

méable. Dans le premier cas, une surface relativement restreinte pourra permettre à l'industriel d'assurer l'épuration : dans le second cas, l'utilisation agricole sera plus parfaite. On devra tendre vers cette dernière solution, à mesure que l'éducation des cultivateurs et même des industriels se perfectionnera.

On comprend que, dans un traité didactique, il serait absolument impossible d'approfondir un aussi vaste sujet ; tout au plus est-il possible de l'effleurer. Nous indiquerons cependant encore les conséquences de certaines industries au point de vue de l'altération des eaux, en choisissant surtout nos exemples parmi les faits qui nous entourent immédiatement, c'est-à-dire dans les établissements industriels du département de la Seine.

Parmi les industries suburbaines qui donnent les plus fâcheux résultats, à ce point de vue, il faut accorder l'une des premières places aux *féculeries* ; les matières organiques en décomposition, qu'entraînent les eaux de ces fabriques, empoisonnent complètement les petits cours d'eau dans lesquels on les déverse. Aussi a-t-on cru utile d'astreindre les usines à établir de grands bassins de décantation, dont le fond garni de corps rugueux, tels que le mâchefer, retiendrait les flocons albumineux qu'entraînent les eaux d'expression, tandis que cette eau, découlant dans un autre bassin par des orifices placés à une hauteur convenable, serait traitée par une solution de sous-sulfate d'alumine qui précipiterait la plus grande partie des matières organiques.

Ces procédés sont incontestablement utiles, mais ils ne sauraient s'appliquer au travail des grandes usines. Il convient d'employer pour celles-ci un moyen plus pratique qui consiste à les répandre sur le sol. Ce procédé a été employé à Trappes (Seine-et-Oise), et l'espace ne manquant pas, ces eaux ont paru agir à la manière d'un excellent engrais, mais il n'en est plus de même quand l'espace fait défaut. Dans une féculerie située à Colombes (Seine), dit M. Gérardin, les eaux sont dirigées vers une prairie où elles s'infiltrèrent dans un sol essentiellement sableux. Dès qu'elles arrivent sur le gazon les herbes périssent et deviennent noires comme si le feu les avait carbonisées. Par mégarde on les laissa atteindre des massifs d'arbres, les arbres périrent aussitôt. A Louvres (Seine-et-Oise), des effets semblables se sont produits ; les eaux d'une féculerie ont été dirigées vers une carrière abandonnée où elles se perdaient au hasard. Pendant deux campagnes tout alla bien, mais à la troisième année, les eaux dans un état de corruption complète firent leur apparition dans des galeries occupées par des champignonnières ; tous les champignons périrent et on dut renoncer à leur culture.

M. Gérardin propose donc d'ajouter au procédé de M. Dailly le drainage qu'il a expérimenté depuis 1868, et qui donne d'excellents résultats, en permettant de diriger l'écoulement des eaux où l'on veut et d'en débarrasser le sol qui se trouve ainsi mis en état de renouveler sans cesse son action oxydante sur les eaux qui le traversent. C'est par ce procédé que M. Gérardin est arrivé à désinfecter la rivière du Croult dont l'altération était principalement causée par la féculerie de Gonesse. La formule de M. Gérardin est la suivante : *Répandre les eaux très divisées sur un terrain préalablement drainé*<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> A la sortie de l'usine, avant toute fermentation, dit M. Gérardin, les eaux de féculerie sont inodores et complètement inoffensives pour les végétaux sur lesquels on les répand. Si, au contraire, on les conserve dans des fosses de décantation, elles deviennent très odorantes et font périr tous les végétaux. Ces deux états, si profondément tranchés, se succèdent l'un à l'autre dans un intervalle de quelques heures. A mon avis, les féculiers doivent mettre tous leurs soins à ne jamais laisser leurs eaux à l'état de stagnation. Ils doivent s'appliquer à les rendre parfaitement courantes sous une faible épaisseur. Cette précaution a pour effets de faciliter le dépôt de la fé-

Comme moyen pratique, pour apprécier les résultats de cette méthode, M. Gérardin a installé des cressonnières sur divers points de la rivière du Croult. On sait, en effet, que le cresson de fontaine ne peut pas vivre dans les eaux impures. Aussi longtemps que cette plante prospère, on laisse marcher les choses ; dès que le cresson jaunit et paraît souffrir, on arrête le travail de la féculerie et on redouble de précaution jusqu'à ce que la végétation ait repris son aspect primitif.

M. Gérardin ajoute qu'il est indispensable de diviser l'eau, de la faire tomber goutte à goutte sur tout le terrain et d'éviter de former des ruisseaux. Il faut, en effet, que les matières organiques soient complètement oxydées, ce qui ne peut s'obtenir que par l'extrême division.

A côté des féculeries on peut placer les *cartonneries* qui infectent, par des procédés très analogues, l'eau des rivières. On a constaté qu'en répandant ces eaux dans des rigoles, alternant avec des drains, on voit ceux-ci s'obstruer, après un certain temps, par un dépôt de pâte de carton ; chose singulière, cette pâte filtre à l'état de dissolution à travers les terrains et ne se précipite que dans les drains. Cette circonstance s'explique par la présence d'une quantité considérable de colle qui maintient la cellulose en dissolution. Mais lorsqu'une fois ces matières gélatineuses sont détruites par l'action oxydante des drains, la pâte se précipite et forme les dépôts dont on vient de parler. Il est donc nécessaire de traiter ces eaux par de la chaux, délayée dans l'eau, qui détruit la colle et laisse au fond du bassin, dans lequel l'opération s'est faite, un dépôt abondant qui renferme environ 7 pour 100 de matières premières, pouvant être utilisées de nouveau. L'eau qui provient des bassins, soumis à cette opération, est très propre à la fertilisation des terrains. Ces procédés, mis en usage par M. Gérardin, à la cartonnerie d'Aubervilliers, ont donné d'excellents résultats.

Les *procédés de teinture appliqués à la laine* n'exigent l'emploi d'aucune substance qui, introduite dans un cours d'eau, puisse y exercer une action véritablement toxique. Toutefois, il est hors de doute que le lavage des laines, au sortir du bain de teinture, et surtout le déversement dans la rivière des résidus de cuves et de chaudières, ne peuvent que contribuer à en altérer l'eau.

Mais l'opération qui, plus que toutes les autres, a pour résultat inévitable l'altération de l'eau, est celle du *foulage*, surtout dans la seconde phase qui aboutit à la formation d'un liquide boueux formé de savon, de poils, de déchets de laine et de matières colorantes ; cette boue, déversée dans la rivière, forme à sa surface une nappe spumeuse, d'une odeur fade, désagréable, de couleur variable, qui persiste sur un certain parcours et finit par disparaître, plus ou moins complètement, en formant, au fond de l'eau et sur les herbes qui bordent le rivage, des dépôts gluants, très altérables pendant les chaleurs de l'été.

A la suite d'un lavage à l'eau courante, le drap subit différentes manipulations dont une seule doit fixer l'attention ; il s'agit de celle qu'on appelle le *nopage* et qui consiste à soumettre la pièce de drap, pendant quelque temps, dans un bain chaud formé d'acide sulfurique très dilué ; à ce degré de dilution l'acide n'attaque pas sensiblement la laine, tandis qu'il désagrège les fibres ligneuses provenant des impuretés de la laine. Une fois l'opération terminée, le liquide est déversé dans la rivière. Il est évident que la proportion d'acide qui s'y trouve mélangée est inoffensive, si le déversement se fait d'une manière régulière ; mais il n'en est point ainsi, de sorte qu'il peut arriver qu'à certains moments l'eau devienne assez acide pour nuire aux poissons. Dans tous les cas, attaquant les calcaires du fond de la rivière, l'acide sulfurique contribue à former du sulfate de chaux qui produit dans les générateurs à vapeur des incrustations préjudiciables.

La fabrication du drap a donc pour effet d'introduire, dans un cours d'eau, d'autant plus de matières étrangères qu'il franchit un plus grand nombre d'établissements ; même

culé et de déterminer l'oxydation par l'air. On reconnaît que les eaux sont bien aménagées quand elles se colorent rapidement par l'action oxydante de l'air. Elles se purifient d'autant mieux, en s'infiltrant dans le sol, que leur couleur est d'un brun plus intense. Les eaux qui se putréfient sont blanchâtres, opalines, et ne s'améliorent guère en traversant la terre.

dans les intervalles de temps où la fouterie n'y déverse pas ses eaux bourbeuses, l'eau est trouble, de couleur verdâtre, sans odeur appréciable il est vrai, mais d'une saveur légèrement styptique, désagréable et telle qu'on ne saurait la boire, tandis qu'en amont des établissements elle est claire, limpide, comme si elle descendait des montagnes granitiques.

Une source d'infection bien ordinaire ce sont les *blanchisseries*.

« Il arrive souvent que des villes importantes sont dépourvues d'un cours d'eau qui puisse suffire au nettoyage du linge d'une grande population. Il en résulte que les personnes qui se livrent à cette industrie, voulant éviter les frais de transport que nécessiterait leur établissement à une trop grande distance, créent, aux portes mêmes de la ville, des lavoirs qui consistent, pour la plupart, en de simples trous creusés dans le sol, alimentés par l'eau d'un puits et n'ayant aucun écoulement. On conçoit tout ce qu'il peut y avoir de dangereux pour la population à faire usage du linge lavé dans de pareilles conditions. Quant aux eaux du lavage qui ne peuvent se renouveler d'elles-mêmes, elles croupissent dans ces trous, et lorsque, une fois ou deux par semaine, on se décide à les enlever, à l'aide de pelles ou de seaux, ce n'est que pour les déverser sur le sol environnant, où elles achèvent de se corrompre, en répandant des miasmes délétères, à moins que tombant sur un terrain perméable, elles ne retournent promptement à la nappe souterraine, et alors ces eaux, qui n'ont pas pu se purifier par un long parcours dans la terre, vont de nouveau servir à l'alimentation des habitants et à l'approvisionnement des lavoirs. » On comprend tous les inconvénients qui résultent d'un pareil état de choses.

On peut rapprocher des inconvénients produits par le blanchissage ceux que provoque la *fabrication de la soude artificielle*. Les résidus de cette industrie sont transportés le long des cours d'eau pour remblayer les bas fonds. Il résulte de ce voisinage que les eaux pluviales, traversant la couche de terre qu'on superpose aux charrées, dissolvent les sulfures, en quantité notable dans ces résidus, et les entraînent avec elles à la rivière où ils rencontrent des bicarbonates alcalins terreux et se décomposent en donnant lieu à un abondant dégagement d'acide sulfurique. Tant que le débit de la rivière est considérable, l'odeur se fait peu sentir, mais en été la rivière devient un véritable foyer d'infection, les peintures des maisons voisines sont noircies, ainsi que les objets de cuivre ou d'argent, et le séjour des habitations devient insupportable.

Le remède est d'interdire absolument tout dépôt, en remblai, de charrées de soude sur des terrains riverains de cours d'eau ou de marais communiquant avec eux, au moyen de fossés ou de rigoles de dessèchement ou d'écoulement.

Un autre inconvénient qui résulte de cette fabrication a été signalé par Blondlot. A l'occasion d'une demande d'autorisation pour établir une fabrique de soude, ce savant, après avoir décrit les différentes opérations que nécessitera cette fabrication, et démontré qu'avec certaines précautions on peut les rendre inoffensives, s'est préoccupé de l'influence que pourrait exercer sur la pureté du Sânon et conséquemment de la Meurthe, le déversement dans ces cours d'eau des résidus de la fabrique, consistant en chlorures de calcium et de sodium. « Sans doute, ces chlorures ne sont vénéneux ni l'un ni l'autre, lorsqu'ils sont convenablement étendus; toutefois si leur proportion venait à augmenter dans une certaine mesure, les qualités de l'eau de la Meurthe, employée comme boisson, pourraient finir par s'en ressentir... Il est donc convenable, dans cette prévision, d'assujettir le nouvel établissement projeté à certaines mesures de précaution », et l'auteur termine son rapport en donnant un avis favorable à la demande, mais à la condition : 1° que les eaux vannes provenant de la fabrication de la soude ne pourront être rejetées à la rivière de Meurthe, soit directement, soit par l'intermédiaire du Sânon, que par un écoulement régulier et continu; 2° que, dans le cas où la ville de Nancy établirait une prise d'eau, dans la Meurthe, en amont de la ville, pour l'alimentation de ses fontaines, la compagnie pourra être tenue de mener ses eaux jusqu'à un point en aval de ladite prise d'eau; 3° que toutes les cheminées auront, au moins, vingt mètres d'élévation.

La *fabrication des engrais artificiels* donne lieu à des inconvénients de tout genre, mais qui varient suivant la nature des matériaux employés. On pratique en grand l'utilisation des débris de boucherie, parmi lesquels figurent les *têtes de mouton*. Les eaux qui proviennent de ces établissements renferment de la chaux, du sang, le suint et le débouillage des têtes de mouton. Ces eaux, qui sont un poison pour les rivières, constituent un magnifique engrais liquide. On doit le distribuer par des rigoles parallèles aux drains établis sur le terrain, de manière à ce que les eaux ne touchent jamais les feuilles et ne fassent que baigner les racines des plantes. On obtient, de cette manière, des résultats vraiment remarquables au point de vue agricole.

Une industrie qui touche, par certains côtés, à celle dont nous venons de parler, consiste à laver et à dégraisser les *laines en suint* et les *peaux de mouton*. A Bordeaux, une quantité énorme de ces matières premières est importée de l'Amérique du Sud. Ces laines arrivent à destination dans un état de malpropreté repoussant, et l'industrie, qui a pour objet de les préparer, emploie, dans ce but, d'énormes quantités d'eau dont on ne peut se débarrasser qu'en les laissant couler dans le cours d'eau qui les a fournies. Or les peaux et les laines arrivent chargées de graisse et de toutes les impuretés qui s'attachent d'ordinaire aux toisons : pour les débarrasser de ces matières, on les fait macérer quelque temps dans une solution alcaline; au sortir des cuves de macération, les laines sont fortement exprimées, et il est certain que cette première opération présenterait de sérieux inconvénients, si toutes les eaux qu'elle salit étaient déversées dans le cours d'eau voisin. La commission, chargée d'étudier la question, a donc pensé qu'on pourrait éviter cette altération en recueillant toutes les eaux de lavage dans une citerne étanche, d'où on pourrait les extraire pour les livrer à l'agriculture, soit comme engrais liquide, soit comme engrais solide, après les avoir mélangées avec de la tourbe. Quant aux eaux de rinçage, la commission a pensé qu'il suffirait de les conduire, par des canaux, jusque dans le biez en amont d'un moulin, afin qu'en tombant sous la roue elles pussent être divisées et mélangées, sans inconvénient cette fois, à la masse de l'eau courante. Des grilles à peignes, destinées à retenir ces débris de laine et les autres impuretés, devraient être placées à l'extrémité inférieure des canaux.

Parmi les matières organiques qui peuvent infecter les eaux, nous signalerons encore les *résidus de marcs d'olives*, qui sont traités dans des usines spéciales d'olives pour leur enlever les dernières parties oléagineuses qui ont échappé à la première et à la deuxième pression.

Ces marcs, après avoir subi une nouvelle trituration, sont jetés dans un récipient laveur où le mouvement de l'eau, produit par un agitateur mécanique, amène la séparation des parties oléagineuses et de la partie ligneuse. Celle-ci est rejetée au dehors à l'aide d'un conduit, tandis que les parties oléagineuses qui surnagent sont amenées, par une rigole de surverse, dans une série de fosses disposées en cascades, où des hommes les recueillent pour les porter dans un chaudron, les mettre à l'ébullition et de là les passer à la presse dans des cabas particuliers. L'huile, obtenue après ces opérations, est dite huile de ressource; la partie solide formant résidu, après pression, est connue sous le nom de pulpe. Elle est livrée à des industriels qui la traitent par le sulfure de carbone et en retirent encore 10 à 15 pour 100 d'huile, suivant la richesse variable de la matière première.

L'eau des fosses, dépouillée des matières oléagineuses, est rejetée au dehors. Quel que soit le soin que mettent les ouvriers à amener à la surface les matières grasses et pulpeuses, l'eau n'arrive jamais à être complètement débarrassée des matières organiques dont elle se charge, dans les diverses opérations ci-dessus relatées. Les matières organiques putrescibles sont la cause de l'insalubrité des usines à ressource. Quelques usiniers font passer les eaux de service, avant de les rejeter, hors de l'usine, par une série de fosses peu profondes, où, par le repos, les matières organiques se déposent et forment, en séchant, une couche assez solide qu'on emploie comme combustible. Les eaux de service, ainsi épurées par décantation, peuvent être impunément déversées dans les cours d'eau, pourvu que ceux-ci aient un cou-

rant continu et un volume d'eau un peu important. Mais il ne faudrait pas tolérer le rejet de ces eaux dans un ruisseau ou une rivière fournissant de l'eau potable, parce que ce mélange en altérerait le goût et la qualité ; il faut même veiller à ce que les usiniers, qui absorbent leurs eaux de service dans leurs propriétés, ne puissent pas nuire aux puits du voisinage.

Une cause d'altération des eaux, qui est assurément rare, est signalée par le compte rendu des travaux du Conseil d'hygiène du département de l'Oise.

En mars 1874, plusieurs habitants de Beauvais, de la rue des Jacobins, se plaignirent que des *infiltrations souterraines d'huile de pétrole* parvenaient jusque dans les puits de leur habitation. Une commission constata que le puits de la rue Jeanne-Hachette était en effet infecté par des infiltrations de pétrole ; que les terres qui se trouvaient entre le magasin de pétrole et le puits étaient tout imprégnées de cette substance minérale, et que, malgré la longue durée des travaux prescrits pour l'enlèvement de ces terres et leur remplacement par d'autres, malgré la ventilation pratiquée pendant ces travaux, des émanations encore assez fortes se répandaient dans le voisinage. La commission conclut en demandant que l'entrepositaire, qui avait causé le mal, fût tenu d'établir dans son magasin une ventilation active, de le tenir constamment fermé à clef, d'en faire daller le sol, de manière à le rendre complètement étanche, et à lui donner la forme d'une cuvette, suffisante pour retenir la totalité des liquides emmagasinés, en cas d'accident ; de faire percer, dans la partie la plus déclive de la cuvette, un trou par lequel les liquides répandus accidentellement puissent s'écouler dans un récipient métallique.

Une cause d'infection très puissante, et dont nous avons parlé ailleurs, est le *rouissage du chanvre*, qui développe un degré fort avancé de putréfaction végétale.

On nous pardonnera, je l'espère, d'avoir signalé, avec tous ces détails, quelques-unes des industries qui concourent à infecter les eaux potables. Il eût été facile de se borner, comme la plupart des auteurs qui ont traité cette matière, à quelques considérations générales. Nous avons préféré entrer dans le vif du sujet et montrer, par une analyse plus détaillée, toute l'importance de la question. Peut-être ces études pourront-elles tenter un autre hygiéniste : on y trouverait facilement la matière d'un ouvrage spécial.

EAUX D'ÉTANGS ET DE MARAIS. — La pluie qui tombe sur des sols argileux, plus ou moins complètement imperméables, s'accumule naturellement dans les parties déclives et constitue ainsi des *étangs* ou des *marais*. Une végétation abondante ne tarde pas à s'y développer, et des animalcules nombreux s'y reproduisent avec une grande activité. Il en résulte des conditions toutes spéciales qui font souvent des marais une cause d'insalubrité des plus actives et qui, en tout cas, ne permettent guère d'employer leurs eaux pour les usages alimentaires.

D'après M. Marchand, si les eaux sont exposées à la lumière, elles se recouvrent bientôt de végétaux d'un ordre inférieur, qui ne tardent pas à en occuper toute la surface et au-dessous desquels se développent des animalcules, en grand nombre, qui encombrant de leurs cadavres le fond des marais et, se reproduisant sans cesse, accumulent, dans la vase qui règne au fond des eaux, une énorme quantité de matières organiques en putréfaction. Dans ces conditions, l'odeur du marais devient infecte.

Lorsqu'il existe des plantes aquatiques d'un ordre supérieur, les mêmes phénomènes se reproduisent, et l'on voit se développer, au-dessous des feuilles, des mucédinées, des conferves, des vibrions, des palmelles, etc. Mais la présence des végétaux empêche l'odeur putride de se développer. Il n'en est pas moins vrai que la composition de ces eaux est fortement altérée, leur goût fade et marécageux, et leur action nuisible à la santé. Un fait important à noter, c'est que, malgré les phénomènes de fermentation dont elles sont le théâtre, ces eaux continuent à renfermer une forte proportion d'oxygène. Enfin, comme conséquence naturelle des réactions chimiques qui s'opèrent dans leur sein, les marais développent des gaz dont une partie se dissout dans l'eau, tandis que le reste se répand dans l'atmosphère. Ce sont surtout l'hydrogène carboné ou gaz des marais, l'acide sulfhydrique, l'hydrogène phosphoré et l'oxyde de carbone.

Lorsqu'on dessèche ces marais ou lorsque les eaux qu'ils renferment se sont vaporisées sous l'action du soleil, l'air atmosphérique se trouve en contact avec une vase imprégnée de matières putrescibles qui deviennent une source d'infection et donnent souvent lieu à des maladies graves. L'eau qui séjourne au fond de ces marais, presque complètement desséchés, est encore plus infecte et plus nuisible qu'elle ne l'était auparavant.

Tous les phénomènes que nous venons d'indiquer se reproduisent avec plus d'intensité dans les petites mares qui représentent, sous une forme concentrée, toutes les conditions que nous venons d'étudier dans les marais.

Il est donc évidemment dangereux d'utiliser les eaux stagnantes pour les usages alimentaires. C'est là pourtant ce qui arrive dans un grand nombre de pays et même dans le nôtre. Non seulement les habitants de plusieurs petites localités rustiques font usage de l'eau des étangs qu'ils ont à leur portée, mais à Versailles, aux portes même de Paris, une partie de la population boit les eaux des étangs, destinés par Louis XIV à fournir aux jardins du palais.

Lorsqu'on est réduit par la nécessité à faire usage des eaux stagnantes, il sera bon d'imiter l'exemple des Chinois et de s'en servir pour préparer des infusions de thé ou de café ou de plantes aromatiques. En portant le liquide à l'ébullition, on détruit les infusoires microscopiques qu'il renferme. En masquant sa saveur désagréable, on le rend plus facile à consommer.

On se fera une idée de l'importance des marais, dans le système général du globe, lorsqu'on saura qu'en France ils couvrent une surface de plus de 400,000 hectares. Ce chiffre est insignifiant lorsqu'on le compare à l'immense étendue qu'occupent les marais de l'Asie et de l'Afrique centrale.

Il est bien entendu qu'on ne doit jamais confondre un marais, quelle que soit son étendue, avec un lac. Ce dernier, traversé par un ou plusieurs fleuves, n'est point composé d'eaux absolument stagnantes.