hommes les plus compétents, les
« Dr^s Letheby, Hofmann, A. Smith, Roscoe, n'ont aucune idée de ce qu'é-
« tait cette atmosphère il y a huit ou dix ans. Et non-seulement l'air a
« gagné en transparence, mais même la quantité d'acide sulfureux respiré
« a diminué, quoique la quantité dégagée ait considérablement augmenté ».

ou moins commandées par la nature même des opérations ;

2^o Ceux qui servent simplement au chauffage des appareils à vapeur, et dont on est beaucoup plus maître de faire varier à volonté les dispositions.

FUMÉE DES FOURS A PUDDLER, A VERRES, A POTERIES,
A COKE, ETC.

Le progrès le plus marquant selon nous, parce qu'il est le plus général, consiste dans l'introduction du système *Siemens*, ainsi désigné du nom de l'habile ingénieur qui l'a inventé.

Le principe fondamental de ce système est d'employer le combustible à l'état gazeux, au moyen d'une distillation préalable de la houille, ou, pour parler plus exactement, en convertissant celle-ci en oxyde de carbone et en hydrogène carboné. Les gaz sont ensuite amenés dans le four de fabrication et brûlés à l'aide d'une introduction d'air convenablement calculée. La combustion est par là beaucoup plus complète que par les procédés ordinaires, et le but de la fumivoricité se trouve atteint en même temps qu'on réalise une économie sensible de combustible. L'application du système comporte donc deux appareils distincts : celui où s'effectue la distillation de la houille et qui est indépendant de la nature de l'industrie à laquelle les gaz doivent servir, et celui où s'accomplit l'élaboration industrielle elle-même, lequel varie nécessairement avec la nature de cette élaboration.

L'appareil distillatoire, tel que nous l'avons vu fonctionner à la grande verrerie de M. Chance, à Spon Lane, près Birmingham, consiste essentiellement en une grille fortement inclinée à barreaux très-rapprochés, de manière à restreindre l'introduction de l'air (Pl. XVI, fig. 3 à 5). Les deux premiers tiers de la grille sont formés de barreaux placés dans le sens ordinaire et le dernier tiers de barreaux horizontaux ou de gradins perpendiculaires à la direction des précédents. Sur

la première partie de la grille, le combustible, chargé par un orifice supérieur ménagé *ad hoc*, ne fait guère que s'échauffer en glissant; il s'accumule sur le fond où il prend une grande épaisseur et c'est là que la distillation s'opère. La température est assez élevée au contact immédiat des barreaux pour qu'on ait cru devoir, pour les ménager, entretenir sous le barreau inférieur un léger filet d'eau contenu dans un auget en fer. Cette température diminue graduellement à mesure qu'on s'enfonce dans l'épaisseur du charbon amoncelé et les gaz provenant d'une première combustion complète s'y réduisent graduellement pour passer à l'état d'oxyde de carbone et d'hydrogène carboné, état sous lequel ils s'échappent à une température relativement basse. Nous n'insistons pas sur les indications de détail, que l'inventeur fournit au reste lui-même en autorisant l'application de son appareil. Nous ajouterons seulement que le point important étant d'avoir un afflux d'air modéré et uniforme à la grille, il est d'usage d'enfermer le foyer dans le sous-sol, afin de le soustraire à toutes les variations des agents atmosphériques.

Tel est en son principe l'appareil destiné à fournir les gaz de chauffage. Quant au mode même de ce chauffage, il varie, avons-nous dit, suivant le genre d'industrie. Chez M. Chance, l'air supplémentaire est réuni aux gaz à la sortie de l'appareil distillatoire : à cet effet, un orifice est ménagé au cerveau de la voûte du foyer, en avant de l'autel (Pl. XVI, fig. 3 à 5); les deux courants se rencontrent et se pénètrent au dessus de l'autel en passant à travers une série de trous percés dans une cloison en briques et en outre ils s'échauffent notablement, à cause de la haute température où ces briques se trouvent portées par suite de leur liaison avec la maçonnerie du foyer. De là, le mélange circule à travers un long tuyau où il devient de plus en plus intime, et finalement il débouche tout enflammé dans les fours à fondre le verre, où la combustion s'achève en développant une si haute température, qu'à la première fusion, MM. Chance, qui avaient forcé le feu par

excès de précaution, perdirent toute leur fournée ; « à leur grand contentement, nous disaient-ils, car cela levait pour eux la dernière objection qu'ils avaient aperçue au système. » L'économie de charbon a été moindre d'ailleurs qu'ils ne s'y attendaient, mais la destruction de la fumée est complète.

Des dispositions analogues ont été adoptées dans plusieurs verreries ou cristalleries de premier ordre, entre autres à S^{te}-Hélène, à Clichy, Baccarat et Saint-Louis, à Namur, Biebrich, Mannheim, etc., ainsi que dans les fabriques de glaces de Montluçon et de Saint-Gobain. Le même système, avec des modifications appropriées, fonctionne également dans diverses industries, aux fours à zinc de Viviers et de Tours, à l'usine à gaz de Vaugirard, dans la fabrique de poteries de M. Humphrey, près Southampton, à la fonderie d'acier de Brades, près Birmingham, etc. Mais l'application la plus intéressante de toutes, à notre avis, est celle qui a été faite aux fours à puddler et à réchauffer, parce qu'ici, il ne s'agit pas seulement d'obtenir une température convenable, mais il faut encore, surtout pour les premiers, que le courant gazeux contienne de l'oxygène libre dans une certaine proportion. Trois ou quatre établissements métallurgiques, entre autres celui de M. de Vendel à Hayange (Moselle), ont établi des fours d'après ce système. Pour le puddlage, la disposition est la suivante (Pl. XVII, fig. 7. à 9) : La sole du four conserve sa forme et ses dimensions ordinaires ; les deux courants, de gaz combustibles et d'air atmosphérique, après avoir traversé séparément des chambres chauffées par les flammes perdues, se rencontrent dans un espace rectangulaire ménagé à l'entrée du four : ils se mélangent intimement, et la combustion s'engage avec une grande vivacité. Les flammes parcourent la sole dans le sens de la longueur, et sortent à l'autre extrémité par deux canaux symétriques, à gauche et à droite de l'axe de la sole, pour, de là, circuler dans les appareils de chauffage et se rendre à la cheminée.

Des valves modératrices permettent de régler à volonté le débit des gaz, et de faire varier, selon les besoins, la proportion d'oxygène.

Toutefois les applications du système Siemens ne sont encore ni assez nombreuses, ni même pour certaines branches de fabrication, assez décisives pour qu'on doive être indifférent aux autres tentatives ayant en vue de remédier à la fumée. Dans l'industrie du puddlage, dont nous venons de nous occuper, nous citerons les fours de MM. Johnson frères, à Bradfort, près Manchester, auxquels leurs propriétés fumivores ont acquis une certaine célébrité dans le Lancashire. La simplicité de leurs dispositions semble indiquer que le procédé est susceptible de généralisation. Cinq couples de four chauffent autant de chaudières à vapeur verticales. Les fours accouplés sont d'ailleurs parfaitement indépendants l'un de l'autre, afin de ne pas gêner les opérations : leurs gaz ne se réunissent que sous la chaudière, d'où un tuyau commun les amène dans une cheminée centrale desservant l'atelier. Ils n'offrent rien de particulier dans leurs dimensions générales, si ce n'est d'être moins allongés qu'à l'ordinaire, circonstance qui paraît sans influence sur la fumivoricité. Le seul trait caractéristique est une ouverture de la dimension d'une brique, pratiquée sur le tuyau de sortie, à un demi-mètre de l'extrémité du four. L'ouvrier découvrant à volonté cet orifice au moyen d'une brique mobile fait varier l'introduction de l'air supplémentaire de façon à entretenir dans le tuyau une combustion intense qui s'achève dans la chambre ménagée sous la chaudière. A l'entrée de cette chambre un registre permet au puddleur de régler le tirage. Nous avons constaté que même pendant le chargement des foyers, la cheminée centrale n'émettait pas de fumée appréciable. Le charbon employé est d'ailleurs le même que dans les autres usines.

Aux Forges et Chantiers de la Méditerranée, on s'est borné à associer simplement les fours à puddler, deux à deux, et

à donner un assez grand développement au conduit dans lequel les flammes de deux fours se réunissent pour être utilisées au chauffage d'une chaudière à vapeur. En ayant soin d'alterner le chargement des foyers, on peut maintenir la température et la composition du mélange dans des conditions telles que la combustion se complète à peu près sous la chaudière.

Une autre disposition fort intéressante, dont le principe s'éloigne peu du système Siemens, tel que nous venons de le décrire à la verrerie de M. Chance, a été patentée par M. Henry Doulton et fonctionne avec le plus grand succès dans la plupart des fabriques de poteries de Lambeth (Londres) et notamment dans celle de l'inventeur. C'est à cette innovation que le district de Lambeth doit d'être débarrassé des épaisses fumées qui souillaient encore, il y a quelques années, cette partie de la métropole.

La fabrique de MM. Doulton et Watz, qui livre au commerce 15.000 tonnes environ de poteries par an, compte quinze grands fours munis chacun de dix foyers, dans lesquels on brûle une houille de Newcastle très-bitumineuse. Comme dans le four distillatoire Siemens, on charge par le haut et on empile le combustible sur une grande épaisseur, de manière à restreindre l'afflux de l'air à travers la grille (Pl. XVI, fig. 6). Le tas de houille se dispose naturellement suivant une surface dont l'inclinaison rappelle celle de la grille Siemens ; le charbon s'échauffe à mesure qu'il descend vers le bas, où il subit sa distillation préliminaire, et l'air supplémentaire est fourni de même à la sortie. A cet effet, sur la voûte de chaque foyer et un peu au-delà de l'orifice de chargement, est une cloison verticale en briques percées de trous de 7 à 8 millimètres de diamètre qu'on démasque plus ou moins, selon les besoins. L'air du dehors afflue à travers les trous, s'échauffe au passage, et derrière la cloison rencontre les gaz de la houille avec lesquels il se mélange. La combustion s'engage et les flammes se précipitent dans l'in-

térieur du four où elles ne tardent pas à se brûler complètement. Les gaz à la sortie de la cheminée sont absolument incolores; mais pour peu qu'on masque les trous de la cloison d'un seul foyer, ils deviennent aussitôt fuligineux.

Dans l'industrie de la porcelaine, qu'on rapproche volontiers de la précédente, on ne rencontre cependant pas de procédé efficace, bien que pour certaines villes la question présente de l'intérêt ¹. L'application des systèmes Siemens, Doulton, ou tout autre analogue, paraît y rencontrer des difficultés particulières tenant à la nature des opérations. Selon M. Marquet, l'un des industriels les plus compétents de Limoges, le problème ne peut pas être résolu dans ce centre manufacturier en conservant les fours actuels. Ceux-ci ont jusqu'à cinq mètres et demi de diamètre intérieur et 10 mètres de haut : ils sont desservis par huit ou dix alandiers ou foyers à la circonférence et quelquefois par un alandier supplémentaire au centre. La fumée se produit surtout pendant les premières vingt-quatre heures, alors qu'on a soin de ne pas allumer les gaz, afin que l'élévation de la température soit bien graduée et se répartisse uniformément sur tous les points. « Quel que soit le mode adopté pour brûler
« les gaz dès le début, on est sûr, nous disait M. Marquet,
« que la température s'élèvera trop aux points de combustion
« et qu'une partie de la cuite sera manquée ². La première
« condition serait donc de construire des fours d'un diamètre
« beaucoup moindre, et sans doute aussi il faudrait en varier
« les dispositions. On pourrait, par exemple, avoir plusieurs
« petits fours conjugués, que les gaz parcourraient successi-
« vement, de telle sorte qu'à la sortie du four où le chauff-

1. Notamment à Limoges, où, depuis la substitution de la houille, tout un côté de la ville est envahi par les fumées des fours.

2. Cet inconvénient n'existe pas pour les fours à poteries, auxquels le système Doulton réussit à merveille, parce que les pièces peuvent supporter un excédant de température.

« fage commence, on allumerait les gaz pour le four suivant, « où le chauffage est plus avancé. » Nous exposons ces idées, non à titre de solution, mais pour montrer comment la question est envisagée sur les lieux-mêmes.

Ces divers procédés ont un trait commun, qui montre dans quelle voie la solution doit être cherchée pour les autres industries : ce trait, c'est l'introduction d'une certaine quantité d'air supplémentaire, en vue de réduire les gaz incomplètement brûlés sur la grille. Tel nous paraît être en effet, nous l'avons dit, le fondement de toute disposition fumivore ; ce principe doit se retrouver le même partout, les détails seuls d'exécution varient.

Toutes les industries cependant ne se prêtent pas également bien à l'application d'un tel principe. Les fours à coke, par exemple, présentent une difficulté spéciale, tenant à ce qu'on ne peut introduire dans le four lui-même l'air nécessaire pour compléter la combustion des gaz, car on risquerait ainsi de brûler une partie du coke, qui est précisément le produit qu'on veut conserver. D'un autre côté, à une certaine distance du four, les gaz n'ont pas, surtout au début de la distillation, une température suffisante pour qu'on puisse les enflammer aisément. L'obstacle est levé dans les usines où l'on a l'emploi de ces gaz pour chauffer des appareils à vapeurs ; car alors on peut les faire concourir avec les flammes d'un foyer ordinaire, dont la haute température détermine une conflagration générale. Mais dans la plupart des circonstances on n'a pas une semblable ressource à sa disposition et il serait trop onéreux d'entretenir un feu exprès pour la combustion des fumées. En pareil cas la disposition la plus économique nous paraît être celle qu'on a adopté dans divers centres houilliers et particulièrement dans le comté de Durham, où les gaz des fours à coke avaient produit des ravages comparables à ceux des usines à cuivre ¹. Au lieu de laisser

1. Nous retrouvons ici l'observation déjà faite au sujet de l'influence

chaque four dégager isolément ses fumées presque au ras du sol, on réunit celles d'un certain nombre de fours dans un carneau commun qui débouche à une cheminée centrale de 20 à 25 mètres d'élévation. Dans le comté de Durham, on voit jusqu'à 40 fours desservis à la fois par une seule cheminée, et le dégagement est presque incolore ; en tous cas il est assez dépouillé pour que les dommages ne soient plus sensibles. Cette disposition généralisée dans la contrée que nous citons, en a complètement changé l'aspect. Les bons effets ainsi obtenus ne doivent pas être attribués uniquement à l'excès de tirage produit par la cheminée ; mais ils sont dus bien plutôt à ce que tous les fours n'étant pas chargés en même temps, les gaz inégalement échauffés se rencontrent dans le carneau qui aboutit à la cheminée, et les plus chauds servent à brûler les plus froids ¹.

Nous signalerons accessoirement quelques tentatives faites à diverses époques pour condenser certains éléments ammoniacaux et empyreumatiques contenus dans les fumées des fours à coke. Il s'était fondé, il y a peu d'années, à Alais,

indirecte que peut exercer la fumée proprement dite sur l'action de l'acide sulfureux qui s'y trouve mêlé. Dans le comté de Durham, en effet, ce n'était pas de la couleur et de l'opacité des dégagements qu'on se plaignait : car on est en pleine campagne, et le désagrément, si grand dans les villes, y était fort atténué ; mais on y souffrait des ravages de l'acide sulfureux sur la végétation, ravages qui ont cessé quand les dégagements ont été rendus plus transparents, et, on doit ajouter aussi, portés à un niveau plus élevé au dessus du sol.

1. La nouvelle disposition paraît être plus avantageuse qu'onéreuse aux exploitants. Voici en effet ce qui a été déclaré dans l'enquête parlementaire de 1862 sur les *Vapeurs nuisibles* : « Je puis établir, dit M. John « Farington, que le coût originaire des fours à coke, sous l'ancien système, était de 32 livres (800 francs) par four ; sous le nouveau système, « comprenant la cheminée, les carnaux et tout ce qui s'y rattache, le coût « est seulement de 42 livres (1050 francs). Tout le coke est fabriqué par « des entrepreneurs ; ou parmi ces entrepreneurs, il n'y en a aucun qui dira « avoir moins de rendement, tandis qu'un certain nombre déclare en avoir « plus avec le nouveau système qu'avec l'ancien ; en outre de ce résultat, « les entrepreneurs gagnent presque la moitié du temps dans la fabrication ; par conséquent il y a tout avantage à avoir des cheminées. »

une industrie de ce genre. Il en résultait indirectement un progrès sanitaire puisque les fumées étaient en partie purifiées par ces opérations ; mais il ne paraît pas que cette industrie ait jamais été bien prospère. Nous doutons, quant à nous, que ce soit de ce côté qu'on doive attendre le progrès de l'assainissement.

FUMÉE DES APPAREILS A VAPEUR.

C'est surtout dans les fourneaux desservant les appareils à vapeur, où l'on dispose à peu près comme on veut de l'arrangement intérieur, que l'esprit d'invention a pu aisément se donner carrière. Mais on revient de l'engouement qu'inspiraient à une certaine époque les appareils soi-disant fumivores, et, après bien des essais, on a fini par reconnaître qu'aucun type de foyer ne mérite exclusivement cette qualification, mais que tous peuvent le devenir moyennant l'observation des principes suivants :

1^o Avoir une épaisseur modérée de charbon sur la grille, 10 à 12 centimètres, par exemple, 15 au plus :

2^o Éviter la brusque formation d'une trop grande quantité de gaz froids ;

3^o Introduire de l'air supplémentaire dans la zone de combustion.

Sans parler, bien entendu, d'une foule d'autres conditions inhérentes à l'installation d'un bon appareil à vapeur et dont la nécessité avait été depuis longtemps reconnue ¹.

Le premier principe a pour objet de faciliter l'accès de l'air par les barreaux et de modérer la quantité de gaz à brûler dans un espace donné. Il implique que les foyers ne soient point disproportionnés avec le travail qu'on exige de la chaudière, ou que la grille ait une superficie suffisante ².

1. Comme d'avoir un cendrier et une chambre de combustion suffisamment hauts, d'éviter les foyers longs et étroits, d'avoir une bonne cheminée, etc.

2. C'est là un trait qui distingue, par exemple, les appareils de Londres

Le second principe peut être satisfait de bien des manières, et en première ligne, par les soins qu'apporte le chauffeur ¹. Si le feu est chargé irrégulièrement, si on le laisse tomber pour le renouveler *à fond*, avec les meilleures dispositions on produira beaucoup de fumée. Bon nombre d'inventions, de celles du moins qui méritent de fixer l'attention, ont eu précisément pour objet de suppléer à ces qualités du chauffeur, ou de rendre la bonne marche du feu indépendante de la négligence de l'homme. Les appareils qui y tendent peuvent être divisés en deux catégories : 1° ceux où l'on cherche à rendre le chargement uniforme, comme les grilles mobiles du système Taillefer ; 2° ceux où l'on oblige les gaz fuligineux qui succèdent au chargement, à passer sur des charbons incandescents où ils se brûlent, comme les grilles inclinées, à gradins ou à étages, les foyers à chambre de distillation, ou de combustion, etc. A cette seconde catégorie, se rattachent les foyers accouplés et chargés alternativement, en vue de faire brûler la fumée de l'un par les flammes de l'autre ².

Le troisième principe ou l'introduction de l'air dans la zone de combustion a donné lieu à trois systèmes: l'un consistant à admettre l'air par la porte de chargement, l'autre par des

de ceux de Manchester. La moins bonne fumivorité remarquée dans cette dernière ville, comparée à la première, tient beaucoup à ce que, pour satisfaire à des industries qui réclament de grandes forces motrices, on demande souvent aux foyers plus qu'ils ne devraient produire.

1. C'est une vérité dont est si bien convaincu M. Macintosh, l'inventeur des vêtements de ce nom, à Manchester, qu'il nous disait : « Après avoir « essayé de bien des systèmes, j'ai fini par adopter un moyen qui me réussit « parfaitement : chaque fois que je suis condamné à l'amende, j'en fais « payer une partie à mon chauffeur. » Il est juste d'ajouter que les appareils de M. Macintosh sont parfaitement installés.

2. Nous ne comprenons pas, parmi les moyens d'éviter la fumée, le choix de houilles non fumeuses, comme, par exemple, l'emploi des semi-anthracites du pays de Galles, qui s'est beaucoup généralisé à Londres depuis quelques années, ou des houilles maigres de Charleroi, qui s'est répandu à Paris. Il est clair que ce n'est point là un procédé technique, dans l'acception du mot, ni applicable en tous lieux.

ouvertures situées près de l'autel, et le troisième par les barreaux eux-mêmes au fond de la grille. Ce dernier mode, réalisé tantôt en chargeant très-faiblement le combustible dans cette région, tantôt au moyen de grilles inclinées ou même en agitant mécaniquement les barreaux pour les découvrir, commence à être abandonné, au moins dans les appareils fixes. Les deux autres modes, surtout le premier, sont devenus d'un usage presque universel.

Nous n'entreprendrons pas la description des appareils multiples qui, en vue de ce principe, comme du précédent, ont été imaginés dans les divers pays. Les plus notables d'entre eux ont été consignés dans un rapport célèbre qui a déterminé en France l'adoption des nouveaux règlements de fumivorité ¹. Nous nous bornerons à indiquer quelques dispositions qui n'ont pu trouver place dans ce document, soit parce qu'elles ont vu le jour postérieurement à sa rédaction, soit parce qu'elles ont eu leurs applications seulement à l'étranger.

En fait de grilles mobiles, correspondant à nos grilles Taillefer, on peut citer en Angleterre celles de M. Hazeldine, dont font usage plusieurs industriels, entre autres, M. Price, à Battersea. Chez ce dernier, les grilles se meuvent avec une vitesse de 2 mètres à l'heure, en emportant, sur une épaisseur constante de 12 centimètres, la houille très-menue amoncelée contre la plaque d'entrée. M. Price, qui a essayé d'un grand nombre d'appareils, nous déclarait ce dernier « irréprochable à tous les points de vue. » Dans la catégorie des grilles à gradins on remarque celle de M. Lan-

1. Nous voulons parler du rapport de M. Combes, en date du 5 juillet 1859, revu par l'auteur en 1863 : il est l'expression de l'état des choses à cette dernière date. Bien que restreinte au seul département de la Seine, cette description a, en réalité, une grande généralité; car il y a peu d'appareils, dignes d'attention, qui n'aient pas quelque représentant à Paris. C'est à la suite de ce rapport qu'a été promulgué le décret impérial du 25 janvier 1865, sur les appareils à vapeurs, aux termes duquel ces appareils doivent désormais brûler leur fumée.

gen, constructeur à Cologne, dont l'usage s'est répandu dans la Prusse Rhénane et commence à s'introduire dans l'est de la France. Elle se compose de trois séries de barreaux horizontaux superposés, en retraite les uns sur les autres (Pl. XVIII); l'extrémité des barreaux est recourbée de façon à ce que l'ensemble des coudes de ces trois rangées forme une sorte de plan incliné, depuis la porte de chargement jusqu'à une quatrième série, disposée comme une grille ordinaire et constituant le fond du foyer. Les coudes d'une série ne rejoignent pas les barreaux de dessous, mais ils laissent un vide qui permet de faire glisser le combustible entre deux étages. On amène la houille fraîche sur les trois séries de barreaux, jusqu'à la naissance des coudes, pour qu'elle y subisse une première distillation pendant que le charbon placé sur le plan incliné et sur la grille du fond achève de se brûler; on pousse ensuite la houille sur le plan et l'on recharge du charbon frais à la place.

On peut rattacher au système des grilles à gradins deux dispositions dues, l'une à M. Chodzko, l'autre à M. Kindt, inspecteur des industries en Belgique. La première est appliquée avec succès dans quelques établissements de Bruxelles, entre autres, à la papeterie de M. Asselbergh. Elle se résume à avoir deux foyers successifs, le plus éloigné de la porte étant plus bas que l'autre d'environ 30 centimètres. Le charbon frais est chargé sur la grille la plus haute, où il subit une première distillation; on le fait tomber ensuite sur la seconde grille, où règne la température la plus élevée. La disposition de M. Kindt a fonctionné pendant quelque temps à l'un des fourneaux de l'autel des monnaies. En avant de la porte ordinaire du foyer est ménagée une petite chambre rectangulaire dont la partie antérieure est fermée par une porte. Au fond de cette chambre, c'est-à-dire contre les barreaux de la grille, se trouve un registre glissant dans une coulisse, qu'on peut lever ou baisser à volonté. On place le charbon cru dans la capacité comprise

entre la porte et le registre ; puis, la porte étant bien fermée, on ouvre le registre et le charbon s'éboule sur le bord de la grille où il subit une sorte de distillation. Quelque temps après on introduit un ringard par un petit trou carré pratiqué dans la partie extérieure et l'on étale le charbon éboulé sur la grille, de façon qu'il reçoive le plus complètement possible la chaleur rayonnante du foyer. Le charbon cru commence alors à se décomposer ; les fumées, mêlées à l'air qui s'introduit par le petit orifice de la porte, se brûlent sur le charbon incandescent. Indépendamment de cette disposition, M. Kindt ménage une ouverture en avant de l'autel, pour fournir au besoin de l'air supplémentaire dans la zone de combustion.

Parmi les systèmes consistant à associer des foyers destinés à n'être pas chargés simultanément et dont les flammes se rejoignent, afin que les gaz froids et noirs de l'un puissent rencontrer les gaz incandescents de l'autre, nous avons remarqué les chaudières de M. Wymer, ingénieur de la Compagnie Continentale de la navigation sur la Tyne, à Newcastle. Ce constructeur, qui a beaucoup étudié la question, fait déboucher dans une même chambre de combustion les gaz de deux, trois et même quatre foyers conjugués. Il établit ainsi une sorte de moyenne constante dans la qualité des gaz. Nous avons vu plusieurs relevés de bord de ses bateaux, où l'état de la colonne de dégagement était noté de 5 en 5 minutes, et ces relevés indiquaient à peine quelques traces de fumée sur le parcours de Newcastle à Shields. Les bateaux de la Clyde à Glasgow, ceux de la Mersey à Liverpool, ceux de la Tamise, emploient des dispositions analogues avec un égal succès. Dans la fabrique de canons Withworth, à Manchester, les foyers sont intérieurs, au nombre de deux dans chaque chaudière et opposés (Pl. XVI, fig. 7) ; ils occupent ensemble toute la longueur de la chaudière, qui a 5 mètres sur 1^m,20 de diamètre. Ils sont séparés l'un de l'autre par un petit autel, de chaque côté duquel une ouverture latérale

conduit les deux courants gazeux dans une même chambre de 40 centimètres de long, qui interrompt une batterie de tubes de vaporisation. C'est dans cette chambre et avant de s'engager dans les deux moitiés de la batterie que les gaz achèvent de se brûler. Or il est de notoriété que M. Withworth ne fait jamais de fumée.

L'introduction de l'air par la porte de chargement des foyers a lieu le plus ordinairement par une série de trous, de 7 à 8 millimètres de diamètre, percés à 2 ou 3 centimètres les uns des autres dans la porte de chargement. Cette disposition est fort simple et nous paraît encore la meilleure de toutes. Quelquefois on remplace les trous par un simple entrebâillement de la porte, ou par 2 ou 4 orifices de grandes dimensions, pratiqués sur cette porte; mais l'effet produit n'est plus le même : l'air n'est pas alors assez divisé, ne se mélange pas assez avec les gaz du foyer, et s'échappe en grande partie sans avoir contribué à la combustion. Ces derniers inconvénients disparaissent dans le système Palazot, qui commence à se répandre (Pl. XVII, fig. 6) : l'air y est introduit en nappe mince, sur toute la longueur du foyer, au moyen de rainures pratiquées entre la porte et la grille, rainures que le chauffeur démasque à volonté; la disposition est complétée par une voûte en terre réfractaire placée au dessus de l'autel, laquelle, par sa haute température, favorise la combustion du mélange.

Dans certains appareils, on admet l'air directement au voisinage de l'autel¹, ce qui est moins avantageux que de l'introduire près de la porte, parce qu'il n'a plus assez de temps pour se mélanger aux gaz du foyer et dès lors ne produit qu'une partie de son effet. Une disposition assez originale qui, au fond, n'a d'autre but que de réaliser ce mode d'introduction, est le feu *retourné* de M. Bell à

1. A l'origine, le système Palazot admettait l'air à l'autel, mais d'après la nouvelle brochure rédigée par les propriétaires du brevet, l'introduction est placée près de la porte, ce qui est beaucoup plus rationnel.

Washington. Le carneau de sortie des gaz est au dessus de la porte de chargement ; le cendrier est vaste, et les barreaux du fond, placés transversalement, beaucoup plus espacés que ceux de l'avant. En conséquence, l'air afflue principalement par l'arrière et tout le courant revient vers la porte pour entrer dans la cheminée. Les trous d'admission dont cette porte est percée sont donc réellement situés vers le *fond* du foyer.

On a cherché aussi à faire arriver l'air par une foule de moyens indirects qui reviennent tous à activer artificiellement le tirage au moment où les gaz à brûler sont plus abondants. Une injection de vapeur d'eau dans le foyer est au premier rang de ces moyens, et l'appareil Thierry (Pl. XVII, fig. 4) est celui où l'on paraît en avoir tiré le meilleur parti ; au surplus, les résultats obtenus par MM. Thierry ont paru assez concluants pour que leur système ait été adopté depuis quelques années dans de grands établissements, entre autres au chemin de fer de Lyon. « Il est certain, dit M. Combes, « que par suite de la décomposition de la vapeur au contact « de la houille embrasée, de l'appel d'air déterminé par les « jets de vapeur, du brassage de l'air et des gaz combustibles « déterminé par la projection de la vapeur, et probablement « par l'action de ces trois causes agissant ensemble, la « flamme, si elle était fumeuse, s'éclaircit en se raccourcis- « sant et que la fumée disparaît sous l'influence des jets de « vapeur. » A la suite de l'appareil Thierry, on peut citer une disposition connue sous le nom d'*hydrofère des foyers* (Pl. XVII, fig. 5), laquelle est assez usitée dans l'est de la France et notamment dans le département de la Moselle.

Pour terminer ce sujet, il convient de mentionner une tentative toute récente, faite en vue, non de brûler la fumée, mais de la *laver*, pour la débarrasser des particules de suie qu'elle entraîne avec elle. L'appareil, dû à M. Moussard, a été appliqué pour la première fois, en 1864, à une fabrique de placage de la rue de Charenton (ancienne maison Garant),

où nous l'avons vu fonctionner. Il se compose de deux colonnes en tôle de 3^m,50 de haut, et 0^m,50 de diamètre, communiquant par le haut, et interposées entre la sortie du fourneau et la cheminée. La deuxième colonne, celle dans laquelle la fumée suit une marche descendante, reçoit à sa partie supérieure une petite pluie d'eau, au moyen d'un tube central desservi par la pompe de la machine, et elle se termine inférieurement par un ajutage qui se déverse dans un baquet. La communication à la cheminée a lieu par un conduit latéral, immédiatement au dessous de l'ajutage. Nous avons reconnu qu'au moment où l'on fait tomber l'eau, la fumée n'est pas, à proprement parler, décolorée, mais qu'elle est dépouillée en grande partie de ses particules de suie ; du reste, l'eau qui coule dans le baquet est fort chargée, et l'on recueille une quantité notable de noir de fumée. Quant au tirage il ne paraissait pas modifié, et le chauffeur déclarait que son feu n'en souffrait nullement. La fabrique de *charbon de Paris*, du boulevard de l'Hôpital, dont l'épaisse fumée soulève depuis longtemps des réclamations qui ont trouvé de l'écho au sein même du Sénat, après avoir essayé vainement de plusieurs systèmes fumivores, a cherché à utiliser l'appareil fumilave de M. Moussard. On a installé une double colonne quadrangulaire en maçonnerie de 4^m,50 de haut. Nous avons vu le système fonctionner à deux reprises, mais les résultats n'étaient pas très-satisfaisants ; bien que la quantité de noir recueillie fût considérable, la fumée exceptionnellement opaque des étuves ne semblait guère améliorée. Il est vrai que l'application du système, quoique dirigée par l'inventeur, était encore fort imparfaite : la pluie n'était ni assez divisée ni assez bien répartie ; peut-être aussi aurait-il mieux valu la lancer en sens inverse du courant de gaz.

En résumé, si l'efficacité de certains dispositifs fumivores est aujourd'hui hors de doute, leur concours ne paraît cependant pas indispensable ; mais la bonne construction des

fourneaux, l'admission de l'air en quantité convenable, les soins intelligents du chauffeur, et, quand on le peut, le choix du combustible, sont des conditions encore plus générales et plus sûres d'une bonne fumivorité ¹.

1. Telles sont aussi les conclusions de M. Combes, comme on en peut juger par les dernières pages de son rapport de 1859-1863 que nous reproduisons ci-après :

« En résumé, dit-il, si la fumée émise par les fourneaux de chaudières
« à vapeur et autres fourneaux appliqués à des fabrications diverses, à la
« cuisson des aliments en grand, et même aux usages domestiques,
« existants dans la ville de Paris et les environs, a diminué notablement
« depuis l'ordonnance de police du 11 novembre 1854, cela est dû surtout
« à l'usage de plus en plus répandu des houilles maigres ou demi-grasses,
« provenant, pour la plus grande partie, de quelques mines de houille des
« environs de Charleroi et du centre de la Belgique.

« Un grand nombre de fourneaux ou d'appareils fumivores ont été
« proposés ; fort peu d'applications en ont été faites, et la plupart ont
« été presque aussitôt abandonnées, comme étant inefficaces, occasionnant
« une augmentation plutôt qu'une économie de combustible, exigeant trop
« de soins du chauffeur dans la conduite du feu.

« Cependant les essais suivis avec beaucoup de soin par des ingénieurs
« du corps impérial des mines, et par des ingénieurs libres, ont démontré
« que plusieurs de ces appareils adaptés à des fourneaux bien construits
« et pourvus de cheminées suffisamment larges et hautes pour donner
« un bon tirage, font complètement disparaître la fumée, sans que leur
« emploi entraîne une augmentation de dépense de combustible. Des
« appareils fumivores continuent à être employés, à la satisfaction des
« directeurs ou exploitants, dans plusieurs établissements publics ou pri-
« vés, où quelques-uns sont placés depuis plus d'une année (les grilles
« Taulefer, à la manufacture impériale des tabacs ; la grille Knowelden,
« à la pompe à feu du quai d'Austerlitz ; la grille Raimondière, à l'impri-
« merie impériale ; des fourneaux Dumery, dans les ateliers de la Com-
« pagnie des chemins de fer de l'Est, au Muséum du Jardin des Plantes,
« dans quelques établissements de restaurateurs et maisons particulières ;
« un appareil Vuitton, à la boulangerie centrale, place Scipion ; la porte
« Grado, sur quelques bateaux à vapeur de la Compagnie Piau ; des
« appareils de M. Foucou, chez M. Dugdale, à Courcelles, au fourneau
« du journal *La Patrie*, dans la savonnerie de M. Arlot, à la Villette).

« Nonobstant l'emploi ¹ plus fréquent des houilles maigres ou demi-
« grasses, il existe encore, dans la ville de Paris et dans les environs, un
« grand nombre de fabriques produisant une fumée abondante, opaque,

1. « Aujourd'hui, on pourrait citer un grand nombre d'exemples de
« l'application de divers appareils fumivores ; voyez les notes précédentes
« relatives aux appareils Thierry fils, à la grille inclinée de M. Tembrinke, aux
« fours Siemens. » (Note de M. Combes, du 10 décembre 1863.)

La complète solution du problème de la fumivoricité exigerait qu'on brûlât aussi la fumée des foyers domestiques ; mais on en est encore bien loin. Il y a eu cependant quelques tentatives, particulièrement en Angleterre. Ainsi, à Londres, dans les casernes et les hôpitaux, on se sert d'appareils où l'air

« accompagnée, dans quelques cas, de vapeurs acides ou infectes ; cet état
« de choses est une cause grave d'incommodité et d'insalubrité pour les
« propriétaires et les habitants du voisinage. Les observations qui vous
« ont été adressées à ce sujet par M. le préfet de la Seine et les récla-
« mations formées par divers particuliers sont bien fondées.

« Avec des houilles maigres ou demi-grasses brûlées dans des fourneaux,
« dont les grilles, les carnaux et la section intérieure de la cheminée en
« briques dépassent en hauteur le faite des maisons voisines, les soins d'un
« chauffeur intelligent suffisent en général pour prévenir une émission de
« fumée nuisible ou incommode, tandis qu'avec les mêmes houilles et, à
« plus forte raison, avec des houilles grasses et fumeuses, un fourneau
« mal construit, surtout si le feu est mal dirigé, produit une fumée opaque,
« extrêmement nuisible et incommode. Les fourneaux munis de cheminées
« en tôle sont, pour la plupart, dans ce cas ; presque toutes ces chemi-
« nées ont une hauteur et un diamètre insuffisants. La conductibilité du
« métal contribue probablement aussi à augmenter la fumée, parce que
« le refroidissement diminue le tirage, hâte l'extinction de la flamme et
« ne peut que favoriser la séparation du carbone sous forme de suie ou
« de noir de fumée. Une bonne construction des fourneaux, des dimen-
« sions suffisantes des grilles, des carnaux et de la section intérieure des
« cheminées, l'élévation des cheminées, qui peuvent être rétrécies avec
« avantage à leur orifice supérieur, sont les conditions indispensables
« auxquelles il doit être satisfait dans tous les cas pour toute espèce de
« fourneaux, qu'ils soient appliqués au chauffage des chaudières à vapeur
« ou à tout autre usage. Ces conditions suffiront, en effet, souvent avec les
« soins d'un bon chauffeur, et moyennant l'emploi exclusif des houilles
« maigres ou demi grasses, dont le marché de Paris est abondamment
« approvisionné, pour prévenir l'émission d'une fumée incommode. Leur
« absence rend, au contraire, la combustion de la fumée impossible ou très-
« difficile, même avec le secours des meilleurs appareils fumivores connus.
« Peut-être est-il impossible d'obtenir une combustion complète de la
« fumée produite par des houilles grasses et menues, même dans les
« fourneaux bien conduits, munis de bons appareils et placés sous la
« direction d'un chauffeur soigneux ; mais il est incontestablement pos-
« sible et même aisé d'en diminuer considérablement l'intensité. L'admi-
« nistration ne saurait donc tolérer plus longtemps l'émission des torrents
« de fumée noire que vomissent dans l'atmosphère les cheminées de beau-
« coup d'usines et de quelques bateaux à vapeur naviguant sur la Seine,
« dans l'intérieur de Paris.

arrive, par derrière ou par côté, au dessous de la couche de charbon. A Manchester, on trouve dans quelques habitations privées des cheminées disposées suivant le même principe (Pl. XVI, fig. 8 à 10), et de l'efficacité desquelles on se loue généralement.

« Un des grands obstacles à l'adoption par les manufacturiers d'appareils
 « fumivores, sera vraisemblablement, après la construction défectueuse
 « de beaucoup de fourneaux qui seront à modifier et le défaut d'emplace-
 « ment convenable, l'exagération des prospectus distribués par les inven-
 « teurs réels ou prétendus tels des appareils de ce genre, qui, sans
 « exception aucune, annoncent une économie plus ou moins considérable
 « de combustible comme devant résulter, en même temps que l'absence
 « de fumée, de l'application des appareils qu'ils offrent au public. Ces
 « promesses n'ont été réalisées presque dans aucun cas. Nous tenons
 « même pour certain, d'après les faits observés, que si la fumivorité peut
 « être obtenue sans augmentation de dépense, et même généralement avec
 « une petite économie de combustible, celle-ci sera peut-être compensée
 « par l'accroissement des frais d'entretien du fourneau et de l'appareil
 « fumivore ¹. Mais alors même qu'il devrait en résulter pour les manufac-
 « turiers une légère augmentation de dépense, et quelque gêne, nous ne
 « saurions voir là un motif de laisser subsister plus longtemps un état de
 « choses compromettant pour la salubrité publique, et qui cause à des
 « tiers désintéressés des dommages et une incommodité considérables,
 « hors de toute comparaison avec les soins et le petit excès de dépense
 « qu'auront à faire les exploitants d'usines, pour supprimer les inconvé-
 « nients dont la population tout entière a à souffrir.

« Nous estimons, en conséquence, qu'il y a lieu de remettre en
 « vigueur l'ordonnance du 11 novembre 1854, en l'étendant, ainsi que le
 « demande M. le préfet de la Seine, à toutes les manufactures, fabriques
 « et ateliers quelconques où la houille est consommée en grand, ou plutôt
 « de rendre une nouvelle ordonnance qui viserait celle de 1854 et dont
 « l'article 1^{er} serait ainsi conçu :

« Art. 1^{er}. Dans le délai de trois mois, à dater de la publication de la
 « présente ordonnance, tout propriétaire ou exploitant d'usine, renfer-
 « mant des fourneaux servant au chauffage de chaudières à vapeur ou à tout
 « autre usage, tout propriétaire ou exploitant de bateaux à vapeur station-
 « nant ou naviguant sur la Seine, sera tenu de construire ou de modifier
 « ses fourneaux, de manière à faire cesser toutes émissions de fumée ou
 « de cendres nuisibles aux propriétés, ou incommodes pour les habitants
 « du voisinage. »

Ces conclusions ont été adoptées par l'autorité souveraine, en ce qui concerne les foyers des appareils à vapeur fixes. Pour les autres sortes de fourneaux, la question est réservée.

1. « Il faut excepter les fours Siemens. » (Note du 10 décembre 1863.)

SECTION II

RÉSIDUS SOLIDES ET LIQUIDES.

CHAPITRE PREMIER

PROCÉDÉS GÉNÉRAUX.

DÉBOUCHÉS NATURELS ET AUTRES CONDITIONS TOPOGRAPHIQUES.

De même que l'éloignement des habitations et des terrains cultivés prévient les fâcheux effets des dégagements nuisibles et constitue dès lors, à leur égard, comme un premier moyen d'assainissement, de même la situation topographique d'une usine peut lui fournir le moyen de se débarrasser de ses résidus dans des conditions où ils ne risquent point de préjudicier au voisinage. C'est ce que nous nommons les débouchés naturels.

Au premier rang de ces débouchés se placent les cours d'eau puissants, susceptibles de délayer les résidus dans une masse telle que les qualités primitives de l'eau ne soient pas sensiblement altérées. Il est clair en effet que l'*insalubrité* d'une substance est éminemment *relative* et que

tout dépend de l'étendue du milieu qui la reçoit. Disons plus : quand la masse d'eau est suffisante, non-seulement l'élément insalubre devient, par l'effet de la dilution, à peu près inoffensif, mais même l'insalubrité peut être rendue rigoureusement nulle, autrement dit elle peut être chimiquement détruite par l'action spéciale du milieu. Quand, par exemple, des eaux acides rencontrent des eaux plus ou moins calcaires, la dilution détermine une neutralisation rigoureuse par suite de la décomposition du calcaire par les acides¹. Autre cas plus fréquent encore : quand des matières organiques sont reçues dans une vaste nappe d'eau, ces matières sont oxydées ou brûlées par l'oxygène de l'air en dissolution dans l'eau et les propriétés infectantes se trouvent absolument détruites. Dans bien d'autres circonstances que nous nous abstenons d'indiquer, on comprend que les éléments divers contenus dans l'eau naturelle puissent réagir sur les matières étrangères pour en neutraliser les principes pernicieux.

Le premier soin d'une usine doit donc être de rechercher un cours d'eau abondant. Nous ne parlons pas ici des besoins de la fabrication, qui se trouve toujours très-bien d'une semblable condition, nous nous occupons seulement de l'expulsion des rebuts. Cette situation topographique assure, disons-nous, de grands avantages aux établissements qui en jouissent. Il suffit de parcourir les fabriques placées sur le bord d'un grand fleuve comme la Seine, le Rhône, le Rhin, la Tamise, pour se rendre compte immédiatement des immenses facilités qui résultent pour elles de ce voisinage ; au contraire, les fabriques placées dans l'intérieur des terres ou sur

1. C'est ainsi qu'à Heilbronn, les liqueurs acides de la fabrique de produits chimiques de la Société de Mannheim, peuvent être écoulées au sein du Neckar, sans que les poissons aient aucunement à en souffrir ; tant les eaux fortement calcaires de cette rivière satureront promptement l'acide libre qu'elles rencontrent. Aussi la même Société a-t-elle songé, dans ces derniers temps, à prendre des dispositions analogues pour son établissement de Mannheim.

des cours d'eau insuffisants, se voient souvent entravées et parfois même arrêtées absolument dans leurs opérations par cette unique circonstance ¹. Le bord de la mer ou des étangs, quand on trouve d'ailleurs dans la localité l'eau nécessaire à la fabrication, est également à rechercher ². Quant aux lacs et autres nappes d'eau douce, ils n'offrent les mêmes ressources que s'ils ont une grande étendue ou si leur eau est sans cesse renouvelée par la traversée de quelque rivière. Ces nappes sont en effet utilisées d'ordinaire pour les usages domestiques ou agricoles, et l'apport des fabriques ne tarderait pas à les corrompre dans un certain rayon si des circonstances naturelles ne déterminaient pas une diffusion continuelle. C'est pour avoir perdu de vue cette condition fondamentale du renouvellement de l'eau, que des établissements industriels ont causé les plus grands malheurs ; non-seulement ils ont graduellement empoisonné la nappe stagnante dans laquelle se déversaient leurs résidus, mais les infiltrations de cette nappe elle-même dans le terrain environnant ont à leur tour altéré les puits et ont ainsi occasionné des accidents mortels ³. Il est donc prudent,

1. Sans prendre des cas aussi extrêmes, que l'on compare, par exemple, deux fabriques de soude également bien administrées, mais dont l'une, celle de MM. Maze et Chouillon, est située sur le bord de la Seine, à Rouen, tandis que l'autre, celle de M. Malétra, à quelques kilomètres de distance, est dans l'impossibilité de profiter de ce voisinage. Alors que la première envoie librement et sans préoccupation dans le fleuve ses résidus acides de chlorure de manganèse, la seconde cherche à s'en débarrasser dans les terres et se voit sans cesse menacée de procès par ses voisins dont elle corrompt les puits. M. Pouyer-Quertier, dont la filature est à 7 ou 800 mètres de la fabrique de M. Malétra, se plaignait à nous de ce que l'eau du puits qui alimente ses appareils à vapeur était devenue assez acide pour attaquer la tôle des chaudières.

2. C'est ainsi que les fabriques situées sur le bord de l'étang de Berre peuvent y écouler sans inconvénient toutes leurs liqueurs acides.

3. Tout le monde a entendu parler des terribles accidents survenus près de Lyon par suite de l'évacuation dans un bras perdu du Rhône ou *petit Rhône*, dans lequel l'eau est stagnante, des liqueurs arsénicales provenant de la fabrique d'aniline de Pierre-Bénite. Voici dans quelles conditions ces accidents se produisirent : Aux mois d'août et de septembre 1862, une

au moins dans les contrées habitées, de ne recourir aux nappes limitées que si l'eau est renouvelée par suite de la relation avec quelque rivière, ou si l'étendue de la nappe est assez vaste et en même temps si les agents atmosphériques y ont assez de prise pour que les liquides soient fréquemment mélangés et qu'aucune partie directement atteinte par les rebuts ne reste isolée de l'ensemble.

La possibilité d'écouler sans inconvénient les résidus d'une fabrique à un cours d'eau dépend donc essentiellement du rapport qui existe entre la masse de ces résidus et le débit du cours d'eau. C'est la détermination de ce rapport qui peut seule fixer l'industriel sur les services qu'il doit attendre d'un pareil débouché. Il est tout à fait impossible d'établir à cet égard aucune limite *a priori*, car cette limite varie nécessairement avec la nature des substances et par suite avec le genre d'industrie. Elle varie en outre avec une foule de circonstances que le fabricant peut seul apprécier dans chaque cas particulier; elle varie, par exemple, selon que les matières devront être rejetées par l'usine d'une manière continue ou intermittente, c'est-à-dire par petites fractions ou par grandes masses, selon que les usagers du cours d'eau sont plus ou

quinzaine de personnes appartenant à l'usine, ou vivant dans son voisinage, tombèrent gravement malades, et trois moururent. Une enquête fut faite par le conseil d'hygiène de Lyon, mais elle n'aboutit pas. On attribua les effets à une épidémie. Deux ans plus tard, en mai 1864, la famille d'un garde-barrière du chemin de fer de Lyon à Saint-Étienne présenta les mêmes symptômes de maladie. La femme et les enfants succombèrent, le garde-barrière lui-même vint à un état presque désespéré. Sur la plainte de la Compagnie, la justice et l'autorité préfectorale s'émurent. On procéda à l'exhumation et à une série d'analyses chimiques. Il fut reconnu alors que ces divers accidents étaient dus à la présence de l'arsenic, en quantité notable, dans l'eau des puits, et que cet arsenic provenait des résidus de la fabrication de la fuchsine, préparée à Pierre-Bénite dans de grandes proportions. Cette révélation fut d'autant plus effrayante que ce n'était pas même les résidus qu'on jetait dans le bras perdu du fleuve, mais seulement les eaux jugées inoffensives jusque-là, qui déconlaient de ces résidus alors qu'on les avait déjà traités par la chaux pour fixer l'arsenic dans le dépôt solide.

moins voisins de l'usine, selon que l'eau sert à la boisson, à des industries, ou simplement à des arrosages. Enfin il y a des substances qui, sans altérer précisément les qualités chimiques de l'eau, peuvent lui communiquer une apparence qui la rende impropre à certains usages, et cela avec une proportion même très-faible de ces substances. Telles sont les lessives alcalines qui déterminent sur les cours d'eau la formation d'une couche mousseuse dont l'aspect rebute les bestiaux qui viennent s'y abreuver. Cette mousse surnage et persiste très-longtemps malgré l'abondance du cours d'eau ; il n'y a pour ainsi dire, dans ce cas, aucun rapport à assigner entre la quantité d'alcali et le débit de la rivière.

Toutes choses égales d'ailleurs, il est un certain nombre de circonstances qui accroissent l'efficacité des cours d'eau ; elles se résument dans cette condition fondamentale : opérer le déversement des matières, de manière à ce que le mélange ait lieu le plus promptement possible, dans la plus grande masse d'eau possible. Ainsi, il est préférable, tout d'abord, de déverser les résidus déjà noyés en partie dans un fort volume de liquide plutôt que de les écouler à un grand état de concentration ; car plus les propriétés malfaisantes des résidus sont préalablement affaiblis et moins on a à redouter les fâcheux effets des portions qui pourraient échapper à une dilution ultérieure dans le cours d'eau. Au lieu donc d'envoyer séparément au cours d'eau les substances insalubres, on doit, dans une usine, les réunir à tous les autres liquides de la fabrication et écouler le tout ensemble, de façon à faire occuper aux résidus qu'on redoute le plus grand volume possible. Ce mélange des divers liquides a même souvent un autre avantage : c'est de mettre en présence des éléments différents, qui se neutralisent les uns par les autres ¹. Il va

1. A la fabrique de Dieuze, par exemple, où l'on évacue, d'une part, des solutions de chlorure de calcium provenant du traitement des marcs de soude, et, d'autre part, des solutions de sulfate de soude provenant de l'évaporation du sel marin, on aurait intérêt à réunir préalablement ces

de soi, au contraire, que le mélange devrait être évité, si les éléments étaient de nature à provoquer par leur réaction des odeurs désagréables¹. Dans ce cas mieux vaudrait les amener isolément au sein de la rivière où les effets seraient nécessairement fort atténués. Mais en général on a tout intérêt à opérer le mélange des résidus de diverses provenances, qui sont destinés à aller au cours d'eau.

Un second point très-important est de pratiquer l'écoulement, non sur le bord même de la rivière, mais à une certaine distance, au sein de la masse en mouvement. A moins de circonstances particulières, résultant de la configuration du terrain et de la direction des courants, on doit craindre, si la rencontre se fait sur les bords, que les résidus ne glissent en quelque sorte le long de la rive et n'y forment une nappe impure, à l'abri des influences bienfaisantes de l'eau qui se renouvelle autour d'elle². Une autre précaution également bonne à prendre, quand rien d'ailleurs ne s'y oppose, c'est de déverser les résidus, non à la surface de l'eau, comme on le fait ordinairement, mais à une certaine profondeur et, autant que possible, dans la région où l'écoulement est le plus rapide ; car le mélange est ainsi facilité ou pour mieux dire aucune partie des résidus ne peut remonter à la surface que déjà étendue d'une certaine quantité d'eau. Cette pré-

deux sortes de liqueurs qui réagiraient pour donner du sulfate de chaux et du chlorure de sodium.

1. Ainsi, il y aurait inconvénient à rénnir, dans une fabrique de soude, les eaux sulfureuses qui découlent des marcs avec les liqueurs acides de la préparation du chlore : car on déterminerait de forts dégagements d'hydrogène sulfuré ; tandis qu'au sein d'une grande masse d'eau les effets sont peu sensibles.

2. C'est de cette manière que s'expliquent les odeurs infectes qui se produisent aux bouches de décharge des égouts de la plupart de nos villes. Souvent le cours d'eau qui reçoit les impuretés est suffisant, sinon pour en prévenir les fâcheux effets, du moins pour les atténuer notablement, et cependant aux points mêmes de décharge il règne des odeurs plus fortes encore que dans l'intérieur des égouts. Cela tient à ce que la décharge se fait sur le bord et que là les liquides se trouvent privés du faible mouvement qu'ils possédaient dans l'intérieur des galeries.

caution est surtout avantageuse quand les résidus contiennent des matières légères, susceptibles de flotter, ou quand ils exhalent des odeurs désagréables. Dans le premier cas, les objets qui surnagent pourraient être transportés à de grandes distances sans avoir subi en quelque sorte le contact de l'eau, tandis que déchargés à une certaine profondeur, ils ne gagnent la surface qu'après s'être imbibés et souvent désagrégés ; dans le second cas, les odeurs se dégageraient abondamment au point de décharge et persisteraient même sur une certaine étendue en aval, tandis que si le mélange se fait sous l'eau, les odeurs sont immédiatement absorbées sans pouvoir s'échapper au dehors. On sait en effet que bon nombre d'exhalaisons, notamment celles qu'engendrent les matières organiques en décomposition, jouissent de la propriété de se dissoudre dans l'eau quand celle-ci est fournie en assez grande abondance ¹.

Un industriel qui a le choix de l'emplacement de son usine doit éviter de s'établir à une faible distance en amont d'un barrage ; car la présence des barrages a toujours pour résultat d'accroître les inconvénients dus à la décharge des résidus, particulièrement quand ceux-ci sont d'origine organique. Ainsi que nous l'avons fait observer en commençant, l'air contenu dans l'eau agit sur les matières

1. C'est grâce à la double précaution de décharger les matières à une certaine distance du bord et au dessous du niveau de la marée basse que la ville de Londres peut actuellement écouler à la Tamise en un point unique et sans produire d'odeurs appréciables, les 300.000 mètres cubes d'eau d'égout fournis quotidiennement par la rive nord, lesquels, répartis autrefois sur divers points du fleuve, dans l'intérieur de la ville, y déterminaient une infection abominable. Cet heureux résultat n'est pas dû uniquement à ce que, en vertu des nouvelles dispositions, les débris ne sont plus ramenés par la marée, mais il est dû aussi en partie à ce que la décharge n'est plus latérale ni superficielle. Si l'on avait conservé l'ancien mode d'affluence, il se produirait encore, quel que fût d'ailleurs le point choisi pour l'embouchure, des inconvénients redoutables tenant à ce qu'une portion des matières se pourrirait contre la rive au lieu d'être entraînée immédiatement par le flot.

organiques pour les brûler et par suite pour empêcher la fermentation putride ; à cette action s'ajoute naturellement, dans une certaine mesure, celle de l'air atmosphérique à mesure que les matières viennent à la surface. Cette double influence est simultanément affaiblie, on pourrait dire suspendue, par la présence d'un barrage, surtout d'un barrage qui ne permet pas l'écoulement superficiel ; car alors les matières se ramassent derrière et n'y trouvent plus la quantité d'air qu'exige leur combustion et que le cours d'eau aurait pu fournir si elles eussent continué à y cheminer ; par suite elles ne tardent pas à entrer en fermentation et à exhaler toutes les émanations qu'on connaît. Le phénomène tend d'ailleurs à s'aggraver à mesure qu'il se poursuit, puisque l'accumulation des matières étrangères et la couche qu'elles forment sur le cours d'eau, a pour résultat d'obstruer de plus en plus l'accès à l'air extérieur.

On sait — et ce sont là des faits qui ont été péremptoirement établis par M. Chevreul¹ — que l'infection produite par la décomposition des substances organiques privées d'air, est d'autant plus grande que les eaux contiennent une plus forte proportion de sulfate de chaux, parce que ces substances s'oxydent aux dépens du sulfate de chaux en mettant en liberté de l'hydrogène sulfuré. Lors donc que les eaux où s'écoulent les résidus sont d'une nature séléniteuse, il est plus essentiel encore que le renouvellement de l'air y soit actif ; par conséquent on doit non-seulement éviter les barrages et tous les autres obstacles naturels ou artificiels qui pourraient affaiblir ce renouvellement, mais on doit encore chercher à l'accroître par tous les moyens. A ce point de vue on peut se trouver bien d'agiter l'eau de façon à y faire pénétrer l'air : aussi les industriels déchargent parfois leurs résidus au dessus de leur roue hydraulique, — quand

1. Voir notamment : *Mémoire sur plusieurs réactions chimiques qui intéressent l'hygiène des cités populeuses*. (Extrait des Mémoires de la Société impériale et centrale d'agriculture, 1853).

il n'en résulte pas d'ailleurs d'inconvénient pour la conservation de cette roue — afin de déterminer un brassage favorable à la fois au mélange et à l'oxydation des matières.

Ainsi, en résumé, étendre le plus possible les résidus nuisibles avant de les amener au cours d'eau, opérer le déversement loin du bord et à une certaine profondeur, éviter les barrages et en général tout ce qui peut mettre obstacle au renouvellement de l'air, mais favoriser au contraire par tous les moyens ce renouvellement, par exemple, en utilisant le jeu d'une roue hydraulique pour mélanger et brasser les liqueurs, enfin, par dessus tout, proportionner la quantité de matières nuisibles au débit du cours d'eau qui les reçoit, telles sont les principales conditions propres à prévenir les inconvénients inhérents à ce mode d'expulsion des résidus industriels.

Au sein des villes et dans leur voisinage il est rare que les établissements industriels aient un cours d'eau suffisant à leur disposition, ou si ce cours d'eau existe, on a, en général, trop d'intérêt à sa conservation pour permettre que les résidus y soient déversés. Mais alors les fabricants ont ordinairement la ressource des égouts publics, ressource qui s'adapte d'ailleurs très-bien à leurs opérations; aussi dans la plupart des villes les municipalités ne s'opposent-elles plus aujourd'hui à une semblable pratique. Les résidus industriels se mélangent ainsi avec les liquides de tous genres fournis par les maisons et les rues, et, dans la majorité des cas, il n'en résulte aucun inconvénient sérieux. Toutefois une précaution doit être observée quand les fabriques communiquent avec des galeries dans lesquelles les ouvriers pénètrent et quand les eaux industrielles rencontrant les matières d'égout sont de nature à engendrer des réactions vives; en ce cas on doit éviter de décharger les résidus par grandes quantités, et il faut au contraire viser à un écoulement continu et modéré, sous peine de déterminer dans les galeries des dégagements subits qui pourraient mettre

la vie des ouvriers en péril¹. Il y a également des réserves à faire touchant certaines espèces de résidus : de ce nombre sont les eaux acides et les eaux ammoniacales. Les premières ne doivent pas être émises dans les galeries, même quand elles ne risquent pas d'y développer, par leur réaction, des gaz malfaisants, ni même quand ces galeries ne sont pas fréquentées par les ouvriers ; car elles ont toujours l'inconvénient de corroder la maçonnerie, sauf les cas très-particuliers où celle-ci ne renferme que des matériaux absolument inattaquables aux acides. Or les dommages causés aux égouts peuvent avoir des conséquences graves, par les infiltrations infectantes qui se produisent alors dans le sol environnant². Quant aux eaux ammoniacales, elles n'offrent pas le même danger, mais elles exhalent des odeurs insupportables, surtout à la rencontre du moindre liquide acidulé ; aussi en interdit-on fréquemment le déversement aux égouts publics.

Les considérations précédentes ne concernent que les ré-

1. C'est ainsi que le 4 février 1862, quatre ouvriers furent trouvés morts dans l'égout de Fleet-Lane, à la cité de Londres, où ils avaient travaillé. « Les circonstances relatives à cette calamité, dit M. Haywood, ingénieur de la Cité, dans son rapport au lord-maire, sont remarquables, par l'absence apparente de toutes les conditions qui entourent ordinairement de tels accidents. L'égout est neuf, avec une pente rapide, pourvu d'un flot abondant, ... très bien ventilé, et, sans aucun doute, un de ceux qui auraient été considérés par tous les hommes compétents comme entièrement exempts de danger.... L'opinion du Dr Letheby a été que ces morts doivent être attribuées à l'action de l'hydrogène sulfuré, et il suppose qu'il a été soudainement engendré dans l'égout par des acides qui y ont été déchargés et qui ont réagi sur les dépôts. »

2. Il y a quelques années, à Louvain, les maisons longeant le côté du canal qui donne sur le rempart furent privées d'eaux potables, parce qu'un des industriels, qui habitait le quartier depuis longtemps, avait laissé, à son insu, pénétrer dans l'égout l'eau acide provenant de l'épuration de l'huile d'éclairage. La maçonnerie, déjà peu étanche, avait promptement livré passage à ces liquides, qui de là s'étaient infiltrés dans les puits. Peu de temps après, dans le même pays, une Commission d'ingénieurs constatait, dans un rapport du 30 mars 1865, que plusieurs étudiants étaient morts à Liège; dans une période assez courte, empoisonnés par l'eau d'un puits qui recevait les infiltrations d'un égout du voisinage.

sidus liquides ou susceptibles d'être entraînés par les eaux et ne s'appliquent évidemment pas aux résidus solides. Ces derniers se divisent en 2 catégories : ceux qui sont à peu près insolubles sous l'action des agents atmosphériques, et ceux au contraire qui abandonnent aux eaux pluviales des proportions notables d'éléments nuisibles. Les premiers, tels que scories, mâchefer, poussier de charbon, déchets des fours à chaux, à briques, etc., ne créent aucun danger et ils peuvent être déposés à l'air libre sur un sol quelconque, autour de l'usine. Le plus souvent même on en tire parti pour empierrer les cours, les chaussées, parfois pour constituer un sous-sol meuble, en vue de l'assèchement ; avec les mâchefers, par exemple, on forme d'excellentes couches filtrantes pour toutes les matières grossières qui se contentent d'une filtration sommaire. Quant aux résidus, beaucoup plus nombreux, qui se dissolvent assez promptement dans l'eau ou qui se décomposent à l'air en fournissant des produits insalubres, ils ne peuvent être ainsi abandonnés sur le sol ; il convient, au contraire, si l'on veut prévenir les inconvénients, de les déposer sur des surfaces imperméables et de recueillir les eaux d'égouttage, auxquelles il s'agit ensuite de trouver un débouché. Ce moyen ne suffit pas quand la décomposition des matières engendre, outre des liquides nuisibles, des émanations incommodes ; il faut alors recourir à d'autres procédés, dont il sera question plus loin.

Il est rare que les cours d'eau offrent un débouché convenable aux résidus solides, de l'une ou de l'autre catégorie ; car ceux de la première, étant à peu près insensibles à l'action des eaux, ne tarderaient pas, par leur accumulation, à créer un obstacle au régime de la rivière, et ceux de la seconde, par leur lente dissolution, entretiendraient un foyer d'insalubrité au point où on les aurait précipités ¹. Il n'y

1. C'est ainsi que la fabrique d'aniline de Rohecardon, à Lyon, n'est pas autorisée à jeter ses bones arsénicales dans le Rhône : elle est obligée de les embarriller pour les expédier par bateaux à Marseille, où on les

a guère que la mer qui en pareil cas puisse servir de débouché ; les usines placées dans son voisinage en profitent fréquemment. Sans parler des fonderies métallurgiques qui finissent souvent, à force d'entasser les blocs de scories, par construire de véritables jetées¹, résistant à l'action des vagues, plusieurs autres sortes d'établissements envoient en mer, au moyen de bateaux, les boues et autres rebuts provenant de la fabrication².

On trouve en Angleterre, dans le Yorkshire, une usine de fer qui jette à la mer à une certaine distance du port. Les fabriques d'aniline qui, en Suisse et en Allemagne, ont déversé leurs matières dans le Rhin, ont occasionné des accidents graves, parce que l'arséniate de chaux, qui en était l'élément dangereux, se dissolvait lentement dans le fleuve et envoyait le poison sur les rives voisines.

1. Sur presque toute la côte anglaise, notamment dans le Yorkshire et dans le pays de Galles, les usines à fer ont pris l'habitude de couler leurs scories dans des chariots en fer, d'un calibre uniforme : on roule ces chariots sur la falaise et on précipite les blocs rouges encore dans la mer. A Middlesboro-on-Tees, par exemple, où sont concentrées de puissantes forges, nous avons vu former ainsi des jetées de 12 à 15 mètres de haut, dont l'une s'avancait déjà dans la mer de plus de 200 mètres ; les rails posés dessus s'allongent avec elle.

2. Tel est le moyen en usage à la fabrique de produits chimiques de la C^{ie} Jarrow, à Shields, près de l'embouchure de la Tyne. Tous les jours on charge dans un grand bateau à double fond tous les résidus de la fabrication de la soude mêlés avec les cendres, les escarbilles, et autres débris. Le bateau s'avance à 2 kilomètres environ en mer, de façon à ce qu'il y ait une profondeur d'eau d'au moins 30 mètres, et là, en ouvrant son fond, il se débarrasse instantanément de sa charge. La C^{ie} a deux bateaux pareils pour ce service : l'un est en chargement, pendant que l'autre est en marche. Le point d'embarquement est à 3 ou 400 mètres de la fabrique ; les matières sont apportées au bateau par des chariots qui roulent sur un chemin de fer et qu'on fait basculer au dessus du bateau. Dans les industries qui, comme celle de la soude, donne lieu à de grands rebuts, un tel procédé n'est évidemment praticable qu'autant que la fabrique est à peu de distance de la mer et surtout très-voisine du point d'embarquement.

PUITS ABSORBANTS ET ENFOUISSEMENT DANS LE SOL.

Les puits absorbants ou puits perdus, connus aussi sous les noms de *puisards* et de *boit-tout*, sont encore employés sur bien des points pour évacuer les liquides des fabriques. Ils offrent l'avantage d'empêcher les odeurs de parvenir au dehors, mais ils peuvent avoir et ont en effet fréquemment des inconvénients graves, dus à leur communication ignorée avec des nappes souterraines qui fournissent l'eau potable à des contrées plus ou moins éloignées. Il est bien difficile, dans la majorité des cas, de déterminer sûrement d'avance le cours que suivront souterrainement les liquides et d'arriver à la certitude qu'ils ne pourront nuire à personne : on en est réduit, à cet égard, à des conjectures plus ou moins hasardées.

Les conditions auxquelles un puisard devrait satisfaire pour être sans danger et pour remplir sa destination, ont été définies dans les termes suivants par l'illustre M. Chevreul :

« Les *boit-tout*, dit-il, sorte de puits creusés dans le sol avec l'intention d'y faire écouler les eaux qui sont à sa surface, n'ont d'efficacité qu'à trois conditions :

« La première est que le liquide qu'on fera écouler dans les *boit-tout* ne corrompe pas la nappe d'eau potable qui alimente les puits et les sources d'eau servant aux usages économiques du pays où les *boit-tout* seront creusés.

« La seconde est que les *boit-tout* aient leur fond dans une couche parfaitement perméable ; autrement le terrain, bien-tôt saturé, ne permettra plus au *boit-tout* d'absorber l'eau.

« La troisième est que la couche perméable où se rendra l'eau qu'on veut évacuer de la superficie du sol, étant située au dessous de la nappe d'eau qui alimente les puits du pays, cette couche perméable ne conduira pas les eaux

« dans une nappe d'eau servant à l'économie domestique
« d'un pays autre que celui où le boit-tout est creusé. »

Ces conditions, on le comprend, se trouvent si rarement réunies dans un même lieu, et d'ailleurs leur détermination exigerait une telle sagacité de la part des intéressés, qu'on doit s'attendre *a priori* à ce que tout puisard, dans la pratique, manque à quelqu'une de ces conditions, et dès lors devienne, tôt ou tard, une cause permanente d'infection. C'est ce qu'on a vu, par exemple, dans le département du Nord, où, à une certaine époque, ce mode d'écoulement s'était tout à fait généralisé dans les établissements industriels, notamment dans les distilleries. Les nappes d'eau souterraines furent corrompues, le sol s'imprégna de résidus fermentescibles, et souvent même ces cavités naturelles, s'obstruant graduellement, le terrain finit par rejeter les liquides qu'on avait voulu lui faire absorber. On cite à cet égard des faits curieux, qui montrent jusqu'où peuvent aller les inconvénients de cette pratique¹. Fort heureusement elle tend à se restreindre, et

1. Voici, entre plusieurs, un fait récent, caractéristique, dont nous empruntons le récit aux comptes-rendus du Conseil d'hygiène du Nord. Il se rapporte aux évacuations de la distillerie de jus de betteraves de Cantimpré. « Dix petits puits ayant chacun 0^m,40 de diamètre, avaient été
« disséminés dans une pièce de terre attenant à l'usine, pour recevoir, à
« leur sortie des bassins d'épuration, les résidus de la fabrication. Ces
« puits, descendus dans la craie et la pierre calcaire à une profondeur
« uniforme de 22 mètres, atteignaient une nappe d'eau souterraine qui
« paraissait suffisante, pour enlever, dans son cours, toutes les vinasses
« sortant de l'établissement. Mais le faible orifice des trous absorbants
« avait fait craindre leur prompt engorgement, et pour éviter la stagnation
« des vinasses à la surface du sol, MM. Dehollain et C^{ie}, avaient consenti,
« d'après les avis du Conseil d'hygiène, à percer un puits nouveau de
« grande ouverture, afin de parer aux dangers de l'obstruction. Ce
« puits, ayant un mètre de diamètre, a été creusé jusqu'à 20 mètres de
« profondeur; il a été en outre prolongé par un nouveau forage sur 0^m,35
« de diamètre, jusqu'à une nappe d'eau placée, à près de 30 mètres en
« contrebas du sol.
« Ces moyens d'évacuation ont parfaitement réussi, pour la campagne
« de 1857. Ils avaient convenablement fonctionné dès le commencement
« de l'année 1858; mais depuis quelque temps, des odeurs infectes se sont

beaucoup de centres industriels l'ont entièrement abandonnée.

Dans les contrées où ce système est encore en honneur, on doit du moins tâcher, par certaines précautions, d'atténuer les risques qui y sont inhérents. La première précaution est d'intercepter toute communication des résidus avec les terrains qui surmontent la couche absorbante. La seconde, prise à un autre point de vue, est de se garantir contre les exhalaisons fétides du puits. Sur quelques points de l'Allemagne, où les puits absorbants sont assez répandus,

« manifestées, des exhalaisons pestilentiellles se sont répandues dans la
« ville et les environs de la fabrique, et ont soulevé un grand nombre de
« récriminations et de plaintes devant lesquelles le Conseil ne pouvait
« rester indifférent.

« Bien que tous les puits soient encore en activité, ils paraissent actuel-
« lement se saturer très-promptement, et ils rejettent avec une violence
« extrême et en très-peu de temps, les liquides qu'ils ont été contraints
« d'absorber.

« Ainsi, après avoir reçu pendant un ou deux jours, d'une manière lente
« et régulière, une certaine quantité de vinasses, un petit puits se met
« tout à coup en mouvement, l'eau bouillonne à la surface de l'orifice, et
« bientôt on entend dans le sol des bruits sourds qui annoncent une
« éruption de liquide. Aussitôt, en effet, on voit s'élever une gerbe de
« vinasses qui monte jusqu'à dix ou douze mètres de hauteur, et qui dure
« environ une demi-heure. Les liquides ainsi projetés retombent en
« mousse très-épaisse sur le terrain, et le gaz sulfhydrique qui se dégage
« en très-grande abondance du puits, est emporté par le vent et vient se
« répandre dans la ville.

« Des odeurs fétides atteignent les quartiers les plus reculés, pénètrent
« dans les appartements dont elles rendent le séjour insupportable, vicient
« l'air, et soulèvent des plaintes dont la pétition ci-jointe et la lettre de
« M. le Principal du collège ne sont que l'expression affaiblie.

« Le Conseil d'hygiène a cru devoir se transporter sur les lieux pour
« tâcher de trouver un remède à de si graves inconvénients. Il lui a paru
« évident que le terrain dans lequel se perdent les vinasses se trouve
« complètement saturé ; que les liquides ainsi envoyés dans le sous-sol,
« renfermant beaucoup de matières fermentescibles, donnent naissance à
« une grande quantité de gaz, parmi lesquels domine l'acide sulfhydrique,
« et qu'à un certain moment, la pression de ces gaz devient tellement
« considérable, qu'elle projette le liquide superposé, et engendre le phé-
« nomène dont nous avons donné plus haut la description.

« Le Conseil a constaté cependant que MM. Dehollain et C^{ie} s'étaient
« rigoureusement soumis à toutes les prescriptions qui leur ont été
« imposées.

et notamment à Dusseldorf, où l'emploi en a été généralisé, les dispositions adoptées nous paraissent donner au système toute la valeur dont il est susceptible. A Dusseldorf, comme du reste sur presque tout le littoral du Rhin, la couche absorbante est formée par un lit puissant de gravier, en relation avec le fleuve, et s'étendant sous 3 mètres de sable et 3 mètres de terre végétale ; cette couche est en même temps le réservoir des eaux potables qui alimentent les puits des maisons. Les puits alimentaires d'une part et les puits absorbants d'autre part, également maçonnés sur toute leur hauteur, pénètrent dans ce banc de gravier ; mais les puits absorbants sont poussés généralement à 3 ou 4 mètres plus bas que les puits alimentaires, afin de préserver autant que possible les eaux domestiques. On comprend toutefois que cette protection doit être imparfaite, et que le mélange entre les deux espèces d'eau est inévitable. Voici d'ailleurs comment le système évacuateur est ordinairement organisé : Les liquides résiduaires, conduits par une rigole couverte, tombent dans un puits étanche de 1 mètre à 1^m,20 de profondeur, recouvert d'une plaque en fonte. Une partie des solides s'y dépose et on les enlève de temps en temps. Les eaux vont ensuite, par un canal souterrain en briques, dans un puisard de 10 à 12 mètres de profondeur, aussi éloigné que possible de tout puits alimentaire et recouvert d'une voûte en maçonnerie sur laquelle on rejette 3 ou 4 mètres de terre, jusqu'au niveau du sol. L'absorption des liquides est indéfinie ; quant aux résidus solides, ils s'accumulent lentement sur une épaisseur de 5 ou 6 mètres. Un pareil ouvrage remplit sa destination pendant plusieurs années, quelquefois pendant un quart de siècle, sans qu'il soit nécessaire de procéder au curage. Cette disposition est fort en vogue et on la recommande aux teinturiers qui infectent actuellement la Dussel

1. La ville de Dusseldorf n'est pas près de renoncer à ce système. Elle

On peut rattacher au système des puits absorbants la pratique qui consiste à évacuer les liquides dans des bassins perméables ou dans des excavations soit naturelles soit artificielles du sol. Les inconvénients sont analogues et même plus grands, parce que ces excavations, n'ayant pas en général été ouvertes avec autant de méthode que les puits, et leur creusement étant souvent étranger à la pensée de leur faire jouer plus tard le rôle d'évacuateur, il est encore plus difficile qu'avec les boît-tout de se rendre compte à l'avance des suites que pourra avoir une telle opération. Aussi, à moins de circonstances très-favorables, doit-on se méfier beaucoup de cet expédient. L'entreprise est surtout accompagnée de risques quand les liqueurs à écouler sont acides : pour un cas où les choses se passent bien, il y en a dix où l'on est surpris par des conséquences infiniment plus onéreuses à réparer que ne l'eût été, dès le début, l'application de tout autre mode, en apparence moins simple, de se débarrasser des résidus¹. Ainsi, quand on a sous la main des terrains calcaires, on est tenté d'en profiter pour neutraliser les acides qu'on envoie perdre aisément dans une ancienne carrière ; mais le procédé qui réussit pendant les premières années, ne

reconnait bien les inconvénients que son application, de plus en plus généralisée, entraîne nécessairement pour les eaux potables ; mais plutôt que d'y couper court, ce qui ferait naître des difficultés d'un autre genre, elle préfère organiser une distribution d'eau publique.

1. Nous avons déjà eu occasion de signaler les phénomènes d'infection produits par les liqueurs acides de M. Malétra sur des puits situés à 7 ou 800 mètres. Cependant ces liqueurs sont reçues sur une vaste couche de galets qu'elles ont eu à traverser avant de parvenir au banc calcaire ; mais avec le temps, les obstacles ont été franchis. A Thann, où pendant longtemps on a laissé perdre les liquides dans le sol, les puits ont été infectés à une grande distance, et M. Kestner s'est vu obligé de fournir l'eau à la ville, en dérivant, à ses frais, une source située à 7 kilomètres. Quoique depuis 12 ans cette fâcheuse pratique ait été abandonnée, le sol est demeuré assez imprégné pour que bon nombre de puits se trouvent encore impropres à la boisson. Il est même arrivé, par suite du mouvement des eaux souterraines, que des puits qui avaient été d'abord préservés se sont infectés dans ces derniers temps.

tarde pas à faire défaut : peu à peu les parois rongées par l'acide se recouvrent de dépôts terreux, provenant soit de la pierre déjà dissoute soit des liqueurs elle-mêmes, et deviennent dès lors de moins en moins attaquables ; les nouveaux liquides qui arrivent se frayent un passage à travers les fissures qu'ils élargissent d'abord mais qu'ils allongent ensuite de plus en plus, et au bout d'un certain temps ils parviennent à des distances qui dépassent toutes les prévisions. Il faut, nous le répétons, des circonstances très-favorables pour qu'on puisse s'engager dans cette voie : au premier rang est l'isolement des tiers, puis vient le niveau topographique ; car il est clair que, toutes choses égales d'ailleurs, on a moins de chance d'infecter les sources voisines quand on est en contre-bas des terrains environnants que lorsqu'on les domine ¹.

L'enfouissement des résidus solides ou boueux dans le sol est une pratique du même genre, mais qui naturellement offre moins de danger, puisque ces résidus, par suite de leur état physique, ont moins de propension que les liquides à s'infiltrer dans le sol. Cependant, même quand ces résidus sont à peu près secs, il se produit toujours des infiltrations plus ou moins abondantes, par suite de ce que les eaux extérieures pénètrent les résidus et que ceux-ci leur abandonnent des éléments solubles. L'intensité du mal, en pareil cas, pour des terrains également perméables, dépend évidemment : 1^o du degré de solubilité des matières ; 2^o de la facilité d'accès que les eaux ont auprès d'elles. Le premier point n'est pas à la volonté de l'industriel ², puisque la

1. C'est grâce surtout à cette circonstance que la fabrique de Védrin, près de Namur, d'ailleurs très-isolée, a pu impunément, depuis plusieurs années, perdre ses résidus acides dans les bancs calcaires qui l'environnent. Mais nous ne voudrions pas assurer que des inconvénients ne surgiront pas plus tard, et déjà même, si nous ne nous trompons, on commence à s'en préoccuper dans l'usine.

2. En laissant, bien entendu, de côté le traitement chimique des résidus, opération dont nous ne nous occupons pas dans le présent paragraphe.

nature des résidus est une conséquence forcée de la fabrication ; mais il lui est loisible d'influer sur le second par un mode intelligent d'enfouissement. Entrons dans quelques détails.

Des eaux qui tendent à dissoudre les résidus provenant à la fois de la pluie et des sources souterraines, il faut autant que possible se mettre à l'abri des unes et des autres. En ce qui concerne les eaux de pluie, la première idée qui se présente est d'abriter le lieu de dépôt sous une toiture. Mais ce procédé, si simple en apparence, deviendrait trop onéreux quand les résidus sont en grande abondance, ce qui est le cas le plus fréquent. Le mieux alors est de les recouvrir d'une couche de terre argileuse fortement battue, en donnant une certaine inclinaison à la surface, de façon à ce que les eaux du ciel glissent dessus sans y pénétrer. Telle est la disposition employée par un grand nombre d'établissements industriels, et notamment par la plupart des fabriques de soude pour leurs *marcs*. Elle a même cet avantage de prévenir le dégagement des miasmes, car la couverture argileuse, quand elle a été faite avec soin, devient presque aussi imperméable aux gaz qu'à l'eau. On rend le moyen encore plus efficace en recouvrant la couche soit de gazon, soit de quelque autre végétation : la présence des plantes est un obstacle de plus à la pénétration. Parfois, au lieu de gazon, on met des arbustes : ils arrêtent moins, il est vrai, les eaux superficielles, mais en revanche ils peuvent, par leurs racines, aspirer en partie les eaux souterraines, et par conséquent diminuer les infiltrations aux environs. De plus, si les essences sont convenablement choisies et appropriées à la nature du sous-sol, lequel est ici formé par les résidus, le travail de la végétation entraîne une dénaturation lente de ces derniers et une fixation de leurs principes pernicioeux. Un des lieux où nous avons vu pratiquer ce système avec le plus de méthode est la fabrique de produits chimiques de Mannheim, que nous avons déjà

citée. Le directeur, M. Gundelach, a renoncé à mettre les marcs de soude en tas, ainsi que font beaucoup de ses confrères, « parce que, dit-il, dans les conditions réputées les meilleurs, il se produit toujours, sous l'action de la pluie, des liquides d'égouttage qui infectent les alentours. » En conséquence, il fait défoncer le sol à 3 mètres de profondeur : dans la cavité ainsi formée, on dépose 2 mètres de marcs, et par dessus on étend 1 mètre de terre végétale ; on plante ensuite des arbres à croissance rapide. M. Gundelach estime que c'est la seule manière vraiment efficace de prévenir les inconvénients. Effectivement aucun puits ni cours d'eau n'est infecté dans le voisinage.

Voilà pour les eaux superficielles ; quant aux eaux souterraines, il est beaucoup plus difficile de s'en garantir. Ce n'est guère que par le choix du terrain qu'on peut prévenir cette seconde cause d'infiltration. Malheureusement on rencontre fort peu de sols qui satisfassent aux conditions requises, car en général, ceux qui fournissent le moins d'eau sont précisément ceux qui se laissent le plus facilement pénétrer, de sorte qu'on perd d'un côté ce qu'on gagne de l'autre. Ainsi, on est disposé à rechercher pour l'enfouissement, les bancs de gravier ou de sable, qui se présentent fréquemment dans des conditions de siccité convenables ; mais, par contre, ces bancs sont très-perméables et propagent dès lors les infiltrations provenant des liquides superficiels. La même observation s'applique à nombre d'excavations ouvertes dans le roc, telles qu'anciennes carrières, dont on profite volontiers parce qu'on évite ainsi les frais de déblaiement et que les eaux souterraines y sont rares¹ ; mais on s'expose à des inconvénients

1. Telle est la pratique suivie par M. Kuhlmann dans sa fabrique d'Amiens, pour les liqueurs acides provenant de la préparation du chlore ; mais il commence par les neutraliser et les ramener à l'état solide en les faisant couler sur la sole d'un four à réverbère garnie d'un lit de calcaire où le mélange se calcine à siccité : le résidu, formé de chlorures secs, est alors enseveli dans la carrière d'où l'usine tire sa pierre à chaux. Chez M. Kestner, à Thann, les mêmes liquides sont reçus dans un grand réservoir

toutes les fois que les eaux pluviales ont un accès auprès des matières, car les bancs de pierre offrent presque toujours des fissures qui livrent passage aux liquides. A moins donc de circonstances particulières, on doit se défier des facilités présentées par les terrains secs et légers ou par les excavations dans le rocher ¹. Il est ordinairement plus prudent de choisir des sols en apparence moins favorables, tels que les terrains forts et compactes; car si ceux-ci sont plus imprégnés d'eau, en revanche ils mettent obstacle à la circulation des liquides, et par suite localisent les infiltrations.

En résumé, le moyen des puits absorbants ou de l'enfouissement dans le sol ne doit être employé qu'avec beaucoup de circonspection, et, sauf le cas d'un grand éloignement des tiers, on n'est jamais bien assuré d'éviter des inconvénients graves. Aussi pensons-nous qu'un industriel a tout intérêt à rechercher les autres combinaisons praticables avant de se résoudre à celle-là.

Voici, entre autres, un fait qui montre à quel point il faut se méfier des excavations :

Le *Western Morning News* de fin janvier 1868 rapporte que huit ou neuf hommes de la marine royale, qui étaient stationnés dans des baraques à Stonehouse, sont morts d'une manière presque foudroyante pour avoir bu d'une eau qui passait pour excellente, mais dans laquelle on a trouvé des traces de matières organiques, provenant de ce que cette eau communiquait, à l'insu de tout le monde, avec d'anciennes excavations qui avaient servi à une époque comme réceptacles d'ordures.

CLARIFICATION PAR VOIE DE DÉPÔT OU DE FILTRAGE.

Les divers moyens que nous venons d'indiquer ne sont pas toujours à la disposition des usines. Il arrive bien souvent, au contraire, qu'elles sont obligées de retenir par devers elles leurs résidus, à moins de leur faire subir des transformations qui les rendent inoffensifs pour le voisinage. De là une série de procédés, les uns généraux, les autres spéciaux, ayant tous pour but commun de changer le caractère des rebuts de la fabrication.

A la tête des procédés généraux, les seuls dont nous nous occupons en ce moment, mérite de figurer, par la multiplicité et l'importance de ses applications, celui qui consiste à clarifier les liquides par voie de dépôt ou de filtrage, autrement dit l'épuration *mécanique*. Il est en effet un grand nombre de liquides industriels dont les propriétés malfaisantes peuvent être considérablement atténuées, sinon détruites, par la simple séparation des matières solides qu'ils tiennent en suspension, soit que ces matières proviennent directement de la fabrication, soit qu'elles aient été introduites par quelque procédé chimique épuratoire. La clarification a ce résultat doublement favorable : 1^o de diminuer la proportion de substances infectantes contenues dans les eaux, puisqu'elle n'y laisse plus subsister que les éléments en dissolution ; 2^o de rétablir la transparence que les matières en suspension faisaient disparaître. Or, ce dernier effet est souvent capital, bien qu'il n'exclue nullement l'insalubrité ; car l'aspect et par suite la limpidité des eaux sont, comme on sait, les premières conditions exigées pour leur emploi. Aussi la clarification des liquides est-elle un des objets dont la réalisation s'impose le plus aux usines.

Les bassins de dépôt sont destinés à mettre à profit la

circonstance que la plupart des matières solides qui souillent les liquides ont une densité différente de celle de ces liquides, et le fonctionnement desdits bassins repose sur le principe que les corps en suspension dans un courant tendent à se séparer à mesure que la vitesse du courant se ralentit. Les appareils de filtration, au contraire, reposent sur cet autre principe, que les liquides purs, c'est-à-dire exempts de matières en suspension, peuvent passer à travers des obstacles qui arrêtent cependant les particules solides les plus ténues.

Les fabricants emploient deux systèmes de bassins de dépôt : ceux où l'écoulement est continu ou bassins ouverts, et ceux où l'écoulement est intermittent ou bassins fermés. Ces derniers se remplissent et se vident tour à tour avec des intervalles de repos pour permettre aux particules de se séparer, tandis que dans les premiers le liquide s'échappe d'un côté à mesure qu'il entre de l'autre, en sorte que sa vitesse n'est jamais nulle ; toutefois les dimensions du bassin ouvert doivent être calculées de façon à ce que la vitesse y soit convenablement affaiblie ¹, sous peine de voir une partie des effets disparaître et les matières entraînées au dehors avec le courant. Chaque système a ses avantages et ses inconvénients, et l'emploi en est commandé par les circonstances où l'on se trouve. Mais les considérations qui doivent présider à ce choix ainsi qu'aux détails de la construction, n'étant pas toujours judicieusement appréciées dans les usines, nous entrerons dans quelques explications à cet égard.

Les bassins intermittents sont indiqués notamment dans les circonstances suivantes :

1. La vitesse du liquide dans le bassin est évidemment en raison inverse du rapport qui existe entre la capacité du bassin et le débit. Si, par exemple, le bassin est susceptible de se remplir en deux jours, le liquide qui y arrive met deux jours à gagner l'orifice de sortie, en supposant, bien entendu, que la *totalité* du liquide participe au mouvement de progression ou qu'il n'y ait pas de portions non renouvelées pendant que d'autres circulent plus rapidement autour d'elles. Nous verrons plus tard comment on peut associer la *totalité* du liquide à la progression.

1^o Quand l'affluence du liquide ou la vidange des appareils de fabrication est elle-même intermittente, car dans un bassin ouvert l'écoulement se ferait brusquement aux moments d'affluence et le dépôt ne s'effectuera pas ;

2^o Quand le bassin doit être le lieu d'un traitement qui nécessite un brassage ou autre opération de nature à agiter le liquide, car alors ce liquide passerait trouble pendant et après le traitement ;

3^o Quand l'exiguïté de l'emplacement disponible oblige à avoir un bassin très-petit, car alors la vitesse dans un bassin continu serait trop grande pour permettre la précipitation des matières, et en ce cas un plein repos, si court qu'il soit, est toujours préférable ¹.

Quand les circonstances sont inverses de celles-là, le bassin à écoulement continu peut être adopté, et dès lors il doit l'être, car il a plusieurs sortes d'avantages. Le premier c'est de dispenser de toute manœuvre pour amener la sortie des liquides, lesquels s'échappent tout naturellement par une issue toujours ouverte, tandis que les bassins fermés doivent être manœuvrés chaque fois pour faire la vidange après la précipitation. En outre il faut, chaque fois aussi, curer les bassins fermés ; sans cela, la nouvelle eau qui arrive plus ou moins vivement sur le dépôt, le remet en suspension, tandis que dans les bassins ouverts, l'affluence se faisant très-doucement et à la surface du liquide, le dépôt n'en est pas atteint et on peut le laisser s'amasser sur une forte épaisseur. De plus, dans les bassins fermés, il y a toujours un temps perdu pour la précipitation, c'est le temps pendant lequel le bassin s'emplit, se vide ou se nettoie, tandis que dans les autres bassins, le travail

1. La vitesse dans un bassin continu augmentant à mesure que la capacité de celui-ci diminue, il est clair que le rôle du bassin deviendrait illusoire si ses dimensions étaient assez faibles pour que la vitesse qui en résulte fût précisément égale à celle qui suffit à maintenir les matières en suspension. En ce cas, bien évidemment, un repos, même très-court, vaudrait encore mieux que toute circulation continue.

ne souffre pas d'arrêt. Enfin le jeu d'un bassin fermé exige qu'on dispose d'une différence de niveau beaucoup plus grande, puisque la vidange se fait par la partie inférieure ; au contraire avec les bassins ouverts, l'écoulement a lieu au point qu'on veut et même, si on le préfère, seulement à la surface, en sorte que la différence de niveau peut être presque nulle, le bassin étant creusé en contre-bas dans le sol. A ces considérations on en pourrait ajouter plusieurs autres de détail, dont nous ne signalerons qu'une seule. Quand on fait la vidange d'un bassin, il est impossible de décanter le liquide clair jusqu'à la surface même du dépôt, sous peine de mettre celui-ci en mouvement dans la dernière période de l'écoulement; le dépôt qu'on retire ensuite est donc accompagné toujours d'un excédant d'eau, qui constitue un embarras. Il y a par conséquent intérêt à prévenir cet excès d'eau, c'est-à-dire à former le dépôt sur la plus grande épaisseur possible, ce qui est le propre des bassins continus. Toutes sortes de motifs, on le voit, militent en faveur

1. A toutes les considérations en faveur des bassins continus, on ne peut en opposer qu'une seule, de sens contraire : c'est que précisément dans ces bassins, le repos n'étant pas absolu, la précipitation des matières, dans un temps donné, est moindre que dans les bassins fermés, ce qui représente un temps perdu. Mais il n'y a aucune proportion à établir entre cette perte de temps et celle qui, dans les bassins fermés, résulte des diverses circonstances que nous avons énumérées : car cette dernière perte de temps est toujours une fraction déterminée de la durée totale de l'opération, tandis que la première peut être rendue aussi petite qu'on le veut, avec des dimensions convenables des bassins. Il serait facile de prouver par le calcul qu'au delà d'une certaine limite tout accroissement dans les dimensions n'apporte qu'une amélioration insignifiante, ce qui revient à dire qu'avec cette limite les résultats obtenus diffèrent très-peu de ceux que donnerait le plein repos. Il n'est donc pas nécessaire de recourir à des dimensions démesurées pour rendre la perte de temps négligeable. La limite en question varie évidemment avec la nature des résidus et elle est d'autant plus reculée que les matières ont moins de propension à se séparer; mais l'expérience prouve que dans la pratique habituelle de l'industrie il n'est jamais nécessaire d'aller très-loin et que des bassins ouverts contenant, par exemple, les liquides d'une ou deux journées suffisent dans la généralité des cas, parce que la vitesse qui en résulte est alors assez faible pour ne point gêner la précipitation.

de ce système qui doit être adopté chaque fois que les circonstances laissent la liberté du choix.

Les bassins à écoulement continu doivent pour produire tous leurs bons effets, être établis sous certaines conditions qu'on néglige trop souvent dans les fabriques. La première, c'est de rendre l'écoulement aussi général que possible, dans toute la masse du liquide, au lieu de se contenter d'un écoulement exclusivement superficiel. En général on se borne à faire passer les liquides par dessus un déversoir, auquel on donne d'ailleurs une assez grande longueur pour que l'épaisseur de la lame soit très-mince et par suite pour que la vitesse du liquide dans le bassin soit très-faible ; mais cette précaution est loin de suffire, car elle ne généralise pas le mouvement dans la profondeur, et la progression le long du bassin ne s'effectue que dans une couche très-limitée ; il en résulte qu'au point de vue du ralentissement de la vitesse on est dans le même cas que si, au lieu d'avoir un bassin profond, on en avait un réduit au volume même de cette couche. Le moyen de remédier à cet inconvénient c'est de pratiquer l'écoulement par un très-grand nombre d'orifices très-petits, dispersés sur la surface du barrage dont la tête sert ordinairement de déversoir. De la sorte la section d'écoulement a toute l'étendue de ce barrage lui-même au lieu d'être simplement égale à celle de la tranche qui passait par dessus le déversoir. La vitesse en chaque point de la masse du liquide est diminuée en conséquence et la précipitation s'effectue dans des conditions infiniment meilleures. Tel est le principe des *digues filtrantes*, ou pour parler plus exactement, des *digues perméables*¹, auxquelles M. l'ingénieur des mines

1. On sait en effet que ces digues ne produisent pas une *filtration* dans le vrai sens du mot, mais font simplement passer le liquide à travers une multitude d'orifices très-petits. M. Parrot a eu soin de faire ressortir cette distinction et il en citait pour preuve que les boues ne s'accumulent pas en plus grande quantité dans le voisinage des digues que partout ailleurs et que les interstices d'écoulement ne s'obstruent guère qu'avec le

Parrot a attaché son nom, et qui sont demeurées sensiblement telles qu'il les avait indiquées.

L'écoulement en profondeur peut être déterminé de bien des manières. Le premier procédé que M. Parrot ait fait connaître, l'ayant vu appliqué par quelques industriels des Ardennes, consiste à composer la digue ou barrage de lits horizontaux de gazons d'herbe fauchée, « placés, comme il le dit lui-même, alternativement en position naturelle et renversée, « de telle manière que les brins d'un lit se croisent avec « ceux de l'un des lits adjacents. L'écoulement devant être « réduit aux interstices des brins d'herbe, les gazons d'un « même lit doivent être serrés les uns contre les autres et ne « laisser aucun vide entre eux. Chaque lit doit être légèrement damé. » Ces digues doivent avoir 1 mètre à 1^m,50 d'épaisseur au sommet de la région filtrante et leurs parements doivent descendre suivant un talus de 45°. Au lieu de lits de gazon, M. Parrot fait remarquer qu'on pourrait employer d'autres matériaux, par exemple, de la paille ou des fascines. On peut aussi, en se basant sur les mêmes principes, remplacer la digue par un barrage en planche, dans l'épaisseur duquel on pratique une multitude de petits trous fermés par des chevilles. En manœuvrant convenablement ces chevilles, c'est-à-dire en enlevant en plus ou moins grand nombre celles d'un côté ou de l'autre, on peut graduer et diriger à son gré l'écoulement. Tel est le procédé ingénieux qu'avait employé M. Le Chatelier pour les bassins d'épuration servant aux essais des eaux d'égout à Clichy. Mais, la meilleure disposition nous paraît être celle qu'a conseillée M. Parrot lui-même.

temps, ce qui ne manquerait pas d'arriver très-promptement si le liquide charriait avec lui des matières qu'il abandonnerait au passage. La clarification du liquide tient donc à ce que le grand ralentissement de vitesse produit par l'accroissement de la section d'écoulement permet une séparation plus complète. (Voir deux Mémoires de M. Parrot dans les *Annales des mines*, 2^e série, tomes IV et VIII.)

Cet ingénieur, après bien des recherches, a exposé tout un système d'épuration qui encore aujourd'hui peut être proposé comme exemple. Ce système, tel qu'il est décrit par l'auteur, comporte : 1° un premier bassin de dépôt; 2° le bassin d'épuration proprement dit, avec son flotteur et sa digue filtrante; 3° un bassin d'écoulement ou régulateur. Nous allons faire connaître avec quelques détails la destination et le mode d'établissement de ces divers appareils (Pl. XX, fig. 1 à 8).

Le premier bassin de dépôt, qui n'est autre qu'un chenal d'amenée long et étroit, reçoit les liquides à leur sortie de l'usine. Il a pour objet de retenir la grande masse des souillures, qui a toujours une tendance à se déposer promptement, et de diminuer ainsi les frais et les interruptions de travail nécessités par le bassin d'épuration. Il ne présente d'ailleurs rien de particulier et ne diffère en rien de tous les canaux où l'on cherche à provoquer une clarification sommaire sur le parcours. Sa forme superficielle importe peu, pourvu qu'elle donne aux liquides un cours assez large, soit 1 à 2 mètres, selon le volume de l'affluence. Son fond doit être de niveau ou à contre-pente, en vue de prévenir l'accumulation des dépôts au déversoir de sortie, lequel s'élève de 30 à 40 centimètres au dessus du fond. Ce bassin doit être curé fréquemment et même tous les jours, si le dépôt est abondant, afin de favoriser le déponillement des eaux qui le parcourent. Avec un pareil soin le bassin d'épuration et sa digue peuvent servir fort longtemps, pendant plusieurs années, sans être nettoyés, tandis qu'autrement il faudrait consacrer fréquemment du temps et de l'argent à cette opération.

Le bassin d'épuration qui, avec sa digue, constitue la partie essentielle du système, est destiné, avons-nous dit, à imprimer à toutes les parties du liquide un cours uniforme et assez lent pour qu'elles soient entièrement clarifiées par le dépôt avant d'arriver à la digue qui leur livre passage à travers ses matériaux. La capacité du bassin est nécessairement

proportionnée à l'affluence du liquide et varie en outre avec la nature et l'abondance des résidus auxquels on a affaire. Il est impossible par conséquent d'assigner un chiffre *a priori*, mais on peut, dans chaque cas, le conclure par analogie de celui qu'a établi M. Parrot pour les eaux bourbeuses provenant du lavage des minerais : or cet ingénieur a reconnu par des observations multipliées qu'en donnant au cours de l'eau dans le bassin une profondeur de 50 centimètres, une largeur d'au moins 50 centimètres *par litre d'affluence en une seconde*, et une capacité de 50 mètres également par litre d'affluence, ces eaux bourbeuses étaient entièrement clarifiées avant leur arrivée à la digue. Le fond du bassin, comme celui du précédent, doit être de niveau avec le pied de la digue ou mieux, avoir une autre contre-pente.

La digue filtrante, dont la composition et la structure ont particulièrement occupé M. Parrot, termine le bassin à l'aval. Elle est située de telle façon qu'aucune portion de l'eau ne puisse l'atteindre sans avoir parcouru toute la longueur du bassin. Elle se compose d'une couche verticale de sable fin bien lavé, interposée entre deux couches de gravier, retenues verticalement par des grillages, le tout appuyé solidement et imperméablement sur le fond et sur les bords du bassin.

La hauteur de la région filtrante doit être de 50 centimètres à 1 mètre, suivant la chute dont on dispose ; sa longueur doit être au moins égale à la largeur du cours de l'eau dans le bassin (laquelle est réglée, comme on vient de voir pour les eaux de lavage des minerais, à 50 centimètres au moins par litre d'eau en une seconde) ; l'épaisseur de la couche de sable doit être combinée avec la nature de celui-ci, de manière à ce que l'affluence et la filtration se compensent mutuellement. Ici encore il est impossible d'assigner un chiffre, puisque la capacité filtrante des sables varie selon les lieux. Toutefois on peut prendre comme une moyenne

s'écartant peu des cas ordinaires, le chiffre qu'a déterminé M. Parrot pour le sable de la Meuse : il a trouvé que ce sable étant passé à travers une grille ou un tamis à intervalles de 3 millimètres de largeur, une couche de 35 centimètres d'épaisseur donne écoulement à 2 litres par seconde, devant une hauteur d'eau de 1 mètre.

Les couches de gravier n'ont d'autre objet que de contenir le sable, tout en donnant passage à l'eau, et de remplacer, avec moins de difficultés, les tamis fins et tous autres objets analogues. On obtient le gravier en faisant passer le résidu du tamisage précédent à travers une claie à intervalles de 1 centimètre de largeur. L'épaisseur des couches, dans des limites assez resserrées, bien entendu, reste sans influence sur la filtration : elle doit être de 15 centimètres au moins.

Le grillage intérieur se compose simplement de barreaux en fer, d'un centimètre carré de section au plus, ajustés verticalement dans un cadre en bois et espacés uniformément de 5 à 6 millimètres. Lorsqu'ils ont la longueur de 1 mètre, il est bon de les soutenir en leur milieu par une traverse horizontale ; mais on doit diminuer autant que possible la surface qu'elle oppose à l'affluence. Quant au grillage extérieur, il s'établit avec des barres en bois de 6 centimètres de largeur et de 4 centimètres d'épaisseur ajustées à 5 millimètres l'une de l'autre. Le cadre qui les supporte fait partie de la charpente générale de la digue : cette charpente n'offre rien de particulier et est tout à fait celle d'un empaiement ou d'un batardeau en planches. On obtient une garantie contre le dérangement du sable en établissant, d'un grillage à l'autre, une fermeture au sommet de la digue. Dans tous les cas, cette digue, lorsqu'elle est définitivement construite, doit être couronnée par un massif imperméable élevé au niveau des autres bords du bassin ¹.

1. Pour édifier les couches de sable et de gravier, M. Parrot indique de se servir de formes (Pl. XX fig.), consistant en deux planches d'une longueur égale et d'une largeur de 30 centimètres environ, tenues de champ

Le flotteur est un madrier ou une suite de madriers en bois léger, d'une largeur de 30 centimètres environ. Il est destiné à rompre et à étendre en tous sens le cours de l'eau affluente. A cet effet, on l'établit de champ, à l'amont, à une distance de la tête du bassin d'épuration mesurée par la moitié environ de sa longueur. Il règne sur toute la largeur du bassin et est maintenu par ses deux extrémités au moyen d'entailles pratiquées et cloisonnées dans les bords, lesquelles lui permettent de suivre l'impulsion verticale de l'eau et d'avoir sa tranche supérieure constamment en saillie sur la surface. On doit le dégager soigneusement de tous les encombrements qui pourraient mettre obstacle à sa marche. Or les dépôts s'accumulant de préférence vers le point d'affluence, il convient de faire varier ce point ou, mieux encore, de répartir également l'affluence sur plusieurs points, au moyen d'une cloison interrompue à intervalles réguliers, placés à la tête du bassin.

Le bassin régulateur doit être de forme triangulaire. Il est déterminé, d'un côté, par la digue filtrante dont il reçoit les eaux, et des deux autres côtés, par des bords d'une longueur au moins égale à celle de la digue. Son fond et ses bords figurent le prolongement du bassin d'épuration. Il a pour destination, son nom l'indique assez, de régler l'écoulement

parallèlement l'une à l'autre par de petites traverses ajustées d'équerre et de distance en distance sur les bords supérieurs. Ces traverses règlent ainsi, par l'écartement qu'elles maintiennent entre les planches, l'épaisseur de la couche de sable, et par leur prolongement de part et d'autre, l'épaisseur des couches de gravier.

Le sable et le gravier étant préparés, on place les formes bout à bout, les traverses en haut, sur toute la longueur du sol compris entre les grillages ; on remplit de sable l'espace déterminé par les planches, et de gravier les espaces latéraux ; on retire les formes pour les placer sur cette première assise ; on élève ensuite une seconde assise de la même manière, en remplissant de nouveau, et ainsi de suite jusqu'à la sommité des cadres.

On pourrait édifier les couches avec une seule forme moins longue que l'étendue à remplir ; mais alors il faudrait diviser cet espace en longueurs égales à celles de la forme par des cloisons transversales prolongées sur toute la hauteur, et on ne les retirerait qu'à la fin de l'opération.

des eaux à travers la digue, de manière à maintenir un niveau sensiblement constant dans le bassin d'épuration. Dans ce but, il est muni d'un petit empaiement de fond établi dans l'angle opposé à la digue, au moyen duquel on fait varier à volonté le niveau de l'eau dans le bassin régulateur et, comme conséquence, la hauteur de chute et la puissance de filtration de la digue. On peut ainsi proportionner à tout instant l'écoulement à l'affluence et conserver le niveau du bassin d'épuration.

L'installation que nous venons de décrire est faite en vue d'une clarification à peu près parfaite des liquides. Dans ces conditions la digue peut servir très-longtemps sans qu'on soit obligé d'en changer le sable, parce que l'eau n'y abandonne au passage, que des quantités insignifiantes de souillures. Il en serait autrement si l'eau devait s'y présenter encore trouble, car alors la digue fonctionnerait à la manière d'un filtre ordinaire et par suite s'obstruerait rapidement. Or, il est une foule de circonstances, dans l'industrie, où les eaux s'échappent des bassins encore assez fortement chargées, soit parce que les conditions locales s'accommodent d'une purification moins complète, soit parce que l'exiguïté de l'emplacement ne permet pas de disposer des bassins d'une suffisante longueur. En pareil cas, la digue filtrante proprement dite perdrait une grande partie de ses avantages et il serait sans doute préférable de recourir au moyen appliqué par M. Le Chatelier à Glichy, et que nous avons déjà mentionné, à savoir d'opérer l'écoulement à travers un très-grand nombre d'orifices dispersés sur l'étendue d'un barrage en planches, et non susceptibles de s'obstruer comme les pores d'un filtre. Alors le liquide passe encore plus ou moins trouble, mais on continue à profiter de l'uniformité et de la lenteur de la vitesse pour précipiter le plus de matières possibles dans le bassin d'épuration. Cette solution de, vra donc être appliquée de préférence toutes les fois que pour un motif ou pour un autre, les eaux seraient de

nature à obstruer trop promptement les digues filtrantes.

La plupart des liquides industriels qui proviennent du traitement des matières organiques, contiennent des substances plus légères que l'eau et qui tendent par conséquent à flotter à la surface. Ces substances ne sauraient donc être arrêtées par des bassins dans lesquels l'écoulement se ferait par un déversoir superficiel ; mais tout en conservant ce mode de déversement on peut subvenir à son insuffisance pour le cas actuel, au moyen de quelque flotteur dans le genre de celui dont nous avons parlé ; car ce flotteur a non-seulement pour effet de rompre le courant, mais il intercepte aussi les débris flottants, puisqu'il plonge dans le liquide et s'élève en même temps au dessus de sa surface. La seule condition est qu'il descende plus bas que la région dans laquelle roulent ces débris et que ceux-ci ne soient point entraînés avec le liquide forcé de passer en dessous du flotteur. Or il est clair que ce résultat sera d'autant moins à craindre que d'une part les débris seront plus complètement remontés à la surface et que d'autre part le courant au dessous sera moins violent en chaque point. On est ainsi ramené à des conditions analogues à celles des dépôts, à savoir un mouvement aussi lent et aussi généralisé que possible dans toute la profondeur du liquide. Conséquemment les digues filtrantes et autres systèmes qui s'y rattachent constituent encore la meilleure solution. La seule remarque à faire en pareil cas, c'est que les impuretés s'accumulant à la surface et tendant peu à peu à gagner la digue (tandis que pour les dépôts, le frottement contre le fond les arrête au point où ils sont tombés), il peut y avoir alors convenance à empêcher l'écoulement dans la région supérieure de la digue ou du barrage percé de trous, si c'est ce dernier agencement qu'on emploie. Lors donc que les souillures superficielles sont de nature à passer à travers les orifices ou à obstruer les pores de la digue, on devra supprimer l'écoulement à la tête et ne faire com-

mencer la zone filtrante qu'au dessous de la couche souillée.

Il nous reste, pour terminer la question des dépôts, à dire quelques mots des bassins fermés ou intermittents, quoique à vrai dire les principes sur lesquels leur emploi est fondé soient tellement simples qu'il semble superflu de les mentionner. D'abord il est évident qu'on a intérêt, pour une même capacité de bassin, à diminuer la hauteur au profit de la surface, puisqu'on diminue par là même le chemin à parcourir par les impuretés et conséquemment le temps de la clarification. Il n'y a d'autre limite, comme nous avons déjà eu l'occasion de le dire, que celle qu'assignent les inconvénients inhérents à une décantation opérée sur une faible hauteur : ordinairement dans la pratique, on se maintient, comme pour les bassins continus, entre 1^m,00 et 1^m,50 de profondeur. Un des points qui laisse le plus à désirer est la vidange : rarement elle s'effectue dans des conditions à respecter le dépôt et à ne pas occasionner de perte de temps. On se borne le plus souvent à lever une vanne au dessus de la couche de dépôt; or il arrive de deux choses l'une : ou bien l'orifice qu'on démasque ainsi est considérable, et alors le mouvement de l'eau entraîne toujours une certaine portion des souillures ; ou bien cet orifice est très-petit, et alors le bassin met beaucoup de temps à se vider. Une disposition bien préférable consiste à abaisser graduellement la vanne à partir du haut, de façon que l'eau s'échappe toujours par dessus la tête de la vanne qui joue ainsi le rôle de déversoir mobile. La première partie de l'écoulement peut être conduite très-rapidement puisque l'eau se meut fort au dessus des matières ; ce n'est que vers la fin que la vanne doit être abaissée avec précaution. Il va de soi que l'écoulement doit s'effectuer sur la plus grande largueur possible et par conséquent, si rien ne s'y oppose, sur tout le front du bassin à la fois. Si l'on craint que ces manœuvres de vannes ne soient pas faites par les ouvriers avec tout le soin convenable, on peut recourir avec beaucoup de profit au système des barrages

percés de trous : rien de plus simple en effet et de plus facile à surveiller que l'enlèvement successif des rangées de chevilles à commencer par le haut. Du reste, on diminue dans tous les cas les chances d'entraînement de dépôts : 1° en donnant au fond du bassin une pente en sens contraire de l'écoulement ; 2° en faisant passer les eaux par un second bassin beaucoup plus petit, qu'on ferme dès qu'elles arrivent troubles, et qu'on vidange à son tour dès qu'elles y sont reposées.

Les appareils de filtrage, dans l'acception ordinaire du mot, sont caractérisés, avons-nous dit, par la circonstance que les liquides au lieu d'y arriver déjà clarifiés, comme sur les digues précédemment décrites, s'y présentent, au contraire, plus ou moins troubles et abandonnent leurs souillures dans les interstices même du filtre. Ce n'est donc pas par leur constitution que ces appareils diffèrent essentiellement des précédents, mais bien par la manière dont on les fait agir : il suffirait, par exemple, dans le système d'épuration de M. Parrot, de supprimer les bassins de dépôt pour que la digue devînt un vrai filtre, arrêtant les impuretés dans son sein.

Les filtres s'emploient dans diverses circonstances : 1° quand la nature des matières en suspension est telle qu'il serait très-difficile d'en obtenir la séparation par voie de dépôt ; 2° quand ces matières se déposant cependant en quantité notable, on veut rendre la clarification encore plus complète ; 3° quand l'emplacement manque pour construire des bassins suffisants ; 4° quand les eaux étant très-abondantes et en même temps faiblement chargées, la dépense des bassins ne serait pas en rapport avec le résultat qu'on veut atteindre. Les filtres sont d'un usage moins fréquent, dans les usines, que les bassins de dépôt, parce qu'on se contente ordinairement d'une clarification imparfaite et que dès lors les bassins de petites dimensions peuvent suffire. Or il est bien évident que dans ces conditions les bassins sont plus économiques

que les filtres ; car ceux-ci, précisément par la manière dont ils agissent, sont condamnés à des obstructions fréquentes qui nécessitent des arrêts et des frais d'entretien importants. Aussi les filtres sont-ils plutôt employés pour améliorer les eaux domestiques que pour clarifier les liquides évacués par les fabriques. Toutefois il est encore des cas assez nombreux où l'on est amené à s'en servir, particulièrement quand des usines sont échelonnées sur un faible cours d'eau servant à des fabrications délicates telles que papeteries, teintureries, etc., ou quand les liquides sont exposés à circuler à découvert dans l'intérieur des villes ¹.

Les matières entrant dans la composition des filtres sont très-variées ; nous ne nous attacherons pas à en faire l'énumération. Nous nous bornerons à dire qu'elles doivent toutes satisfaire à la double condition essentielle d'être très-poreuses ou très-perméables, tout en arrêtant les solides du plus faible diamètre, et de pouvoir être renouvelées à peu de frais ou nettoyées facilement. Sous le rapport de la nature des matériaux et des qualités qui en résultent dans l'appareil, les filtres peuvent être partagés en deux grandes catégories : 1^o ceux dont on attend un service régulier et très-efficace et qu'on construit le plus ordinairement en sable et gravois et quelquefois en pierres poreuses ; 2^o ceux qu'on destine à une clarification beaucoup moins méthodique et pour lesquels on utilise des matières économiques qu'on a sous la main, telles que tannée, tourbe sèche, tontisse de laine, etc. Le choix entre ces deux catégories est naturellement déterminé par les circonstances.

Les filtres, quels qu'en soient les matériaux, peuvent être disposés de 3 manières différentes : 1^o horizontalement, le

1. C'est ce qui a lieu, par exemple, à Dusseldorf, où de nombreuses teintureries souillent la Dussel, petite rivière dont les eaux traversent le grand parc public. A un certain moment les industriels se sont vus contraints par la municipalité à faire passer leurs liquides à travers des filtres de charbon.

liquide les traversant de haut en bas, dans le sens naturel de la pesanteur ; ce sont les filtres *per descensum* ; 2° encore horizontalement, mais le liquide les traversant de bas en haut, en sens inverse de la pesanteur ; ce sont les filtres *per ascensum* ; 3° verticalement, à l'instar des digues de M. Parrot, que le liquide traverse suivant des directions horizontales ; ce sont les filtres verticaux ou latéraux. Chaque type a ses défauts et ses qualités propres et doit être préféré selon les cas. Ainsi le type *per descensum*, comparé aux deux autres, a l'avantage de mieux utiliser la chute dont on dispose, et de donner, par conséquent, un plus grand débit. En outre il est d'une construction très-facile : formé, par exemple, de gravier et de sable, il suffit d'étendre la pierraille sur une grille et de placer dessus une couche de sable, aucune force ne tendant à déplacer la matière filtrante ni à disloquer les pièces de l'appareil. En revanche, il s'obstrue très-prompement quand les souillures ont un certain degré de finesse : elles pénètrent alors dans les interstices et empêchent bientôt le passage du liquide ; il faut continuellement arrêter le travail et renouveler les matières, opération qui, malgré les facilités inhérentes au type de l'appareil, ne laisse pas, par sa fréquence, de constituer un inconvénient de premier ordre. Au contraire, le type *per ascensum* s'obstrue très-peu ou du moins s'obstrue aussi peu que possible, car les souillures ont toute tendance à retomber au dessous du filtre, en vertu de leur propre poids ; il offre d'ailleurs les mêmes facilités de renouvellement que le précédent. Mais par contre, il nécessite une grande hauteur de chute, puisqu'il faut en retrancher toute la hauteur du filtre dans lequel l'eau agit en contre-poids ; cet appareil n'est donc possible que sous certaines conditions. En outre pour que le liquide puisse être soulevé à travers le filtre, il faut qu'il règne une certaine pression en dessous, ce qui nécessite des fermetures très-hermétiques ; il s'exerce là des actions intérieures qui tendent à disloquer des pièces et qui rendent l'éta-

blissement beaucoup plus compliqué. Enfin, toutes choses égales d'ailleurs, il laisse passer moins d'eau que le précédent, puisque celle-ci, au lieu de se présenter à la surface libre du sable, se présente contre la grille qui le supporte en dessous et qui en réduit nécessairement l'étendue utile dans une notable proportion. Quant aux filtres verticaux ou latéraux, ils sont pour ainsi dire intermédiaires entre les deux autres types, car ils participent, à un degré moindre, des défauts et des qualités des uns et des autres. Ainsi ils utilisent la chute moins bien que les premiers et mieux que les seconds, et ils s'obstruent plus que les seconds et moins que les premiers. Ils conviennent donc à des situations intermédiaires comme eux.

En résumé les filtres *per descensum* ou filtres ordinaires doivent être adoptés comme étant les plus simples, toutes les fois que les liquides sont peu chargés et que les résidus ne sont pas d'une nature encrassante. Les filtres verticaux sont préférables pour retenir des souillures fines et argileuses ou pour intercepter de grandes quantités de débris de dimensions quelconques. Quant aux filtres *per ascensum* on ne doit y recourir que si les résidus sont, comme certains limons, tellement ténus et adhérents que la première condition soit évidemment d'assurer l'usage même de l'appareil. C'est, du reste, dans l'ordre où nous venons de les mentionner qu'on les trouve répandus dans l'industrie.

Pour tout système de filtres on a intérêt à diminuer autant que possible la quantité de débris qui se présentent à l'appareil. Cet intérêt existe, même avec les filtres ascendants, car les résidus, quelle qu'en soit la densité, sont toujours poussés en avant par l'impulsion du liquide ; au surplus ceux de ces résidus qui sont plus légers que l'eau tendent à jouer, dans les filtres ascendants, le même rôle que les matières pesantes dans les filtres descendants, c'est-à-dire à former contre le sable une couche qui fait obstacle à l'admission de l'eau. Le filtrage est donc presque toujours précédé de quelque

clarification sommaire, destinée à arrêter la partie la plus encombrante des résidus. On réalise cette clarification de diverses manières selon les circonstances et selon la nature des corps entraînés : on peut faire usage, notamment, d'un petit bassin de dépôt avec flotteur, ou d'un treillage à mailles plus ou moins serrées, ou même d'une simple grille à barreaux espacés. Cette dernière disposition suffit pour arrêter bon nombre de corps allongés comme pailles, lanières de peaux, poils, tannée, bois de teinturerie, etc. Une précaution également bonne à prendre avec les filtres verticaux, vis-à-vis des résidus pesants, c'est d'élever le filtre à une certaine hauteur au dessus du fond du réservoir ou du canal qui lui amène les eaux, de telle sorte que les dépôts s'accumulent contre le barrage imperméable qui sert de support au filtre.

Le nettoyage des filtres est une opération importante, car selon qu'elle est bien ou mal faite, elle influe puissamment sur le volume et la qualité des eaux que le filtre peut débiter. Lorsque cette opération doit revenir souvent, il faut s'attacher à ce qu'elle soit rendue très-prompte et très-facile, de manière qu'il n'en résulte chaque fois ni un long chômage de l'appareil ni la nécessité de renouveler la substance filtrante. Une bonne précaution, prise dans plusieurs usines, consiste à se ménager la possibilité d'envoyer à volonté les eaux dans un sens ou dans l'autre. Ainsi, avec un filtre descendant, par exemple, on s'arrange pour pouvoir faire passer l'eau en remontant. Ce mouvement, en sens contraire, du liquide est très-favorable à l'expulsion des impuretés engagées dans le filtre, et en y procédant fréquemment, même peu d'instant chaque fois, on peut prévenir l'engorgement de l'appareil et éviter son nettoyage à fond pendant une longue période.

EMPLOI SUR LES TERRES.

Autant les résidus industriels risquent d'infecter le sol quand ils y sont enfouis sans discernement ou déversés sans mesure, autant ils peuvent être rendus inoffensifs et même devenir utiles, quand ils sont répandus sur les terres avec méthode et dans des proportions convenables. Le sol et les végétaux ont en effet la propriété de s'attribuer tout ou partie des éléments contenus dans les matières qu'on met en contact avec eux; ils peuvent ainsi déterminer la désinfection de ces matières, clarifier les liquides ou même les épurer en changeant leur composition chimique.

Le déversement des liquides industriels sur les terres, dans un but d'assainissement, peut être effectué à deux points de vue : 1^o au point de vue d'utiliser principalement les forces de la végétation ; 2^o au point de vue d'utiliser les forces propres au sol, abstraction faite des végétaux qu'il peut porter. Dans le premier cas les liquides doivent satisfaire à certaines conditions dont les principales sont : 1^o que les matières infectantes dont on veut les débarrasser soient susceptibles de fournir des éléments utiles à la végétation, sans quoi la décomposition et par suite la désinfection de ces matières par la végétation n'aurait pas lieu ; 2^o que ces liquides ne renferment pas des éléments toxiques ou autres en assez grandes proportions pour nuire aux plantes : ainsi des liquides simplement acides pourraient tuer les végétaux, à moins que le sol ne fût fortement calcaire ; 3^o que les matières inertes ou même utiles charriées par les eaux ne soient pas dans un état physique tel qu'elles risquent d'obstruer les sporules des plantes et de les faire périr par asphyxie : certains limons, certaines eaux savonneuses sont, par exemple, dans ce cas ; 4^o que la proportion des liquides ré-

pandus ne dépasse pas une certaine limite, afin que d'un côté les plantes ne risquent point de pourrir et que d'un autre côté les matières puissent être dénaturées au fur et à mesure qu'elles sont fournies aux plantes.

Un grand nombre de liquides industriels et notamment la plupart de ceux qui proviennent du traitement des matières organiques sont susceptibles de profiter à la végétation et d'être en même temps épurés par elle. Nous en verrons de fréquents exemples par la suite, quand nous examinerons les industries individuellement; nous nous bornerons ici à quelques remarques générales sur l'emploi du procédé. D'abord la nature des végétaux à faire agir sur les liquides peut dépendre jusqu'à un certain point de la nature de ces liquides; ainsi on constate assez fréquemment que la même espèce de végétaux qui par le traitement industriel a fourni les résidus, est précisément celle qui convient le mieux pour s'en nourrir, quand, bien entendu, les principes naturels du végétal n'ont pas été trop altérés par le traitement. Ce n'est là toutefois qu'une indication à laquelle il ne faut pas attacher dans la pratique une importance absolue, car bon nombre de cultures se prêtent presque indifféremment à recevoir les liquides les plus variés; d'ailleurs les industries qui s'exercent sur les matières animales, lesquelles ne sont pas, dans cet ordre d'idées, les moins importantes, n'ont rien à faire, naturellement, avec cette indication. Le choix du terrain n'a également qu'une valeur secondaire, puisque c'est de la végétation et non du sol que l'assainissement est attendu; il suffit que le sol satisfasse aux conditions habituelles d'une bonne culture, ou qu'il soit en rapport à la fois avec la nature des végétaux et avec le volume du liquide qu'il est appelé à recevoir. Le point essentiel est la manière dont le liquide est fourni aux plantes.

La première précaution c'est de débarrasser les liquides des parties volumineuses en suspension qui courraient le risque de pourrir sur le sol sans être attaquées par la végétation. A

cette fin on les fait passer à travers des grilles ou même à travers des bassins de dépôt, surtout s'il y a lieu de diminuer la quantité du limon charrié qui pourrait, avons-nous dit, endommager les plantes. On agit donc comme vis-à-vis des appareils de filtrage, qu'on a soin de soulager par une clarification sommaire préalable. Une seconde précaution, c'est de mettre le mode de distribution en harmonie avec le mode de culture : ainsi, il ne conviendrait pas de répandre les liquides indistinctement sur toute la surface du sol, si les plantes étaient espacées les unes des autres, car alors, dans les intervalles des pieds, la désinfection ne se réaliserait pas. Un tel mode n'est praticable que si la végétation est elle-même *sans solution de continuité*, comme les prairies naturelles ou artificielles ; mais dans les autres cas on doit distribuer le liquide soit le long des sillons soit autour même des plantes, suivant les conditions où l'on se trouve. Une troisième précaution, dont l'utilité est naturellement subordonnée à la nature des résidus, c'est de les étendre d'eau de façon à ne pas les répandre à un trop grand état de concentration ; autrement on s'expose à nuire aux plantes en même temps qu'on produit de mauvaises odeurs, car le pouvoir absorbant des végétaux est limité et tout ce qui le dépasse se traduit en inconvénients. C'est pour avoir négligé cette considération que des fabriques ont dû souvent renoncer à employer leurs liquides sur les terres, et qu'on a accusé le procédé alors que le mode d'application seul était vicieux. La pratique consistant à étendre d'eau les résidus ne saurait jamais avoir des inconvénients : elle n'a d'autres limites, en agriculture, que celle qu'imposent les frais dont elle est la cause. Enfin une quatrième précaution, qu'il semble à peine besoin de mentionner, mais qui cependant est trop souvent négligée, c'est de faire arriver les liquides sur les terres dans l'état le plus frais possible, c'est-à-dire avant que la fermentation ait eu le temps de s'y développer. Ainsi c'est un procédé vicieux que de conserver dans

des réservoirs, comme on le fait souvent, les résidus qu'on juge en trop faible quantité pour être employés immédiatement ; il vaut bien mieux les distribuer sur la parcelle de terre la plus réduite que de leur laisser le temps de se corrompre. A ces précautions fondamentales on en pourrait ajouter beaucoup d'autres, lesquelles se présenteront naturellement au fur et à mesure que nous parcourrons la série des *moyens spéciaux*. Mais c'est surtout dans la partie de notre ouvrage relative à l'assainissement des villes que la question sera traitée en détail, car ce sont les liquides d'égout des villes, qui ont fait naître les applications les plus larges et les plus intéressantes de cette méthode.

Quand au lieu d'attendre l'assainissement de la végétation on l'attend du sol lui-même, le choix de la culture devient nécessairement fort secondaire et celui du terrain devient au contraire fort important. A ce point de vue, les terrains doivent être divisés en deux catégories, selon qu'on recherche une simple clarification analogue à un filtrage, ou selon qu'on veut obtenir une épuration plus parfaite. Comme dans tous les cas le terrain est surtout destiné à agir sur les résidus à la faveur de la pénétration mécanique, il est évident que si l'on a uniquement en vue un filtrage, c'est-à-dire une simple séparation des principales matières en suspension, on doit préférer les terrains sableux, qui livrent plus facilement passage aux liquides et qui se rapprochent le mieux des filtres proprement dits. Mais si l'on se propose de pousser l'épuration plus loin, si l'on veut, par exemple, non-seulement clarifier mais encore décolorer dans une certaine mesure les liquides, ou retenir des éléments qui passeraient en partie à travers les filtres, on doit alors recourir aux terrains forts, compactes, à de véritables argiles. On sait en effet que l'eau qui passe à travers l'argile s'y purifie bien plus complètement qu'à travers le sable. Seulement en pareil cas le terrain réclame presque toujours un travail préparatoire, qui consiste à le drainer par des tuyaux sou-

terrains ; c'est la meilleure condition pour qu'il se fissure et s'ouvre ainsi aux liquides qui se dépouillent en le traversant. Autrement les résidus resteraient stagnants à la surface et la putréfaction ne tarderait pas à se manifester. Mais quel que soit le système qu'on emploie, filtrage à travers un sol sableux ou épuration à travers un sol argileux, il convient de se mettre en garde contre la durée éphémère du procédé : en général, le terrain s'obstrue au bout d'un certain temps, par suite du dépôt accumulé des particules qui ne se décomposent pas, de sorte que, si l'on veut assurer la désinfection, on doit changer fréquemment d'emplacement. C'est là l'infériorité de ce système comparé à celui dans lequel on fait agir la végétation, qui a bien plus de puissance pour maintenir la perméabilité du sol ; en revanche, il a l'avantage de se prêter à l'épuration de toutes sortes de résidus, tandis que l'application du système par les végétaux est subordonnée à la condition que les résidus conviennent aux végétaux.

Nous avons peu de chose à dire sur l'emploi des matières solides, ou plutôt boueuses, car c'est principalement sous cette dernière forme qu'elles se présentent dans l'industrie ; ces matières, soit qu'elles proviennent directement de la fabrication, soit qu'elles résultent d'un traitement préalable des liquides, comme par exemple leur clarification, sont susceptibles d'une destination agricole dans des conditions plus simples encore que les liquides. Sauf le cas où elles renferment des éléments vraiment nuisibles à la végétation, on ne voit pas trop quelle autre circonstance pourrait s'opposer à leur emploi sur les terres. Celles d'entre elles qu'on ne veut pas appliquer directement, par crainte des mauvaises odeurs ou pour toute autre cause, sont habituellement mélangées avec divers matériaux et forment ainsi des *composts*. Tout le soin consiste à les associer convenablement dans le double but de les approprier à la culture et de réduire le plus possible les frais de manipulation et de transport. A ce dernier point de vue on doit choisir

de préférence les matériaux qu'on a le plus facilement sous la main ; les cendres des foyers, par exemple, les balayures des salles et des cours et autres débris secs que fournit l'usine, sont une excellente base de compost pour les résidus boueux dont on désire se débarrasser. A défaut de ces rebuts, on a recours à la terre végétale, à la tourbe et en général aux matières les plus économiques, en se préoccupant toujours d'associer les substances sèches aux substances pâteuses, de façon à leur donner une consistance suffisante et à prévenir en même temps le dégagement des mauvaises odeurs.

Quand on se propose de manipuler des résidus boueux, on a ordinairement intérêt à les débarrasser le plus possible de leur eau, car on diminue ainsi la proportion de matières sèches à ajouter et par suite les frais de transport. Dans ce but, au lieu d'entreposer les résidus dans des bassins, on a coutume de les placer sur le sol et autant que possible sur un sol en pente, afin qu'ils puissent s'égoutter librement. Si ces résidus proviennent du curage de quelque bassin de clarification, on les accumule sur le bord, en tâchant que les eaux d'égouttage retournent au bassin, au lieu de se disperser dans le sol. Cette dernière pratique est incontestablement fort supérieure à celle qui consiste à faire égoutter simplement les résidus sur une aire quelconque, car on diminue beaucoup les inconvénients dus à la dispersion des liquides dans le terrain environnant. Toutefois une précaution est à observer, sans laquelle une partie des inconvénients continuerait d'exister : elle consiste à étendre les boues sur un plancher imperméable incliné vers le bassin, ou mieux encore sur un lit de matériaux poreux qui permettent aux liquides de filtrer et de glisser sur le plancher qui supporte ces matériaux. Un tel système peut être économiquement réalisé en damant fortement une couche argileuse entourée de rebords, sauf du côté du bassin, et sur laquelle on étend de la pierraille, du machefer ou des scories. Les résidus qu'on dépose ensuite

par dessus, s'y drainent très rapidement et au bout de quelques heures, c'est-à-dire avant qu'ils aient eu le temps d'entrer en fermentation, sont retirés dans un état de dessiccation fort avancée. Cet égouttage a même un autre avantage, c'est que pour un très-grand nombre de matières il permet un séjour en quelque sorte indéfini sans qu'on risque de voir les mauvaises odeurs se développer, pourvu d'ailleurs que le tas soit préservé des eaux extérieures. C'est un fait assez général, en effet, que la séparation des liquides et des solides est une puissante garantie de leur conservation.

TRAITEMENT PAR LA CHAUX.

Malgré le caractère spécial de l'agent que nous considérons ici, la multiplicité et l'importance de ses applications autorisent à en comprendre l'emploi parmi les moyens généraux. Il y a effectivement un très-grand nombre de circonstances dans lesquelles la chaux peut contribuer à l'assainissement.

La chaux est usitée dans deux ordres de faits distincts : 1^o pour neutraliser les résidus acides ; 2^o pour clarifier et épurer partiellement les liquides. Quand on se propose de neutraliser, il est préférable, si les acides ont une certaine force, de remplacer la chaux par le calcaire. D'abord il y a économie ; ensuite la réaction est moins brusque et risque moins de produire l'échauffement et la vaporisation du liquide ; enfin les canaux ou bassins dans lesquels l'opération a lieu sont plus faciles à nettoyer, car la chaux adhère contre les parois et reste agglomérée à tel point que, dans les canaux étroits, elle fait souvent obstacle à l'écoulement. Cette dernière circonstance n'est même pas étrangère à la défa-

veur que le procédé rencontre dans certaines usines, où les liqueurs sont amenées à des cours d'eau éloignés, au moyen de canaux peu coûteux et par conséquent étroits, et quelquefois dans des conduits recouverts; on redoute alors les difficultés et les frais de curage que le procédé occasionne. Or précisément on les évite en grande partie en employant le calcaire au lieu de la chaux et en opérant l'attaque dans un petit bassin situé sur le parcours du canal: le liquide se neutralise en circulant à travers les morceaux de calcaire, sans entraîner de ces boues qui vont se déposer plus loin et encombrent le passage, ainsi que cela arrive souvent avec la chaux.

Quand les acides sont faibles ou qu'il s'agit de produire une clarification, il est indispensable d'opérer dans un bassin *ad hoc* et d'y exercer un brassage, sous peine que la réaction soit fort incomplète. La nécessité de ces précautions est évidente pour la clarification, puisque la chaux est destinée en ce cas à produire une modification profonde de la nature des résidus: elle s'empare notamment des acides gras pour former des savons calcaires qui entraînent dans leur précipitation la plupart des matières en suspension. Ce n'est qu'avec un mélange bien intime et une agitation de toutes les parties, que de semblables réactions peuvent se mener à fin. Mais même vis-à-vis d'acides libres dans la masse et doués d'une certaine énergie, le brassage est encore indispensable pour vaincre l'inertie des matières interposées entre les substances qu'on destine à réagir; c'est ainsi que dans les fabriques d'aniline, on n'a pu réussir, malgré un mélange attentif, à faire combiner avec la chaux la totalité de l'acide arsénique distribué dans les résidus: une certaine portion de ce corps dangereux échappe toujours à la réaction et passe dans le liquide clarifié. On ne saurait donc trop insister sur cette partie matérielle de la défécation, sans laquelle les bons effets seraient inévitablement compromis.

L'opération conduite comme nous venons d'indiquer, a généralement pour résultat de fournir une assez grande

quantité de matières solides qu'il faut séparer ensuite des liquides. La séparation se fait ordinairement par le repos, dans le bassin même de l'attaque ou dans un bassin adjacent dans lequel on écoule les liqueurs boueuses au fur et à mesure de leur neutralisation. Les fabriques qui ont à traiter des résidus liquides, adoptent fréquemment la disposition suivante :

Les liquides sortant des ateliers traversent un petit bassin ou un simple tonneau découvert; ils y rencontrent un jet de lait de chaux qu'on fait tomber en proportion plus ou moins grande selon le volume des résidus, dont l'affluence varie nécessairement d'un moment à l'autre. Le jet s'échappe d'un petit conduit en bois, et l'on en gradue le débit en soulevant plus ou moins la palette placée à l'orifice. Dans ce même tonnelet un agitateur en bois, à axe vertical, mû à la main ou par une courroie, opère le mélange du lait de chaux et des résidus. Un bassin plus spacieux, en argile battue ou en maçonnerie reçoit les liquides mélangés; les ouvriers les brassent avec des ringards ou des rateaux, et l'on arrête l'introduction à un certain niveau pour diriger le courant vers un bassin conjugué. Après un léger repos on ouvre une vanne à une certaine hauteur au dessus du fond et l'on écoule les liquides encore troubles. Un dernier bassin, plus grand que le précédent, les reçoit; ils y reposent le temps nécessaire pour se clarifier, et sont ensuite évacués aux cours d'eau. On a soin d'ailleurs de vérifier fréquemment, au moyen du papier de tournesol, à la sortie du tonneau mélangeur et à la sortie du dernier bassin, que le lait de chaux a été ajouté en quantité suffisante et que le liquide s'écoule neutre ou légèrement alcalin. En résumé cinq bassins, dont un pour le mélange, deux conjugués, servant à tour de rôle, pour le brassage, et deux également conjugués, pour la décantation, composent toute cette installation, qui dans la plupart des cas satisfait pleinement aux exigences de l'assainissement.

CHAPITRE II

PROCÉDÉS SPÉCIAUX.

FABRIQUES DE SOUDE.

L'industrie de la soude est une de celles dont les résidus causent le plus d'incommodités au voisinage. Ces résidus sont, comme on sait, de trois sortes : 1° solutions d'acide chlorhydrique faible provenant des derniers appareils de la condensation et dont on n'a pas toujours l'emploi dans les usines ; 2° liqueurs acides provenant de la préparation du chlore et vulgairement connues sous le nom de *chlorure acide de manganèse*, lesquelles contiennent à la fois de l'acide chlorhydrique libre, des chlorures de manganèse et de fer et diverses matières terreuses en suspension ; 3° enfin les *marcs de soude* ou *charrées*, provenant du lessivage de la soude brute, magma boueux de composition très-complexe dans lequel le soufre et la chaux jouent le principal rôle. Les résidus des deux premières sortes, sous leur forme immédiate, et ceux de la troisième, par les liquides d'égouttage qu'ils abandonnent sous l'influence des agents atmosphériques, tendent à corrompre gravement les eaux et le sol ; en outre les marcs de soude empoisonnent l'atmosphère

par l'hydrogène sulfuré qui s'exhale de leurs tas. On a donc dû s'occuper activement de chacune de ces trois causes d'infection.

Le problème a été résolu en premier lieu pour les solutions d'acide chlorhydrique. En perfectionnant, d'une part, le système de la condensation, ce qui a permis d'obtenir des liqueurs plus chargées, et en s'adonnant, d'autre part, à diverses fabrications annexes qui ont pris de plus en plus de l'importance, telles que le chlorure de chaux, les carbonates et bicarbonates alcalins, la colle et la gélatine etc., on a fini par utiliser dans les usines une portion considérable de ces liqueurs et on peut prévoir le jour où la totalité trouvera ainsi un emploi profitable. En attendant on a recours encore à quelques expédients pour prévenir l'insalubrité. Le plus usuel, qui figure parmi les moyens généraux, consiste dans la neutralisation par la chaux ou par le calcaire ; mais, comme nous l'avons remarqué, les frais arrêtent souvent les fabricants, en sorte que les liquides sont évacués directement aux cours d'eau ou dans le sol.

Jusqu'à ces derniers temps le chlorure acide de manganèse était perdu à peu près universellement. Avant de faire connaître la méthode nouvelle qui tend à l'emploi général de ce résidu, il est bon d'indiquer quelques consommations limitées, obtenues dans certaines usines. M. Kuhlmann surtout s'est ingénié à varier les emplois suivant les circonstances. Ainsi cet industriel se sert des liquides : 1° pour saturer les eaux ammoniacales du gaz de l'éclairage et obtenir ainsi un muriate d'ammoniaque impur, qui passe aux engrais artificiels ; 2° il les fait couler sur des lits de craie et forme du chlorure de calcium, utilisé, soit pour la vente directe après purification, soit pour l'attaque du sulfate de baryte et la production du chlorure de barium ; 3° il les fait réagir sur des os pour extraire la gélatine ; 4° enfin, récemment, il a imaginé de les appliquer, avec beaucoup de succès, à la saturation des eaux de lavage des

laines brutes: déjà M. Isaac Holden, grand filateur du Nord, dont les procédés d'épuration nous occuperont bientôt, consomme une grande proportion de ce réactif, et il y a tout lieu d'espérer que ce débouché s'accroîtra. De son côté, M. Uziglio, à l'époque où il dirigeait Salyndres, projetait de neutraliser les mêmes liquides par un excès de calcaire, de manière à libérer l'oxyde de manganèse; cet oxyde devait être vendu aux maîtres de forges des environs, qui l'avaient retenu par avance en vue d'améliorer leur fer puddlé, et quant à l'acide carbonique engendré par la réaction, il devait être utilisé pour préparer du bicarbonate de soude et de l'alumine pure, par la décomposition de l'aluminate de soude. Enfin M. Rohart, fabricant d'engrais à Paris, a consommé à diverses reprises d'assez fortes quantités de chlorure acide pour la désinfection des matières de vidanges; dans cette opération, le chlorure doit être préalablement neutralisé avec des rognures de zinc, afin d'éviter le bouillonnement qu'engendrerait l'acide chlorhydrique libre: la présence du zinc a d'ailleurs l'avantage d'enrichir l'engrais.

Aucun de ces procédés n'est évidemment susceptible de généralisation; mais par leur variété même, ils offrent une ressource dans un grand nombre de circonstances. Ils s'appliquent également, du moins certains d'entre eux, aux solutions d'acide chlorhydrique faible: il est clair, en effet, que ces solutions peuvent remplacer avantageusement les résidus de la préparation du chlore dans tous les cas où ces résidus doivent agir au moyen de leur excès d'acide.

Les marcs de soude avaient été jusqu'ici enfouis dans le sol ou disposés en remblais à la surface. Dans ce dernier cas, on a soin de les pilonner fortement, à mesure de l'entassement, et de les recouvrir d'une couche d'argile également battue. Le but de cette disposition est d'intercepter autant que possible l'accès de l'air et des eaux pluviales, de façon à ralentir beaucoup l'oxydation et à réduire l'égouttage. En Angleterre, notamment, on a construit ainsi beaucoup de remblais

destinés aux petits embranchements de chemins de fer qui desservent les usines. Ces matériaux se conservent convenablement; mais donnent lieu à des liquides infectants ainsi qu'à des odeurs sulfureuses qu'on perçoit fort distinctement quand on approche des fabriques. Enfin, on a proposé d'employer ces résidus comme amendement pour certaines terres frappées de stérilité¹. Mais l'intérêt de ces pratiques s'amoindrit beaucoup en présence des méthodes de *dénaturation* qui ont pris naissance depuis quelques années, et dont la plus récente, celle de Dieuze, semble destinée à produire une véritable révolution dans l'industrie de la soude.

La première tentative qui ait revêtu une forme pratique, pour la dénaturation ou, pour parler plus exactement, pour l'extraction du soufre contenu dans les marcs, paraît due à M. Gossage, manufacturier à Widnes, le même qui a tant perfectionné les tours de condensation. Cet industriel a traité à une certaine époque d'assez grandes quantités de charrées, en les soumettant à l'action prolongée d'un courant d'acide carbonique, lequel était obtenu économiquement au moyen de la réaction des solutions faibles d'acide chlorhydrique sur du calcaire. Le gaz carbonique déplaçait graduellement le soufre qui cristallisait dans la masse. On retirait ainsi 15 p. 0/0 environ du soufre total, mais l'inventeur a discontinué cette exploitation qui n'était décidément pas rémunératrice. Après plusieurs autres tentatives faites de divers côtés et que nous n'énumérons pas, parce qu'aucune n'a réussi, est venue la méthode

1. M. Ward, chimiste de Birmingham, cité par M. Nicklès dans son *Rapport sur la fabrique de produits chimiques de Dieuze* de 1865, recommande de couvrir les champs, en automne, avec une couche de résidu non brûlé, de 3 pouces d'épaisseur; on le laisse exposé à l'air pendant les mois d'hiver, et on l'enterre au printemps par un labour, avant d'ensemencer. D'après M. Ward, un champ ainsi préparé, sans y ajouter aucun autre engrais, produisit successivement trois belles moissons moyennes de froment, ainsi qu'une récolte d'avoine dans la quatrième année.

wurtembergoise, vrai point de départ de toutes les découvertes ultérieures.

Cette méthode, appliquée aujourd'hui dans plusieurs établissements de l'étranger, consiste essentiellement à attaquer par l'acide chlorhydrique faible les marcs de soude qui ont préalablement subi une oxydation partielle par l'exposition à l'air libre. Le mélange de sulfure et d'hyposulfite de calcium formés dans la masse par suite de cette oxydation, donne, en présence de l'acide chlorhydrique, un précipité de soufre en même temps qu'un dégagement plus ou moins abondant d'hydrogène sulfuré¹. Les deux vices fondamentaux du système, au point de vue industriel, sont, d'une part, le temps très-long, deux à quatre mois, exigé

1. La production de ce gaz est d'autant plus grande que les sulfures prédominent davantage dans la masse par rapport aux hyposulfites. Elle cesserait ou même ferait place à de l'acide sulfureux, si la proportion des sulfures tombait au dessous d'une certaine limite. Voici d'ailleurs comment on rend compte des réactions qui se produisent en ces divers cas.

Soit S^nCa l'un quelconque des sulfures de calcium qui existent dans le mélange à divers états de sulfuration encore mal définis : la réaction de ce sulfure sur l'acide chlorhydrique sera représentée par la relation



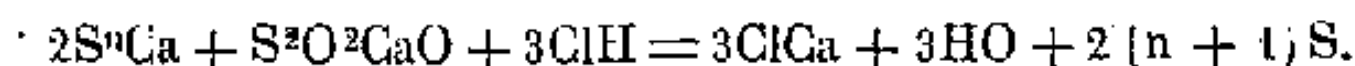
c'est-à dire qu'il y a à la fois précipitation de soufre et dégagement d'hydrogène sulfuré.

D'autre part, la réaction de l'hyposulfite de chaux sur l'acide chlorhydrique sera représentée par la relation



c'est-à dire qu'il y a à la fois précipitation de soufre et dégagement d'acide sulfureux.

Si l'on associait 2 équivalents de sulfure et 1 équivalent d'hyposulfite, la réaction deviendrait la suivante :



Ainsi, quand les atomes de polysulfures et d'hyposulfite répandus dans la masse sont entre eux dans la proportion de 2 à 1, il n'y a pas théoriquement de dégagement gazeux, et tout le soufre est précipité. Au dessous de cette proportion le dégagement d'acide sulfureux commencerait; mais dans la pratique ce n'est pas le cas ordinaire, et le plus souvent on a une production d'hydrogène sulfuré.

par l'oxydation, et d'autre part la perte d'une partie du soufre à l'état gazeux ou dans les eaux d'égouttage. Il suit de là qu'une partie des inconvénients relatifs à la salubrité continue d'exister et en outre le travail nécessite une étendue d'emplacement dont beaucoup d'usines ne peuvent pas disposer. Ces diverses considérations ne permettent pas d'envisager le procédé wurtembergois, dans sa forme primitive, comme une solution absolument pratique.

Telles sont les objections que M. Émile Kopp et à sa suite MM. Paul Buquet et Hofmann se sont attachés à lever. Dans ce but, ils ont institué dans la fabrique de Dieuze une série d'essais en grand, qui ont duré plusieurs années. Grâce à leurs efforts, grâce surtout, on peut le dire, à l'énergique persévérance de M. Buquet, qui, en sa qualité de directeur de l'usine, avait la plus large part de responsabilité, la difficulté semble aujourd'hui vaincue et le nouveau procédé fonctionne depuis trois ans à Dieuze sur la plus large échelle. Les conséquences que nous le croyons appelé à produire sont trop considérables et le procédé lui-même est encore trop peu connu pour que nous ne nous fassions pas un devoir de le décrire en détail.

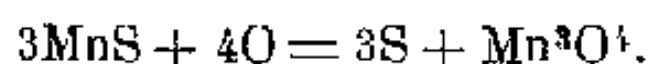
La méthode de Dieuze a ce mérite particulier qu'elle est non-seulement un moyen d'assainissement pour les résidus de la soude, mais encore et du même coup, pour les résidus de la préparation du chlore. Son objet direct est en effet de les dénaturer les uns par les autres ou, comme on dit à Dieuze, de les *neutraliser* par leur réaction réciproque. Cette substitution du chlorure acide de manganèse aux solutions faibles d'acide chlorhydrique est capitale dans l'économie du nouveau procédé, car elle a pour résultat d'introduire dans les matières en présence certains éléments étrangers, à la faveur desquels les opérations sont singulièrement favorisées et peuvent prendre précisément cette rapidité d'allure que l'on cherche. L'innovation repose sur ce double principe : 1^o qu'en incorporant aux marcs des sulfures métalliques,

par exemple, du sulfure de fer ou de manganèse, on active l'oxydation au point de la rendre complète au bout de huit à dix jours¹ ; 2° qu'en fractionnant convenablement cette opération, on peut obtenir séparément des lessives qui contiennent presque exclusivement, les premières des sulfures, les secondes des hyposulfites, ce qui permet de les associer ensuite dans des proportions telles que le mélange, mis en présence de liqueurs acides, ne dégage plus ni hydrogène sulfuré ni acide sulfureux. Les opérations sont, en conséquence, conduites de la manière suivante :

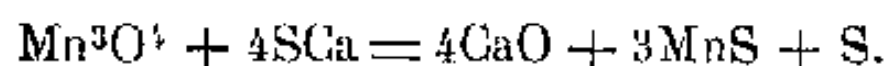
Les marcs de soude venant des ateliers, à la quantité d'environ 25 mètres cubes par jour, sont déposés sur le bord d'une rangée de bassins en planches, murillés intérieurement par de la charrée durcie et maintenus extérieurement par un revêtement en argile battue (Pl. XIX). Le cinquième environ de cette provision de charrée, soit 5 mètres cubes, est immédiatement employé à préparer les sulfures métalliques qui devront être incorporés à la partie

1. Le sulfure de fer et le sulfure de manganèse paraissent agir comme des intermédiaires pour transporter l'oxygène de l'air au calcium et libérer du soufre en proportion. Les auteurs du procédé rendent compte des phénomènes de la manière suivante :

Soit, par exemple, MnS le sulfure de manganèse incorporé ; en présence de l'air, on a



Mais le sesquioxyde de manganèse, se trouvant en présence d'un excès de sulfure de calcium répandu dans la masse, abandonne son oxygène au calcium et repasse à l'état de sulfure par la relation



Le sulfure de manganèse s'oxyde de nouveau au contact de l'air pour recommencer la même série d'opérations, et ainsi de suite jusqu'à la transformation totale de la masse. Les analyses faites à l'usine démontrent en effet que la proportion de chaux caustique augmente à mesure que l'opération se prolonge. Quant au soufre rendu libre, il se combine partie avec le sulfure de calcium pour former du polysulfure et partie avec la chaux, après s'être oxydé lui-même au contact de l'air, pour former de l'hyposulfite.

restante pour en favoriser l'oxydation. A cet effet, les 5 mètres cubes sont mélangés avec 3 mètres cubes de gravois de chaux ¹, fournis par l'atelier à chlorure, et sont ensuite précipités dans un bassin qui contient les liqueurs manganésifères de la préparation du chlore, préalablement neutralisées, comme il sera dit ci-après. On agite le mélange et l'on précipite ainsi, sous forme de sulfures, la presque totalité du fer et une partie du manganèse; on décante ensuite le liquide, qu'on envoie dans une citerne. L'opération totale prend la journée. Le lendemain on ajoute au précipité de sulfures les 20 mètres cubes de charrée restants ², et l'on brasse le mélange dans le bassin. Le quatrième jour ³, le magma est repris à la pelle et rejeté sur le bord opposé du bassin, où il forme un tas de 1^m,50 à 2 mètres de haut sur 3 ou 4 mètres de large, occupant sensiblement la longueur du bassin. Alors commence l'oxydation au contact de l'air. Elle se produit, avons-nous dit, avec beaucoup de vivacité, grâce à la présence des sulfures; la température s'élève promptement, et quoiqu'on ait soin de retourner les tas une fois, elle se maintient vers 90 ou 95 degrés, circonstance défavorable à la production de l'hyposulfite de chaux, puisque ce corps se décompose vers 50 degrés. Si donc on laissait l'oxydation se terminer dans ces conditions, on aurait peu d'hyposulfite dans la masse; aussi a-t-on soin de la suspendre au bout d'une semaine pour lessiver une première fois, opération qui s'accomplit dans une rangée de trois bassins en regard du précédent. Ces bassins, en maçonnerie étanche, ont un faux fond percé de trous, à travers lequel s'écoulent

1. Ces gravois de chaux ont pour objet d'économiser la charrée dans la saturation des liqueurs, mais on peut s'en passer.

2. Ou, pour mieux dire, on ajoute 20 mètres cubes d'une nouvelle provision de charrée, afin que la matière ne reste pas vingt-quatre heures à attendre le résultat de la précipitation.

3. C'est à cause de cette durée de quatre jours qu'on a quatre bassins en activité à la fois, ou un bassin pour la production de chaque journée.

les eaux du lessivage (Pl. XIV, fig. 3 et 4). Ils communiquent entre eux de manière à permettre un lessivage méthodique. On obtient ainsi 30 à 35 mètres cubes d'eaux saturées de polysulfures et de soufre libre, qui à cause de leur couleur sont nommées à l'usine *eaux jaunes sulfurées*. Au bout de trois jours, on retire les marcs, on les dépose à côté sur le sol, et on les soumet à une deuxième oxydation qui dure deux à trois jours. Après cela on lessive de nouveau dans une autre série de bassins, disposés comme les précédents, et l'on en retire 35 à 40 mètres cubes d'*eaux jaunes oxydées*, c'est-à-dire riches principalement en hyposulfites de chaux. Ce sont ces deux sortes d'eaux qu'on destine à réagir avec les résidus acides de la préparation du chlore, comme on le verra plus loin. Quant aux charrées du deuxième lessivage, elles ne contiennent plus que du sulfite de chaux, de la chaux caustique et d'autres matières également inoffensives¹; elles peuvent donc désormais être abandonnées à toutes les influences atmosphériques, sans qu'on ait à redouter de leur part des émanations désagréables, ou des liquides d'égouttage susceptibles d'infecter les cours d'eau.

Les liqueurs acides de la fabrication du chlore sont, à leur sortie des ateliers, amenées dans des bassins en grès, où on les laisse déposer vingt-quatre heures. On les décante claires et on les dirige vers le bassin de neutralisation. Cette opération, à laquelle il a déjà été fait allusion dans la section précédente, à propos de l'hydrogène sulfuré, consiste à mettre en présence, dans des proportions convenables, d'une part, les liqueurs chlorurées, et, d'autre part, les

1. D'après une analyse faite à l'usine, ces charrées épuisées et ayant subi le contact de l'air se composent de :

Sulfate de chaux.	66,248
Carbonate de chaux.	1,320
Chaux caustique.	20,982
Oxydes de fer et alumine.	7
Oxydes de manganèse.	1,5
Matières insolubles.	2,8
Total.	99,850

eaux jaunes sulfurées et oxydées provenant des marcs. La réaction, ainsi qu'il a été dit s'engendre dans un appareil intermédiaire destiné à intercepter l'hydrogène sulfuré qui viendrait accidentellement à se produire. Le jet liquide qui tombe de cet appareil dans le bassin, dont la contenance est de 65 à 70 mètres cubes, charrie une grande quantité de soufre en voie de précipitation, et il doit être normalement coloré en *gris*; s'il est jaune, il y a excès d'acide, et, s'il est noir, il y a excès d'eaux jaunes. L'aspect de ce jet apprend donc à gouverner l'admission des diverses liqueurs dont le volume se règle à volonté au moyen de robinets. On drague continuellement le fond du bassin, et l'on en retire une grande quantité de soufre, environ 36 p. 0/0 du total contenu dans la charrée neuve. On lave et on laisse égoutter dans des caisses en bois le soufre ainsi recueilli; on le transporte ensuite sur des filtres à laver, on le presse pour en exprimer l'eau, et finalement on le sèche à la chaleur perdue des fours à pyrites. Les eaux mères du soufre ou *chlorure neutre*, comme on les nomme, sont envoyées dans un des bassins de la première série, affectés au traitement de la charrée, d'où elles sont entreposées dans un réservoir, après avoir fourni les sulfures métalliques nécessaires à l'oxydation, ainsi que nous l'avons expliqué en commençant. Avant de décrire l'opération ultérieure qu'on leur fait subir, nous noterons que la *désulfuration* consomme habituellement la totalité du chlorure acide de l'usine ¹, ainsi que la totalité des eaux jaunes oxydées, mais qu'un excès d'eaux jaunes sulfurées reste en approvisionnement. C'est cet excès qui va servir à l'opération ultérieure dont il s'agit.

Le chlorure neutre *défermé*, ainsi désigné après qu'il a abandonné son sulfure de fer, est repris dans la citerne

1. Lorsque le chlorure acide fait défaut, on y pourvoit par de l'acide chlorhydrique faible qu'on fait réagir dans des bassins spéciaux de dimensions moindres.

et est envoyé à un bassin de clarification creusé dans l'argile et tapissé intérieurement d'asphalte, afin de prévenir toute perte. On y ajoute 1 mètre cube d'eaux jaunes, on brasse et on laisse déposer. Les dernières traces de fer se précipitent, et au bout de vingt quatre heures on décante un liquide parfaitement clair, qui contient encore en dissolution la plus grande partie du manganèse à l'état de chlorure. On le reçoit dans un bassin, où l'on fait venir le reste des eaux jaunes ; on obtient ainsi un beau précipité rose de sulfure de manganèse, mélangé à du soufre, mais entièrement débarrassé de fer ¹. Ce précipité contient environ 8 à 10 p. 0/0 de la totalité du soufre entrant dans la charrée fraîche, ce qui, ajouté aux 36 p. 0/0 déjà extraits des eaux jaunes mélangées, représente en moyenne 45 p. 0/0 de la totalité du soufre des marcs. La différence, soit 55 p. 0/0, est demeurée dans la charrée épuisée, à l'état inoffensif de sulfate de chaux, ainsi que nous l'avons exposé tout à l'heure. Quant aux eaux mères du sulfure de manganèse, lesquelles ne contiennent plus que du chlorure de calcium avec quelques traces de sulfure de calcium provenant de ce qu'on a eu soin de mettre les eaux jaunes en léger excès, ces eaux mères, disons-nous, pourraient être, sans grand inconvénient, écoulées directement à la rivière ; toutefois, par surcroît de précaution, on les fait passer par un bassin de précipitation, où le reste des matières en suspension doit se déposer.

La série des opérations que nous venons de décrire a donc pour dernier résultat deux produits : 1° du soufre à peu près

1. Le sulfure de manganèse obtenu à Dieuze contient près de 59 p. 0/0 de soufre. D'après les expériences rapportées par M. Rosenshiel, le sulfure de carbone en dissout les deux tiers, si on l'a séché rapidement ; il n'y a donc qu'un tiers du soufre combiné au manganèse. Sur ces données le précipité serait ainsi composé :

Soufre libre	40
Sulfure de manganèse.	55
Oxyde de manganèse libre	5
Total.	100

pur ; 2° du sulfure de manganèse. L'un et l'autre sont utilisés dans les fours de l'atelier à acide sulfurique. En ce qui concerne le sulfure de manganèse, on espère trouver un débouché beaucoup plus avantageux dans les verreries et c'est dans cette prévision qu'on s'est organisé de manière à le fabriquer très-pur, d'abord en le dépouillant du fer et ensuite en le lavant avec beaucoup de soin ; mais, pour le moment, on le brûle, disons-nous, à l'usine.

Il reste finalement des cendres qu'on rejetait à l'origine, mais dont on s'est mis à tirer parti, attendu qu'elles renferment près de 25 p. 0/0 de soufre sous forme de sulfate de manganèse, et le surplus du manganèse à l'état d'oxyde ¹. On les mélange donc avec une quantité équivalente de nitrate de soude, et on les chauffe dans des fours à soufre. Il se produit un mélange de protoxyde et de bioxyde de manganèse et du sulfate de soude, en même temps qu'un dégagement nitreux qu'on reçoit aux chambres de plomb. On sépare le manganèse, et on le fait entrer dans la fabrication du chlore, sauf la légère fraction vendue aux verreries ; quant au sulfate de soude, on le livre cristallisé au commerce.

On a fait le compte des dépenses nécessaires à l'ensemble de ce traitement, ainsi que celui des recettes correspondant à la valeur du soufre et du manganèse utilisés, et le procédé paraît être très-rémunérateur. Le prix du soufre extrait des marcs ressortirait à peine, en effet, d'après les chiffres fournis par M. Buquet, à la moitié du prix du soufre

1. Les cendres font exactement la moitié du poids du sulfure desséché, et elles ont la composition suivante :

Sulfate de manganèse	45
Oxyde de manganèse	55
Total.	100

La perte de 50 p. 0/0 du poids, subie par le sulfure pendant le grillage, correspond à une production de 124 p. 0/0 d'acide sulfurique à 66 degrés.

contenu dans les pyrites du commerce¹ ; nouvelle preuve à l'appui de cette vérité que nous avons si souvent constatée, à savoir que le progrès de l'assainissement finit toujours par tourner au profit de l'industrie elle-même. Au surplus, ce qui montre mieux que tous les raisonnements, à quel point

1. M. Buquet a bien voulu dresser à notre intention le compte de l'atelier de régénération des résidus, pendant la période de trois mois du 1^{er} novembre 1867 au 31 janvier 1868. On a fait entrer en dépenses, non-seulement les frais d'exploitation proprement dits (main d'œuvre, combustible, etc.), mais encore l'entretien du matériel, ainsi que l'intérêt et l'amortissement des travaux d'établissement dudit atelier. D'autre part, on a porté en recettes, non-seulement la valeur du soufre régénéré, lequel forme, à vrai dire, jusqu'ici la branche importante, mais aussi tous les autres produits utiles, tels que sulfures, oxydes de manganèse, sel Glanber, etc. Le seul point délicat est d'évaluer exactement les produits qui sont consommés par l'usine elle-même sous une forme différente de celle où elle les achète dans le commerce, ou qui disparaissant dans une opération intermédiaire, n'aboutissent par conséquent pas directement à une substance vénale. En ce qui concerne, par exemple, le sulfate de manganèse qu'abandonne la combustion du sulfure dans les fours à pyrite, on l'utilise à la production du gaz nitreux, où son rôle commercial consiste à économiser une certaine proportion d'acide sulfurique ; la valeur de ce sulfate ne peut donc pas se déduire directement de celle d'un produit vendable, mais bien, par voie indirecte, de la simple économie qui en résulte dans les dépenses normales de la fabrication. C'est en opérant ainsi et avec beaucoup de soins pour chaque article, que M. Buquet a fixé les valeurs des divers éléments qui figurent dans le compte ci-après. Nous croyons superflu d'exposer pour chacun d'eux la série des calculs sur lesquels le prix a été basé. Nous nous bornerons à dire d'une manière générale que toutes les évaluations sont faites d'après le mode que nous venons d'indiquer, et qu'elles sont toujours, paraît-il, au dessous plutôt qu'au dessus de la réalité. Ces considérations présentées, voici maintenant le compte de M. Buquet :

Exploitation des résidus du 1^{er} novembre 1867 au 31 janvier 1868.

DÉPENSES.

Amortissement des travaux d'installation de l'atelier, compté à 8 p. 0/0 par an, sur un capital de	fr.
30.000 fr. pour les trois mois	600,00
Intérêts du même, à 5 p. 0/0 l'an.	375,00
Entretien du matériel.	1.948,00
Main d'œuvre et surveillance	5.629,36
Combustible	78,55
Approvisionnements divers	76,34
Total.	8.707,25

la nouvelle méthode a paru avantageuse aux exploitants de Dieuze, c'est qu'ils se sont mis à l'appliquer aux anciens tas de marcs de soude abandonnés par leurs devanciers et qui encombrement les abords de l'usine. On a ouvert des chantiers d'extraction dans ces masses dont le volume est évalué à plus de 700.000 mètres cubes et l'exploitation se poursuit aujourd'hui vigoureusement. Le traitement des vieux marcs comporte une modification en ce sens qu'au lieu de leur incorporer, comme dans les marcs frais, des sulfures métalliques, il suffit d'arroser les blocs, au fur et à mesure de l'abattage

RECETTES.

1.303 ^m ,56 de soufre tout-venant à 12 francs les 100 kilogrammes	fr. 15.642,72
223 ^m ,74 de sulfure de fer et de manganèse à 3 ^f ,90.	872,58
11 ^m ,34 de manganèse pour les verreries à 22 ^f ,90.	259,68
63 quintaux métriques de manganèse pour la fabrication du chlore à 10 francs	630,00
112 ^m ,99 de sulfate de manganèse à 0 ^f ,90.	101,69
76 ^m ,96 de sel Glauber (sulfate de soude) à 7 ^f ,38.	567,96
Total des recettes	18.074,63
Report des dépenses	8.707,25
Bénéfice net pour trois mois.	9.367,38
Bénéfice pour l'année	37.769,42

Ce résultat serait, on le voit, très satisfaisant, puisqu'il permettrait de retrouver, et au delà, tous les frais d'installation au bout d'une année d'exploitation régulière. Encore même M. Buquet fait-il remarquer avec raison que le procédé est au début et presque dans l'enfance, en ce qui concerne l'oxyde de manganèse, dont on ne retrouve qu'une très-faible partie. « Nous avons donc encore beaucoup à gagner, nous écrit-il, et nous « le gagnerons ; mais il faut faire la part de notre position ; nous n'avons « jamais travaillé dans une quiétude complète ; nous sommes dominés par « la question de salubrité, et à chaque instant, plutôt que de laisser aller « au cours d'eau des liqueurs non traitées, nous les traitons complète- « ment dans nos bassins, laissant le fer mélangé au manganèse et sacri- « fiant ce dernier, parce qu'il nous manque encore un bassin pour faire une « opération tout à fait productive... Nous jetons du manganèse à nos « dépôts en attendant la terminaison de nos appareils... » M. Buquet pense donc qu'avant peu, et grâce aux perfectionnements qu'il introduit tous les jours dans son exploitation, le compte des bénéfices se trouvera sensiblement augmenté. Ce ne serait assurément pas trop que d'entrevoir, d'après ces bases, un minimum de 50.000 fr. par an. Ajoutons que déjà, depuis que ce compte a été fait, le prix de revient a été sensiblement abaissé.

avec du chlorure neutre de manganèse, obtenu ainsi qu'il a été dit. L'expérience a montré, en effet, que la vieille charrée, bien qu'oxydée seulement à une faible profondeur, était cependant beaucoup plus disposée à se transformer que la charrée provenant de la fabrication journalière, à tel point que l'addition de sulfures métalliques aurait l'inconvénient de rendre l'oxydation beaucoup trop active et de déterminer une véritable combustion. Le traitement des marcs de soude, tant vieux que nouveaux, s'exerce actuellement à Dieuze sur 50 mètres cubes environ par jour ¹.

FABRIQUES DE COULEURS, TEINTURERIES, PAPIERS PEINTS.

Les matières colorantes vont le plus souvent aux cours d'eau sans être préalablement dénaturées. Toutefois, depuis

1. M. Buquet poursuit en outre une recherche fort intéressante, qui tend à l'absorption de l'acide muriatique gazeux par les eaux jaunes sulfurées de la première lessive des marcs. Son but serait d'éviter ainsi la construction des condenseurs du système anglais, dont le prix de revient est assez élevé, et de se contenter de batteries de bonbonnes, à la suite desquelles il interposerait son appareil absorbant, de manière à ce que le courant gazeux arrivât à la cheminée entièrement débarrassé d'acide. Des expériences encourageantes, à l'une desquelles nous avons assisté, ont déjà été faites par M. Buquet. Une chambre en bois goudronnée de 2 mètres de long, 1 mètre de large et autant de haut, reçoit les gaz de la dernière bonbonne (Pl. XIV, fig. 5). Ceux-ci y rencontrent un courant liquide en sens contraire de la solution sulfurée, laquelle est projetée en gouttelettes dans tous les sens par le mouvement d'une roue à palettes. Au contact de cette atmosphère pluvieuse, la réaction se fait : l'acide chlorhydrique gazeux, sous la double influence de l'eau qui tend à le condenser et du sulfure de calcium qu'il tend lui-même à décomposer, est absorbé très-vivement et fournit un magnifique précipité de soufre pur qui est charrié au dehors par la solution de chlorure de calcium. Quant aux vapeurs à la sortie, elles sont à peu près exemptes d'acide muriatique. Il est à peine besoin de faire remarquer que les tuyaux d'admission et de sortie des liquides dans la chambre doivent être agencés de manière à ne pas livrer passage aux gaz, ce à quoi l'on arrive fort simplement en les faisant fonctionner par *trop-plein*. M. Buquet est en voie d'installer d'après ce système un appareil d'absorption en grand.

quelques années, on cherche à modifier cet état de choses. En ce qui concerne notamment la fabrication des couleurs d'aniline, des accidents récents, d'une extrême gravité, ont attiré l'attention de l'autorité publique, et des précautions spéciales ont dû être prises pour prévenir le retour de semblables malheurs. Des faits analogues, mais heureusement sur une échelle moindre, ont été observés dans les fabriques de papiers peints ¹. Les teintureries ne donnent pas lieu ordinairement, à des accidents toxiques, mais l'abondance de leurs impuretés est telle que, somme toute, elles engendrent plus d'inconvénients que les autres établissements. Aussi ont-elles été l'objet de nombreuses tentatives d'assainissement.

C'est, pensons-nous, dans le département du Nord que les teintureries ont été mises en meilleure situation. Elles sont assujetties, depuis peu d'années, à un régime raisonné grâce auquel les plus importantes d'entre elles ont réalisé de sensibles améliorations. Les procédés, basés partout sur les mêmes principes, varient avec la nature des matières colorantes et selon la disposition des établissements. On peut distinguer trois manières principales d'opérer, qui ne sont d'ailleurs que des applications des moyens généraux déjà décrits :

1^o Les eaux provenant de la teinture à l'indigo sont reçues dans un premier bassin étanche, où elles séjournent de douze à vingt quatre heures (Pl. XXI, fig. 1 à 3). La clarifi-

1. C'est ainsi, par exemple, qu'à Nancy, il y a quelques années, toute une famille éprouva à plusieurs reprises les premiers symptômes d'un empoisonnement. On reconnut que le puits à l'usage de cette famille contenait de l'arsenic rejeté par la fabrique de papiers peints de M. Huin. Déjà une autre fabrique, celle de M. Noël, avait coûté la vie à quelques personnes et avait infecté tellement les terres de tout un quartier que longtemps après des puits se chargeaient encore d'éléments arsenicaux. Aussi le conseil d'hygiène recommanda-t-il de continuer pendant plusieurs années les analyses de ces puits afin de prévenir de nouveaux accidents, bien que la cause elle-même eût cessé.

cation se fait d'elle-même par le repos, et les eaux décantées sont tantôt écouées au dehors, sans autre traitement, et tantôt mélangées avec un lait de chaux, de façon à être rendues fortement alcalines. Quant au dépôt boueux, il est écoué par une vanne de fond dans un bassin inférieur, également étanche, et il y demeure jusqu'à ce qu'il ait acquis assez de consistance pour qu'on puisse l'enlever à la bêche et le transporter sur les champs où il est employé comme engrais. MM. Stalars frères, au pont de Cantelieu, près de Lille, soumettent les dépôts à une nouvelle décantation, dans le bassin inférieur, et reprennent le résidu pour en extraire les matières colorantes, par des procédés tenus secrets et qui paraissent rémunérateurs.

2° Les eaux provenant de la teinture à toutes couleurs sont pareillement traitées dans des bassins étanches. Elles sont reçues, à l'exclusion de celles du débouillissage, dans un premier réservoir, où l'on ajoute de la chaux vive à raison de 1 kilogramme environ par mètre cube de liquide. On brasse vivement pendant vingt à trente minutes et on laisse se former le précipité qui entraîne une grande partie des matières colorantes. On projette ensuite la même proportion de sulfate de fer, ce qui entraîne les derniers restes de couleurs mélangés avec le sulfate de chaux. Enfin, on ajoute 1 hectogramme environ de chaux vive, à l'état de lait, pour rendre la liqueur alcaline. Après une journée de repos, on décante les eaux clarifiées et on les fait passer dans un bassin inférieur, par l'intermédiaire d'un tuyau vertical plein de matière filtrante, par exemple, de bois de campêche râpé et épuisé. Au sortir de là, les liquides sont évacués au dehors. Quant au dépôt boueux, on l'écoule dans un troisième bassin, pour le laisser sécher et le répandre ensuite sur les champs.

Chez MM. Stalars, le même procédé a reçu divers perfectionnements. On a diminué de 20 p. 0/0 la proportion de chaux du premier brassage et l'on a réduit celle de sul-

fate de fer aux $\frac{5}{8}$ seulement de celle de chaux. Dans ces conditions la nouvelle addition de chaux devient inutile, la liqueur gardant suffisamment la réaction alcaline. La durée de la période de repos est augmentée, et la décoloration est assez complète pour dispenser du filtrage. Les dépôts sont d'ailleurs repris, comme ceux de la teinture à l'indigo, pour l'extraction des matières colorantes.

Les eaux gommeuses provenant du débouillissage des fils de lin, sont traitées dans un bassin séparé, où l'on introduit de la chaux en une seule fois, non pour rendre les eaux alcalines, puisqu'elles le sont déjà par le fait même du débouillissage, mais pour déterminer l'agglutination des matières albuminoïdes, recherchées par l'agriculture.

3^e Quand les usines disposent de vastes terrains, on remplace les réservoirs en maçonnerie par des bassins creusés en pleine terre, et présentant une très-grande surface, de manière à déterminer le dépôt par l'anéantissement de la vitesse du courant. Le dernier bassin, à l'aval, se termine par un déversoir en maçonnerie, assez long pour que la lame de liquide qui coule dessus ait toujours une très-petite épaisseur, de $\frac{1}{2}$ centimètre au plus. Les eaux de l'usine, à leur sortie des ateliers et aussi loin que possible des bassins épurateurs, se mélangent à un courant de lait de chaux, qu'on entretient d'une manière continue dans le canal de fuite, et qui est composé de façon qu'un kilogramme environ de chaux vive soit consommé par chaque mètre cube de liquide.

Dans la Grande-Bretagne, on a fait récemment quelques essais sous la pression des plaintes provoquées par la corruption des cours d'eau. Les moyens employés jusqu'ici consistent dans une simple séparation mécanique, rarement précédée du traitement à la chaux ¹. Un des appareils de

1. On en rencontre toutefois quelques exemples aux environs de Manchester : ainsi, MM. Turner, Norris et Turner, à Hayfield, ajoutent un lait de chaux à leurs eaux, laissent déposer dans un réservoir et filtrent

séparation le plus en vogue est la presse filtrante de M. Needham. Elle est formée d'un certain nombre de compartiments superposés, garnis de toile, dans lesquels on foule à une faible pression l'eau impure. Les toiles arrêtent les matières en suspension et laissent passer le liquide clair, lequel tient en dissolution une assez forte proportion de sulfate de fer. A mesure que les compartiments se remplissent de dépôts, il faut augmenter la pression, et l'on arrête l'opération au bout d'un certain temps pour enlever les résidus. Cet appareil est employé dans diverses industries, telles que papeteries, brasseries, et surtout dans les fabriques de poteries, où l'on s'en sert pour séparer l'argile. Il a l'avantage de présenter une grande surface de filtre sous un faible volume. A la grande teinturerie de M. Henry Brooke à Bradley, près d'Huddersfield, la presse Needham qui fonctionne actuellement occupe moins d'un mètre carré de base sur 90 centimètres de haut, et elle possède une surface filtrante de 22 mètres carrés, par laquelle on peut faire passer 4 mètres cubes d'eau à l'heure. On épure préalablement les liquides par l'addition d'un millième environ de chaux, ce qui détermine la précipitation de l'oxyde de fer et des matières organiques.

Les résidus de la purification des eaux de teinture peuvent être utilisés de diverses manières. Dans plusieurs maisons anglaises on les brûle, ce qui fait disparaître les matières organiques et laisse l'oxyde de fer dans les cendres; celles-ci peuvent ensuite servir à l'épuration des eaux grasses du lavage des laines pour former des savons insolubles de fer. Quelquefois on fait directement réagir l'une sur l'autre l'eau grasse et l'eau de teinture, ce qui détermine une purification réciproque; mais, en ce cas, il est nécessaire d'avoir à sa disposition de vastes bassins de dépôt. D'ailleurs, le procédé

ensuite à travers une couche de gravier. Mais en général ces opérations sont beaucoup moins bien conduites que dans le département du Nord.

implique que les deux industries s'exercent dans des établissements très-voisins sinon dans le même établissement.

Les moyens qui précèdent conviennent à un certain nombre de fabriques de couleurs, mais ils sont tout à fait insuffisants dans la préparation de la fuchsine qui donne lieu, comme nous l'avons dit, à des résidus très-vénéneux d'arséniate et d'arsénite de soude. Vainement a-t-on essayé de les transformer en sels insolubles de chaux : la réaction, quelque soin qu'on y mette, n'est jamais complète, et l'expérience a prouvé qu'une proportion dangereuse d'arsenic reste toujours dans les liqueurs. Force donc a été de chercher des procédés spéciaux plus efficaces. Certains sont déjà appliqués avec plus ou moins de succès, d'autres sont en voie d'expériences ; mais dès aujourd'hui on peut penser que la solution définitive du problème sera dans l'utilisation même des résidus, c'est-à-dire dans la régénération de l'arsenic, qui passera à des opérations ultérieures : ce sera une nouvelle confirmation de la loi déjà signalée, à savoir que, presque toujours, le problème de l'assainissement se résout par un progrès industriel.

Avant de décrire les procédés relatifs à la fuchsine, rappelons d'abord le mode de fabrication habituellement suivi jusqu'à ces derniers temps. L'aniline et l'acide arsénique sont mis à réagir dans une cornue chauffée au bain d'huile. On obtient ce qu'on nomme la *matière brute*, mélange de rouge d'aniline, d'acides arsénique et arsénieux, d'aniline non transformée, de matières résinoïdes et charbonneuses, etc. On la broie, et on la traite par l'eau bouillante et l'acide chlorhydrique ; on sépare ainsi le rouge de la plus grande partie de l'acide arsénieux, qui reste dans le résidu insoluble. La dissolution elle-même est traitée par le carbonate de soude, qui précipite le rouge et laisse l'acide arsénique dans la liqueur, avec la faible portion d'acide arsénieux qui avait échappé à la première séparation.

Les résidus vénéneux sont donc d'une part un magma

boueux où domine l'acide arsénieux, et d'autre part, un liquide dans lequel domine l'acide d'arsénique. Aux usines de Rochecardon et de Pierre-Bénite à Lyon, on s'en débarrassait d'une manière assez expéditive. Les boues étaient déposées dans des bassins, et les liquides qui en dégouttaient, réunis à ceux des autres opérations, étaient traités par la chaux dans des fosses parfaitement étanches. Au bout d'un temps, qui atteignait quelquefois huit jours, et de nombreux brassages, on écoulait la partie liquide à la rivière et les boues étaient embarillées pour être jetées dans la mer, à Marseille. C'est cette évacuation pratiquée à Pierre-Bénite, non directement dans le Rhône lui-même, mais dans un bras perdu, où l'eau est stagnante, qui a produit les graves phénomènes d'intoxication dont nous avons eu occasion de parler et à la suite desquels l'autorité fit défense, vers la fin de 1864, de continuer ce genre d'opérations. Les directeurs des deux établissements se mirent alors en devoir, chacun de leur côté, de transformer la fabrication, en se donnant pour but de régénérer l'arsenic, c'est-à-dire de l'extraire des résidus pour le faire entrer de nouveau dans les opérations. Nous rapportons ici, bien que l'application n'en ait pas été continuée, les méthodes auxquelles ils étaient arrivés, parce qu'elles peuvent mettre sur la voie de quelque autre procédé.

M. Durand, à Rochecardon, traitait la matière brute, obtenue par la voie ordinaire, dans un appareil distillatoire contenant de l'eau et de la soude caustique dans les proportions nécessaires pour saturer complètement les acides arsenicaux mêlés à la matière colorante. L'aniline non transformée, qui se trouve dans la matière brute, passait à la distillation, tandis que la matière colorante insoluble restait dans l'appareil. La liqueur contenait la totalité de l'arsenic, à l'état de sels de soude. On enlevait la fuchsine, qu'on purifiait séparément par les procédés ordinaires, et la liqueur était évaporée de façon à obtenir, par cristallisation, l'arsé-

niat et l'arsénite de soude. Ces sels étaient ensuite traités par l'acide sulfurique et régénéraient l'arsenic. Cette méthode a été appliquée en grand pendant quelque temps à Roche-cardon, et nous l'avons vue nous-même en pleine activité en 1865 ¹. Depuis lors pour des motifs tenant à la fois à l'industrie et à l'hygiène, on y a renoncé et l'on en est revenu à l'ancien système d'épuration par la chaux, système, on l'a vu, très-imparfait; mais on ne permet plus à l'usine de perdre ni d'enterrer, comme autrefois, ses boues d'arséniate de chaux : on l'oblige à les conserver dans des citernes étanches, jusqu'à ce qu'il ait été définitivement statué par l'administration supérieure sur la destination à leur donner.

M. Charles Girard, de son côté, à Pierre Bénite, avait imaginé un procédé qui non-seulement tendait à régénérer l'arsenic, mais aussi à remédier à diverses causes d'insalubrité, qui affectent les ouvriers, et à simplifier considérablement la main-d'œuvre. Ne retenons ici, de cette méthode, que ce qui a rapport à l'utilisation de l'arsenic. La matière brute était traitée par dix fois son poids d'eau bouillante et était filtrée à chaud; on isolait ainsi les matières résinoïdes et charbonneuses qui restaient sur le filtre, tandis que la liqueur contenait le rouge et l'arsenic. On introduisait dans cette liqueur, par petites quantités successives, du chlorure de sodium qui déterminait la formation du chlorhydrate de rosaniline et faisait passer l'arsenic à l'état de sels de soude. La matière colorante étant insoluble dans une liqueur saline concentrée, on l'isolait aisément des sels arsenicaux qui restaient dans les eaux mères, avec le chlorure de sodium en excès; on ajoutait la quantité d'acide sulfurique nécessaire

1. M. Jean Rod Geigy, à Bâle, qui a pris la succession de la maison J. J. Muller et C^{ie}, emploie depuis quelques années une méthode qui, d'après les détails qu'il nous a donnés, serait peu différente de celle de Roche-cardon. Cet industriel, en effet, évapore, paraît-il, à siccité le mélange d'arséniate et d'arsénite de soude et le vend ensuite aux fabricants d'acide arsénique.

poursaturer la soude combinée avec l'arsenic, et l'on séparait celui-ci par évaporation. Cette méthode a été appliquée industriellement, mais sur une petite échelle, à l'usine de Pierre-Bénite; comme il aurait fallu, nous disait M. Girard, changer le matériel et que, d'ailleurs, la vente de la fuchsine avait subi un ralentissement notable, on avait différé l'application en grand. Ces essais eux-mêmes ont, du reste, été suspendus par suite de la fermeture momentanée de l'usine de Pierre-Bénite.

PAPETERIES.

La plupart de ces établissements évacuent leurs résidus aux cours d'eau, sans épuration préalable. Il en résulte une infection marquée, car les liquides provenant de la fabrication du papier sont très-chargés de matières fermentiscibles : les eaux du lessivage, notamment, ainsi que celles du collage sont susceptibles de produire à un haut degré les phénomènes connus de réduction des sulfates naturels, sans parler de l'aspect savonneux que les lessives alcalines communiquent aux ruisseaux et qui éloigne le bétail.

Quelques fabriques, en Angleterre et en Belgique, cherchent à atténuer ces inconvénients en faisant déposer les liquides dans des bassins peu étendus. On sépare ainsi les matières terreuses ainsi qu'une certaine proportion de substances organiques ; mais ces précautions simples sont insuffisantes et ne coupent point court, d'ordinaire, aux réclamations qui les ont provoquées. C'est encore le département du Nord qui, sous ce rapport, paraît le plus avancé. Les mesures adoptées, bien qu'incomplètes, sont cependant plus efficaces que dans les autres contrées. Un des meilleurs exemples s'observe à la grande papeterie de M. Serive, à Marc-les-Lille. Les eaux des diverses branches de la fabrication, recueillies par des caniveaux souterrains, se réunissent en un seul courant, qui se rend aux bassins

d'épuration après avoir traversé une caisse à jour contenant de la chaux brassée par un agitateur. Les bassins, au nombre de neuf, parcourus successivement par les eaux, sont en maçonnerie, d'une profondeur de 1^m,50, et offrent une superficie totale de 2.400 mètres carrés. Les eaux sortent du dernier bassin, à travers un filtre vertical de 2 mètres d'épaisseur formé de mâchefer (que remplacerait avantageusement du gravier fin), et, de là, vont à la Deule, où elles apportent encore quelques impuretés par suite de leur circulation trop rapide dans les appareils. Les dépôts boueux sont mis en tas sur le sol; on a soin de ménager, à 50 ou 60 centimètres de profondeur dans la masse, des espèces de drains en mâchefer qui permettent à l'eau de s'égoutter et de revenir au premier bassin. L'engrais ainsi obtenu est susceptible d'un bon emploi sur les champs.

Une fabrication nouvelle, celle du papier à la paille, donne naissance à une corruption particulière due à la soude. Nous avons cité l'exemple du val Vernier, près de Dieppe, où l'eau de la Saane prenait des propriétés tellement savonneuses, par suite des déjections de la papeterie de feu M. Mathias, que les bestiaux refusaient de s'y abreuver : à certains jours, en effet, la rivière se couvrait littéralement de mousse sur un parcours de plusieurs kilomètres. Au reste, la quantité de soude caustique évacuée n'était pas de moins de 500 kilogrammes par jour; aussi l'usine reçut-elle interdiction d'écouler ses résidus à la Saane; et cette mesure la plongea dans un embarras dont elle est restée fort longtemps sans pouvoir sortir. Nous ne pensons même pas que le problème ait encore été résolu, ni au val Vernier, ni ailleurs, d'une manière entièrement satisfaisante; en sorte qu'au val Vernier, sur 1.000 kilogrammes de soude absorbés par l'attaque quotidienne de 3.000 kilogrammes de paille, 500 kilogrammes environ étaient retirés par voie de calcination des lessives alcalines, mais les 500 autres kilogrammes, retenus dans les eaux de lavage, étaient emportés avec elles

à la rivière, sans qu'on eût aucun moyen économique de les extraire.

Divers procédés ont été proposés pour utiliser ces liquides, mais jusqu'à présent on a éprouvé de grandes difficultés à balancer le prix de revient. C'est ainsi qu'à la papeterie de MM. Dufrenne-Malézieux, des Rieux et C^{ie}, à Chauny, M. Hélénius, encouragé par M. Pelouze, avait essayé d'évaporer les liquides alcalins dans des générateurs, en utilisant comme force motrice la vapeur ainsi produite; et il n'est pas douteux, en effet, vu le haut prix de l'alcali, que ce ne soit dans la régénération totale de la soude qu'on doive trouver la solution du problème sanitaire. Mais ces vues n'ont pas encore reçu de confirmation commerciale, car après le déplorable accident qui a coûté la vie à M. Hélénius et à trois autres personnes ¹, l'usine est demeurée fermée, et nous avons pu voir les propriétaires se concerter avec la fabrique de produits chimiques de Chauny, afin de modifier les procédés et d'arriver à une évaporation plus économique des liqueurs par les soins de cette puissante maison. La même question a également préoccupé à l'étranger les fabricants de papier. M. Godin, entre autres, qui a introduit la pâte de paille dans son grand établissement de Huy, passe pour extraire la plus grande partie de la soude de ses résidus. Mais ces résultats ne sont pas encore péremptoirement établis et le doute subsiste toujours sur la valeur commerciale des diverses méthodes préconisées. Il n'est pas probable cependant que la solution se fasse longtemps attendre, car la fabrication à la paille se généralise de plus en plus et tend à devenir partie intégrante de l'industrie; les papeteries ne peuvent plus guère se passer aujourd'hui d'associer en plus ou moins forte proportion la pâte de paille à celle de chiffons.

1. Nous faisons allusion à l'explosion du générateur, survenue en 1884, au moment même où l'on en faisait l'épreuve.

DISTILLERIES, SUCRERIES, FÉCULERIES, AMIDONNERIES, ETC.

Ces diverses industries évacuent des quantités considérables de liquides chargés de matières organiques, lesquelles corrompent à un haut degré les cours d'eau qui les reçoivent. Les distilleries surtout, fort répandues, comme on sait, dans le nord de la France, ont donné naissance à de tels dommages dans les départements du Nord et du Pas-de-Calais, que l'autorité centrale dût intervenir, il y a quelques années : une commission composée des hommes les plus compétents¹, fut chargée d'étudier les moyens de remédier à cet état de choses. Depuis lors, des progrès sensibles ont été accomplis dans ces contrées et permettent d'en espérer de plus grands encore. A l'étranger, les améliorations n'ont pas eu le même caractère d'ensemble, mais là où elles ont été réalisées elles sont parfois plus complètes et plus méthodiques, principalement en Angleterre, chez les grands propriétaires fonciers qui pratiquent la distillation. Quant aux autres industries énumérées à ce même paragraphe, elle n'ont suivi les distilleries que de très-loin. Nous rapporterons brièvement les procédés employés dans les unes et dans les autres.

On sait qu'il y a plusieurs sortes de distilleries : celles de grains, celles de jus de betteraves, celles de vins, celles de mélasses. Ces dernières peuvent être tout d'abord écartées, car l'usage de plus en plus répandu d'extraire la potasse de leurs résidus, tend à en faire disparaître tous les inconvénients ; il s'est fondé à ce sujet une véritable industrie, qui compte aujourd'hui de très-grands établissements, dont quelques-uns mêmes pratiquent cette unique opération sur les mélasses de toute une contrée². Parmi les distilleries

1. Elle était composée de MM. Rayer, Chevrenl, Baumes, Bussy, Detaille, Féburier, E. Julien, Le Chatelier, Mélier, Schlumberger et Ad. Wurtz.

2. On peut citer, par exemple, la fabrique de potasse de MM. Vorster

de grains et de betteraves, il convient également d'écarter celles qui opèrent de façon à pouvoir affecter les résidus à l'alimentation du bétail. Quant aux autres, elles recourent à l'un de ces trois moyens : 1° filtration à travers des terrains drainés, 2° arrosage des terres arables, 3° épuration par la chaux.

Le premier moyen, qui avait eu d'abord beaucoup de partisans, commence à être abandonné. On se plaint que les liquides ne sont pas toujours convenablement dépouillés, que le sol s'obstrue rapidement, que des infiltrations se produisent dans les nappes sous-jacentes, etc.; en un mot ce sont les inconvénients que nous avons signalés dans l'étude des moyens généraux.

L'arrosage des terres cultivées prend au contraire un grand développement : on doit s'en féliciter car c'est le procédé le plus rationnel. La pratique, d'ailleurs, est fort simple. Chez M. Pluchet, par exemple, à Trappes (Seine-et-Oise), on réunit dans un bassin central toutes les eaux de la fabrique, eaux de lavage des betteraves, vinasses de la distillation, eaux de condensation et même les eaux pluviales de la cour de la ferme. Les parties solides se déposent et les liquides se rendent dans un réservoir, où une pompe les élève à 7 ou 8 mètres de haut, pour les envoyer souterrainement au point culminant de la surface à irriguer. Des rigoles ouvertes par un simple trait de charrue permettent de distribuer à volonté les eaux sur toutes les parties du terrain. On a 6 hectares *ad hoc*, dont 3 arrosés chaque année; la partie irriguée porte des betteraves, tandis que l'autre partie reçoit une fumure de tourteaux de colza et porte du blé. Malgré les frais d'installation et la force motrice, M. Pluchet assure qu'il trouve de l'avantage à cette combinaison. Il nous signalait, en outre, un fait intéressant, à savoir que

et Gruneberg, à Kalk, près Cologne, où sont traitées chaque année d'énormes quantités de mélasses venant des divers points du district.

les betteraves venues sur la partie arrosée sont exemptes de la maladie. C'est d'après les mêmes principes, mais dans des proportions beaucoup plus grandioses, qu'est installée la célèbre exploitation de M. Harvey, près de Glasgow. Les liquides de la distillation sont mélangés avec le purin d'une immense vacherie et distribués par des tuyaux souterrains à divers points de la propriété où l'on arrose à la lance. Cette pratique a l'avantage de répondre précisément à la nécessité où l'on est toujours, quand on veut employer le purin à l'arrosage, de l'affaiblir préalablement : les eaux de la distillerie tiennent ici lieu de l'eau pure qu'il faudrait ajouter. Les industriels qui ne veulent pas faire la dépense d'une pareille installation, chargent simplement leurs eaux dans des tonneaux et les apportent sur les terres, où on les répand à la lance ; aussi quelquefois ils s'en servent pour arroser les fumiers.

L'épuration par la chaux est pratiquée dans des établissements dont les conditions naturelles ne permettraient pas l'emploi de moyens agricoles. On retrouve plus ou moins ici les traits généraux indiqués au chapitre précédent. Voici, par exemple, comment opèrent, à Marquette-les-Lille, MM. Lessaffre et Bonduelle, dont la sucrerie et la distillerie passent pour être des mieux tenues. Le volume quotidien des liquides à évacuer est d'environ 1.200 hectolitres. Les eaux provenant du lavage des betteraves sont reçues dans un bassin où elles séjournent vingt-quatre heures, de façon à abandonner les matières terreuses et les débris organiques dont elles sont chargées ; elles s'écoulent ensuite à la Deule, à peu près clarifiées. Le dépôt boueux constitue un très-bon engrais et est offert aux agriculteurs ; mais ceux-ci n'ont pas encore su en apprécier les avantages. Les vinasses de la distillation sont amenées toutes bouillantes dans un bassin de 18 mètres de long, 4 mètres de large et 1^m,20 de profondeur, contenant un lit de chaux vive, dans la proportion de 1 kilogramme de chaux par hectolitre de liquide. On brasse rapidement le

mélange et on le déverse aussitôt dans deux autres bassins, de mêmes dimensions, où le dépôt se forme. Tous ces bassins sont en maçonnerie parfaitement étanche. Les déversoirs de superficie établis sur toute la largeur de chacun d'eux, à l'aval, sont surmontés d'une pierre de taille dont la crête est exactement horizontale; une planche en chêne, de 25 centimètres de large, plongeant à moitié dans l'eau, est établie en avant de chaque déversoir, de manière à arrêter tous les corps flottant à la surface. Deux séries de bassins pareils fonctionnent à tour de rôle; on les cure à vif tous les dix ou douze jours, et le produit est vendu à bas prix, comme engrais.

Dans le midi de la France, les distilleries de vins sont ordinairement des établissements agricoles. Toutefois, les vinasses n'y sont pas employées pour l'arrosage des terres, à cause de leur acidité naturelle; on les évacue dans les fossés et les ruisseaux, qu'elles infectent extrêmement. Quelques industriels, en tête desquels il convient de placer M. Marès, qui est à la fois distillateur, agronome et membre du conseil d'hygiène de l'Hérault, ont essayé d'amener leurs compatriotes à saturer les vinasses avec de la chaux, pour utiliser ensuite, séparément, les dépôts terreux et les liquides désacidifiés. La pratique ne diffère pas d'ailleurs, sensiblement, de celle que nous venons d'indiquer pour le département du Nord. M. Marès brasse 2 kilogrammes de chaux vive avec 1 hectolitre de vinasse bouillante, et il fait déposer le mélange dans un deuxième bassin, d'où la vinasse est évacuée après refroidissement. M. Marès a essayé en grand d'un mode d'utilisation dont il s'est bien trouvé, lequel consiste à saturer avec cette vinasse des terres légèrement argileuses, qu'on laisse ensuite dessécher pour les imbiber de nouveau. Les terres ainsi traitées se nitrifient énergiquement pendant les jours d'été et se transforment en engrais actifs. Cet exemple n'a pas eu beaucoup d'imitateurs, bien que le conseil d'hygiène de l'Hérault l'eût vivement recommandé aux populations. Il est vrai que la distillation des vins s'est ra-

lentie dans ces contrées pendant les dernières années, ce qui a diminué l'intérêt de la question.

Dans les amidonneries et les féculeries, le principal progrès consiste à faire déposer les liquides résiduaires et à utiliser les boues qu'ils abandonnent. M. Reisler, à Saint-Denis, qui consomme près de cinq cents tonnes de farine par an, envoie les eaux dans des cuves, où elles séjournent vingt-quatre heures. On décante ensuite pour enlever les *gras* qu'on ensache et qu'on exprime à la presse. On fabrique avec ces gras de la colle pour les cartonniers, les tapissiers etc. Dans quelques amidonneries du Haut-Rhin, on se borne à utiliser le dépôt comme engrais. A la féculerie de M. Dailly, à Trappes (Seine-et-Oise), il y a un progrès de plus : les liquides abandonnent leurs résidus dans une longue fosse de 2 mètres de profondeur, bien étanche ; les boues sont étendues sur le sol et séchées à l'air libre, ce qui, par parenthèses, produit des odeurs infectes, mais on obtient ainsi des mottes de bon engrais. Quant aux eaux clarifiées, elles sortent par un caniveau grillé et sont distribuées en irrigation aux terres avoisinantes. Il convient d'ajouter que les établissements qui emploient l'une ou l'autre de ces pratiques sont encore à l'état d'exception.

MATIÈRES GRASSES ET SAVONNEUSES.

Diverses industries, entre autres celles qui s'exercent sur la laine et sur la soie, donnent lieu à des résidus liquides plus ou moins chargés de matières grasses et savonneuses. Jusqu'à ces derniers temps, ces matières ont été perdues à peu près universellement et ont été dès lors une grave cause d'infection pour les cours d'eau ; mais depuis quelques années on s'est mis en devoir de les recueillir pour les utiliser de diverses manières. Plusieurs fabriques se sont même fondées dans ce but spécial et commencent à opérer sur des quantités importantes.

La principale source de ces matières est dans le travail de la laine, qui donne naissance à trois sortes d'eaux impures : 1° aux eaux de désuintage obtenues en lavant les laines brutes à l'eau froide ; 2° aux eaux de lessivage provenant du traitement des laines brutes par le carbonate de soude, l'urine ou le savon ; 3° aux eaux *d'échets*, ou eaux de dégraissage des laines ouvrées. Les deux premières opérations ont été longtemps réunies en une seule ; c'est depuis peu d'années seulement que les procédés de MM. Maumené et Rogelet ont conduit un assez grand nombre d'industriels à les effectuer séparément.

Aujourd'hui, les eaux de désuintage sont utilisées dans plusieurs centres industriels, à Reims, Elbeuf, Fourmies, Avesnes en France, à Verviers en Belgique. Elles sont achetées par MM. Maumené et Rogelet ou leurs ayants-droits, lesquels en retirent le carbonate de potasse par voie d'évaporation et de calcination. On compte déjà à Elbeuf, à Reims, à Liège, des usines considérables affectées à ce traitement, sans parler de quelques succursales de moindre importance, où l'on opère uniquement la concentration des liqueurs avant de les expédier à la maison mère. En outre, depuis peu de temps, il s'est fondé à Verviers une compagnie au capital de deux millions, qui compte parmi ses fondateurs une quarantaine des principaux manufacturiers de cette ville, et dont le but est de préparer en grand la potasse du suint et d'extraire les matières grasses au moyen du sulfure de carbone.

Les eaux de lessivage sont encore, sur bien des points, évacuées directement aux ruisseaux qu'elles corrompent de la manière la plus grave, sans préjudice des odeurs pestilentielles que dégage habituellement la putréfaction de ces matières ¹.

1. C'est ainsi, pour citer quelques exemples de la corruption due au travail de la laine, que le Trichon et l'Espierre, égouts de Tourcoing et de Roubaix, ont porté à l'Escant des eaux tellement impures, que le gouvernement belge a dû réclamer à plusieurs reprises auprès du gouver-

Les cours d'eau du département du Nord, par suite de leur exiguité même, ont plus particulièrement souffert et ont appelé des mesures préservatrices, dont les a dotés la sage et vigoureuse administration qui a présidé pendant plusieurs années aux destinées de ce département ¹. A Fourmies et à Lille, les améliorations sont déjà considérables. L'établissement le plus complet sous ce rapport est celui de M. Isaac Holden, à Croix (Pl. XXI, fig. 4 à 10). Le système d'épuration avait déjà coûté, quand nous l'avons visité, 100.000 francs d'installation, et était destiné, selon toute apparence, à dépasser plus tard le chiffre de 150.000 francs. Les 300 mètres cubes d'eaux grasses fournies par le lavage quotidien de 3.000 kilogrammes de laine fine, sont refoulés par une machine à vapeur dans deux bassins à plusieurs compartiments, qui fonctionnent à tour de rôle, et où ces eaux déposent les sables et matières terreuses qu'elles tiennent en suspension. De là elles sont admises alternativement dans six réservoirs, pouvant recevoir chacun 200 mètres cubes. On y ajoute du chlorure acide de manganèse, résidu de la fabrique de M. Kuhlmann, dans la proportion (un peu faible, pensons-nous) de 1/2 kilogramme de chlorure pour 1 hectolitre de lessive, et l'on brasse fortement. Il se fait une mousse grasse qui surnage tandis que le liquide en dessous s'éclaircit. On décante par le fond : le liquide est envoyé dans trois autres réservoirs d'égale contenance où l'on fait un nouveau brassage au lait de chaux, à raison de 300 grammes de chaux

nement français, pour la préservation de ce fleuve. Dans le département de l'Hérault, le ruisseau de Clermont, qui reçoit les résidus d'un grand nombre de fabriques de draps, est devenue un foyer pestilentiel. A Reims, la Vesle est profondément souillée par la même cause. La Vesdre à Verviers, l'Aire et le Calder dans le Yorkshire, sont dans le même cas.

1. M. Vallon, le regretté préfet du département, nous disait en 1864 : « Il n'y a pas encore longtemps, je ne pouvais faire une promenade en voiture sans sentir l'odeur de l'hydrogène sulfuré. » Grâce à la persévérance de ce magistrat la situation a été considérablement améliorée.

vive par hectolitre; on laisse déposer et l'on écoule dans la Marque, au moyen d'un égout souterrain renfermant deux filtres en tannée. Les eaux sont convenablement clarifiées, mais sentent le suint, inconvénient auquel on a dû remédier en lavant préalablement la laine à l'eau froide, comme il a été dit plus haut. Le précipité calcaire est vendu comme engrais; quant aux écumes grasses des six premiers réservoirs, elles sont, après écoulement des liquides, extraites par une pompe à vapeur et refoulées dans quatre bassins, peu profonds, creusés dans le sol, et garnis d'une couche de sciure de bois. Une fois la dessiccation à l'air libre terminée, on reprend le magma à la pelle et on le passe à la presse. Les tourteaux ainsi obtenus sont destinés à fabriquer du gaz d'éclairage, et, à défaut, à servir de combustible. La graisse exprimée est chauffée à la vapeur, pendant vingt-quatre ou trente heures, afin d'être débarrassée de son eau, et est ensuite vendue, suivant sa qualité, aux savonniers, corroyeurs et autres industriels. La dépense annuelle d'exploitation de cette nouvelle industrie s'élevait, lors de notre visite, à 70 ou 80.000 francs. M. Holden estimait que les produits de la vente couvriraient à peu près les frais.

•A Fourmies, on emploie, au lieu de chlorure acide de manganèse, du sulfate impur d'alumine et de fer, nommé *magma*, provenant du traitement d'argiles pyriteuses, exploitées en grande abondance dans le département de l'Aisne. M. Théophile Legrand, principal filateur de l'arrondissement de Fourmies, agite ses lessives avec du magma, dans des fosses larges et peu profondes; il y ajoute de la chaux et détermine un précipité de sulfate de chaux, lequel entraîne l'alumine et les matières grasses. Le liquide qui surnage est presque clair; on peut le décanner et l'envoyer aux cours d'eau. Le dépôt constitue un bon engrais, qu'on vend aux agriculteurs, mais le débit en est difficile, à cause de la cherté des transports.

Dans quelques fabriques d'Alsace, à Holstein, à Lutzelhauzen, etc. ainsi qu'aux environs d'Aix-la-Chapelle et de Cologne, on avait essayé d'employer les graisses, concurremment avec les déchets de la laine, pour la fabrication du gaz de l'éclairage, mais on y a renoncé et l'on s'en sert aujourd'hui pour arroser les terres. L'emploi agricole s'est également introduit à Verviers ; ainsi, chez M. Victor Grenade, la laine, au sortir de la cuve à carbonate de soude, passe sous des cylindres qui la compriment fortement, et le liquide qui en découle, saturé de matières grasses et représentant un poids à peu près égal à celui de la laine, sert à arroser des tas de terre végétale, de fumier de ferme et de débris de bois de teinture ; il se développe dans ce compost une fermentation active qui lui communique des propriétés très-fertilisantes et le transforme en un engrais très-chaud.

Les eaux d'échets sont plus généralement exploitées que les précédentes, à cause de la valeur considérable de l'huile qui a été incorporée dans la laine pour faciliter le travail de la filature. Dans la seule ville de Reims, les eaux actuellement utilisées ne représentent pas moins de 400.000 francs par an. Cette industrie est monopolisée par madame V^{ve} Houzeau et fils, dont l'usine, aux portes de la ville, reçoit plus de 400.000 mètres cubes de liquide, payé aux filateurs, à raison de 0^f,90 l'hectolitre. On les traite par l'acide sulfurique, en vue de neutraliser la soude et de libérer l'huile qu'on épure et qu'on vend aux fabricants de cuir. A Tourcoing, le sieur Tribouillet exerce une industrie analogue. Il réunit les eaux de *lisseuses* aux eaux de lessive, qu'il va chercher chez les divers industriels. Il les vide dans de grandes citernes, où il les brasse avec 0,80 p. 0/0 d'acide sulfurique concentré. Le dépôt boueux, entraînant des matières grasses, est introduit dans des sacs de laine et soumis à la presse au milieu d'une atmosphère de vapeur d'eau à 100 degrés. L'huile qui découle est épurée par l'acide sulfurique et livrée au commerce. Quant au liquide clair, surnageant dans les citernes, on le

décanté au moyen de trous ménagés à diverses hauteurs dans la paroi des cuves ; on le neutralise par la chaux et on l'évacue quand il offre une réaction alcaline. A Beauvais, on a commencé à exploiter également les eaux d'échets : la grande fabrique de tapis en vend pour quelques milliers de francs à un industriel. Dans le midi de la France, au contraire, ces diverses pratiques sont encore à peu près inconnues. A l'étranger, elles commencent à se répandre : en Angleterre, où l'on avait paru fort longtemps dédaigner la question, on y a été ramené par les nécessités de l'assainissement ; depuis quelques années on s'efforce d'utiliser les matières grasses et particulièrement les eaux d'échets. Il existe aujourd'hui dans le Yorkshire une vingtaine de manufactures de laine qui épurent ou font épurer leurs liquides, et l'on évalue à près de un million et demi de francs le produit qu'on en retire. Le mode d'exploitation ne diffère pas essentiellement de celui du sieur Tribouillet et se résume presque toujours à traiter les liquides gras dans des bassins par une petite quantité d'acide sulfurique. Quelques fabricants se sont mis tout dernièrement à essayer des sels de fer et paraissent s'en bien trouver. Le sulfate de fer, notamment, qu'ils ont souvent sous la main *gratuitement*, ainsi que nous l'avons expliqué à propos des teintureries, donne de bons résultats. Les savons insolubles de fer qui se forment dans la réaction laissent surnager un liquide alcalin assez clair qu'on peut envoyer aux cours d'eaux ; ces savons sont eux-mêmes traités par l'acide sulfurique et régénèrent le sulfate de fer en même temps qu'ils libèrent la substance grasse. A défaut de procédé industriel d'extraction, on peut encore employer ces eaux à la culture, comme celles du lessivage. C'est ce que font quelques filateurs de Belgique, entre autres MM. Hauzem, Gérard et C^{ie} ; ils étendent ces liquides d'eau ordinaire, pour en affaiblir l'action, et ils en arrosent leur jardin.

Le dévidage des cocons donne lieu, à la fois, à des li-

quides impurs et à des résidus solides de nature putrescible. La meilleure manière de se débarrasser des premiers est de les employer sur des terres cultivées. Chez M. Charles Buisson, près de Grenoble, les eaux des bassines, amenées par un système de tuyaux en cuivre, débouchent dans un petit bassin souterrain, pourvu d'une grille métallique, où elles déposent la plus grande partie de leurs éléments boueux, qu'on enlève de temps en temps à la cuiller. De là elles se rendent dans une grande citerne étanche, soigneusement voûtée, d'une contenance de 50 mètres cubes. On les retire à la pompe et on les répand, selon les besoins, sur les terres cultivées qui recouvrent le flanc du coteau au dessous de la filature. Quant aux chrysalides, M. Buisson les fait disparaître en les écrasant sous une meule et employant dans les bassines la liqueur ainsi obtenue. Cette pratique, qui paraît faciliter la dissolution des parties gommeuses du coton et aussi augmenter le poids de la soie, ne peut guère être en usage que pour les soies jaunes et lorsqu'on ne tient pas expressément à la nuance. Dans les filatures du Gard, on vend ces débris à des *ramasseurs*, qui s'engagent à venir les prendre chaque jour ; il les font sécher en plein air, dans la campagne, et les exportent au loin, comme engrais. Ce produit a été longtemps recherché par les jardiniers d'Hyères, qui le trituraient et le mélangeaient au terreau. Quelques filateurs les consomment eux-mêmes sur leurs propriétés : ils disposent par couches les chrysalides d'une même journée et les recouvrent de terre et de sable. Ils forment ainsi des tas d'engrais de 1^m, 50 à 2 mètres de haut, qui n'exhalent pas d'odeurs, quand les matières absorbantes ont été associées dans des conditions convenables. On a perdu d'ailleurs, à peu près partout, l'habitude de laisser traîner les chrysalides dans les cours, pour les donner en pâture aux canards, ce qui entretenait des odeurs infectes dans les établissements.

Au dévidage des cocons, se rattache le traitement des

frisons et des cocons *bassinés*, qui donne naissance à des liquides plus ou moins incommodes. Le décreusage des frisons s'opère dans de grands chaudrons de teinturier, avec 20 ou 25 p. 0/0 de savon blanc et la quantité d'eau nécessaire. La filasse sort d'un blanc très-pur, tandis que la lessive garde les impuretés. On écoule celle-ci aux cours d'eau, ce qui, vu leur débit habituellement abondant, n'entraîne pas d'inconvénients sérieux. La préparation des cocons *bassinés* nécessite une sorte de rouissage éminemment insalubre. Les fabriques du Gard et des Cévennes y ont renoncé, et ces déchets sont aujourd'hui maintentionnés en Suisse, à Bâle, Zurich, Gerson, où l'abondance exceptionnelle des eaux prévient le danger d'infection. On s'est mis aussi, depuis quelques années, à les traiter par des procédés chimiques qui remplacent le rouissage à l'eau. Quelques établissements, à Lille, à Troyes, à Thanu, à Saint-Rambert, mettent en pratique ces nouveaux modes, mais nous n'avons pas ouï dire qu'aucun moyen spécial ait été employé pour purifier les résidus.

Le décreusage des soies donne lieu à des liquides gras qu'on s'est mis récemment en devoir d'utiliser. Le procédé qui paraît le mieux réussir est celui de l'extraction de la graisse au moyen du sulfure de carbone¹. Il vient de se fonder à Lyon une industrie d'après ce procédé. La nouvelle usine établie à la Mulatière, opère de la manière suivante : 1.000 kilogrammes d'eau savonneuse sont versés dans un appareil en tôle fermé, en communication par un col de cygne avec un réfrigérant. On introduit dans l'appareil un poids égal de sulfure de carbone, et l'on chauffe jusqu'à l'ébullition à l'aide d'un serpentín à vapeur. Quand les acides gras sont dissous, on laisse refroidir ; il se forme deux couches : l'une supérieure, représentant le grès de la

1. On sait que le prix de ce corps a été considérablement abaissé par les travaux de M. Deiss ; de 60 francs le kilogramme qu'il valait en 1847, il ne coûte plus aujourd'hui que 0^{fr},35.

soie, mêlé d'un peu de sulfure gras, et l'autre inférieure, limpide, tenant en dissolution les acides gras. On soutire le liquide limpide et on le soumet à la distillation pour séparer le sulfure de carbone et dégager les graisses qui rentrent dans la fabrication des savons.

L'emploi de ce procédé n'est pas limité, bien entendu, aux eaux de décreusage des soies, mais il peut s'appliquer, avec plus ou moins de bénéfice, à la plupart des matières grasses. Nous avons dit qu'à Verviers on se proposait de traiter ainsi les eaux de lessivage des laines ; on a également fait des applications sur les eaux provenant des buanderies, des blanchisseries, sur les graines oléagineuses, etc. Tout porte à croire que les industriels trouveront dans cette voie, moyennant des perfectionnements ou des modifications appropriées, une ressource satisfaisante pour un grand nombre de leurs résidus. C'est, du reste, une méthode toute nouvelle, qui est loin d'avoir donné son dernier mot.

FABRIQUES DE COLLE ET DE GÉLATINE, TANNERIES, ABATTOIRS, ETC.

Il est une multitude d'industries s'exerçant sur des substances animales et dont les résidus sont susceptibles d'être utilisés de diverses manières, tantôt par des procédés semblables à ceux que nous venons de décrire dans le paragraphe précédent, tantôt par des expédients commandés par les circonstances particulières où l'on se trouve.

Dans les fabriques de colle et de gélatine, on peut séparer une assez forte proportion de matières organiques qui, mêlées avec d'autres substances, fournissent un bon engrais. A Vilvorde, où se trouve l'établissement le plus considérable de Belgique en ce genre, l'emploi des dépôts est organisé avec beaucoup de soin. Les liquides provenant des diverses cuves de la fabrication sont réunis dans un

réservoir étanché et de là refoulés par une pompe à vapeur dans un bassin de 60 mètres de long sur 14 mètres de large, divisé en quatre compartiments ; les eaux s'écoulent d'un compartiment à l'autre à travers des barrages filtrants. Les dépôts boueux sont enlevés régulièrement, mélangés avec de la chaux et des balayures, et employés ensuite comme engrais ; les dernières eaux, sont assez clarifiées pour pouvoir être perdues à la rivière.

Quelques fabriques de bougies s'étudient à retenir les matières grasses. Celle de M. Roubaix Jenar, à Bruxelles, peut servir d'exemple. Les résidus de la saponification ainsi que les eaux de lavage de tous les appareils en contact avec les graisses, s'écoulent par des caniveaux souterrains et sont recueillis dans une série de cuves en maçonnerie. La communication entre ces cuves est établie par des siphons disposés de manière que la plus grande partie des huiles soit retenue à la surface ; on les enlève à la cuiller et on les rend à la fabrication. Quant aux matières provenant du balayage des planchers, du nettoyage des appareils, du grattage des murs et des pièces, etc., nous avons déjà eu occasion d'indiquer, dans la partie de ce travail consacré à la destruction des dégagements nuisibles, que les principes gras en étaient extraits à l'aide du sulfure de carbone.

Les résidus des tanneries, abattoirs, etc., trouvent facilement leur emploi dans la culture. M. Herrenschmidt, près de Strasbourg, dont la tannerie est très-considérable, clarifie ses liquides dans une vaste citerne souterraine où ils abandonnent des boues qu'on retire de temps en temps et qu'on répand sur les terres. En Angleterre, on s'est mis à utiliser pour l'arrosage les liquides eux-mêmes, ce qui réalise un assainissement plus complet. On a même étendu cette pratique aux eaux provenant du trempage des peaux salées, malgré la forte proportion de sel marin que ces eaux tiennent en dissolution ; toutefois elles doivent être, au préalable, considérablement étendues, sous peine de brûler les plantes.

M. Nickols, à Leeds, propriétaire des grandes tanneries Joppa et Bramley, où l'on traite deux mille peaux par jour, consomme également en irrigation une grande partie de ses eaux de lavage, et son exemple a été suivi par quelques autres tanneurs de la ville. Dans plusieurs établissements, au contraire, on se contente, comme M. Herrenschmidt, de clarifier les liquides dans des bassins de dépôt, et ensuite on mélange les résidus avec des cendres et autres substances, de manière à former de bons engrais.

Quelques blanchisseries, dans les environs de Paris, utilisent leurs eaux à l'arrosage des cultures. Mais cet expédient, dont l'application a été, d'ailleurs, fort limitée jusqu'ici, ne réussit que dans certaines conditions, dont les principales sont : une grande perméabilité du sol, une végétation très-active, et surtout une étendue considérable de terrain par rapport au volume des liquides à évacuer ¹.

Enfin on a proposé, pour ces diverses catégories de résidus, l'usage de certains agents chimiques, tendant uniformément à précipiter une certaine proportion de matières en suspension ou en dissolution et à permettre l'écoulement de liquides relativement inoffensifs. Sans parler de la chaux, qui figure déjà dans la nomenclature des moyens généraux, deux des réactifs qui paraissent remplir le plus avantageusement ce rôle sont le perchlorure de fer et le phosphate double de magnésie et de fer. Le premier de ces réactifs a surtout été préconisé en Belgique par le Dr Kœne qui a obtenu des résultats satisfaisants, constatés par des commissions officielles. On a traité notamment des eaux contenant du sang et d'autres matières animales provenant de l'abat-

1. Sans cela, on tombe dans l'inconvénient que nous avons signalé à propos des *procédés généraux*, c'est-à-dire qu'on s'expose à une obstruction très-rapide du sol. C'est ce qui avait lieu, par exemple, à Mèrignac, près Bordeaux, avant qu'on eût ouvert un débouché suffisant aux eaux des nombreux lavoirs établis en ce point ; les prairies basses où ces eaux se déversent étaient alors, selon l'énergique expression du conseil d'hygiène, « transformées en marais savonneux. »

toir de Bruxelles et l'on a reconnu que ces eaux étaient décolorées par une faible addition de perchlorure de fer et perdaient en partie leur mauvaise odeur. Le résidu contenait 3,40 p. 0/0 d'azote et 30 p. 0/0 de phosphate de fer. Employé comme engrais, il produisait les meilleurs effets et sa valeur commerciale a été fixée hypothétiquement à 160 francs la tonne. Cette production d'engrais a eu lieu, pendant quelque temps, sur une assez grande échelle, mais elle n'a pas été continuée, vraisemblablement à cause des résultats pécuniaires peu avantageux qu'elle donnait à l'inventeur¹.

1. Quant au mérite intrinsèque des engrais obtenus à l'acide du perchlorure de fer, soit par précipitation des liquides, soit par le traitement des déchets solides, il paraît avoir été hors de contestation. La commission officielle chargée à Bruxelles de vérifier les essais du Dr Kœne, a même émis l'avis que le réactif chimique introduit dans l'engrais, loin de lui nuire, augmentait au contraire ses propriétés fertilisantes. Voici en effet comment s'est exprimé le Dr Gorrissen, dans son rapport du 4 février 1863 :

« D'après toutes les explications et les expériences conformes de
« MM. Frankland, Hofmann (Angleterre) et Kœne, nous n'avons plus à
« nous occuper des avantages pratiques du perchlorure de fer (au point
« de vue de la désinfection) ; la seule question importante à compléter
« est celle relative à la valeur agricole de l'engrais que ce perchlorure
« produit en désinfectant les matières.

« A cet effet, considérons la réaction du perchlorure et des principes
« albumineux.

« Aucun chimiste n'ignore que le perchlorure de fer en solution diluée
« et en présence d'un corps tendant à s'unir au peroxyde de fer donne
« naissance à ce peroxyde.

« Eh bien, de même que la chaux précipite l'acide phosphorique
« et les matières albumineuses en s'unissant à ces corps, de même le
« peroxyde de fer précipite ces substances en contractant des combi-
« naisons.

« Ce peroxyde, de même que la chaux, fonctionne ici comme base, et
« si, avec le perchlorure, M. Kœne obtient une désinfection permanente,
« tandis qu'avec la chaux on n'obtient qu'une désinfection passagère, cela
« tient tout simplement à ce que la combinaison ferrique persiste, pen-
« dant que l'acide carbonique de l'air détruit la combinaison calcaïque. La
« première persiste, parce que le peroxyde de fer, comme base faible, ne
« saurait s'unir à l'acide carbonique ; par cette raison aussi, la combinai-
« son de cette base avec la matière albumineuse est moins intime que la

Le phosphate double de magnésie et de fer de MM. Blanchard et Chateau a été l'objet d'expériences de laboratoires, sur des quantités considérables, mais n'a pas été, à notre connaissance, employé d'une manière vraiment industrielle. Il n'est pas douteux que ce réactif agit très-efficacement sur ces sortes d'eaux résiduaires pour fixer l'azote à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien et déterminer une clarification prononcée des liquides. Mais, pour ce procédé comme pour le précédent, toute la question est dans le prix de revient de l'engrais obtenu. Toutes les opérations fondées sur la précipitation des matières fertilisantes, à l'aide d'un agent

« combinaison calcique, et, comme de semblables combinaisons ferriques
 « se détruisent lentement quand l'air n'a pas un libre accès et qu'elles
 « causent ce phénomène que nous désignons par l'expression *érémacausie*,
 « l'engrais satisfait très-bien aux besoins des plantes. Mais si les principes
 « fertilisants sont fixés, si tous fonctionnent en satisfaisant à ces besoins,
 « l'engrais désinfecté par le procédé Kœne doit avoir plus d'effet sur les
 « plantes que l'engrais de même origine non désinfecté ; c'est en effet ce
 « que la pratique constate, et le fait le plus concluant à citer, et dont
 « tout le monde a pu se convaincre, c'est que les cultivateurs de Cam-
 « penhout sont venus, en grand nombre, chercher à Bruxelles de la ma-
 « tière fécale désinfectée, après qu'ils avaient acheté sur les lieux le
 « contenu d'un bateau de plus de 100 mètres cubes de la même matière.

« D'autres expériences faites en grand nombre pendant huit ans à
 « Notre-Dame-au-Bois, ont en outre établi que ce guano humain a encore
 « un effet marquant sur la récolte, durant la deuxième année de l'expé-
 « rience ; encore un fait conforme à la théorie relative à la consommation
 « lente de l'engrais désinfecté par le procédé Kœne.

« En résumé, un engrais putride s'altère promptement, et déjà avant
 « son emploi une notable quantité du principe fécondant essentiel, l'azote,
 « s'est dégagée à l'état d'ammoniaque. Un engrais désinfecté par un excès
 « inévitable de chaux, ne commence à agir que du moment où cet excès
 « est passé à l'état de carbonate ; dès cet instant, les principes fertilisants
 « deviennent peu à peu solubles ; mais quant à la substance albumineuse,
 « au lieu de subir les effets de l'érémacausie (consommation lente), elle
 « passe par la fermentation putride en produisant, outre l'ammoniaque,
 « des gaz nuisibles à la végétation.

« Sur un engrais désinfecté par le procédé Kœne, l'acide carbonique
 « n'a pas d'effet ; il ne saurait donc entrer en putréfaction, mais il se
 « consume lentement, et l'érémacausie est favorisée par l'oxygène du
 « peroxyde de fer. »

chimique quelconque, ne paraissent pas, du moins jusqu'à présent, suffisamment rémunératrices pour qu'on puisse attendre l'assainissement des seules spéculations commerciales. A moins que des raisons spéciales, étrangères à la question de bénéfice, ne commandent l'emploi de ces agents, il paraît plus avantageux d'appliquer directement les liquides de cette nature à l'arrosage des terres cultivées.

ROUISSAGE DU LIN ET DU CHANVRE.

Cette opération, tant en France qu'à l'étranger, s'effectue encore presque exclusivement par les voies agricoles, c'est-à-dire en abandonnant le chanvre ou le lin à l'air libre, sous l'influence de l'eau et des agents atmosphériques. Elle s'exerce le plus souvent par les soins des cultivateurs eux-mêmes, et par conséquent d'une manière routinière, sans grande préoccupation des progrès possibles, et avec tous les inconvénients traditionnels.

On distingue trois méthodes de rouissage agricole : 1° *à l'eau courante*, ou en immergeant la plante dans les rivières ou les ruisseaux; 2° *à l'eau stagnante*, ou en la plongeant dans des mares ou fossés dont l'eau ne se renouvelle pas; 3° *à la rosée ou sur le pré*, c'est-à-dire en l'étendant sur des terres découvertes et de préférence sur des prairies dont l'herbe est rase. Cette dernière pratique, à peu près exempte d'inconvénients pour la salubrité publique, est malheureusement la moins répandue. A peine est-elle suivie en France dans trois ou quatre départements, entre autres celui de la Somme, qui est au premier rang sous ce rapport. A l'étranger, elle est un peu plus répandue : elle domine dans le Hainaut et sur plusieurs points de l'Allemagne ; mais en Angleterre et en Irlande, elle est à peu près inconnue.

Les deux autres méthodes se partagent les neuf dixièmes peut-être de la production, sans qu'on puisse d'ailleurs assigner des régions spéciales à chacune d'elles : le choix entre

ces méthodes est avant tout déterminé par l'abondance des eaux dont on dispose. D'une manière générale, on préfère, quand les circonstances le permettent, rouir dans les rivières, car la plante s'y nettoie mieux, et les odeurs sont moins sensibles. La corruption des cours d'eau, qui résulte de cette pratique, varie d'ailleurs selon leur importance : à peu près nulle dans des fleuves puissants comme la Loire ou le Rhin, elle est extrême dans les rivières d'un faible débit, comme la Lys, la Sarthe, la Maine, etc. Les eaux de ces dernières sont chargées de matières organiques en putréfaction qui développent des odeurs fétides et tuent le poisson ¹, et en même temps les rendent impropres à l'alimentation du bétail, à l'arrosage des cultures et aux usages industriels ². Cette in-

1. A ce propos nous rapporterons une discussion qui s'est élevée récemment dans le département de la Sarthe et qui ne manque pas d'intérêt, touchant la manière dont les eaux sont infectées par les produits du rouissage. Il s'agissait de savoir si la mortalité des poissons observée dans plusieurs cours d'eau tenait à ce que les eaux renfermaient des principes délétères, ou simplement à ce que l'air respirable en dissolution, c'est-à-dire l'*atmosphère limitée* du poisson, avait été privée d'oxygène par la combustion lente des matières organiques ; en d'autres termes, on se demandait si les poissons périssaient par empoisonnement ou par asphyxie. Il est clair, que dans le premier cas, on était en droit de redouter de pareils dangers pour la santé des hommes et du bétail, tandis que, dans le second cas, on ne pouvait rien conclure concernant les êtres vivants hors des eaux infectées. Ce débat a eu un certain retentissement dans la contrée dont nous parlons et y a divisé les hommes spéciaux.

2. La Lys, par exemple, dont les eaux alimentent, comme on sait, les filatures de la ville de Gand, était devenue à un certain moment tellement infectée par suite du rouissage, que le travail du filage se trouvait arrêté à cause des odeurs que les bacs à tremper exhalaient dans les ateliers. Après diverses tentatives infructueuses, d'ordre administratif (telles que l'arrêté royal du 20 juillet 1859, qui a porté interdiction du rouissage dans la Lys, du 10 octobre au 31 décembre), il a fallu, tant les inconvénients étaient grands, en venir à un parti très-coûteux et qui est même dommageable pour la navigation : on a établi à Deynee, en amont de Gand, un barrage à écluses, au moyen duquel on détourne à volonté dans le canal de Schipdonck à Heyst les eaux corrompues de la Lys qui vont se perdre à la mer du Nord. Ces travaux préservent Gand, mais laissent encore Bruges sans protection, quand on manœuvre extraordinairement le canal de Gand à Bruges, que la dérivation de la Lys traverse librement. Pour y

fection est particulièrement augmentée quand les cours d'eau reçoivent, indépendamment des produits du rouissage, des matières organiques riches en sulfates sur lesquels ces produits peuvent réagir pour libérer l'hydrogène sulfuré ¹. Ce qui prouve, au surplus, combien l'absence de ces matières organiques, coïncidant avec le renouvellement de l'eau, change les conditions du rouissage, c'est qu'en Irlande, où ces deux circonstances se trouvent habituellement réunies, la santé publique n'a pas été sensiblement affectée ².

obvier, on s'est mis à construire un siphon qui permet de faire passer les eaux corrompues sous le canal. Le problème de l'assainissement se trouve ainsi résolu, mais non sans porter atteinte à de graves intérêts. « Pendant
« les quatre ou cinq mois d'été, nous écrivait M. Colson, l'ingénieur des
« Ponts-et-Chaussées chargé des travaux, lorsque la corruption des eaux
« est forte, le barrage reste fermé et les eaux corrompues sont conduites
« directement vers la mer du Nord par le nouveau canal (de Schipdonck
« à Heyst). Elles sont donc perdues pour l'industrie de Gand et pour l'a-
« limentation de nos voies navigables. Les eaux de l'Escaut seules doivent
« alors desservir les nombreux intérêts engagés dans la question ; aussi
« sont-elles insuffisantes pour cet objet, et l'alimentation de nos canaux
« se fait-elle d'une manière fort incomplète, au point que la navigation
« est souvent compromise, surtout pendant les mois d'août et de sep-
« tembre. C'est là une situation déplorable qui nous est faite par la perte
« complète des eaux de la Lys, tant que dure le rouissage dans cette ri-
« vière... » Nous avons rapporté ces faits pour montrer à quel point la question du rouissage peut prendre de gravité et combien sa solution scientifique est digne d'intérêt.

1. Tel est, d'après M. Stas, le cas de la Lys, dont l'extrême corruption, pendant la saison du rouissage, est due à la présence simultanée des résidus de distilleries et de raffineries du département du Nord, qui lui arrivent par la Deule. Ce savant a fait une série d'observations comparatives qui lui ont prouvé, nous disait-il, qu'aux époques où ces résidus arrivaient en moindre abondance, les eaux de la Lys étaient incomparablement moins infectées. Aussi le gouvernement belge a-t-il agi auprès du gouvernement français pour arriver à réduire l'affluence de ces résidus.

2. La Société de chimie et d'agriculture de l'Ulster, province où est concentrée la culture du lin de l'Irlande, a bien voulu, il y a quelques années, s'occuper, à notre demande, de l'influence du rouissage sur la santé publique. Son secrétaire, le Dr Hodges, qui fait autorité en ces matières, s'est exprimé de la manière suivante, dans la séance du 5 juin 1863.

« Il (le Dr Hodges) n'a point entendu dire qu'aucun effet nuisible à la
« santé ait été observé dans les provinces où le lin est préparé par grandes

On écarte, il est vrai, de l'alimentation des hommes ou des animaux les eaux où le lin a roui (ce que permet toujours l'abondance des sources de cette contrée), mais les habitants sont à l'abri des fièvres que la putréfaction des matières engendre dans d'autres pays¹.

Le rouissage dans les mares ou fossés, quand il est pratiqué sur une grande échelle, est plus préjudiciable à la salubrité. Il détermine des fièvres paludéennes d'un caractère très-tenace et ne paraît pas étranger à plusieurs sortes d'affections d'un caractère encore plus grave. En outre, il compromet la conservation du bétail, car dans les campagnes privées de cours d'eau, il est difficile d'éviter que les animaux s'abreuvent, au moins accidentellement, dans les mares infectées. Pour prévenir dans une certaine mesure ces inconvénients, on suggère diverses précautions. On recommande en première ligne de renouveler l'eau fréquemment et de répandre sur les terres cultivées celle qui a déjà servi ; malheureusement, les pays où ce mode de rouissage est employé sont précisément ceux où les eaux manquent le plus souvent à cette époque de l'année, en sorte que le conseil, fort bon en théorie, peut rarement être suivi dans la pratique. Une autre circonstance tend à y mettre obstacle, même si l'abondance des eaux le permettait : c'est que l'opération du rouissage marche plus vite dans une eau plus corrompue ; or ce que cherchent surtout les cultivateurs, c'est à aller vite et économiquement, en sorte qu'ils aiment mieux conserver le plus longtemps possible la même eau. Ordinairement on se borne à utiliser les eaux, quand on les utilise, seulement à la fin de la saison ; encore même n'est-on

« quantités. En France et spécialement en Italie, les exhalaisons des
« fosses dans lesquelles le chanvre est soumis à la fermentation, ont été
« regardées comme une cause de maladie ; mais sous ce climat (celui de
« l'Irlande), même dans les districts marécageux, les fièvres et les autres
« maladies semblables sont actuellement presque inconnues. »

1. On observe notamment ces fièvres dans le pays de Waes (Belgique), où ce mode de rouissage est très-répandu.

pas d'accord sur l'opportunité de leur emploi, car on leur reproche de rendre les terres acides. On a conseillé aussi de purifier les eaux du rouissage avec la chaux, mais nulle part on n'a pratiqué cette méthode d'une manière suivie ; on peut le regretter, car on parerait ainsi à l'inconvénient de l'acidité, en même temps qu'on retirerait de bons effets de l'application de ces eaux riches en engrais. Mais la question des frais est toujours le grand obstacle, car, il faut bien le reconnaître, on n'a pas partout la chaux sous la main.

Une autre recommandation qui s'adresse aussi bien au rouissage des rivières qu'à celui des fossés, c'est, comme on dit dans l'Anjou, d'*érusser* la plante avant de l'immerger, ou de la dépouiller de ses feuilles. Il est constant que la putréfaction est ainsi beaucoup diminuée et que ces débris constituent un excellent engrais, mais les cultivateurs reculent devant la main-d'œuvre que l'opération nécessite. Dans le département de la Sarthe lui-même, où la mesure a été plus particulièrement prônée, fort peu de gens pratiquent l'érousage, et l'autorité administrative n'a pas cru, jusqu'à présent, devoir le rendre obligatoire. Donc en fait, on peut dire que le rouissage agricole n'a pas encore été l'objet d'améliorations essentielles, et qu'à part des mesures administratives qui ont pu, en certains cas, en tempérer les mauvais effets, on continue dans l'ensemble à le pratiquer dans les mêmes conditions d'insalubrité qu'autrefois.

La difficulté d'assainir une opération ainsi livrée aux soins des gens de la campagne et par là même, nous l'avons dit, peu susceptible de supporter des frais de quelque importance, a naturellement suggéré l'idée d'en changer totalement la nature et de remplacer le rouissage agricole par un rouissage industriel ; de telle sorte que le travail s'effectuât désormais, non plus au milieu des fermes, mais au sein des manufactures, et devînt par conséquent, une branche de fabrication comme tant d'autres. De là divers procédés que nous examinerons brièvement.

Ces procédés sont de trois sortes ; on peut les désigner respectivement sous les noms de : *procédés chimiques*, *procédés physiques* et *procédés mécaniques*. Les premiers, après avoir été en vogue un certain temps, ont été généralement abandonnés. Ils consistaient à traiter la plante par des agents chimiques, principalement par la soude et par la chaux, qui s'emparaient de la gomme et autres matières adhésives que le rouissage ordinaire a précisément pour but de séparer. Le traitement agricole était ainsi rendu inutile et le chanvre ou le lin était apporté à l'état naturel dans les fabriques où le rouissage artificiel était appliqué. Quelques établissements, à Lille et en Belgique ¹, ont marché d'après ces errements, mais on n'a pas tardé à reconnaître que de tels procédés ne pouvaient aucunement lutter d'économie avec la pratique agricole ; on leur reprochait en outre d'altérer la fibre de la plante, laquelle était plus ou moins éprouvée par l'action des lessives.

Les procédés physiques, qui se résument à remplacer l'eau ordinaire par l'eau chaude, commencent à prendre du développement dans le nord de la France. Le mode le plus suivi est celui qu'emploie M. Cosserat, à Amiens : le lin est disposé dans des fosses en maçonnerie, de 2 mètres de profondeur, que parcourent les eaux de condensation de la machine à vapeur ; il se produit là une fermentation acidule, sans odeur fétide ni émanation dangereuse, qui remplace la putréfaction proprement dite des mares et des ruisseaux. Les liquides brunâtres s'écoulent sans interruption à la Selle, au moyen d'un tuyau qui débouche sous l'eau et au milieu de la rivière, pour que le mélange s'effectue plus facilement. L'opération, au lieu de deux ou trois mois que prend le rouissage ordinaire dans la contrée, dure dix à douze jours en hiver et cinq à six jours en été. Le résultat commercial est, assure-t-on, des plus satisfaisants.

1. Entre autres, celui de M. Terwangue, à Lille et celui de M. Lefebvre à Bruxelles.

M. André, à Brissay-Choigny, près Moy (Aisne), emploie l'eau à une température beaucoup plus élevée. Le lin est introduit dans une cuve en bois à faux fond troué, de 5 mètres de diamètres et 3 mètres de profondeur; à la base est un tuyau d'introduction de vapeur d'eau, terminé en pomme d'arrosoir et sur la cuve repose un couvercle mobile en bois chargé de pierres. Sous l'influence de la haute température à laquelle le lin se trouve ainsi soumis, le rouissage est très-prompt : vingt heures en moyenne suffisent; la plante est ensuite retirée et séchée à l'air libre. Quant aux liquides, qui sont exempts de l'acidité observée d'ordinaire, ils sont utilisés journellement à l'arrosage des terres cultivées. Cette méthode est irréprochable au point de vue de la salubrité; mais il paraît que la fibre du lin perd une partie de sa force par suite de la violence des réactions.

En Belgique, où l'on s'est occupé beaucoup de la question, à cause des inconvénients que nous signalions en commençant, aucun procédé satisfaisant n'a encore été adopté. M. le Dr Stas, membre du Conseil supérieur d'hygiène, qui a étudié particulièrement le rouissage au point de vue de la salubrité, est d'avis qu'il faudrait d'abord *dépailler* le lin au moyen de cylindres cannelés, et ensuite lessiver les fibres, mais en les enfermant dans des tubes étroits, pour empêcher que les fils ne s'enchevêtrent les uns dans les autres et ne prennent l'aspect cotonneux. Toutefois M. Stas ignore si les frais de cette double manutention ne seraient pas trop élevés ¹.

1. M. Stas, dont nous avons rapporté ici l'opinion parce qu'elle est d'un très-grand poids, n'a pas confiance dans la réussite financière des procédés qui ont été mis en œuvre jusqu'à ce jour pour produire le rouissage artificiel. « Les méthodes ont consisté, nous disait-il, soit à immerger le lin « dans une eau chauffée à 30 ou 35 degrés, pendant cinquante heures, et à « le soumettre ensuite à une action mécanique, soit à le traiter par une « solution chaude alcaline et ensuite à le laver. Mais dans le premier cas, « l'action mécanique a pour résultat d'altérer sensiblement la résistance « des fibres. Dans le second cas, il faut tant d'eau de lavage pour empor- « ter les matières qu'on se ruine en frais d'alimentation. » Il a constaté

Les procédés mécaniques ont été mis en œuvre d'une manière remarquable par MM. Léoni et Coblentz à Vaugenlieu, près Compiègne. Ces industriels se sont posé le problème suivant : supprimer entièrement le rouissage pour le chanvre destiné aux cordages et aux toiles grossières et, pour les autres qualités de chanvre et de lin, remplacer le rouissage par un simple dégommage artificiel, n'offrant aucun des inconvénients du rouissage ordinaire. La première partie du problème paraît être actuellement résolue ; quant à la seconde, dont les inventeurs se disaient également assurés, quand nous avons visité Vaugenlieu elle n'était pas encore l'objet d'une exploitation régulière.

Nous décrirons sommairement les opérations de Vaugenlieu. La plante apportée par le cultivateur est remise sous des hangars ; elle y séjourne un temps plus ou moins long, selon les conditions où elle se trouve, et subit une première dessiccation. De là elle va aux séchoirs, sortes de salles dont le plancher est formé par une claire-voie en osier, sous laquelle des tuyaux lancent de l'air fourni par un ventilateur et chauffé par la chaleur perdue des chaudières. La prise d'air est pratiquée dans le local même de ces dernières, au moyen d'une cheminée d'appel située à 3 mètres au dessus du plancher. Un registre ménagé dans la conduite permet d'introduire à volonté de l'air frais, de façon à conserver dans les séchoirs une température constante ; ce point paraît très-essentiel, et c'est même, disent ces industriels, pour l'avoir négligé, que beaucoup d'inventeurs ont échoué. En effet,

au contraire, que le *dépaillage* préalable, par voie mécanique, n'altère pas la résistance et permet en même temps de supprimer les deux tiers de l'alcali ainsi que les dix-neuf vingtièmes de l'eau de lavage. Reste la question des frais occasionnés par l'emploi des tubes ou étuis destinés à prévenir l'enchevêtrement. C'est là que le doute subsiste et c'est ce qui empêche qu'on ne puisse considérer le problème de l'assainissement comme résolu par cette méthode.

1. Cette usine, détruite par un incendie en 1864, a été remise en activité un an après. Elle a été honorée de la visite de S. M. l'Empereur.

quand la température est trop basse, la gomme reste adhésive et ne se détache pas aux opérations subséquentes; quand, au contraire, elle est trop élevée, la plante est plus ou moins altérée et la fibre perd de sa force. MM. Léoni et Coblentz surveillent donc leurs séchoirs avec un soin tout particulier. La plante est placée debout sur des claies, dans sa position naturelle, et se trouve parcourue par l'air tiède des racines à la tête; après un séjour de quelques heures, elle est montée à l'étuve du premier étage, chauffée par l'air du séchoir de dessous, et dans laquelle les conditions de température et d'hygrométrie sont nécessairement un peu différentes; cette succession d'effets paraît avoir une grande importance pour le succès final des opérations. La durée totale de la dessiccation aux deux étuves varie, selon la nature et l'état de la plante, depuis quatre jusqu'à douze heures. La plante est ensuite reprise et envoyée aux ateliers où elle subit le *broyage* ou teillage mécanique, qui n'est pas la partie la moins originale du système.

Le broyage comprend trois opérations : 1° un passage dans un seul sens, sous douze paires de cylindres cannelés; 2° un va-et-vient répété quatre ou cinq fois sous vingt paires de cylindres cannelés, plus fins; 3° un râclage par une teilleuse de l'invention de MM. Léoni et Coblentz. Il est assez difficile, dans une description aussi rapide que celle-ci, de donner une idée exacte de ces appareils ingénieux, dont le succès est dû moins à une pensée nouvelle qu'à des agencements de détail parfaitement entendus. Sous le jeu des machines la partie ligneuse de la plante est entièrement détachée, la gomme et autres matières adhésives voltigent en poussière dans l'atelier, et la filasse vient en une masse soyeuse, bien assouplie et débarrassée de tous les corps étrangers. Il faut y regarder de très-près pour reconnaître qu'une certaine proportion de substances solubles, le dixième environ, reste encore dans la fibre. Celle-ci se trouve immédiatement propre à la filature des cordages

et des toiles grossières, et est vendue en conséquence aux fabricants. L'usine de Vaugenlieu a été montée de manière à débiter le chanvre produit par 1.000 hectares de terrain.

Le dégommage, qu'on était sur le point d'installer en grand, lors de notre visite, se pratique de la manière suivante : Les chanvres ou lins, teillés comme il vient d'être dit, sont étendus sur une claie et arrangés avec soin pour ne pas s'entremêler ; ils dessinent sur la claie des courbes arrondies et un certain nombre de chevilles en bois, placées de distance en distance, les maintiennent dans cette position. On met par dessus une claie toute semblable, s'appuyant bien uniformément sur l'autre et traversée par les mêmes chevilles. On la charge à son tour comme la précédente, on la recouvre pareillement d'une troisième claie, et ainsi de suite. Le système entier est immergé dans de l'eau à 50 degrés, où il séjourne quelques heures. Quand la nature des substances l'exige, on passe les produits ainsi lavés dans une liqueur légèrement alcaline. Les eaux exemptes de toute fermentation et contenant au plus la dixième partie des principes solubles de la plante, peuvent sans inconvénients, assurent les inventeurs, être écoulées aux ruisseaux. L'ensemble des deux lavages ne prend jamais plus de douze heures ; comme d'ailleurs le teillage mécanique dure à peine quelques minutes, on voit que le chanvre retiré des hangars peut être séché, roui et teillé, en moins de vingt-quatre heures. Ce dégommage a déjà été expérimenté en grand dans l'usine que MM. Léoni et Coblentz avaient montée à Ivry ; aussi peut-on espérer que cette seconde partie du problème ne donnera pas de déceptions commerciales.

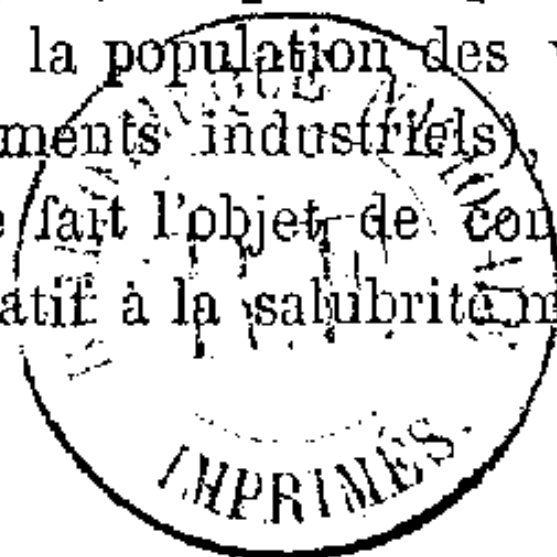
Nous sommes loin d'avoir épuisé la liste des industries donnant lieu à des résidus infectants ; mais les procédés déjà décrits donnent, pensons-nous, une idée suffisante des solutions à rechercher, suivant les cas. Il est rare qu'à défaut des moyens spéciaux, quelques-uns des moyens généraux

ne trouvent pas leur application : en ce qui concerne, par exemple, les résidus provenant du traitement des matières animales, il est presque toujours possible d'en tirer parti, soit en les employant directement comme engrais, soit en les faisant entrer dans la fabrication des engrais artificiels ; de même les déchets d'animaux peuvent fournir des composés fertilisants, ou du charbon d'os, ou encore donner des gaz combustibles servant à l'éclairage et au chauffage ; d'autre part, les résidus provenant du traitement des matières végétales sont le plus souvent susceptibles, les liquides d'être appliqués aux terres et les solides d'être mêlés aux engrais ou d'être brûlés ; enfin dans les industries qui s'exercent sur des matières minérales, on parvient chaque jour davantage, nous l'avons dit au début de ce livre, à utiliser les substances en apparence les plus inutiles, et l'on apprend, à mesure que la science se perfectionne, à y retrouver les éléments d'une production nouvelle : quoi de plus remarquable, sous ce rapport, que cette industrie des nouvelles couleurs, l'aniline et ses dérivés, fondée tout entière sur l'exploitation des résidus goudronneux de la houille ?

C'est donc en utilisant sans cesse les matières abandonnées qu'on trouvera la plupart du temps une solution aux difficultés sanitaires ; et nous le répétons, parce que c'est là un moyen d'une application très-large, une grande partie des rebuts les plus infectants sont susceptibles d'être tournés vers l'agriculture, soit à l'état naturel soit en passant préalablement par quelque fabrique d'engrais artificiels.

Quant à une classe très-importante, la plus importante même de résidus, celle que fournit la population des villes (abstraction faite de tous établissements industriels), nous n'en parlons pas ici, parce qu'elle fait l'objet de considérations spéciales dans l'ouvrage relatif à la salubrité municipale.

FIN.



APPENDICE



LOIS ET RÉGLEMENTS SUR LA MATIÈRE.

En France, la salubrité industrielle est régie foncièrement par le décret impérial du 15 octobre 1810, dont voici le texte :

Décret impérial relatif aux Manufactures et Ateliers qui répandent une odeur insalubre ou incommode.

« Napoléon, etc.

« Sur le rapport de notre ministre de l'intérieur ;

« Vu les plaintes portées, par différents particuliers, contre les manufactures et ateliers dont l'exploitation donne lieu à des exhalaisons insalubres ou incommodes ;

« Le rapport fait sur ces établissements par la section de chimie de la classe des sciences physiques et mathématiques de l'Institut ;

« Notre conseil d'État entendu,

« Article 1^{er}. A compter de la publication du présent décret, les manufactures et ateliers qui répandent une odeur insalubre ou incommode ne pourront être formés sans une permission de l'autorité administrative : ces établissements seront divisés en trois classes.

« La première classe comprendra ceux qui doivent être éloignés des habitations particulières ;

« La seconde, les manufactures et ateliers dont l'éloignement
« des habitations n'est pas rigoureusement nécessaire, mais dont
« il importe néanmoins de ne permettre la formation qu'après
« avoir acquis la certitude que les opérations qu'on y pratique
« sont exécutées de manière à ne pas incommoder les proprié-
« taires du voisinage, ni à leur causer des dommages.

« Dans la troisième classe seront placés les établissements qui
« peuvent rester sans inconvénient auprès des habitations, mais
« doivent rester soumis à la surveillance de la police.

« Art. 2. La permission nécessaire pour la formation des manu-
« factures et ateliers compris dans la première classe sera accor-
« dée, avec les formalités ci-après, par un décret rendu en notre
« conseil d'État.

« Celle qu'exigera la mise en activité des établissements compris
« dans la seconde classe le sera par les préfets, sur l'avis des
« sous-préfets.

« Les permissions pour l'exploitation des établissements placés
« dans la dernière classe seront délivrées par les sous-préfets, qui
« prendront préalablement l'avis des maires.

« Art. 3. La permission pour les manufactures et fabriques de
« première classe ne sera accordée qu'avec les formalités sui-
« vantes :

« La demande en autorisation sera présentée au préfet, et affi-
« chée par son ordre, dans toutes les communes, à 5 kilomètres
« de rayon.

« Dans ce délai, tout particulier sera admis à présenter ses
« moyens d'opposition.

« Les maires des communes auront la même faculté.

« Art. 4. S'il y a des oppositions, le conseil de préfecture don-
« nera son avis, sauf la décision au conseil d'État.

« Art. 5. S'il n'y a pas d'opposition, la permission sera accor-
« dée, s'il y a lieu, sur l'avis du préfet et le rapport de notre
« ministre de l'intérieur.

« Art. 6. S'il s'agit de fabriques de soude, ou si la fabrique doit
« être établie dans la ligne des douanes, notre directeur général
« des douanes sera consulté.

« Art. 7. L'autorisation de former des manufactures et ateliers
« compris dans la seconde classe ne sera accordée qu'après que
« les formalités suivantes auront été remplies.

« L'entrepreneur adressera d'abord sa demande au sous-préfet
« de son arrondissement, qui la transmettra au maire de la com-
« mune dans laquelle on projette de former l'établissement, en le

« chargeant de procéder à des informations *de commodo et incom-*
« *modo*. Ces informations terminées, le sous-préfet prendra sur le
« tout un arrêté qu'il transmettra au préfet. Celui-ci statuera,
« sauf le recours à notre conseil d'État par toutes parties inté-
« ressées.

« S'il y a opposition, il y sera statué par le conseil de préfec-
« ture, sauf le recours au conseil d'État.

« Art. 8. Les manufactures et ateliers ou établissements portés
« dans la troisième classe ne pourront se former que sur la per-
« mission du préfet de police de Paris, et sur celle du maire dans
« les autres villes.

« S'il s'élève des réclamations contre la décision prise par le
« préfet de police ou les maires, sur une demande en formation
« de manufacture ou d'atelier compris dans la troisième classe,
« elles seront jugées au conseil de préfecture.

« Art. 9. L'autorité locale indiquera le lieu où les manufactures
« et ateliers compris dans la première classe pourront s'établir,
« et exprimera sa distance des habitations particulières. Tout
« individu qui ferait des constructions dans le voisinage de ces
« manufactures et ateliers, après que la formation en aura été
« permise, ne sera plus admis à en solliciter l'éloignement.

« Art. 10. La division en trois classes des établissements qui ré-
« pandent une odeur insalubre ou incommode aura lieu confor-
« mément au tableau annexé au présent décret impérial. Elle
« servira de règle toutes les fois qu'il sera question de prononcer
« sur des demandes en formation de ces établissements.

« Art. 11. Les dispositions du présent décret n'auront point
« d'effet rétroactif; en conséquence, tous les établissements qui
« sont aujourd'hui en activité continueront à être exploités libre-
« ment, sauf les dommages dont pourront être passibles les entre-
« preneurs de ceux qui préjudicient aux propriétés de leurs voi-
« sins; les dommages seront arbitrés par les tribunaux.

« Art. 12. Toutefois, en cas de graves inconvénients pour la sa-
« lubrité publique, la culture ou l'intérêt général, les fabriques
« et ateliers de première classe qui les causent pourront être sup-
« primés, en vertu d'un décret rendu en notre conseil d'État,
« après avoir entendu la police locale, pris l'avis des préfets, reçu
« la défense des manufacturiers ou fabricants.

« Art. 13. Les établissements maintenus par l'article 11 cesse-
« ront de jouir de cet avantage, dès qu'ils seront transférés dans
« un autre emplacement ou qu'il y aura une interruption de six
« mois dans leurs travaux. Dans l'un et l'autre cas, ils rentreront

« dans la catégorie des établissements à former, et ils ne pourront
« être remis en activité qu'après avoir obtenu, s'il y a lieu, une
« nouvelle permission.

« Art. 14. Nos ministres de l'intérieur et de la police générale
« sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du
« présent décret, qui sera inséré au Bulletin des lois. »

En conséquence de ce décret une nomenclature fut établie tendant à répartir les établissements en trois classes, suivant l'importance de leurs inconvénients. Cette nomenclature a beaucoup varié, depuis l'origine, à mesure que les progrès de la science chimique ont fait naître de nouvelles industries incommodes ou ont diminué les inconvénients de celles qui existaient déjà. Le dernier état officiel qui ait été dressé et qui est déjà lui-même en voie de remaniements, porte la date du 31 décembre 1866. Il a été élaboré par le Comité consultatif des arts et manufactures et est ainsi conçu :

NOMENCLATURE

DES ÉTABLISSEMENTS INSALUBRES, DANGEREUX OU INCOMMUNES

ANNEXÉE AU DÉCRET.

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES.	INCONVÉNIENTS.	CLASSES.
Abattoir public.	Odeur et altération des eaux.	1 ^{re}
Absinthe. (Voir <i>Distillerie</i> .)		
Acide arsénique (Fabrication de l') au moyen de l'acide arsénieux et de l'acide azotique :		
1 ^o Quand les produits nitreux ne sont pas absorbés. . .	Vapeurs nuisibles.	1 ^{re}
2 ^o Quand ils sont absorbés.	<i>Idem</i>	2 ^e
Acide chlorhydrique (Production de l') par décomposition des chlorures de magnésium, d'aluminium et autres :		
1 ^o Quand l'acide n'est pas condensé.	Emanations nuisibles.	1 ^{re}
2 ^o Quand l'acide est condensé.	Emanations accidentelles.	2 ^e
Acide muriatique. (Voir <i>Acide chlorhydrique</i> .)		
Acide nitrique.	Emanations nuisibles.	3 ^a
Acide oxalique (Fabrication de l') :		
1 ^o Par l'acide nitrique.		
a. Sans destruction des gaz nuisibles.	Fumée.	1 ^{re}
b. Avec destruction des gaz nuisibles.	Fumée accidentelle.	3 ^e
2 ^o Par la sciure de bois et la potasse.	Fumée.	2 ^e
Acide picrique :		
1 ^o Quand les gaz nuisibles ne sont pas brûlés.	Vapeurs nuisibles.	1 ^{re}
2 ^o Avec destruction des gaz nuisibles.	<i>Idem</i>	3 ^e
Acide pyroligneux (Fabrication de l') :		
1 ^o Quand les produits gazeux ne sont pas brûlés.	Fumée et odeur.	2 ^e
2 ^o Quand les produits gazeux sont brûlés.	<i>Idem</i>	3 ^e
Acide pyroligneux (Purification de l').	Odeur.	2 ^e
Acide stéarique (Fabrication de l') :		
1 ^o Par distillation.	Odeur et danger d'incendie	1 ^{re}
2 ^o Par saponification.	<i>Idem</i>	2 ^e
Acide sulfurique (Fabrication de l') :		
1 ^o Par combustion du soufre et des pyrites.	Emanations nuisibles.	1 ^{re}
2 ^o De Nordhausen par la décomposition du sulfate de fer.	<i>Idem</i>	3 ^e
Acide urique. (Voir <i>Murexide</i> .)		
Acier (Fabrication de l').	Fumée.	3 ^e
Affinage de l'or et de l'argent par les acides.	Emanations nuisibles.	1 ^{re}
Affinage des métaux au fourneau. (Voir <i>Grillage des minerais</i> .)		
Albumine (Fabrication de l') au moyen du serum frais du sang.	Odeur.	3 ^e
Alcali volatil. (Voir <i>Ammoniaque</i> .)		

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES.	INCONVÉNIENTS.	CLASSES.
Alcools autres que de vin, sans travail de rectification. . .	Altération des eaux. . .	3 ^e
<i>Idem.</i> (Distillerie agricole.).	<i>Idem.</i>	3 ^e
Alcool (Rectification de l').	Danger d'incendie.	2 ^e
Agglomérés ou briquettes de houille (Fabrication des) :		
1 ^o Au brai gras.	Odeur, danger d'incendie. . .	2 ^e
2 ^o Au brai sec.	Odeur.	3 ^e
Aldéhyde (Fabrication de l').	Danger d'incendie.	1 ^{re}
Allumettes (Fabrication des) avec matières détonantes et fulminantes	Danger d'explosion et d'incendie.	1 ^{re}
Alun. (Voir <i>Sulfate d'alumine.</i>)		
Amidonneries :		
1 ^o Par fermentation.	Odeur, émanations nuisibles et altération des eaux. .	1 ^{re}
2 ^o Par séparation du gluten et sans fermentation. . . .	Altération des eaux. . . .	2 ^e
Ammoniaque (Fabrication en grand de l') par la décomposition des sels ammoniacaux.	Odeur.	3 ^e
Amorces fulminantes (Fabrication des).	Danger d'explosion.	1 ^{re}
Appareils de réfrigération :		
1 ^o A ammoniaque.	Odeur.	3 ^e
2 ^o A éther ou autres liquides relatifs et combustibles. .	Danger d'explosion et d'incendie.	3 ^e
Arcansons ou résines de pin. (Voir <i>Résines</i> , etc.)		
Argenture sur métaux. (Voir <i>Dorure et argenture.</i>)		
Arséniate de potasse (Fabrication de l') au moyen du salpêtre :		
1 ^o Quand les vapeurs ne sont pas absorbées.	Emanations nuisibles. . . .	1 ^{re}
2 ^o Quand les vapeurs sont absorbées.	Emanations accidentelles. .	2 ^e
Artifices (Fabrication des pièces d').	Danger d'incendie et d'explosion.	1 ^{re}
Asphaltes, bitumes, brais et matières bitumineuses solides (Dépôt d').	Odeur, danger d'incendie. . .	3 ^e
Asphaltes et bitumes (Travail des) à feu nu.	<i>Idem.</i>	2 ^e
Ateliers de construction de machines et wagons. (Voir <i>Machines et Wagons.</i>)		
Bâches imperméables (Fabrication des) :		
1 ^o Avec cuisson des huiles.	Danger d'incendie.	1 ^{re}
2 ^o Sans cuisson des huiles.	<i>Idem.</i>	2 ^e
Baleine (Travail des fanons de). (Voir <i>Fanons de baleine.</i>)		
Baryte (Décoloration du sulfate de) au moyen de l'acide chlorhydrique à vases ouverts.	Emanations nuisibles. . . .	2 ^e
Battage, cardage et épuration des laines, crins et plumes de literie.	Odeur et poussière.	3 ^e
Battage des cuirs (Marteaux pour le).	Bruit et ébranlement. . . .	3 ^e

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES.	INCONVÉNIENTS.	CLASSES.
Battage et lavage (Ateliers spéciaux pour les) des fils de laine, bourres et déchets de filature de laine et de soie dans les villes.	Bruit et poussière.	3 ^e
Battage des tapis en grand.	<i>Idem.</i>	2 ^e
Batteurs d'or et d'argent.	Bruit.	3 ^e
Battoirs à écorces dans les villes.	Bruit et poussière.	3 ^e
Benzine (Fabrication et dépôts de). (Voir <i>Huile de pétrole de schiste, etc.</i>)		
Bitumes et asphaltes (Fabrication et dépôts de). (Voir <i>Asphaltes, bitumes, etc.</i>)		
Blanc de plomb. (Voir <i>Céruse.</i>)		
Blanc de zinc (Fabrication de) par la combustion du métal.	Fumées métalliques.	3 ^e
Blanchiment : 1 ^o Des fils, des toiles et de la pâte à papier par le chlore. 2 ^o Des fils et tissus de lin, de chanvre et de coton, par les chlorures (hypochlorites) alcalins. 3 ^o Des fils et tissus de laine et de soie par l'acide sulfureux.	Odeur, émanations nuisibles Odeur, altération des eaux. Emanations nuisibles.	2 ^e 3 ^e 2 ^e
Bleu de Prusse (Fabrication de). (Voir <i>Cyanure de potassium.</i>)		
Boues et immondices (Dépôts de) et voiries.	Odeur.	1 ^{re}
Bougies de paraffine et autres d'origine minérale (Moulage des).	Odeur, danger d'incendie.	3 ^e
Bougies et autres objets en cire et en acide stéarique.	Danger d'incendie.	3 ^e
Bouillon de bière (Distillation de). (Voir <i>Distilleries.</i>)		
Bourre. (Voir <i>Battage.</i>)		
Boutonniers et autres emboutisseurs de métaux par moyens mécaniques.	Bruit.	3 ^e
Boyauderies. (Travail des boyaux frais pour tous usages.)	Odeur, émanations nuisibles	1 ^{re}
Boyaux et pieds d'animaux abattus (Dépôts de). (Voir <i>Chairs et débris.</i>)		
Brasseries.	Odeur.	3 ^e
Briqueteries avec fours non fumivores.	Fumée.	3 ^e
Briquettes ou agglomérés de houille. (Voir <i>Agglomérés.</i>)		
Brûleries des galons et tissus d'or ou d'argent. (Voir <i>Galons.</i>)		
Buanderies.	Altération des eaux.	3 ^e
Café (Torréfaction en grand du).	Odeur et fumée.	3 ^e
Caillettes et caillons pour la confection des fromages. (Voir <i>Chairs et débris, etc.</i>)		
Cailloux (Fours pour la calcination des).	Fumée.	3 ^e
Calcination des cailloux. (Voir <i>Cailloux.</i>)		

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES.	INCONVÉNIENTS.	CLASSES.
Carbonisation du bois :		
1° A l'air libre dans des établissements permanents et autre part qu'en forêt.	Odeur et fumée.	2 ^e
2° En vase clos { avec dégagement dans l'air des produits gazeux de la distillation.	<i>Idem.</i>	2 ^e
{ avec combustion des produits gazeux de la distillation.	<i>Idem.</i>	3 ^e
Carbonisation des matières animales en général.	Odeur.	1 ^{re}
Caoutchouc (Travail du) avec emploi d'huiles essentielles ou de sulfure de carbone.	Odeur, danger d'incendie.	2 ^e
Caoutchouc (Application des enduits du).	Danger d'incendie.	2 ^e
Cartonniers.	Odeur.	3 ^e
Cendres d'orfèvre (Traitement des) par le plomb.	Fumées métalliques.	3 ^e
Cendres gravelées :		
1° Avec dégagement de la fumée au dehors.	Fumée et odeur.	1 ^{re}
2° Avec combustion ou condensation des fumées.	<i>Idem.</i>	2 ^e
Céruse ou blanc de plomb (Fabrication de la).	Emanations nuisibles.	3 ^e
Chairs, débris et issues (Dépôts de) provenant de l'abattage des animaux.	Odeur.	1 ^{re}
Chamoiseries.	<i>Idem.</i>	2 ^e
Chandelles (Fabrication des).	Odeur, danger d'incendie.	3 ^e
Chantiers de bois à brûler dans les villes.	Emanations nuisibles, danger d'incendie.	3 ^e
Chanvre (Teillage et rouissage du) en grand. (Voir aux mots <i>Teillage</i> et <i>Rouissage</i> .)		
Chanvre imperméable. (Voir <i>Feutre goudronné</i> .)		
Chapeau de feutre (Fabrication de).	Odeur et poussière.	3 ^e
Chapeaux de soie ou autres préparés au moyen d'un vernis (Fabrication de).	Danger d'incendie.	2 ^e
Charbons agglomérés. (Voir <i>Agglomérés</i> .)		
Charbon animal (Fabrication ou révivification du). (Voir <i>Carbonisation des matières animales</i> .)		
Charbon de bois dans les villes (Dépôts ou magasins de).	Danger d'incendie.	3 ^e
Charbons de terre. (Voir <i>Houille</i> et <i>Coke</i> .)		
Chaudronnerie. (Voir <i>Forges de grosses œuvres</i> .)		
1° Permanents.	Fumée, poussière.	2 ^e
2° Ne travaillant pas plus d'un mois par an.	<i>Idem.</i>	3 ^e
Chaux (Fours à)		
Chiens (Infirmeries de).	Odeur et bruit.	1 ^{re}
Chiffons (Dépôts de).	Odeur.	3 ^e
Chlore (Fabrication du).	<i>Idem.</i>	2 ^e

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES.	INCONVÉNIENTS.	CLASSES.
Chlorure de chaux (Fabrication du) :		
1° En grand.	Odeur.	2°
2° Dans des ateliers fabriquant au plus 300 kilogrammes par jour.	Idem.	3°
Chlorures alcalins, eau de javelle (Fabrication des). . . .	Idem.	2°
Chromate de potasse (Fabrication du).	Idem.	3°
Chrysalides (Ateliers pour l'extraction des parties soyeuses des).	Idem.	1 ^{re}
Cire à cacheter (Fabrication de la).	Danger d'incendie.	3°
Cochenille ammoniacale (Fabrication de la).	Odeur.	3°
Cocons :		
1° Traitement des frisons de cocons.	Altération des eaux.	2°
2° Filature de cocons. (Voir <i>Filature</i> .)		
Coke (Fabrication du) :		
1° En plein air ou en fours non fumivores.	Fumée et poussière.	1 ^{re}
2° En fours fumivores.	Poussière.	2°
Colle forte (Fabrication de la).	Odeur, altération des eaux.	1 ^{re}
Combustion des plantes marines dans les établissements permanents.	Odeur et fumée.	1 ^{re}
Construction (Ateliers de). (Voir <i>Machines et wagons</i> .)		
Cordes à instruments en boyaux (Fabrication de). (Voir <i>Boyauderies</i> .)		
Corroieries.	Odeur.	2°
Coton et coton gras (Blanchisserie des déchets de). . . .	Altération des eaux.	3°
Crelons (Fabrication de).	Odeur et danger d'incendie.	1 ^{re}
Crins (Teinture des). (Voir <i>Teintureries</i> .)		
Crins et soies de porc (Préparation des) sans fermentation, (Voir aussi <i>Soies de porc par fermentation</i> .)	Odeur et poussière.	2°
Cristaux (Fabrication de). (Voir <i>Verreries, etc.</i>)		
Cuir vernis (Fabrication de)	Odeur et danger d'incendie.	1 ^{re}
Cuir verts et peaux fraîches (Dépôts de).	Odeur.	2°
Cuivre (Dérochage du) par les acides.	Odeur, émanations nuisibles.	3°
Cuivre (Fonte du). (Voir <i>Fonderies, etc.</i>)		
Cyanure de potassium et bleu de Prusse (Fabrication de) :		
1° Par la calcination directe des matières animales avec la potasse.	Odeur.	1 ^{re}
2° Par l'emploi de matières préalablement carbonisées en vases clos.	Idem.	2°
Cyanure rouge de potassium ou prussiate rouge de potasse. . . .	Emanations nuisibles.	3°
Débris d'animaux (Dépôts de). (Voir <i>Chairs, etc.</i>)		

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES.	INCONVÉNIENTS.	CLASSES.
Déchets de matières filamenteuses (Dépôts de) en grand dans les villes.	Danger d'incendie.	3 ^e
Dégras ou huile épaisse à l'usage des chamoiseurs et r-royeurs (Fabrication de).	Odeur, danger d'incendie.	1 ^{re}
Dégraissage des tissus et déchets de laine par les huiles de pétrole et autres hydrocarbures.	Danger d'incendie.	1 ^{re}
Dérochage du cuivre. (Voir <i>Cuivre</i> .)		
Distilleries en général, eau-de-vie, genièvre, kirsch, absinthe et autres liqueurs alcooliques.	Idem.	3 ^e
Dorure et argenture sur métaux.	Emanations nuisibles.	3 ^e
Eau de Javelle (Fabrication d'). (Voir <i>Chlorures alcalins</i> .)		
Eau-de-vie. (Voir <i>Distilleries</i> .)		
Eau-forte. (Voir <i>Acide nitrique</i> .)		
Eaux grasses (Extraction pour la fabrication du savon et autres usages, des huiles contenues dans les) :		
1 ^o En vases ouverts.	Odeur, danger d'incendie.	1 ^{re}
2 ^o En vases clos.	Idem.	2 ^e
Eaux savonneuses des fabriques. (Voir <i>Huiles extraites des débris d'animaux</i> .)		
Échaudoirs :		
1 ^o Pour la préparation industrielle des débris d'animaux.	Odeur.	1 ^{re}
2 ^o Pour la préparation des parties d'animaux propres à l'alimentation.	Idem.	3 ^e
Email (Application de l') sur les métaux.	Fumée.	3 ^e
Émaux (Fabrication d') avec fours non fumivores.	Idem.	3 ^e
Encre d'imprimerie (Fabrique d').	Odeur, danger d'incendie.	1 ^{re}
Engrais (Fabrication des) au moyen des matières animales.	Odeur.	1 ^{re}
Engrais (Dépôts d') au moyen des matières provenant de vidanges ou de débris d'animaux :		
1 ^o Non préparés ou en magasin non couvert.	Idem.	1 ^{re}
2 ^o Desséchés ou désinfectés et en magasin couvert, quand la quantité excède 25.000 kilogrammes.	Idem.	2 ^e
3 ^o Les mêmes, quand la quantité est inférieure à 25.000 kilogrammes.	Idem.	3 ^e
Engraissement des volailles dans les villes (Établissement pour l').	Idem.	3 ^e
Éponges (Lavage et séchage des).	Odeur et altération des eaux.	3 ^e
Équarrissage des animaux.	Odeur, émanations nuisibles.	1 ^{re}
Étamage des glaces.	Emanations nuisibles.	3 ^e
Éther (Fabrication et dépôts d').	Danger d'incendie et d'explosion.	1 ^{re}
Étoupilles (Fabrication d') avec matières explosives.	Danger d'explosion et d'incendie.	1 ^{re}

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES.	INCOVENIENTS.	CLASSES.
Faïence (Fabrique de) :		
1° Avec fours non fumivores.	Fumée.	2 ^e
2° Avec fours fumivores.	Fumée accidentelle.	3 ^e
Fanons de balcine (Travail des).	Emanations incommodes.	3 ^e
Farines (Moulins à). (Voir <i>Moulins</i> .)		
Féculeries.	Odeur, altération des eaux.	3 ^e
Fer-blanc (Fabrication du).	Fumée.	3 ^e
Feutres et visières vernis (Fabrication de).	Odeur, danger d'incendie.	1 ^{re}
Feutre gondronné (Fabrication du).	<i>Idem.</i>	2 ^e
Filature des cocons (Ateliers dans lesquels la) s'opère en grand, c'est-à-dire employant au moins six tours.	Odeur, altération des eaux.	3 ^e
Fonderie de cuivre, laiton et bronze.	Fumées métalliques.	3 ^e
Fonderies en 2 ^e fusion.	Fumée.	3 ^e
Fonte et laminage du plomb, du zinc et du cuivre.	Bruit, fumée.	3 ^e
Forges et chaudronneries de grosses œuvres employant des marteaux mécaniques.	Fumée, bruit.	2 ^e
Formes en tôle pour raffinerie. (Voir <i>Tôles vernies</i> .)		
Fourneaux à charbon de bois. (Voir <i>Carbonisation du bois</i> .)		
Fourneaux (Hauts).	Fumée et poussière.	2 ^e
Fours pour la calcination des cailloux. (Voir <i>Cailloux</i> .)		
Fours à plâtre et fours à chaux. (Voir <i>Plâtre, Chaux</i> .)		
Fromages (Dépôts de) dans les villes.	Odeur.	3 ^e
Fulminate de mercure (Fabrication du).	Danger d'explosion et d'incendie.	1 ^{re}
Galipots ou résines de pin. (Voir <i>Résines</i> .)		
Galons et tissus d'or et d'argent (Brûleries en grand des) dans les villes.	Odeur.	2 ^e
Gaz, goudrons des usines. (Voir <i>Goudrons</i> .)		
Gaz d'éclairage et de chauffage (Fabrication du) :		
1° Pour l'usage public.	Odeur, danger d'incendie.	2 ^e
2° Pour l'usage particulier.	<i>Idem.</i>	3 ^e
Gazomètres pour l'usage particulier, non attenants aux usines de fabrication.	<i>Idem.</i>	3 ^e
Gélatine alimentaire et gélatines provenant de peaux blanches et de peaux fraîches non tannées (Fabrication de la).	Odeur.	3 ^e
Générateurs à vapeur. (Régime spécial.)		
Genièvre. (Voir <i>Distilleries</i> .)		
Glaces (Etamage des). (Voir <i>Etamage</i> .)		
Glace. (Voir <i>Appareils de réfrigération</i> .)		
Goudrons (Usines spéciales pour l'élaboration, des) d'origines diverses.	Odeur, danger d'incendie.	1 ^{re}

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES.	INCONVÉNIENTS.	CLASSES.
Goudrons (Traitement des) dans les usines à gaz où ils se produisent.	Odeur, danger d'incendie. .	2 ^e
Goudrons et matières bitumineuses fluides (Dépôts de). . .	Idem.	2 ^e
Goudrons et brais végétaux d'origines diverses (Élaboration des).	Idem.	1 ^{re}
Graisses à feu nu (Fonte des).	Idem.	1 ^{re}
Graisses pour voitures (Fabrication des).	Idem.	1 ^{re}
Grillage des minerais sulfureux.	Fumée, émanations nuisibles.	1 ^{re}
Guano (Dépôts de) :		
1 ^o Quand l'approvisionnement excède 25.000 kilog.	Odeur.	1 ^{re}
2 ^o Pour la vente au détail.	Idem.	3 ^e
Harengs (Saurage des).	Idem.	3 ^e
Hongroeries.	Idem.	3 ^e
Houille (Agglomérés de). (Voir <i>Agglomérés</i> .)		
Huiles de Bergues (Fabrique d'). (Voir <i>Dégras</i> .)		
Huile de pétrole, de schiste et de goudron, essences et autres hydrocarbures employés pour l'éclairage, le chauffage, la fabrication des couleurs et vernis, le dégraissage des étoffes et autres usages :		
1 ^o Fabrication, distillation et travail en grand.	Odeur et danger d'incendie.	1 ^{re}
2 ^o Dépôts :		
a. Substances très-inflammables, c'est-à-dire émettant des vapeurs susceptibles de prendre feu (*) à une température de moins de 35 degrés :		
1 ^o Si la quantité emmagasinée est, même temporairement, de 1.050 litres (**) ou plus.	Idem.	1 ^{re}
2 ^o Si la quantité supérieure à 150 litres n'atteint pas 1.050 litres.	Idem.	2 ^e
b. Substances moins inflammables, c'est-à-dire n'émettant de vapeurs susceptibles de prendre feu (*) qu'à une température de 35 degrés et au-dessus.		
1 ^o Si la quantité emmagasinée est, même temporairement, de 10.500 litres ou plus.	Idem.	1 ^{re}
2 ^o Si la quantité emmagasinée supérieure à 1.050 litres n'atteint pas 10.500 litres.	Idem.	2 ^e
Huile de pieds de bœuf (Fabrication d') :		
1 ^o Avec l'emploi de matières en putréfaction.	Odeur.	1 ^{re}
2 ^o Quand les matières employées ne sont pas putréfiées. .	Idem.	2 ^e
Huiles de poisson (Fabrique d').	Odeur, danger d'incendie. .	1 ^{re}
Huile épaisse ou dégras. (Voir <i>Dégras</i> .)		
Huiles de résine (Fabrication des).	Idem.	1 ^{re}

(*) Au contact d'une allumette enflammée.

(**) Le fût généralement adopté par le commerce pour les pétroles est de 150 litres; 1.050 litres représentent donc sept desdits fûts.

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES.	INCONVÉNIENTS.	CLASSES.
Huileries ou moulins à huile.	Odeur, danger d'incendie.	3 ^e
Huiles (Épuration des).	<i>Idem.</i>	3 ^e
Huiles essentielles ou essences de térébenthine, d'aspic et autres. (Voir <i>Huiles de pétrole, de schiste, etc.</i>)		
Huiles et autres corps gras extraits des débris des matières animales (Extraction des).	<i>Idem.</i>	1 ^{re}
Huiles extraites des schistes bitumineux. (Voir <i>Huiles de pétrole, de schiste, etc.</i>)		
Huiles (Mélange à chaud ou cuisson des) :		
1 ^o En vases ouverts.	<i>Idem.</i>	1 ^{re}
2 ^o En vases clos.	<i>Idem.</i>	2 ^e
Huiles rousses (Fabrication des) par extraction des cretons et débris de graisse à haute température.	<i>Idem.</i>	1 ^{re}
Impressions sur étoffes. (Voir <i>Toiles peintes.</i>)		
Jute (Teillage du). (Voir <i>Teillage.</i>)		
Kirsch. (Voir <i>Distilleries.</i>)		
Laine. (Voir <i>Battage.</i>)		
Laiteries en grand dans les villes.	Odeur.	2 ^e
Lard (Atelier à enfumer le).	Odeur et fumée.	3 ^e
Lavage des cocons. (Voir <i>Cocons.</i>)		
Lavage et séchage des éponges. (Voir <i>Eponges.</i>)		
Lavoirs à houille	Altération des eaux.	3 ^e
Lavoir à laine.	<i>Idem.</i>	3 ^e
Lignites (Incinération des).	Fumée, émanations nuisibles	1 ^{re}
Lin (Teillage en grand du). (Voir <i>Teillage.</i>)		
Lin (Rouissage du). (Voir <i>Rouissage.</i>)		
Liquides pour l'éclairage (Dépôts de) au moyen de l'alcool des huiles essentielles.	Danger d'incendie et d'explosion.	2 ^e
Liqueurs alcooliques. (Voir <i>Distilleries.</i>)		
Litharge (Fabrication de).	Poussière nuisible.	3 ^e
Machines et wagons (Ateliers de construction de).	Bruit, fumée.	2 ^e
Machines à vapeur. (Voir <i>Générateurs.</i>)		
Maroquineries.	Odeur.	3 ^e
Massicot (Fabrication du).	Emanations nuisibles.	3 ^e
Mégisseries.	Odeur.	3 ^e
Mélanges d'huiles. (Voir <i>Huiles, mélanges, etc.</i>)		
Ménageries.	Danger des animaux.	1 ^{re}
Métaux (Ateliers de) pour construction de machines et appareils. (Voir <i>Machines.</i>)		

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES.	INCONVÉNIENTS.	CLASSES.
Minium (Fabrication du)	Emanations nuisibles	3 ^e
Mornes (Sécheries des)	Odeur	2 ^e
Moulins à broyer le plâtre, la chaux, les cailloux et les pouzzolanes	Poussière	3 ^e
Moulins à huile. (Voir <i>Huileries</i> .)		
Murexide (Fabrication de la) en vase clos par la réaction de l'acide azotique et de l'acide urique du guano	Emanations nuisibles	2 ^a
Nitrato de fer (Fabrication du) :		
1 ^o Lorsque les vapeurs nuisibles ne sont pas absorbées ou décomposées	<i>Idem.</i>	1 ^{re}
2 ^o Dans le cas contraire	<i>Idem.</i>	3 ^e
Nitro-benzine, aniline et matières dérivant de la benzine (Fabrication de la)	Odeur, émanations nuisibles et danger d'incendie	2 ^o
Noir des raffineries et des sucreries (Révivification du)	Emanations nuisibles, odeur	2 ^e
Noir de fumée (Fabrication du) par la distillation de la houille, des goudrons, bitumes, etc.	Fumée, odeur	2 ^e
Noir d'ivoire et noir animal (Distillation des os ou fabrication du) :		
1 ^o Lorsqu'on n'y brûle pas les gaz	Odeur	1 ^{re}
2 ^o Lorsque les gaz sont brûlés	<i>Idem.</i>	2 ^e
Noir minéral (Fabrication du) par le broyage des résidus de la distillation des schistes bitumineux	Odeur et poussière	3 ^e
Oignons (Dessication des) dans les villes	Odeur	2 ^e
Olives (Confiserie des)	Altération des eaux	3 ^e
Olives (Tourteaux d'). (Voir <i>Tourteaux</i> .)		
Orseille (Fabrication de l') :		
1 ^o En vases ouverts	Odeur	1 ^{re}
2 ^o A vases clos, et employant l'ammoniaque à l'exclusion de l'urine	<i>Idem.</i>	3 ^e
Os (Torréfaction des) pour engrais :		
1 ^o Lorsque les gaz ne sont pas brûlés	Odeur et danger d'incendie	1 ^{re}
2 ^o Lorsque les gaz sont brûlés	<i>Idem.</i>	2 ^e
Os d'animaux (Calcination des). (Voir <i>Carbonisation des matières animales</i> .)		
Os frais (Dépôts d') en grand	Odeur, émanations nuisibles	1 ^{re}
Ouates (Fabrication des)	Poussière et danger d'incendie	3 ^e
Papiers (Fabrication de)	Danger d'incendie	3 ^e
Pâte à papier (Préparation de la) au moyen de la paille et autres matières combustibles	Altération des eaux	3 ^e
Parchemineries	Odeur	2 ^e
Peaux de lièvre et de lapin. (Voir <i>Sécrétage</i> .)		

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES.	INCONVÉNIENTS.	CLASSES.
Peaux de mouton (Séchage des).	Odeur et poussière.	3 ^e
Peaux fraîches. (Voir <i>Cuir</i> verts.)		
Perchlorure de fer par dissolution du peroxyde de fer (Fabrication de).	Emanations nuisibles.	3 ^e
Pétrole. (Voir <i>Huiles de pétrole</i> .)		
Phosphore (Fabrication de).	Danger d'incendie.	1 ^{re}
Pileries mécaniques des drogues.	Bruit et poussière.	3 ^e
Pipes à fumer (Fabrication des):		
1 ^o Avec fours non fumivores.	Fumée.	2 ^e
2 ^o Avec fours fumivores.	Fumée accidentelle.	3 ^e
Plantes marines. (Voir <i>Combustion des plantes marines</i> .)		
Plâtre (Fours à):		
1 ^o Permanents.	Fumée et poussière.	2 ^e
2 ^o Ne travaillant pas plus d'un mois.	Idem.	3 ^e
Plomb (Fonte et laminage du). (Voir <i>Fonte</i> , etc.)		
Poêliers fournaistes, poêles et fourneaux en faïence et terre cuite. (Voir <i>Faïence</i> .)		
Poils de lièvre et de lapin. (Voir <i>Sécrétage</i> .)		
Poissons salés (Dépôts de).	Odeur incommode.	2 ^e
Porcelaine (Fabrication de):		
1 ^o Avec fours non fumivores.	Fumée.	2 ^e
2 ^o Avec fours fumivores.	Fumée accidentelle.	3 ^e
Porcherie.	Odeur, bruit.	1 ^{re}
Potasse (Fabrication de) par calcination des résidus de mélasse.	Fumée et odeur.	2 ^e
Potasse. (Voir <i>Chromate de potasse</i> .)		
Poteries de terre (Fabrication de) avec fours non fumivores.	Fumée.	3 ^e
Poudres et matières fulminantes (Fabrication de). (Voir aussi <i>Fulminate de mercure</i> .)	Danger d'explosion et d'incendie.	1 ^{re}
Poudrette (Fabrication de) et autres engrais au moyen de matières animales.	Odeur et altération des eaux.	1 ^{re}
Poudrette (Dépôts de). (Voir <i>Engrais</i> .)		
Pouzzolane artificielle (Fours à).	Fumée.	3 ^e
Protochlorure d'étain ou sel d'étain (Fabrication du).	Emanations nuisibles.	2 ^e
Prussiate de potasse. (Voir <i>Cyanure de potassium</i> .)		
Pulpes de pommes de terre. (Voir <i>Féculeries</i> .)		
Raffineries et fabriques de sucre.	Fumée, odeur.	2 ^e
Résines, galipots et arcansons (Travail en grand pour la fonte et l'épuration des).	Odeur, danger d'incendie.	1 ^{re}
Rogues (Dépôts de salaisons liquides connues sous le nom de).	Odeur.	2 ^e

DESIGNATION DES INDUSTRIES.	INCONVENIENTS.	CLASSES.
Rouge de Prusse et d'Angleterre.	Emanations nuisibles.	1 ^{re}
Rouissage en grand du chanvre et du lin.	Emanations nuisibles et altération des eaux.	1 ^{re}
Rouissage en grand du chanvre et du lin par l'action des acides, de l'eau chaude et de la vapeur.	Idem.	2 ^e
Sabots (Ateliers à enfumer les) par la combustion de la corne ou d'autres matières animales dans les villes.	Odeur et fumée.	1 ^{re}
Salaison et préparation des viandes.	Odeur.	3 ^e
Salaisons (Ateliers pour les) et le saurage des poissons.	Idem.	2 ^e
Salaisons (Dépôts de) dans les villes.	Idem.	3 ^e
Sang :		
1 ^o Ateliers pour la séparation de la fibrine, de l'albumine, etc.	Idem.	1 ^{re}
2 ^o (Dépôt de) pour la fabrication du bleu de Prusse et autres industries.	Idem.	1 ^{re}
3 ^o (Fabrique de poudre de) pour la clarification des vins.	Idem.	1 ^{re}
Sardines (Fabriques de conserves de) dans les villes.	Idem.	2 ^e
Saucissons (Fabrication en grand de).	Idem.	2 ^e
Saurage des harengs. (Voir <i>Harengs</i> .)		
Savonneries.	Idem.	3 ^e
Schistes bitumineux. (Voir <i>Huiles de pétrole, de schiste, etc.</i>)		
Séchage des éponges. (Voir <i>Eponges</i> .)		
Sécheries de morues (Voir <i>Morues</i> .)		
Secrétage de peaux ou poils de lièvre et de lapin.	Odeur.	2 ^e
Sel ammoniac et sulfate d'ammoniaque (Fabrication du) par l'emploi des matières animales.	Odeur, émanations nuisibles	2 ^e
Sel ammoniac extrait des eaux d'épuration du gaz (Fabrique spéciale de).	Odeur.	2 ^e
Sel de soude (Fabrication du) avec le sulfate de soude.	Fumée, émanations nuisibles	3 ^e
Sel d'étain. (Voir <i>Protochlorure d'étain</i> .)		
Sirops de fécule et glucose (Fabrication des).	Odeur.	3 ^e
Soie. (Voir <i>Chapeaux</i> .)		
Soie. (Voir <i>Filature</i> .)		
Soies de porcs (Préparation des) :		
1 ^o Par fermentation.	Idem.	1 ^{re}
2 ^o Sans fermentation. (Voir <i>Crins et soies de porcs</i> .)		
Soude. (Voir <i>Sulfate de soude</i> .)		
Soudes brutes de varech (Fabrication des) dans les établissements permanents.	Odeur et fumée.	1 ^{re}
Soufre (Fusion ou distillation du).	Emanations nuisibles, danger d'incendie.	2 ^e
Soufre (Pulvérisation et blutage du).	Poussière, danger d'incendie	3 ^e

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES.	INCONVÉNIENTS.	CLASSES.
Sucre. (Voir <i>Raffineries et fabriques de sucre.</i>)		
Suif brun (Fabrication du)	Odeur, danger d'incendie.	1 ^{re}
Suif en branches (Fonderies de) :		
1 ^o A feu nu.	<i>Idem.</i>	1 ^{re}
2 ^o Au bain-marie ou à la vapeur.	Odeur.	2 ^e
Suif d'os (Fabrication du)	Odeur, altération des eaux, danger d'incendie.	1 ^{re}
Sulfate d'ammonique (Fabrication du) par le moyen de la distillation des matières animales.	Odeur.	1 ^{re}
Sulfate de baryte. (Voir <i>Baryte.</i>)		
Sulfate de cuivre (Fabrication du) au moyen du grillage des pyrites.	Emanations nuisibles et fumée.	1 ^{re}
Sulfate de mercure (Fabrication du) :		
1 ^o Quand les vapeurs ne sont pas absorbées.	Emanations nuisibles.	1 ^{re}
2 ^o Quand les vapeurs sont absorbées.	Emanations moindres.	2 ^e
Sulfate de peroxyde de fer (Fabrication du) par le sulfate de protoxyde de fer et l'acide nitrique (nitro-sulfate de fer).	Emanations nuisibles.	2 ^e
Sulfate de protoxyde de fer ou couperose verte par l'action de l'acide sulfurique sur la ferraille (Fabrication en grand du).	Fumée, émanations nuisibles.	3 ^e
Sulfate de soude (Fabrication du) :		
1 ^o Par la décomposition du sel marin par l'acide sulfurique, sans condensation de l'acide chlorhydrique.	Emanations nuisibles.	1 ^{re}
2 ^o Avec condensation complète de l'acide chlorhydrique.	<i>Idem.</i>	2 ^e
Sulfate de fer, d'alumine et alun (Fabrication par le lavage des terres pyriteuses et alumineuses grillées du).	Fumée et altération des eaux.	3 ^e
Sulfure de carbone (Fabrication du).	Odeur, danger d'incendie.	1 ^{re}
Sulfure de carbone (Manufactures dans lesquelles on emploie en grand le).	Danger d'incendie.	1 ^{re}
Sulfure de carbone (Dépôts de). (Suivant le régime des huiles de pétrole.)		
Sulfure métalliques. (Voir <i>Grillage des minerais sulfureux.</i>)		
Tabacs (Manufacture de).	Odeur et poussière.	2 ^e
Tabac (Incinération des côtes de).	Odeur et fumée.	1 ^{re}
Tabatières en carton (Fabrication des).	Odeur et danger d'incendie.	3 ^e
Taffetas et toiles vernis ou cirés (Fabrication de).	<i>Idem.</i>	1 ^{re}
Tan (Moulins à).	Bruit et poussière.	3 ^e
Tanneries.	Odeur.	2 ^e
Teinturiers.	Odeur et altération des eaux.	3 ^e
Teintureries de peaux.	Odeur.	3 ^e

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES.	INCONVÉNIENTS.	CLASSES.
Terres émaillées (Fabrication de) :		
1° Avec fours non fumivores.	Fumée.	2 ^e
2° Avec fours fumivores.	Fumée accidentelle.	3 ^e
Terres pyriteuses et alumineuses (Grillage des).	Fumée, émanations nuisibles.	1 ^{re}
Teillage du lin, du chanvre et du jute en grand.	Poussière et bruit.	2 ^e
Térébenthine (Distillation et travail en grand de la). (Voir <i>Huiles de pétrole, de schiste, etc.</i>)		
Tissus d'or et d'argent (Brûleries en grand des). (Voir <i>Gallons</i> .)		
Toiles cirées. (Voir <i>Taffetas et toiles vernies</i> .)		
Toiles (Blanchiment des). (Voir <i>Blanchiment</i> .)		
Toiles grasses pour emballage, tissus, cordes goudronnées, papiers goudronnés, cartons et tuyaux bitumés (Fabrique de) :		
1° Travail à chaud.	Odeur, danger d'incendie.	2 ^e
2° Travail à froid.	Idem.	3 ^e
Toiles peintes (Fabrique de).	Odeur.	3 ^e
Toiles vernies (Fabrique de). (Voir <i>Taffetas et toiles vernies</i> .)		
Tôles et métaux vernis.	Odeur et danger d'incendie.	3 ^e
Tonnellerie en grand opérant sur des fûts imprégnés de matières grasses et putrescibles.	Bruit, odeur et fumée.	2 ^e
Torches résineuses (Fabrication de).	Odeur et danger du feu.	2 ^e
Tourbe (Carbonisation de la) :		
1° A vases ouverts.	Odeur et fumée.	1 ^{re}
2° En vases clos.	Odeur.	2 ^e
Tourteaux d'olives (Traitement des) par le sulfure de carbone.	Danger d'incendie.	1 ^{re}
Trefileries.	Bruit et fumée.	3 ^e
Triperies annexes des abattoirs.	Odeur et altération des eaux.	1 ^{re}
Tueries d'animaux. (Voir aussi <i>Abattoirs publics</i> .)	Danger des animaux et odeur.	2 ^e
Tuileries avec fours non fumivores.	Fumée.	3 ^e
Urate (Fabrique d'). (Voir <i>Engrais préparés</i> .)		
Vacheries dans les villes de plus de 5.000 habitants.	Odeur et écoulement des urines.	3 ^e
Varech. (Voir <i>Soude de varech</i> .)		
Vernis gras (Fabrique de).	Odeur et danger d'incendie.	1 ^{re}
Vernis à l'esprit-de-vin (Fabrique de).	Idem.	2 ^e
Vernis (Ateliers où l'on applique le) sur les cuirs, feutres, taffetas, toiles, chapeaux. (Voir ces mots.)		

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES.	INCONVÉNIENTS.	CLASSES.
Verreries, cristalleries et manufactures de glaces :		
1 ^o Avec fours non fumivores.	Fumée et danger d'incendie.	2 ^e
2 ^o Avec fours fumivores.	Danger d'incendie.	3 ^e
Viandes (Salaisons des). (Voir <i>Salaisons</i> .)		
Visières et feutres vernis (Fabrique de). (Voir <i>Feutres et visières</i> .)		
Voiries. (Voir <i>Boues et immondices</i> .)		
Wagons et machines (Construction de). (Voir <i>Machines etc.</i>)		

Le caractère saillant de cette nomenclature, comparée à celles qui l'ont précédée, c'est qu'elle a eu pour objet de simplifier l'application de la réglementation. En effet, elle a fait rentrer plus de cent industries dans le droit commun en les déclassant, c'est-à-dire en les faisant disparaître du tableau des établissements assujettis à l'autorisation préalable, et, pour celles qui y ont été maintenues, elle en a, autant qu'on l'a jugé possible, adouci les conditions en en faisant descendre de classe près de quatre-vingts. Par contre, quelques industries, mais en très-petit nombre, ont dû être introduites dans la nouvelle nomenclature ou relevées de classe. « La mesure « aura ainsi l'avantage, dit le Ministre dans son rapport à l'Empereur, « de diminuer le nombre de cas dans lesquels les industries ont « besoin de recourir à l'autorité, et, dans les circonstances où une « autorisation préalable a paru justifiée, de réduire souvent les « formalités et les délais. » Mais le nouveau décret, il est facile de le voir, n'a pas, malgré son importance, changé les bases mêmes de la législation ; il laisse subsister en son entier, pour les industries maintenues au tableau de classement, le régime établi par le décret du 15 octobre 1810, et par conséquent il ne touche en rien à cette partie capitale de la loi qui concerne les arrêtés d'autorisation.

Pour compléter ces indications générales, il convient d'ajouter que la compétence établie par le décret du 15 octobre 1810 a été, en ce qui concerne les établissements de la première classe, changée par le décret de *décentralisation* du 25 mars 1852, lequel a transporté aux préfets cette partie des attributions du Ministre. Le Ministre de l'intérieur, en annonçant aux préfets ce déplacement d'attributions, dans une circulaire en date du 15 octobre de la même année, a joint quelques instructions techniques qu'il est bon de rappeler :

ANNEXE A.

CONDITIONS A INSÉRER DANS LES ARRÊTÉS D'AUTORISATION DE CERTAINS ÉTABLISSEMENTS, RANGÉS DANS LA PREMIÈRE CATÉGORIE DES ATELIERS DANGEREUX, INSALUBRES OU INCOMMODOES.

§ 1^{er}. Fabriques d'acide sulfurique.

« 1° Élever la cheminée de l'usine servant au dégagement du
« gaz à une hauteur convenable, qui sera déterminée d'après l'exa-
« men de la localité;

« 2° Condenser complètement les vapeurs ou gaz odorants ou
« nuisibles.

§ 2. Fabriques d'allumettes chimiques.

« 1° N'employer dans la confection des allumettes ni chlorate de
« potasse, ni aucun autre sel rendant les mélanges explosibles;

« 2° Broyer à sec et séparément les matières premières dont on
« fait usage;

« 3° Ne jamais préparer à la fois au delà d'un litre de matières
« mélangées de phosphore, lesquelles devront être conservées à la
« cave, dans un vase plongé dans l'eau;

« 4° Se livrer à cette fabrication dans un atelier légèrement con-
« struit, plafonné et non planchéié, et isolé de toute construction;

« 5° Recouvrir en plâtre tous les bois apparents dans les pièces
« où l'on confectionne les allumettes;

« 6° Déposer les objets fabriqués dans un local séparé, qui ne
« présente aucun danger sous le rapport du feu;

« 7° Opérer le transport des allumettes fabriquées dans des boîtes
« en métal, tel que fer-blanc, zinc, etc.

« Se conformer, en outre, à toutes les dispositions des règle-
« ments existants, et à toutes celles qui pourraient être prescrites
« ultérieurement sur le fait des fabriques d'allumettes chimiques.

« N. B. L'autorisation devra être limitée à cinq ans.

§ 3. Fabriques d'amorces fulminantes.

« 1° Se conformer à toutes les dispositions prescrites par les
« ordonnances des 25 juin 1823 et 30 octobre 1836, pour les fa-
« briques de poudre ou matières fulminantes;

« 2° Construire le séchoir et l'atelier de tamisage en matériaux
« légers, et la poudrière en maçonnerie; séparer les diverses par-
« ties de l'établissement par des talus en terre, de 3 mètres de
« hauteur;

« 3° Établir en dehors des talus les fourneaux du séchoir, pour
« l'élévation de la température duquel il ne sera employé que la
« vapeur ou l'eau chaude.

« N. B. L'autorisation devra être limitée à cinq ans.

§ 4. Artificiers.

« 1° Etablir la poudrière au-dessus du niveau du sol, et la cou-
« vrir d'une toiture légère;

« 2° Ne jamais avoir en dépôt plus de 4 à 5 kilogrammes de pou-
« dre à la fois pour les besoins de la fabrication.

« N. B. L'autorisation devra être limitée à cinq ans.

§ 5. Boyauderies.

« 1° Tenir l'atelier dans un grand état de propreté, au moyen de
« fréquents lavages, soit à l'eau pure, soit à l'eau chlorurée;

« 2° Ne recevoir que des menus convenablement préparés ou
« nettoyés;

« 3° Ne conserver aucun des résidus susceptibles de fermenter
« ou de se putréfier;

« 4° Donner un écoulement rapide aux eaux de lavage.

§ 6. Calcination des os.

« 1° Clore l'établissement de murs;

« 2° Apporter les os dans l'établissement complètement déchar-
« nés, et limiter les approvisionnements aux besoins de la fabri-
« cation;

« 3° Opérer la calcination des os à vases clos, et diriger la fumée
« des fours dans une cheminée commune, construite en briques et
« élevée de 10 mètres au-dessus du sol.

§ 7. Ateliers d'équarrissage et de cuisson de débris d'animaux.

« 1° Clore l'établissement de murs et l'entourer d'arbres;

« 2° Paver les cours intérieures; daller les caves à abattre les
« animaux, et y opérer de fréquents lavages,

« 3° Garnir de dalles cimentées à la chaux hydraulique, jusqu'à
« 1 mètre de hauteur, le pourtour de l'atelier d'abattage et celui
« des ateliers de cuisson ;

« 4° Recevoir les matières liquides résultant du travail de l'équar-
« rissage dans des citernes voûtées et closes ; soumettre les chairs et
« les autres matières animales à une dessiccation suffisante pour
« qu'elles ne soient plus sujettes à se corrompre ;

« 5° Ne faire dans l'établissement aucune accumulation d'os ou
« de résidus ;

« 6° Faire la cuisson des chairs à vases clos, dans les vingt-
« quatre heures de l'abattage ;

« 7° Ne transporter les animaux morts à l'équarrissage que dans
« des voitures couvertes et munies d'une plaque indiquant leur
« destination.

§ 8. Dépôts d'engrais, de poudrette, etc.

« 1° Désinfecter les matières fécales dans les fosses d'aisances, et
« les transporter au moyen de tonneaux hermétiquement fermés ;

« 2° Déposer les matières dans des fosses recouvertes de hangars,
« et les couvrir de charbon afin d'éviter toute émanation désa-
« gréable ;

« 3° Construire les fosses destinées à recevoir les matières fécales
« en maçonnerie, et les cimenter de façon à empêcher le liquide
« de filtrer à travers les terres et d'infecter les puits ou citernes ;

« 4° Déposer sous les hangars, et à l'abri de l'humidité, les ma-
« tières converties en engrais.

§ 9. Fonderies de suif.

« 1° Recouvrir la chaudière dans laquelle la graisse est mise en
« fusion, d'une hotte en planches parfaitement jointes ;

« 2° Mettre cette hotte en communication avec la cheminée de
« tirage, et luter les joints de manière à forcer les vapeurs de se
« rendre dans le tuyau d'appel.

§ 10. Gaz d'éclairage.

« Se reporter aux conditions prescrites par l'ordonnance du 27
« janvier 1846, portant règlement sur les usines et les établisse-
« ments d'éclairage par le gaz.

« N. B. L'extension que prennent la plupart de ces usines exige
« qu'elles soient éloignées le plus possible des habitations, et même
« qu'elles soient établies hors des villes.

§ 11. Fabrique de toiles cirées, de cuirs vernis, de vernis.

- « 1° Faire construire l'étuve en matériaux incombustibles ;
- « 2° Construire en plâtre et moellons le local où l'on fait cuire
- « les huiles, et surmonter les chaudières d'une hotte avec un tuyau
- « pour le dégagement des vapeurs.

§ 12. Triperies.

- « N'amener dans la triperie que des matières fraîches, parfaite-
- « ment lavées et prêtes à être soumises à la cuisson. »

Il suit de l'ensemble de ces dispositions que chaque établissement rentrant dans la catégorie prévue est régi par un arrêté spécial, pris à son sujet, par le préfet ou le sous-préfet, selon le cas, arrêté qui forme en quelque sorte la charte de cet établissement. De tels arrêtés varient nécessairement, pour la même nature d'industrie, non-seulement d'un département à l'autre, mais encore suivant les circonstances particulières de l'établissement, à l'appréciation de l'autorité. On peut donc dire, en principe, qu'il y a autant de règlements d'établissements qu'il y a d'établissements.

Cet aperçu général donné, nous ferons quelques remarques sur la législation.

La première, c'est que le décret du 15 octobre 1810 ne paraît avoir eu en vue que la salubrité extérieure. C'est du moins ce qui ressort des expressions qui y sont employées. Ainsi, les considérants sont tirés des « plaintes portées par différents particuliers ; » le classement est basé uniquement sur les rapports des manufactures avec « les habitations des tiers ; » les inconvénients prévus sont tous relatifs à « la salubrité publique, la culture, ou l'intérêt général. » Le même langage se retrouve dans les instructions ministérielles ainsi que dans divers actes postérieurs concernant le même objet. Dans l'ordonnance royale du 9 février 1825, par exemple, comme dans la circulaire explicative du 25 mai suivant, il est question des « ateliers et établissements qui, à raison de l'insalubrité, ou de l'incommodité, ou des dangers qui en résultent pour le voisinage, ne peuvent être formés sans autorisation. » La salubrité des ateliers n'est jamais mentionnée, ce qui serait peu explicable, eu égard à la grandeur de l'objet, si les actes dont nous parlons avaient dû s'y rapporter. Aussi, quand la Belgique, qui possédait notre législation, a voulu protéger efficacement

cette branche de la santé publique, elle a jugé à propos d'insérer dans ses codes les dispositions suivantes :

Art. 2... « Elles (les demandes d'autorisation) font connaître, de
« plus, les mesures projetées en vue de prévenir ou d'atténuer les
« inconvénients auxquels l'établissement pourrait donner lieu, *tant*
« *pour les ouvriers attachés à l'exploitation* que pour les voisins et
« pour le public. »

Art. 6. « Les autorisations sont subordonnées aux réserves et
« conditions qui sont jugées nécessaires dans l'intérêt de la sûreté
« et de la salubrité publiques, *ainsi que dans l'intérêt des ouvriers*
« *attachés à l'établissement.* »

(Arrêté royal du 29 janvier 1863.)

A la vérité les instructions ministérielles qui se sont succédé depuis 1810, ainsi que les décrets spéciaux rendus sur divers objets, se sont de plus en plus inspirés d'une pensée de protection à l'égard des ouvriers; les arrêtés d'autorisation pris par les préfets ont développé cette pensée en la précisant, c'est-à-dire en donnant place à des dispositions techniques *ad hoc*, mais nulle part on n'aperçoit bien clairement que le droit de réglementer l'intérieur des établissements ait été donné par le législateur à l'autorité administrative. Si donc on s'en tient à la lettre de la loi on peut admettre que, sauf les cas spéciaux qui ont reçu une réglementation à part, les mesures de protection contenues dans les arrêtés préfectoraux ne dérivent pas en droite ligne du statut fondamental de 1810.

La seconde remarque, c'est que la législation est *préventive*, c'est-à-dire a l'intention de prévenir les inconvénients à l'aide de certaines dispositions fixées par l'autorité. Tel est précisément l'objet des arrêtés d'autorisation qui tous contiennent l'indication de moyens techniques à employer obligatoirement par l'industriel pour mettre le voisinage à l'abri des effets de ses opérations. Ces moyens portent soit sur les émissions nuisibles qu'il faut détruire ou empêcher, soit sur le procédé même de fabrication qui doit être exercé suivant tel ou tel mode réputé inoffensif. En thèse générale on ne se borne pas à prescrire l'innocuité, mais on en précise le moyen pratique par lequel cette innocuité devra être réalisée. Nous n'avons pas à examiner ici la valeur de ce système de réglementation, nous nous bornerons à constater qu'il a soulevé des critiques nombreuses : on lui a reproché notamment d'enchaîner l'initiative de l'industrie dans un programme officiel, d'étouffer dans leur germe les améliorations qui naissent de l'esprit de recherche, de gêner

souvent le fabricant par des conditions inopportunes ou la prescription de procédés surannés et enfin de substituer la responsabilité de l'administration à celle des industriels, puisqu'il se pouvait très-bien faire que la stricte réalisation du programme officiel laissât encore subsister des inconvénients qu'on n'avait pas prévus. Ces considérations ont fortement préoccupé, à diverses reprises, le comité consultatif des arts et manufactures, et plusieurs fois l'opinion a été émise, au sein de ce corps savant, qu'il serait désirable, pour chaque branche d'industrie où cela serait reconnu possible, d'édicter un règlement général s'appliquant à tous les établissements du groupe, de telle façon que les clauses techniques individuelles fussent désormais supprimées. C'est en effet ce qui a eu lieu pour quelques industries qui se sont prêtées à cette généralisation et nous citerons, comme exemple, le dernier règlement intervenu le 18 avril 1866, concernant les huiles de pétrole :

DÉCRET.

« NAPOLÉON, etc.,

« Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'État au département de l'agriculture, du commerce et des travaux publics;

« Vu les lois des 16-24 août 1790 et 19-22 juillet 1791;

« Vu le décret du 15 octobre 1810;

« Vu les ordonnances des 14 janvier 1815 et 9 février 1829;

« Notre conseil d'État entendu,

« Avons décrété et décrétons ce qui suit :

ARTICLE PREMIER.

« Le pétrole et ses dérivés, les huiles de schiste et de goudron, les essences et autres hydrocarbures pour l'éclairage, le chauffage, la fabrication des couleurs et vernis, le dégraissage des étoffes ou pour tout autre emploi, sont distingués en deux catégories, suivant leur degré d'inflammabilité.

« La première catégorie comprend les substances très-inflammables, c'est-à-dire celles qui émettent, à une température moindre de 55 degrés du thermomètre centigrade, des vapeurs susceptibles de prendre feu au contact d'une allumette enflammée.

« La seconde catégorie comprend les substances moins inflammables, c'est-à-dire celles qui n'émettent de vapeurs susceptibles de prendre feu au contact d'une allumette enflammée qu'à une température égale ou supérieure à 55 degrés.

ART. 2.

« Les usines pour la fabrication, la distillation et le travail en
« grand de toutes les substances comprises dans l'article 1^{er} sont
« rangées dans la première classe des établissements régis par le
« décret du 15 octobre 1810 et par l'ordonnance royale du 14 jan-
« vier 1815, concernant les ateliers dangereux, insalubres ou in-
« commodes.

ART. 3.

« Les dépôts de substances appartenant à la première catégorie
« sont rangés dans la première classe des établissements insalu-
« bres ou dangereux, s'ils contiennent, même temporairement,
« 1.050 litres ou plus desdites substances.

« Ils sont rangés dans la deuxième classe lorsque la quantité
« emmagasinée, supérieure à 150 litres, n'atteint pas 1.050 litres.

« Les dépôts pour la vente au détail, en quantité n'excédant pas
« 150 litres, peuvent être établis sans autorisation préalable. Toute-
« fois leurs propriétaires sont tenus d'adresser au préfet une décl-
« ration indiquant la désignation précise du local, la quantité à
« laquelle ils entendent limiter leur approvisionnement, et de
« se conformer aux mesures générales énoncées dans l'article 5
« ci-après.

ART. 4.

« Les dépôts de substances appartenant à la deuxième catégorie
« sont rangés dans la première classe des établissements insalu-
« bres ou dangereux, s'ils contiennent, même temporairement,
« 10.500 litres ou plus desdites substances.

« Ils appartiennent à la deuxième classe lorsque la quantité em-
« magasinée, supérieure à 1.050 litres, n'atteint pas 10.500 litres.

« Les dépôts pour la vente au détail, en quantité n'excédant pas
« 1.050 litres, peuvent être établis sans autorisation préalable. Tou-
« tefois, leurs propriétaires sont tenus d'adresser au préfet une dé-
« claration indiquant la désignation précise du local et la quantité à
« laquelle ils entendent limiter leur approvisionnement, et de se con-
« former aux mesures générales énoncées dans l'article 5 ci-après.

ART. 5.

« Les dépôts pour la vente au détail de substances de la pre-
« mière catégorie, en quantité supérieure à 5 litres et n'excédant

« pas 150 litres, et les dépôts de substances de la deuxième caté-
« gorie, en quantité supérieure à 60 litres et n'excédant pas
« 1,050 litres, qui, aux termes des articles 4 et 5, peuvent être
« établis sans autorisation préalable, sont assujettis aux conditions
« générales suivantes :

« 1° Le local du dépôt ne pourra être qu'une pièce au rez-de-
« chaussée ou une cave ; il sera dallé en pierres posées et rejoin-
« toyées en mortier de chaux et sable ou ciment ;

« 2° Les portes de communication avec les autres parties de la
« maison et avec la voie publique seront garnies de seuils en pierre
« saillants d'un décimètre au moins sur le sol dallé, de manière à
« retenir les liquides qui viendraient à se répandre ;

« 3° Si le dépôt est établi dans une cave, celle-ci devra être bien
« éclairée par la lumière du jour, convenablement ventilée et sans
« aucune communication avec les caves voisines, dont elle sera
« séparée par des murs pleins, en maçonnerie solide, de 30 cen-
« timètres d'épaisseur au moins ;

« 4° Si le local du dépôt est au rez-de-chaussée, il ne pourra être
« surmonté d'étages ; il sera largement ventilé et éclairé par la
« lumière du jour ; les murs seront en bonne maçonnerie, et la toi-
« ture sera sur supports en fer ;

« 5° Dans tous les cas, le local sera d'un accès facile et ne devra
« être en communication avec aucune pièce servant à l'emmagas-
« inage du bois ou autres matières combustibles qui pourraient
« servir d'aliment à un incendie ;

« 6° Les liquides seront conservés, soit dans des vases en métal
« munis d'un couvercle, soit dans des fûts solides et parfaitement
« étanches, cerclés en fer, dont la capacité ne dépassera pas
« 150 litres, soit dans des touries en verre ou en grès, revêtues
« d'une enveloppe en tresses de paille, osier ou autres matières de
« nature à mettre le vase à l'abri de la casse par le choc acciden-
« tel d'un corps dur ; la capacité de ces touries ne dépassera pas
« 60 litres, et elles seront très-soigneusement bouchées ;

« 7° Les vases servant au débit courant seront fermés et munis
« de robinets ;

« 8° Le transvasement ou dépotage des liquides en approvision-
« nement ne se fera qu'à la clarté du jour, et, autant que possible,
« au moyen d'une pompe ;

« 9° Dans la soirée, le local sera éclairé par une ou plusieurs
« lanternes fixées aux murs, en des points éloignés des vases con-
« tenant les liquides inflammables, et particulièrement de ceux
« qui serviront au débit courant ;

« 10° Il est interdit d'y allumer du feu, d'y fumer et d'y garder
« des fûts vides, des planches ou toutes autres matières combus-
« tibles ;

« 11° Une quantité de sable ou de terre, proportionnée à l'im-
« portance du dépôt, sera conservée dans le local, pour servir à
« éteindre un commencement d'incendie, s'il venait à se déclarer.

« 12° Le propriétaire du dépôt devra toujours avoir à sa disposi-
« tion une ou plusieurs lampes de sûreté, garnies et en bon état,
« dont on se servirait, au besoin, pour visiter les parties du local
« que les lanternes fixées au mur n'éclaireraient pas suffisamment.
« Il est expressément interdit de circuler dans le local avec des
« lumières portatives découvertes qui ne seraient pas de sûreté
« et pourraient communiquer le feu à un mélange d'air et de va-
« peurs inflammables.

« Les marchands en détail, dont l'approvisionnement est limité à
« 5 litres de substances de la première catégorie ou à 60 litres de
« substances de la deuxième catégorie, seront tenus d'observer les
« mesures de précaution qui, dans chaque cas, leur seront indi-
« quées et prescrites par l'autorité municipale.

ART. 6.

« Les dépôts qui ne satisferaient point aux conditions prescrites
« ci-dessus ou qui cesseraient d'y satisfaire seront fermés, sur l'in-
« jonction de l'autorité administrative, sans préjudice des peines
« encourues pour contraventions aux règlements de police.

ART. 7.

« Le transport de toutes les substances comprises dans l'ar-
« ticle 1^{er}, en quantité excédant 5 litres, sera fait exclusivement,
« soit dans des vases en tôle, en fer-blanc ou en cuivre, bien étan-
« ches et hermétiquement clos, soit dans des fûts en bois, parfai-
« tement étanches, cerclés en fer, dont la capacité ne dépassera
« pas 150 litres, soit dans des touries ou bonbonnes en verre ou
« en grès, de 60 litres de capacité au plus, bouchées et envelop-
« pées de tresses en paille, osier ou autres matières de nature à
« mettre le vase à l'abri de la casse.

ART. 8.

« Notre Ministre Secrétaire d'État au département de l'agricul-
« ture, du commerce et des travaux publics est chargé de l'exécu-
« tion du présent décret.

La troisième remarque que nous voulions faire, est relative à l'organisation de la surveillance destinée à assurer l'exécution des règlements. Ainsi qu'on a pu le voir, le décret du 15 septembre 1810 n'a désigné aucun fonctionnaire spécial pour exercer cette surveillance. Il s'en est simplement remis « aux ministres de l'intérieur et de la police générale, » lesquels y ont pourvu à l'aide des agents de la police ordinaire. Ce moyen est manifestement insuffisant, vu le manque de compétence technique de ces agents, en sorte que les établissements se sont trouvés dépourvus de toute surveillance effective. En 1848, le gouvernement entreprit de combler, jusqu'à un certain point, cette lacune, et un arrêté du chef du pouvoir exécutif, en date du 18 décembre 1848, institua les conseils d'hygiène des départements qui eurent à se prononcer fréquemment sur les infractions aux arrêtés commises par les maîtres de fabriques. Mais on ne saurait voir là une véritable surveillance administrative, car les conseils d'hygiène n'interviennent que dans les affaires dont ils sont régulièrement saisis par l'autorité préfectorale, et leurs membres n'ont point qualité pour se transporter individuellement ni, surtout, *spontanément*, dans les usines; ils n'ont le droit d'y pénétrer qu'en vertu d'une délégation spéciale du conseil d'hygiène pour l'instruction d'affaires déterminées. On peut donc dire qu'en fait la surveillance administrative n'a guère profité de l'introduction de ce rouage nouveau.

Nous dirons peu de chose des législations belge et prussienne.

Nous avons déjà fait connaître la disposition la plus saillante qui différencie la loi belge de la nôtre; c'est celle qui touche la salubrité intérieure. Les autres articles du décret de 1810 ont été adoptés, sans changements appréciables de fond, par nos voisins. En Prusse le texte de la loi diffère notablement, mais l'esprit est le même, sauf toujours en ce qui concerne la protection des ouvriers, lesquels, comme en Belgique, ont été l'objet de dispositions tutélaires. Voici notamment un paragraphe essentiel de l'instruction ministérielle du 18 août 1853 traçant les devoirs des agents de l'autorité, en exécution des lois en vigueur :

« Lorsque pour la conservation de la santé des jeunes ouvriers,
« il paraîtra indispensable de procéder à des changements et amé-
« liorations dans les localités existantes, le gouvernement de la
« province prendra les mesures jugées nécessaires pour les obte-
« nir, soit à l'amiable, soit par voie d'exécution administrative;
« et, au besoin, l'occupation desdites localités insalubres sera in-
« terdite. Il est prescrit avant tout de veiller à ce que dans les

« établissements industriels et fabriques, l'air soit pur et que
 « l'excès de froid ou de chaleur soit évité. Il est particulièrement
 « recommandé d'examiner les nouveaux plans de ce genre d'éta-
 « blissements qui viendraient à être construits. »

En Belgique comme en Prusse et l'on peut dire dans toute l'Allemagne, la salubrité extérieure est donc sauvegardée à peu près par les mêmes mesures qu'en France, c'est-à-dire au moyen d'arrêtés d'autorisation qui stipulent certaines conditions techniques à remplir par l'exploitant. Il convient toutefois de remarquer qu'au moins en Belgique il y a une réaction assez marquée contre ce caractère de la législation et que les actes administratifs eux-mêmes reflètent le sentiment qui existe à cet égard parmi des hommes très-compétents. Ainsi quand il s'est agi dans ce pays, en 1856, de procéder en Belgique à une nouvelle réglementation des fabriques de soude, le ministre de l'intérieur a repoussé les conclusions de la commission nommée *ad hoc*, lesquelles tendaient à imposer aux fabricants certaines mesures déterminées. L'arrêté royal s'est borné à prescrire l'obligation, pour ces fabricants, de faire disparaître les inconvénients signalés. « Tout ce que le gouvernement doit
 « exiger, dit le ministre, c'est que les fabriques cessent de ré-
 « pandre dans leur voisinage des émanations nuisibles, et que ce
 « but soit atteint sans que la salubrité intérieure des usines en
 « souffre... » En conséquence l'arrêté royal porte :

« Art. 1^{er}. Les propriétaires ou directeurs de fabriques de pro-
 « duits chimiques (acide sulfurique, sulfate de soude, soude arti-
 « ficieuse) sont tenus de prendre, dans un délai de deux mois à
 « dater de la publication du présent arrêté, toutes les mesures
 « propres à empêcher que l'exploitation de leurs usines ne puisse
 « être nuisible à la salubrité publique ou intérieure, à la culture
 « ou à l'intérêt général. »

Au surplus, en Belgique comme en France, on s'est préoccupé d'étendre autant que possible le nombre des règlements généraux qui permettent de supprimer les clauses individuelles. Voici, par exemple, un règlement concernant les fabriques d'huiles de résine, en date du 21 avril 1857, dont on se loue beaucoup à Bruxelles :

« 1° Les foyers de distillation seront en dehors de l'usine.

« 2° Les huiles de résine, soit qu'elles proviennent de la distilla-
 « tion de la résine ou de l'huile brute de résine, seront reçues en
 « vase clos et conduites directement, à l'aide de tuyaux métalli-
 « ques, vers les réservoirs destinés à les contenir.

« Ces réservoirs devront se trouver dans des magasins isolés et
 « éloignés de 10 mètres, au minimum, des ateliers de distillation.

« 5° Les gaz qui prennent naissance pendant la distillation de la
« résine et de l'huile brute de résine seront conduits, au travers
« d'une soupape hydraulique, sous un foyer incandescent, pour y
« être brûlés complètement.

« 4° Autant que possible, les réservoirs des huiles seront creusés
« dans le sol, et, dans ce cas, ils seront voûtés et parfaitement
« clos.

« 5° Lorsque les huiles de résine seront conservées dans des vais-
« seaux en bois ou dans des réservoirs métalliques, ces vaisseaux
« ou ces réservoirs seront toujours parfaitement fermés. Il ne
« pourra être établi, dans ce cas, aucun fourneau, aucun foyer
« dans le magasin.

« 6° L'atelier où se fait la distillation de la résine et la rectifica-
« tion de l'huile brute de résine, celui où se fabrique la *graisse*
« *industrielle*, le magasin où sont conservées les huiles de résine
« et les graisses, seront constamment clos et entretenus dans le
« plus grand état de propreté. Autant que possible, les récipients
« des huiles de résine, comme le sol des ateliers et des magasins,
« seront construits en matériaux imperméables.

« 7° Les foyers ne pourront être alimentés par du goudron, du
« bois imprégné de goudron, de résine ou d'huile de résine, ni
« en général par aucune matière inflammable capable de répandre
« au loin du noir de fumée et des émanations odorantes. »

Relativement à l'organisation de la surveillance administrative, elle est sensiblement différente en Belgique et en Prusse, de ce qu'elle est en France. Elle est confiée, pour toutes les classes d'industries, aux autorités communales qui l'exercent par les soins de leur architecte ou agent-voyer, lequel, dans les villes de quelque importance, est un homme spécial, compétent en matière d'établissements industriels. Elle est complétée par l'intervention des inspecteurs du gouvernement qui, grâce à l'ascendant moral qu'ils obtiennent sur les fabricants, parviennent souvent à déterminer des améliorations considérables dans la salubrité soit intérieure soit extérieure. En Belgique cette organisation a été établie par l'arrêté royal du 29 janvier 1863, déjà cité, et dont les articles essentiels, relatifs à l'inspection, sont ainsi conçus :

« Art. 9. Les agents chargés de la surveillance ont le droit de
« s'assurer en tout temps de l'accomplissement des conditions qui
« règlent l'exploitation des établissements insalubres.

« Art. 14. Le collège des bourgmestres et échevins est chargé de
« la surveillance permanente des établissements autorisés. La
« haute surveillance de ces mêmes établissements s'exerce par les

« soins des fonctionnaires ou agents délégués à cet effet, par notre
« ministre de l'intérieur.

« ...L'industriel soumis à cette surveillance est tenu de produire,
« à toute réquisition des agents qui l'exercent, les plans officiels de
« son établissement et les documents administratifs qui en règlent
« l'exploitation. »

La haute surveillance à laquelle fait allusion le premier paragraphe de cet article est précisément celle dont nous parlions tout à l'heure. Les inspecteurs centraux sont au nombre de trois, et résident à Bruxelles; leur juridiction s'étend sur tout le royaume, chacun d'eux pour certains groupes d'industries. Leurs fonctions, antérieures à l'arrêté royal précité, ont été expressément maintenues par ledit arrêté, comme en témoigne la circulaire ministérielle du 4 février 1863, ainsi conçue :

« L'article 14, dit le ministre, garantit à l'autorité provinciale,
« par le maintien de l'inspection centrale, le concours de fonctionnaires compétents pour l'exercice des attributions nouvelles
« que lui confère l'arrêté royal du 29 janvier 1863. Les inspecteurs
« attachés à mon département pour la surveillance des établissements soumis à la police administrative, conserveront, en vertu
« de cet article, les fonctions qu'ils remplissent aujourd'hui, et la
« députation permanente pourra toujours, par mon intermédiaire,
« recourir à leurs lumières et à leur expérience comme à celles
« du conseil supérieur d'hygiène publique, pour la solution des
« difficultés qu'elle jugera utile de leur soumettre. »

En Prusse cette dernière branche de la surveillance est moins régulièrement organisée. Certains cercles, tels que celui de Düsseldorf, ont un inspecteur régional, résidant au chef-lieu, tandis que plusieurs autres en sont dépourvus.

La législation anglaise, en ce qui concerne la salubrité industrielle, est très-complexe, et il est tout à fait impossible de l'analyser. Elle n'a point été faite avec ensemble, mais les dispositions ont été rendues successivement au fur et à mesure que les besoins se faisaient sentir. On peut seulement remarquer que la réglementation et la surveillance se renforcent sensiblement avec le temps et qu'après être partis de l'impunité presque absolue, les Anglais en sont peu à peu arrivés à une répression plus rigoureuse, sur certains points, que la nôtre. Elle en diffère toutefois par ce côté essentiel, c'est qu'au lieu d'être préventive ou de fixer à l'avance des conditions techniques propres à prévenir le mal, elle en laisse ordinairement la pleine responsabilité au fabricant et se borne

à interdire la production du dommage. Au surplus, nous allons reproduire les principales dispositions sur la matière.

Jusqu'à ces dernières années les prescriptions fondamentales qui régissaient les fabriques incommodes ou insalubres, dans leurs rapports avec le public, étaient l'art. 64 du *Public Health Act* (31 août 1848) et les art. 11 et 27 du *Nuisance removal Act* (14 août 1855). Le premier de ces articles est ainsi conçu :

« Les industries pour bouillir le sang et les os, celles de marchand de peaux, de tueur de bestiaux, chevaux ou animaux de toute espèce, de savonnier, de fondeur de suif, de bouilleur de tripes, ou autre industrie, métier ou fabrication nuisible ou incommode, ne devront plus être établies dans un bâtiment ou endroit quelconque, après que le présent acte aura été appliqué au district dans lequel ledit bâtiment ou endroit est situé, sans le consentement du conseil local de salubrité, à moins que le conseil général (*) (de salubrité) n'en décide autrement. Qui-
conque contreviendra à cette prescription sera passible pour chaque contravention d'une amende de 50 livres (sterling) et d'une autre amende de 14 schellings pour chaque jour pendant lequel durera la contravention; et ledit conseil local pourra, à un moment quelconque, faire tel règlement concernant les industries ainsi nouvellement établies, qu'il jugera nécessaire ou convenable pour en prévenir ou diminuer les effets nuisibles ou incommodes (**). »

L'article 27 du *Nuisances removal Act*, qu'il convient, dans l'ordre logique, de faire passer avant l'article 11, dispose :

« Si quelque fabrique de bougies, fonderie, savonnerie, abattoir, si quelque bâtiment ou endroit pour bouillir les débris ou le sang ou pour bouillir, brûler ou broyer les os, ou si quelque manufacture, bâtiment ou endroit, affecté à un métier, industrie, procédé ou fabrication occasionnant des exhalaisons, est à un certain moment dénoncé à l'autorité locale par un officier médical ou par des médecins praticiens légalement qualifiés, comme étant nuisible ou préjudiciable à la santé des habitants du voisinage, l'autorité locale portera plainte devant un juge qui pourra traduire devant deux juges assemblés en petite session, dans le

(*) Le conseil général a été supprimé depuis, par le *Local government Act*, du 2 août 1858.

(**) Il est à remarquer que le *Public Health Act* ne s'applique qu'aux localités où, à la demande des habitants, il a été rendu expressément exécutoire en vertu de décrets royaux ou d'actes du parlement (art. 8 à 10 du même acte).

« lieu ordinaire de leurs séances, la personne pour laquelle ou au
 « compte de laquelle le travail dont on se plaint est exécuté. Ces
 « juges feront enquête sur la plainte, et s'il leur apparaît que le
 « métier ou l'industrie exercée par la personne en cause est nui-
 « sible..... ladite personne sera, sur procédure sommaire, con-
 « damnée à payer une somme n'excédant pas 5 livres (sterling) et
 « d'au moins 2 livres; et, à la seconde fois, une somme de 10 livres,
 « et, à chaque nouvelle fois, une somme double de la précédente,
 « la plus forte somme ne pouvant en aucun cas dépasser 200 li-
 « vres..... Étant réservé que les présentes dispositions ne s'éten-
 « dront ou ne seront applicables à aucun endroit hors des limites
 « d'une cité, ville ou district populeux. »

Cet article, postérieur de sept ans au précédent, ne reproduit pas, comme on voit, la clause de l'autorisation préalable qui n'avait jamais, du reste, été sérieusement appliquée. On a reproché avec raison au même article de donner une énumération de métiers extrêmement incomplète. Les industries omises sont d'un caractère si tranché que, selon la remarque du rapporteur de l'enquête de 1862 sur les dommages causés par les vapeurs nuisibles, « il a été
 « tenu pour au moins douteux si les mots *métier*, *industrie*, *procédé*
 « ou *fabrication* ne sont pas gouvernés par les mots précédents et
 « ne doivent pas être en parité de signification avec eux; auquel
 « cas, quelques-unes des plus grandes causes de dommages ne se-
 « raient pas atteintes. » La conséquence naturelle, c'est qu'à côté d'industries réglementées on pouvait trouver dans la même localité des industries beaucoup plus nuisibles, qui ne l'étaient pas. Enfin, selon une autre remarque du même rapporteur, « l'acte est limité
 « aux *cités*, *villes* ou *districts populeux*, tous mots qui n'ont jamais
 « reçu, paraît-il, une interprétation légale, » en sorte que l'appli-
 cation de la loi restait subordonnée à des appréciations arbitraires.

Enfin l'art. 11 du même acte établit le droit de surveillance en ces termes :

« L'autorité locale aura le droit d'entrée, aux fins ci-après du
 « présent acte, et sous les conditions suivantes :

« 1° Pour baser les poursuites;

« Dans ce but, quand l'autorité locale ou quelqu'un de ses agents
 « a des motifs raisonnables de croire qu'une cause d'incommodité
 « existe sur quelque bien privé, demande peut être faite par elle
 « ou son agent à la personne ayant la garde du bien, pour être
 « admis à inspecter ledit bien, *entre 9 heures du matin et 6 heures*
 « *du soir*. Si l'admission n'est pas accordée, tout juge ayant la ju-
 « ridiction du lieu peut, sur serment fait devant lui de la croyance

« en l'existence de la cause d'incommodité, et à condition que rai-
 « sonnable avis de l'intention de recourir au magistrat ait été donné
 « par écrit à la partie sur le bien de laquelle ladite incommodité est
 « supposée exister, peut, disons-nous, requérir, par ordre compé-
 « tent, la personne ayant la garde du bien d'admettre l'autorité
 « locale ou son agent. Si aucune personne ayant la garde du bien
 « ne peut être trouvée, le magistrat peut et doit, sur serment fait
 « devant lui de la croyance en l'existence de la cause d'incommo-
 « dité et du fait qu'aucune personne ayant la garde du bien n'a pu
 « être trouvée, autoriser par ordre compétent l'autorité locale ou
 « ses agents à entrer dans le bien entre les limites d'heures sus-
 « mentionnées. »

Cet article était manifestement très-insuffisant. Comment, en effet, saisir une contravention à laquelle on donne tout le temps de disparaître avant que les agents soient admis à la constater? Et dans l'hypothèse même où le corps du délit serait de nature à pouvoir encore être saisi, il est visible que les restrictions apportées aux heures d'entrée donnent la latitude, dans une foule d'industries, d'organiser le travail de manière à ce que les opérations dommageables soient conduites exclusivement de 6 heures du soir à 9 heures du matin, ce qui les met à l'abri de toute poursuite efficace.

La combustion de la fumée était régie par une législation particulière. Le *Smoke nuisance abatement Act*, spécial à la métropole, porte :

« Art. 1^{er}. Depuis et après le 1^{er} août 1854, tout fourneau em-
 « ployé ou à employer dans la métropole pour le service des ap-
 « pareils à vapeur, comme aussi tout fourneau employé ou à em-
 « ployer dans toute manufacture, fabrique, imprimerie sur étoffes,
 « teinturerie, fonderie de fer, verrerie, distillerie, brasserie, raf-
 « finerie, boulangerie, usine à gaz, usine à eau ou autres bâtiments
 « affectés à une industrie ou à une fabrication dans les limites de
 « la métropole (quand bien même on n'y ferait pas usage de ma-
 « chine à vapeur) sera dans tous les cas construit ou modifié de
 « façon à consumer ou à brûler la fumée dégagée d'un tel four-
 «neau(*)... »

Suivent les pénalités de 5 livres au plus et 14 schellings au

(*) Cet article exceptait les fabriques de verres et de poteries antérieures à la promulgation dudit acte. Mais cette exception a été rappelée par *Amendment Act* de 1856, qui a, en outre, ajouté à l'énumération des fourneaux des bains et des lavoirs.

moins pour la première contravention, et allant en doublant pour chaque contravention nouvelle. Un autre article de l'acte étend expressément les mêmes dispositions à tous les appareils des bateaux à vapeur faisant le service de la Tamise, en amont de London Bridge.

La loi commune était moins rigoureuse. Elle écartait plusieurs genres de fabrications, et laisse en outre aux autorités locales une grande latitude pour déterminer des exceptions parmi les industries existantes. Ainsi l'article 45 du *Local Government Act* (2 août 1858), qui régissait toute la matière, après avoir rappelé et incorporé, selon le mot consacré, l'article 58 du *Towns improvement Clauses Act* (21 juin 1847), ajoute :

« Sous cette restriction que les dispositions susmentionnées
 « relatives à la défense de faire de la fumée n'iront point jusqu'à
 « obliger de brûler *toute* la fumée dans tout ou partie des opéra-
 « tions suivantes, savoir : la fabrication du coke, la calcination du
 « minerai de fer ou de la pierre à chaux, la fabrication des bri-
 « ques, poteries, pierres artificielles, tuiles, tuyaux, ou l'extraction
 « de tous minerais ou minéraux, la fonte des minerais de fer, l'af-
 « finage, puddlage, cinglage et laminage du fer et autres métaux,
 « la fusion et le moulage de la fonte de fer, ou la fabrication du
 « verre, dans tout district où les dispositions dudit acte (le *Towns*
 « *improvement Clauses Act*), pour la défense de faire de la fumée,
 « ne sont pas encore en vigueur, et dans lequel le conseil local
 « décidera qu'une ou plusieurs de ces opérations devront être
 « exemptes de pénalité, relativement à la non-combustion de toute
 « la fumée, pendant un délai déterminé par la même décision, le-
 « quel délai n'excèdera pas dix ans, mais pourra être renouvelé,
 « pour une période égale ou plus courte, si le conseil le juge à
 « propos. »

C'est l'ensemble des dispositions que nous venons de rappeler qui, dans ces dernières années, a subi des changements considérables. A partir de 1862, année de l'enquête sur « les vapeurs nuisibles, » provoquée par les ravages des fabriques de soude, la réglementation s'est sensiblement aggravée. L'*Alkali Act* de 1863, intervenu à la suite de cette enquête, et spécial aux fabriques de soude, a consacré, en ce qui concerne ces établissements, un régime très-sévère. Cet acte tranche absolument avec les dispositions antérieures et se rapproche beaucoup de la loi française; car loin de maintenir la réserve extrême qu'on a vue dans le droit de surveillance, et d'en subordonner l'exercice aux plaintes des particuliers lésés, il crée, au contraire, pour l'autorité publique, l'obligation

d'intervenir *spontanément* dans les fabriques. La nouvelle loi est impérative à cet égard, et confère en même temps, comme on va le voir, aux agents de l'autorité des attributions considérables en vue de l'accomplissement de leur mandat :

« ART. 9. — *Ce sera le devoir* de tout inspecteur institué en
« vertu du présent acte, de s'assurer de temps en temps que toutes
« les fabriques de soude sont conduites en conformité des dispo-
« sitions dudit acte et de faire exécuter ces dispositions..... En
« vue de l'accomplissement de ce devoir, l'inspecteur peut à tout
« moment raisonnable, de jour et de nuit, et sans donner avis
« préalable, mais de façon à ne pas interrompre la fabrication,
« pénétrer dans une fabrique de soude pour l'inspecter et exami-
« ner l'efficacité des appareils de condensation, la proportion
« d'acide muriatique condensée, et généralement se livrer à toute
« investigation pouvant montrer l'exécution ou la non-exécution
« des dispositions dudit acte. Le maître de fabrique sera tenu de
« fournir à l'inspecteur, sur sa demande, et dans un délai raison-
« nable, un dessin, que l'inspecteur gardera secret, de tous les ap-
« pareils dans lesquels a lieu la décomposition du sel marin, ou
« toute autre opération engendrant l'acide muriatique, ainsi que
« la condensation de ce gaz. »

« Il sera loisible à l'inspecteur, mais sans gêner la fabrication,
« de faire telles épreuves ou expériences qu'il jugera convenables
« pour vérifier l'efficacité des appareils de condensation ou la
« quantité de gaz condensé... »

Cet acte est encore remarquable sous un autre rapport, c'est qu'il dessaisit l'autorité locale, seule compétente d'ordinaire en matière de dégagements nuisibles, et qu'il lui substitue l'Administration centrale. Les inspecteurs sont en effet nommés par le *Board of Trade*, sorte de comité administratif qui correspond assez bien à notre direction générale du commerce. La surveillance des fabriques de soude se trouve donc plus fortement organisée qu'elle ne l'est en France pour aucune sorte d'établissements insalubres.

En même temps, l'ensemble des industries ainsi que plusieurs autres objets relatifs à la santé publique ont été atteints par un acte extrêmement important, le *Sanitary Act* de 1866, qui a consacré une véritable révolution sanitaire dans le Royaume-Uni. Cette loi, en 69 articles, se divise en quatre parties : les première et troisième se rapportent à la voirie urbaine (drainage, eaux publiques, etc.), aux logements insalubres, aux inhumations, etc.; nous les examinerons dans l'ouvrage consacré à l'assainissement

des villes; la partie 4^e concerne l'application à l'Irlande et n'offre rien d'intéressant pour notre objet; la partie 2^e comprend les dégagements nuisibles, ou pour être plus exact les diverses causes d'insalubrité qui se rattachent plus ou moins directement à la protection de l'atmosphère; c'est de celle-là seule que nous avons à nous occuper ici.

L'art. 14 (le 1^{er} de cette 2^e partie) définit et confirme sous la rubrique commune de *Nuisance removal Act* ceux des actes antérieurs qui régiront désormais la matière.

Les art. 15 et 17 rénovent, sous le nom de *Nuisance authority*, les anciens pouvoirs institués par le *Nuisance removal Act* de 1855; en même temps, il élargit considérablement leurs attributions, et par l'extension donnée plus loin au mot *nuisance*, et par les modifications apportées aux règles qui limitaient précédemment leur action. La *Nuisance authority* se meut désormais, en matière de salubrité publique, dans des conditions analogues à celles où se trouvent nos préfets assistés de leur conseil d'hygiène.

L'art. 16 crée un rouage tout nouveau et bien propre à accroître les garanties offertes à l'exécution de la loi. Il dispose que : « dans « une localité soumise à la juridiction d'une « *Nuisance authority*, « le chef de la police peut, en vertu d'instructions du ministre de « la couronne et dans le cas où il est reconnu que la *Nuisance* « *authority* n'a pas rempli son mandat, instituer telles poursuites « qui sont dans la compétence de cette autorité relativement à la « salubrité (*removal of nuisances*). »

L'art. 18 introduit cet élément considérable, que la réclamation écrite de dix habitants du quartier équivaut à la constatation de l'officier médical ou des praticiens qualifiés, pour mettre l'autorité en mouvement.

L'art. 19 étend considérablement la signification du mot *nuisance*, lequel, en sus des objets qu'il comprenait déjà (*), englobe désormais :

« 1^o Toute maison ou partie de maison où les habitants sont entassés de manière à ce que leur santé puisse en souffrir;

« 2^o Toute fabrique, atelier ou lieu de travail ne tombant pas déjà sous le coup des *factory acts* et des actes relatifs aux boulangeries, et qui n'est pas tenu en état de propreté et ventilé de façon à rendre inoffensifs, autant que faire se pourra, les gaz,

(*) L'énumération antérieure portait essentiellement, comme nous avons vu, sur les industries où l'on traite les matières organiques (fabriques de bougie, de suif, de savons, de charbon, d'os, etc.).

« vapeurs, poussières ou autres impuretés engendrées pendant le
 « travail et pouvant préjudicier à la santé, ou dans lequel les tra-
 « vailleurs sont assez entassés pour que leur santé puisse en souf-
 « frir ;

« 3^e Tout foyer ou fourneau qui ne brûle pas sa fumée autant
 « que faire se peut, et qui dessert des machines à vapeur ou qui
 « est employé dans un établissement industriel à quelque titre que
 « ce soit ;

« 4^e Toute cheminée (autre que celle d'une maison d'habitation
 « privée) qui envoie assez de fumée dans l'air pour incommoder
 « le voisinage. »

L'art. 20 consacre le principe dont nous avons constaté l'apparition dans l'*Alkali Act* de 1863, à savoir que la *Nuisance authority* sera tenue d'inspecter *spontanément* le district, de temps à autre, à la fin de découvrir l'existence des *nuisances* (cause d'insalubrité) tombant sous l'application de la loi. Cet article trouve son corollaire dans l'art. 31 qui donne le moyen d'exécuter le mandat, et, à cette fin, abolit la clause si manifestement insuffisante du *Removal Act* de 1855 et la remplace par le droit beaucoup plus pratique, d'entrer dans les lieux suspectés à toute heure de jour et de nuit pendant la durée des opérations qui engendrent l'insalubrité.

L'art. 21 porte que, lorsque la personne responsable de la cause d'insalubrité n'a pas, après avoir été mise en demeure, pris les mesures propres à la faire cesser, l'autorité fera elle-même le nécessaire dans ce but.

Les art. 22 à 30 règlent les mesures à prendre en cas de maladies infectantes ou contagieuses. Nous signalerons en passant l'interdiction aux personnes souffrant de quelque maladie de ce genre, d'entrer dans une voiture publique sans avoir préalablement fait connaître leur état au conducteur.

L'art. 32 étend la juridiction de la *Nuisance authority* à tous les vaisseaux ou bâtiments mouillant dans les eaux du district.

Les art. 33 et 34, les derniers du titre, établissent le mode de recouvrement sur les contribuables ou sur les propriétaires des lieux insalubres, selon le cas, des sommes dépensées par l'autorité à raison de l'application de la loi.

Il convient, pour compléter ce rapide aperçu, de mentionner une disposition déjà ancienne, mais qui ne devait entrer pleinement en vigueur que vers la fin de 1864, et qui concerne les industries réputées dangereuses. Elle est contenue dans le *Metropolitan buildings Act* du 6 août 1844, qui réglemente la voirie dans Londres

et les environs. L'art. 54 relatif aux fabrications pouvant faire naître « le danger d'explosion ou d'incendie » porte que « les
« manufactures de poudre à canon, ou de poudre fulminante,
« d'allumettes inflammables par friction ou autrement, et d'autres
« substances susceptibles de faire subitement explosion ou de
« s'enflammer, les fabriques de vitriol (*), de térébenthine, de
« naphte, de vernis, de feux d'artifices ou de toiles goudronnées
« et autres manufactures dangereuses par suite de l'emploi de
« matières pouvant donner lieu subitement à une explosion ou à
« un incendie, » ne pourront désormais être établies à une distance de moins de 40 pieds (12^m,20) de la voie publique et de moins de 50 pieds (15^m,25) des maisons ou des terrains appartenant à des tiers. Celles de ces industries déjà existantes à des distances moindres que les limites ci-dessus spécifiées, pourront être conservées pendant un délai de vingt ans à partir de la promulgation de l'acte, c'est-à-dire qu'à dater du 9 août 1864, tous les établissements anciens et nouveaux sont tombés sous la même prescription.

Une autre disposition du même genre, également spéciale à la métropole et qui ne sera complètement en vigueur qu'à compter de 1874, concerne un certain groupe d'industries particulièrement insalubres ou incommodes pour le voisinage, à savoir : « les
« fabriques où l'on fait bouillir le sang et les os, où l'on prépare
« les peaux, les clos d'équarrissage pour bestiaux et chevaux, les
« fonderies de suif et de savon, les boyauderies et autres industries du même genre, incommodes ou insalubres. » Il est interdit par l'art. 55 de l'acte précité, de les établir à moins de 15 mètres des maisons ou de la voie publique, et celles déjà existantes devront cesser leurs opérations dans le délai de trente ans, c'est-à-dire à partir du 9 août 1874.

Enfin, le *Petroleum Act* du 29 juillet 1862, applicable à tout le royaume, a établi la même limite de distance (50 pieds) pour les dépôts de plus de 40 gallons (environ 180 litres) de pétrole, à moins d'une dispense accordée par l'autorité locale compétente, laquelle est, en général, l'autorité municipale proprement dite, sauf à Londres (métropole) où elle est remplacée par le Conseil métropolitain des travaux. L'application de cette loi a été jusqu'à présent fort limitée, malgré le nombre considérable de gros dépôts qui se rencontrent dans les grandes villes. Le Conseil métropoli-

(*) On ne voit pas très-bien pourquoi les fabriques de vitriol trouvent place dans cette énumération.

tain en donne pour raison « la difficulté qu'on éprouve à déterminer exactement la substance qui rentre dans la définition du « pétrole, telle qu'elle a été donnée par la loi. » Le *Petroleum Act*, en effet, s'est borné à dire : « le mot *pétrole* comprend tous « les produits dérivés qui donnent une vapeur inflammable à une « température inférieure à 100° Fahrenheit. »

La salubrité intérieure a toujours été, dans le Royaume-Uni, l'objet d'une réglementation à part, et c'est pour la première fois que le *Sanitary Act* de 1866 touche ce point (art. 19) concurremment avec les autres. Les dispositions y relatives sont concentrées dans la série des *factory acts* ou actes destinés à réglementer le travail dans les manufactures, au point de vue de la protection des jeunes ouvriers. Ces actes, jusqu'en 1864, n'avaient porté que sur les établissements où l'on travaille les matières textiles (ateliers de cardage, filage, tissage, etc.) et sur quelques autres se rattachant plus ou moins directement à l'industrie des tissus, savoir : les imprimeries sur étoffes, les blanchisseries et teintureries, et les fabriques de dentelles à moteur mécanique. Ils avaient principalement en vue de limiter la durée du travail des enfants et des femmes, et de prévenir les accidents dus aux machines en établissant des moyens de protection suffisants contre les roues, poulies, engrenages, en un mot contre tous les appareils avec lesquels l'ouvrier est exposé à se trouver en contact ; mais la salubrité proprement dite n'avait guère été l'objet de mesures techniques. Les seules qu'on puisse citer comme présentant ce caractère, sont l'obligation générale du blanchiment périodique à la chaux, et, en particulier, pour les filatures, les précautions à prendre pour protéger les enfants et les femmes contre les gouttes d'eau lancées par les bobines et pour empêcher la vapeur de se répandre dans l'atelier. Mais à partir de l'enquête commencée en 1862 et qui se poursuit encore, sur « l'emploi des enfants », le point de vue s'est sensiblement modifié. On a fait à la question hygiénique une plus large part, et surtout on a étendu la réglementation à une foule d'industries sans analogie avec celles qui avaient servi de point de départ à la législation des *factories*. La clause essentielle des nouveaux actes, relative à la salubrité, est celle qui enjoint d'approprier et de ventiler les ateliers « de manière à prévenir les fâcheux effets des dégagements nuisibles », et qui, spécialement, dans « le polissage, repassage ou aiguisage « sur meule rotative, ainsi que dans les autres opérations de « nature à engendrer des poussières préjudiciables à la santé, » donne aux inspecteurs le droit d'exiger l'emploi « d'un ventilateur

« ou autre moyen mécanique efficace d'un système approuvé par le Ministre de l'intérieur. » Indépendamment de cette prescription principale, diverses clauses secondaires interdisent, soit de séjourner inutilement dans les locaux affectés à certaines préparations insalubres, soit de prendre les repas dans les salles où la fabrication se continue, soit d'employer des meules à repasser susceptibles de blesser l'ouvrier en éclatant, etc.

Le trait saillant de cette nouvelle législation, c'est qu'elle intervient ouvertement en faveur de l'ouvrier majeur, considéré jusqu'alors comme devant se protéger lui-même, et en outre elle confère à l'autorité administrative le droit d'imposer des mesures techniques déterminées. C'est là une double dérogation à la règle précédemment suivie, d'après laquelle, nous l'avons vu, la décision était réservée aux autorités judiciaires et ne portait pas d'ailleurs sur le choix du moyen à employer, laissé le plus ordinairement à la responsabilité de l'intéressé.

Les industries atteintes par les actes de 1864 et 1867 sont très-nombreuses, et quand on en parcourt l'énumération, on s'aperçoit que bien peu désormais échappent à la réglementation. On en jugera par la nomenclature ci-après :

Fabriques de terre cuite (à l'exception de celles de briques et de tuiles), allumettes chimiques, capsules fulminantes et cartouches, papiers peints et ateliers de coupage de la futaine (acte du 25 juillet 1864) ;

Établissements où l'on apprête, mesure, plie, ajuste et emballe les fils ou tissus de matières textiles (acte du 29 juillet 1864) ;

Usines à fer, à cuivre, à laiton, et d'une manière générale tous établissements métallurgiques où l'on fond les minerais, où l'on convertit la fonte en métal et où l'on affine les métaux ; fabriques d'objets ou pièces métalliques, marchant à l'aide de quelque moteur mécanique ; papeteries, imprimeries, et ateliers de reliure de livres, verreries, cristalleries, manufactures de tabac, fabriques de caoutchouc et de gutta-percha, ou d'articles formés de tout ou partie de ces substances, à moteur mécanique, et, d'une manière générale, tout bâtiment, ou emplacement quelconque où cinquante personnes au moins sont employées à quelque procédé manufacturier (acte du 15 août 1867) ;

Tout atelier clos ou à ciel ouvert, où un nombre quelconque de personnes sont employées à fabriquer, modifier, réparer ou orner quelque article ou partie d'article ouvré (acte du 21 août 1867).

On voit que la dernière catégorie reprend en quelque sorte tout ce qu'avaient pu laisser échapper les trois autres, si bien qu'on est

en droit de se demander au premier abord s'il était vraiment nécessaire de rendre autant d'actes distincts, et s'il n'était pas plus simple de commencer par le dernier, qui, seul, aurait suffi. L'explication de cette apparente superfétation réside surtout dans la distinction qu'on a tenu à établir entre les diverses catégories d'ateliers, relativement à la nature de la juridiction et au mode de surveillance qui leur sont appliqués. Tandis que les trois premiers groupes, en effet, relèvent exclusivement des inspecteurs des *factories*, agents de l'administration centrale ; le dernier groupe, au contraire, est plus spécialement placé dans les attributions des autorités locales, et, à ce titre, se trouve soumis aux lois ordinaires de police et notamment au *Sanitary Act* de 1866 dont il a été question plus haut.

En résumé les législations étrangères ont stipulé beaucoup plus que la nôtre en faveur de la salubrité intérieure ainsi que pour la surveillance générale des établissements. En France, où la loi est très-précise, minutieuse même en ce qui concerne la rédaction des arrêtés, elle est à peu près muette sur les moyens de les faire exécuter, ou du moins elle en abandonne le soin à des agents dépourvus de la compétence nécessaire. En Angleterre, on observe un mouvement très-marqué vers l'accroissement de la répression, et une branche très-importante de l'industrie, celle des fabriques de soude, est aujourd'hui soumise à une réglementation qui, comme netteté et rigueur, ne laisse rien à désirer.



CHEZ DUNOD, ÉDITEUR,
LIBRAIRE DES CORPS IMPÉRIAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES,
Quai des Augustins, 49.

LÉGISLATION APPLIQUÉE
DES
ÉTABLISSEMENTS INDUSTRIELS

NOTAMMENT



des Usines hydrauliques, ou à vapeur,
des Manufactures,
Fabriques, Ateliers dangereux, incommodes ou insalubres,
Moulins, Hauts-Fourneaux,
Établissements métallurgiques, Mines, Minières,
Carrières, etc.

TRAITÉ COMPLET,

D'APRÈS

LE DERNIER ÉTAT DES LOIS, DE LA DOCTRINE ET DE LA JURISPRUDENCE,

DES RÈGLES À OBSERVER

POUR LA CRÉATION, L'EXPLOITATION, LA LOCATION, LA VENTE,
L'ABANDON OU LA SUPPRESSION
DES ÉTABLISSEMENTS APPARTENANT À L'INDUSTRIE

PAR

AUGUSTE BOURGUIGNAT

Ancien avocat au Conseil d'État et à la Cour de cassation.

Avocat à la Cour impériale de Paris.

DEUX VOLUMES IN-8 — PRIX: 15 FRANCS.

TABLE GÉNÉRALE ET ANALYTIQUE.

Abattoirs publics et communaux. — Achalandage. — Acide sulfurique (Fabriques d'). — Acier (Usines pour le traitement de l'). — Affectations dans les bois de l'État. — Affinage de métaux. — Affluents. — Affouage. — Alambics. — Alumettes (Fabriques d'). — Amidonneries. — Amorce fulminantes (Fabriques d'). — Antimoine (Usine pour le traitement des minerais d'). — Argent (Usine pour le traitement d'). — Armes (Manufactures d'). — Arsenic (Usine pour le traitement des minerais d'). — Artificiers. — Atelier. — Ateliers dangereux, insalubres ou incommodes.

1. Notions générales. — 2. Classement. — 3. Autorisation. — 4. Formalités de l'autorisation. — 5. Conditions de l'autorisation, motifs de rejet. — 6. Oppositions, réclamations, recours. — 7. Exploitation, action des autorités administra-

lives et judiciaires relative à cette exploitation. — 8. Pouvoirs du préfet de police de Paris et du préfet du Rhône. — 9. Établissements antérieurs à 1810. — 10. Règles particulières concernant certains ateliers.

Atterrissements.

Bail des établissements industriels.

1. Notions générales. — 2. Obligations du bailleur. — 3. Obligations du preneur. — 4. Bail à la prise — 5. Fin de bail.

Banquettes. — **Barrage.** — **Bas fourneaux.** — **Bateaux** (Établissements sur). — **Biefs et arrière-biefs.** — **Blanchisseries.** — **Banderies.** — **Bocards et patouillots.** — **Bois** (Atelier pour travailler le). — **Bois à brûler** (Chantier de). — **Bois-forêts.** — **Boyauderies et fabriques de cordes à instrument.** — **Brasseries.** — **Briqueteries.** — **Bronze** (Fonderies de).

Calcination des os (Atelier pour la). — **Canal.** — **Carrières.**

1. Notions générales. — 2. Servitude de carrière. — 3. Exploitation.

Carrossiers. — **Carton** (Fabriques de). — **Cas fortuit.** — **Chantiers de bois.** — **Chantiers ou clos d'équarrissage.** — **Charbons de bois** (Dépôts de). — **Charbons.** — **Chaudières et autres récipients à vapeur.** — **Chaudronniers.** — **Chaux ou à plâtre** (Fours à). — **Chemins de halage.** — **Chemins publics.** — **Cheval-vapeur.** — **Chimie.** — **Chlorures alcalins** (Fabriques de). — **Chômage.** — **Classement des ateliers dangereux.** — **Cobalt** (Usine pour le traitement des minerais de). — **Colle** (Fabriques de). — **Concessions.** — **Concurrence.** — **Conseil de préfecture.**

1. Ateliers dangereux. — 2. Cours d'eau non navigables ni flottables. — 3. Fleuves et rivières navigables et flottables. — 4. Établissements hydrauliques. — 5. Mines. — 6. Carrières. 7. Impôts fonciers.

Conseil d'État. — **Conseil d'hygiène et de salubrité.** — **Contributions publiques.** — **Cordes à instruments** (Fabriques de). — **Cours d'eau.** — **Cours d'eau non navigables ni flottables.**

1. Notions générales. — 2. Usages des eaux par les riverains. — 3. Droit de réglementation. — 4. Dérivations, biefs, etc. — 5. Abus dans la manutention de ces eaux, infractions. — 6. Endiguement, curage. — 7. Fiottage à buches perdues. — 8. Marche pied.

Cubilots. — **Cuir vernis** (Fabriques de). — **Cuir verts** (Dépôt de). — **Cuivre.** — **Curage.**

Débris d'animaux (Atelier de cuisson de). — **Dérivation.** — **Déversoir.** — **Digues.** — **Distilleries.** — **Domaine de l'État.** — **Dons et legs.** — **Dormants.** — **Douanes.**

Eau de javelle (Fabriques d'). — **Eau-de-vie** (Distilleries d'). — **Eaux.**

1. Notions générales. — 2. Eaux privées. — 3. Eaux publiques. — 4. Usines mues ou alimentées par l'eau.

Eaux intermittentes. — **Eaux pluviales.** — **Eaux stagnantes, d'infiltration, etc.** — **Ébénistes.** — **Échange.** — **Écluses.** — **Endiguement.** — **Engrais** (dépôts d'). — **Équarrissage ou Écarrissage** (Chantier ou clos d'). — **Établissements hydrauliques.**

1. Notions générales. — 2. Autorisation. — 3. Formalités de l'autorisation. — 4. Conditions de l'autorisation. — 5. Oppositions, recours. — 6. Modification, révocation des actes portant autorisation; règlements d'office. — 7. Régime des eaux. — 8. Manutention et pratique des eaux d'une usine. — 9. Dommages causés par les travaux publics. — 10. Chôrages et dommages occasionnés par le flottage. — 11. Ventes nationales.

Établissements industriels.

1. Notions générales. — 2. Terminologie légale. — 3. Obligations de l'usiner. — 4. Établissements, objets de convention.

Établissements minéralurgiques. — Étang. — État de lieux. — Étroupilles (Fabriques d'). — Expropriation pour cause d'utilité publique. — Extraction de matériaux.

Fabrique. — Faux (Fabriques de). — Féculerie. — Fer. — Fer blanc (Fabriques de). — Ferblantiers. — Filatures. — Fineries. — Fleuves et rivières navigables et flottables.

1. Notions générales. — 2. Navigabilité, flottabilité. — 3. Circonscription du domaine. — 4. Jouissances exercées par les particuliers sur les fleuves, etc. — 5. Servitudes riveraines. — 6. Endiguement, curage. — 7. Police des cours d'eau navigables et flottables.

Flottabilité. — Flottage à bûches perdues. — Fonderies. — Fonderies au fourneau à la Wilkinson. — Fondeurs en grand au fourneau à réverbère. — Fonds de commerce. — Fonds de prise. — Force majeure. — Force motrice. — Forges de grosses œuvres. — Fortifications. — Fouilles. — Four, fourneaux, forges. — Foyers catalans, corses, de mazerie, d'affinerie, de chaufferie. — Francs-herds. — Frontière. — Fulminate.

Garantie. — Gaz, hydrogène (Établissements d'éclairage par le).

Halage, contre-halage. — Hauts fourneaux.

Impôts fonciers.

1. Notions générales. — 2. Contribution foncière. — 3. Contribution des portes et fenêtres.

Imprimeries. — Incendie. — Industrie. — Ingénieurs des mines.

1. Organisation. — 2. Ateliers dangereux. — 3. Mines. — 4. Minières. — 5. Établissements métallurgiques. — 6. Frais.

Ingénieurs des ponts et chaussées.

1. Ateliers dangereux. — 2. Établissements hydrauliques. — 3. Fleuves et rivières navigables. — 4. Carrières. — 5. Établissements métallurgiques.

Inondations. — Irrigation, irrigants.

Laboratoire de chimie. — Laiton (Fabrication de). — Lavoirs à mines, de blanchisseries. — Limes (Fabriques de). — Litharge (Fabrication de la). — Locataire. — Locomobiles, locomotives.

Machines, chaudières et autres récipients à vapeur.

1. Machines ou chaudières à vapeur. — 2. Cylindres sécheurs, chaudières à double fond, calorifères à eau et autres récipients contenant la vapeur.

Maire. — Maître de forges. — Manufacture. — Marchepied pour le flottage. — Martinets. — Matériel et ustensiles d'exploitation. — Mégisserie. — Menuisiers. — Métiers à marteaux. — Meules. — Mines.

1. Notions générales. — 2. Recherche et découverte des mines. — 3. Concessions de mines. — 4. Propriété des mines. — 5. Demandes en concession, formalités. — 6. Oppositions. — 7. Demande en concurrence. — 8. Décret de concession, recours. — 9. Obligations du concessionnaire. — 10. Action des autorités publiques. — 11. Mines concédées ou exploitées avant 1810. — 12. Mines de fer. — 13. Inondations. — 14. Matériel des mines. — 15. Contributions publiques.

Minnières.

1. Notions générales. — 2. Minerais de fer. — 3. Terres pyriteuses et aluminéuses. — 4. Tourbières. — 5. Mélanges de diverses minières.

Ministres.

1. Attributions en ces matières du ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics. — 2. Attributions du ministre de la guerre.

Montrée. — **Moulins à eau.** — **Moulins à farine, minoteries.** — **Moulins à nef.** — **Moulins pendants.** — **Moulins à vent.** — **Mouvants, virants, travaillants.**

Navigation, navigabilité. — **Nickel.** — **Niveau d'eau.**

Occupations de terrains. — **Oppositions.** — **Os** (Atelier pour la calcination des). — **Os** (Dépôts d').

Papiers (Fabriques de). — **Papeteries.** — **Papiers peints** (Fabriques de). — **Patouillets.** — **Pêche.** — **Plâtre.** — **Plomb** (Usine pour le traitement des minerais de). — **Porcheries.** — **Portes et fenêtres** (Contribution des). — **Poudreries nationales.** — **Poudres et matières détonantes et fulminantes** (Fabriques de). — **Poudrette** (Dépôts de). — **Préfet de police.** — **Préfets.**

1. Ateliers dangereux. — 2. Cours d'eau non navigables ni flottables. — 3. Fleuves et rivières navigables et flottables. — 4. Établissements hydrauliques. — 5. Mines. — 6. Minières. — 7. Carrières. — 8. Établissements métallurgiques. — 9. Établissements situés dans les zones de servitudes publiques. — 10. Impôts fonciers.

Prisée. — **Prises d'eau.** — **Produits chimiques** (Fabriques de).

Raffineries. — **Règlements d'eau.** — **Réparations locatives.** — **Repère.** — **Résidus de fabriques** (Transport des). — **Rivières.** — **Roue, Récepteur hydraulique.** — **Ruisseaux, rus ou rupts.**

Salines, sources et puits d'eau salée. — **Salines et pyriteuses** (Usines pour le traitement des substances). — **Scieries.** — **Scies** (Fabrique de). — **Sel, Salpêtres et matières corrosives.** — **Servitudes publiques non ædificandi.**

1. Notions générales. — 2. Périmètre des bois et forêts. — 3. Ligne des douanes. — 4. Zone des places de guerre. — 5. Proximité des voies publiques. — 6. Établissements mixtes.

Sources. — **Sous-préfets.** — **Sucre** (Fabrique et raffinerie de). — **Suif** (Fonderie de).

Taillanderies. — **Tanneries.** — **Teinturerie.** — **Terres pyriteuses et aluminéuses.** — **Théâtre.** — **Toiles cirées** (Fabrique de). — **Torrents.** — **Tourbières.** — **Tournants, travaillants et virants.** — **Transmission de la propriété des établissements industriels.**

1. Notions générales. — 2. Délivrance. — 3. Garantie.

Travaux publics. — **Triperies.** — **Tueries.** — **Tuileries, briqueteries.**

Urate (Dépôts d'). — **Usine.** — **Usines à feu.** — **Usines métallurgiques.** — **Ustensiles d'exploitation.**

Vacheries. — **Vannes motrices, de décharge, automobiles, etc.** — **Vapeur.** — **Vente d'usine.** — **Vernis, cuirs vernis** (Fabriques de). — **Verres, cristaux et émaux** (Fabriques de), verreries. — **Voiries.** — **Voisinage.** — **Zinc** (Usine pour le traitement des minerais de).

On trouve à la même librairie :

- Métallurgie.** Cours de métallurgie professé à l'Ecole impériale des mines par M. GRUNER, inspecteur général des mines. Principes généraux. — Combustibles. — Fonte, fer et acier (*sous presse*).
- **Atlas de la richesse minérale**, recueil de faits géognostiques et de faits industriels offrant un cours complet de l'art des mines et usines, au moyen d'exemples tirés de célèbres établissements, et rendus sensibles à l'œil par la représentation géométrique des objets; *nouveau tirage*, accompagné d'un *nouveau texte* explicatif, rédigé par ordre du gouvernement; par H. LE COQ, ingénieur des mines. Atlas de 65 planches, très-bien gravées par Leblanc, dont plusieurs coloriées, et 1 vol. in-8° de texte; par HÉRON DE VILLEFOSSE, de l'Institut, inspecteur général des mines. 50 fr.
 - **Cuivre**; par M. RIVOT, professeur à l'Ecole des mines. In-8°, avec pl.
 - **Plomb et argent**; par le même. 1 fort vol. in-8°, avec pl.
 - **Fer**. Traité pratique de la fabrication du fer et de l'acier puddlé, par ANSIAUX et MASON, in-8° et atlas. 15 fr.
 - **Fer**. Avenir de la métallurgie en France vis-à-vis des traités de commerce; par M. FURIER, ingénieur des mines. In-8°. 5 fr.
 - **Fer**. Recherches sur le gisement et sur le traitement des minerais de fer dans les Pyrénées et particulièrement dans l'Ariège, suivies de considérations historiques et économiques sur le travail du fer et de l'acier dans les Pyrénées; par M. FRANÇOIS (J.), ingénieur en chef des mines. 2 vol. in-4°, dont un de planches. 25 fr.
 - Métaux divers**. Manuel de métallurgie générale; par LAMPADIUS, traduit par ARRALT. 2 vol. in-8°. 12 fr. 50 c.
 - Jurisprudence des mines**, minières, forges et carrières, à l'usage des exploitants maîtres de forges, ingénieurs; par M. Etienne DUPONT, ingénieur en chef, directeur de l'Ecole des mineurs de Saint-Etienne. 3 vol. in-8°. 25 fr.
 - Eaux de Lyon et de Paris**. Description des travaux exécutés à Lyon pour l'élévation et la distribution des eaux du Rhône naturellement clarifiées, et projet pour alimenter Paris en eaux de Seine; par A. DUMONT, ingénieur en chef des ponts et chaussées. Suivie d'une pratique des distributions d'eau. In-4° et atlas de 28 pl. 25 fr.
 - Huiles minérales**. Leur application à l'éclairage; par A. COLIN, attaché au service des phares. In-8° relié. 6 fr.
 - Chimie**. Elément de chimie; par M. DEBRAY, examinateur à l'Ecole polytechnique. 3^e édition (*sous presse*).
 - **Cours d'analyse chimique minérale** de l'Ecole des mines; par M. RIVOT, 4 vol. in-8°, planches. 55 fr.
 - **Traité de chimie technologique et industrielle**; par M. KNAP, professeur à l'Ecole polytechnique de Brunswick, traduit par M. MERMOT, ingénieur des manufactures de l'Etat (*sous presse*).
 - **Cours de manipulations et de préparations chimiques**, par M. CLOEZ, ingénieur, répétiteur à l'Ecole polytechnique (*sous presse*).
 - **Leçons de chimie appliquée aux phénomènes de la vie où interviennent des actions moléculaires**, par M. CHEVREUL, membre de l'Institut (*sous presse*).
 - **De la méthode à posteriori expérimentale**, et de la généralité de ses applications; par le même. In-18 Jésus. 7 fr. 50 c.
 - **Atlas de chimie analytique minérale** renfermant les premières notions de l'analyse chimique, et 17 tableaux parfaitement imprimés en couleur, des précipités donnés par les réactifs et des colorations obtenues au chalumeau; par M. TERREIL, aide de chimie au Muséum. Grand in-8°. 12 fr. 50 c.
 - Physique**. Cours élémentaire de physique, précédé de notions de mécanique, et suivi de problèmes; par A. BOUTAN et Ch. d'ALMEIDA, professeurs aux lycées Saint-Louis et Napoléon. 3^e édition, revue et augmentée, 2 magnifiques vol. in-8° avec 657 fig. et un Spectre solaire intercalés dans le texte, etc. 12 fr.
 - Irrigations**. Des canaux d'irrigation de l'Italie septentrionale envisagés sous les divers points de vue de la science hydraulique, de la production agricole et de la législation; par M. NADAILT DE BUFFON, ingénieur en chef des ponts et chaussées. 2 vol. in-8° et atlas grand in-4° de 28 planches. 30 fr.
 - Drainage**. Instructions pratiques sur le drainage; par M. HERVÉ MANGON, ingénieur des ponts et chaussées, professeur à l'Ecole des ponts et chaussées. 3^e édit., revue et considérablement augmentée, avec nombreuses figures, in-18, élégamment relié à l'anglaise. 2 fr. 50 c.
 - **Expériences sur l'emploi des eaux dans les irrigations sous différents climats et sur la proportion des limons charriés par les cours d'eau**, par M. HERVÉ MANGON, ingénieur en chef des ponts et chaussées. In-8° Jésus. 6 fr.