

composent notre atmosphère. Il faut donc savoir gré à tout observateur qui s'efforce d'apporter la lumière, fût-ce la plus incertaine, dans l'obscurité de cette question. C'est un service de ce genre qu'a tenté de rendre à la science un savant dévoué à la poursuite de toutes les questions utiles au bien-être général, M. le docteur Léon Gigot, de Levroux, médecin inspecteur des eaux de Royan. Ce médecin ne partage point l'opinion des chimistes quant à la présence dans l'air des marais de substances gazeuses délétères; il attribue l'infection paludéenne à des éléments organiques en suspension dans l'air.

« La prodigieuse quantité d'êtres vivants qui naissent, se développent et meurent au sein des eaux stagnantes, dit M. Léon Gigot, effraye l'imagination. Les végétaux des marais, depuis la sphaigne à larges feuilles, les joncs, les roseaux, les scirpes, les laiches, etc., jusqu'aux arbustes les plus élevés, forment, par leurs débris, un dépôt limoneux, berceau d'une génération incessante. On rencontre parmi ces végétaux les espèces les plus dissemblables et les plus opposées. C'est ainsi qu'à côté de l'arum, des glaïeuls, de l'hellébore fétide, dont l'aspect sinistre et l'odeur repoussante semblent révéler une influence pernicieuse, se montrent le nénuphar, la sagittaire, la parnassia palustris, etc., qui charment les yeux et l'odorat. Les plantes les plus vénéneuses, telles que la renoncule scélérate, la ciguë, croissent à côté de végétaux alimentaires, comme la châtaigne d'eau et la zizanie.

« La zoologie des marais est plus variée encore que leur flore. Outre les poissons, les reptiles, les batraciens, les mollusques, une multitude de vers et de crustacés, il existe dans les eaux stagnantes des myriades d'animaux microscopiques appelés *infusoires*, dont on ne connaît probablement pas toutes les espèces.

« Si la constitution physique des marais varie, ils ont au moins pour caractère commun, selon la remarque de M. Lévy, « de favoriser le développement d'une certaine végétation, et « de servir de réceptacle aux doubles produits d'une pullulation organique sans fin, et d'une incessante putréfaction : « mystérieux laboratoire de la vie et de la mort, ils servent à

« la fois de berceau et de sépulture à d'innombrables générations de plantes et d'animalcules; ils présentent le contraste « de leurs eaux dormantes avec l'agitation de tant d'êtres divers qu'ils abritent, et, comme pour protéger l'orgie d'une « création immonde, ils repoussent l'homme et font autour de « leurs bords la solitude par l'infection et la maladie. »

« Des eaux où fourmille une semblable vermine, où fermentent tant de substances en décomposition, ne doivent-elles pas répandre dans l'atmosphère qui les environne une partie des détritiques organiques qu'elles renferment? et ces principes n'exercent-ils pas eux-mêmes une action délétère sur l'organisation humaine? »

Mais pour étudier ces éléments organiques délétères qui flottent dans l'atmosphère des marais, il faut pouvoir les recueillir. C'est ce que l'on a tenté de faire bien des fois, sans grand succès pourtant. Dupuytren et Thénard, traversant les marais Pontins, reconnurent dans l'air de ces marais une matière azotée très-putrescible. Moscati, de Milan, suspendant, à quelques pieds au-dessus du sol, des globes de verre remplis de glace, recueillit l'eau de l'atmosphère, qui se condensait, par l'effet du froid, sur les parois extérieures du vase de verre; au bout de quelques jours, cette eau laissait surnager une substance floconneuse exhalant une odeur cadavérique. Opérant de la même manière dans des lieux réputés fort insalubres, un autre chimiste italien, Brocchi, reconnut la présence de l'albumine dans l'eau ainsi condensée. Rigaud de Lisle se procura une assez grande quantité de rosée au milieu des marais Pontins en y disposant un certain nombre de carreaux de vitre inclinés en forme de toit; Vauquelin, qui analysa plus tard ce liquide, y constata la présence de l'ammoniaque et celle d'une matière organique qui se carbonisait

1. *Recherches expérimentales sur la nature des émanations marécageuses et sur les moyens d'empêcher leur formation et leur expansion dans l'air*, par le Dr Léon Gigot, de Levroux. Brochure in-8°. Paris, 1859, chez Labé.

par le feu. Plus tard enfin, M. Boussingault, se trouvant au milieu des plaines marécageuses et si pernicieuses de l'Amérique, recueillit de la rosée par le même artifice opératoire, et il y découvrit l'existence d'un principe organique de nature hydrogénée.

Les inductions que l'on a pu tirer de ces expériences, diverses par le fait, mais identiques par la méthode opératoire, sont à peu près nulles. On a mis hors de doute de cette manière la présence d'une substance organique dans l'air des marais insalubres, mais on n'a rien constaté de positif quant à la nature de cette substance.

A cette question grave et délicate, M. le docteur Léon Gigot a fait faire un pas notable. La méthode ingénieuse qu'il a imaginée permet de recueillir et condenser sur un même point les éléments organiques provenant d'une masse considérable d'un air lacustre ou paludéen. A l'aide d'un aspirateur formé d'un simple vase rempli d'eau qui se vide sans cesse, M. Gigot fait passer des masses énormes d'air à travers un tube recourbé en deux branches en forme d'U ; ce tube contient de l'acide sulfurique qui est incessamment traversé par l'air appelé par l'aspirateur. Les corpuscules organiques ou minéraux suspendus dans l'air sont arrêtés par l'acide sulfurique, qui finit par se colorer en noir par suite de la carbonisation des substances organiques qu'il a retenues à leur passage.

Il est à regretter que M. Léon Gigot n'ait pu employer, au lieu d'acide sulfurique, de l'eau pure pour retenir dans le tube les produits organiques de l'air. D'après lui, l'eau n'arrête qu'une partie des corpuscules répandus dans l'atmosphère des marais : les plus lourds s'y déposent seuls, les substances organiques, plus légères, traversent ce liquide sans y être retenues. Cette circonstance est fâcheuse, mais peut-être aurait-on pu y obvier en faisant passer le même air dans cinq ou six tubes consécutifs pleins d'eau distillée ; il y avait lieu d'espérer, il nous semble, qu'avec

cette série de tubes et en faisant circuler l'air avec lenteur, tous les corpuscules atmosphériques se seraient trouvés pris. Il ne faut point dissimuler, en effet, que l'emploi de l'acide sulfurique a quelque chose de brutal, pour ainsi dire, au point de vue de la recherche dont il s'agit. Cet acide n'opère, en effet, qu'en détruisant ces substances au passage, en les carbonisant, c'est-à-dire en agissant presque à la manière du feu. Dans ces produits noircis, c'est-à-dire altérés et détruits par l'action corrosive de l'acide sulfurique, comment reconnaître la nature véritable et l'organisation des substances enlevées à l'air ?

Cette destruction n'a pourtant pas été tellement complète que M. Léon Gigot n'ait pu nous apprendre, grâce au microscope, la nature des substances enlevées ainsi à l'atmosphère des marais. Ces débris organiques sont constitués principalement de débris de végétaux, d'insectes et d'animalcules infusoires. Dans quelques planches qui terminent le mémoire intéressant qu'il a publié, en 1859, M. Léon Gigot donne le dessin de tous ces débris organiques tels qu'on les voit au microscope. L'inspection de ces dessins montre tout de suite qu'il ne s'agit là que de débris altérés, confondus et détruits par l'action de l'acide sulfurique ; elle fait regretter bien plus encore que l'on n'ait pas fait usage, pour recueillir ces substances, d'un agent moins offensif, qui respectât mieux leurs formes et leur essence¹.

1. L'auteur a compris la gravité des inconvénients que nous signalons, car dans un travail postérieur à la publication de sa brochure et adressé en novembre 1859, à l'Académie des sciences, il annonce avoir remplacé dans son appareil, l'acide sulfurique par de l'eau distillée maintenue à une basse température au moyen d'un mélange réfrigérant, et qui, contenue dans deux ou trois tubes consécutifs, suffit pour arrêter au passage tous les corps étrangers en suspension dans l'atmosphère. Diverses précautions, qui sont indispensables quand on veut faire usage de l'eau distillée dans cet appareil, sont indiquées avec soin dans ce second travail de M. Léon Gigot.

On ne peut donc ajouter qu'une bien faible importance à la description microscopique que l'auteur nous donne des éléments minéraux ou organiques flottant dans l'air des marais. Toutefois, un fait important, qui demeurera acquis à la pratique et deviendra peut-être la base d'une méthode nouvelle de recherches applicables à ce cas, c'est que l'air des marais traversant l'acide sulfurique, colore en noir ce liquide lorsqu'il renferme des corpuscules organisés. Il sera donc peut-être possible de déterminer le degré d'insalubrité des lieux marécageux par le degré de coloration que prend l'acide sulfurique dans les conditions ci-dessus décrites, ou du moins de constater par ce moyen leur insalubrité. C'est là, nous le répétons, un fait nouveau et que la pratique pourra mettre à profit.

De la partie purement expérimentale du travail de M. Léon Gigot, si nous passons à la partie pour ainsi dire spéculative, nous nous trouverons avec lui en dissidence assez notable. L'auteur considère ces détritiques organiques flottant dans l'air des marais comme l'unique cause des affections paludéennes. C'est une conclusion qui nous semble singulièrement dépasser les faits contenus dans son travail. On a bien de la peine à comprendre comment des produits absolument dépourvus de toute action toxique, comme le sont des débris de végétaux, des carapaces d'insectes et d'invisibles infusoires, peuvent devenir pour nous la cause d'une affection pathologique quelconque, et en particulier de la fièvre intermittente qui résulte spécialement de l'infection paludéenne. Rien dans les faits observés par l'auteur ne justifie ce rapport de causalité. M. Léon Gigot nous dit bien que l'eau saumâtre des marais, bue par des moutons, développe chez ces animaux la cachexie aqueuse, et que la même eau, filtrée, peut être bue impunément par ces animaux. Mais il s'agit ici d'un animal et non de l'homme, et d'une affection qui n'a rien de commun avec les fièvres d'accès. En

outre, cette observation se rapporte à l'ingestion de l'eau saumâtre des marais par le tube digestif et non à l'absorption, par les voies respiratoires, des corps organiques qui flottent dans l'atmosphère. Or, les effluves paludéens, dont l'action est si dangereuse, sont respirés et non avalés; ils s'introduisent dans notre économie, non par le tube digestif, mais par l'inhalation pulmonaire. Il faudrait donc, pour être autorisé à tirer une conclusion logique, avoir établi par l'observation la possibilité d'un empoisonnement paludéen par l'inhalation pulmonaire de ces substances organiques que l'auteur a si ingénieusement isolées de l'air des marais. Nous n'avons pas besoin de rappeler, en effet, que l'action des médicaments et celle des poisons est bien différente selon qu'ils sont absorbés dans le tube digestif ou par les voies de la circulation générale. Le virus de la rage et divers autres virus peuvent être avalés sans le moindre danger, tandis que la plus petite quantité de ces matières, placée sous la peau ou introduite dans le tissu du poumon, provoque immédiatement des phénomènes d'intoxication. Quelques centimètres cubes d'hydrogène sulfuré gazeux respirés par un animal le font périr sur-le-champ, tandis que la même quantité de ce gaz dissoute dans l'eau aurait été avalée par le même animal sans lui occasionner le moindre accident.

Pour exprimer toute notre pensée sur le fond de cette grave question de la nature des miasmes paludéens, nous dirons que la véritable explication de ce phénomène tant discuté nous paraît avoir été fournie par les chimistes. C'est bien probablement à la présence de gaz toxiques, accidentellement produits que l'air des marais doit son néfaste privilège. La question ne comporte plus de doute pour les marécages salés; il a été prouvé, à bien des reprises, que l'air des marécages situés vers le littoral de la mer, est vicié par la présence de l'hydrogène sulfuré. On a parfaitement expliqué la provenance de ce gaz délétère

par la décomposition des sulfates contenus dans l'eau de la mer; cette décomposition est opérée par les plantes sur un sol alternativement inondé et découvert. Par l'action des matières organiques, c'est-à-dire par l'hydrogène des plantes, ces sulfates sont transformés en sulfures, et, consécutivement, grâce à l'acide carbonique de l'air qui décompose ces sulfures, en hydrogène sulfuré gazeux. Cette production d'hydrogène sulfuré, dans certaines saisons, est la cause positive de l'insalubrité des régions marécageuses, sur notre littoral méditerranéen, comme sur plusieurs côtes de l'Afrique, et en général aux embouchures de tous les grands fleuves qui entraînent dans leur cours de vastes amas de plantes et de matières organiques.

Les marais insalubres placés à l'intérieur des terres mettent cette explication en défaut, mais ne la détruisent pas. En effet, si la chimie n'a pu découvrir encore un gaz toxique dans l'air des marécages situés loin des mers, une chimie plus avancée le fera sans doute découvrir un jour; ainsi sera complétée la démonstration de l'exactitude d'une opinion qui nous paraît réunir en sa faveur toute probabilité.

Tout cela n'empêche pas que le savant médecin de Levroux n'ait fait, au point de vue pratique, une œuvre très-originale et qui est appelée à prendre dans la science une place honorable.

Du travail précédent, nous pouvons naturellement rapprocher des recherches analogues qui ont été faites en Angleterre, et qui ont été communiquées en 1859 par M. Angus Smith à l'*Institution royale*. M. Smith a fait usage d'un réactif particulier pour reconnaître la présence dans l'air, de miasmes de nature organique. Ce réactif, c'est la dissolution, rouge ou verte, du permanganate de soude, qui, sous l'influence des matières organiques contenues dans l'air, se décolore en passant à l'état de peroxyde de

manganèse. Pour opérer, on prend un volume d'air connu, auquel on ajoute une dissolution très-étendue de permanganate de soude. S'il existe des matières organiques dans l'air, cette dissolution se décolore; on ajoute alors de nouvelle dissolution du sel manganique, jusqu'à ce que sa coloration ne soit plus altérée, ce qui indique la complète disparition des composés organiques dans l'air sur lequel on agit. Cette méthode n'a pas une grande précision: elle permet de constater dans l'air la présence de matières organiques, mais elle n'apprend pas à quelle nature de corps on a affaire; elle ne donne que d'une manière générale des indices sur le degré de pureté de l'air.

Dans sa communication à la *Société royale de Londres*, M. Angus Smith a donné, dans un tableau, les chiffres qui représentent le degré de pureté de l'air dans certaines parties de Londres et dans d'autres localités fort éloignées les unes des autres. Pour citer quelques exemples, M. Smith a trouvé que 10 pouces cubes d'air pris au lac de Lucerne, en Suisse, ne décomposaient qu'un grain de la dissolution de permanganate de potasse, ce qui montre que l'air ne contenait que bien peu de matières organiques en suspension; — que l'air pris dans un champ, au nord de l'Italie, en décomposait 6; — que l'air pris à Londres pendant les chaleurs de 1858, en décomposait 29; — qu'à la même époque, l'air pris dans la Cité, au-dessus de la Tamise, en décomposait 58; — que l'air pris dans une maison en décomposait 60; — enfin, que l'air pris dans une étable à porcs en décomposait 109. C'est, comme on le voit, un tableau assez curieux et qui montre bien l'utilité pratique du réactif employé par M. Smith.

C'est un autre chimiste anglais, M. Condy, qui a proposé d'appliquer les permanganates alcalins à la destruction des substances organiques, et pour ces substances désinfecter en anéantissant leur odeur. Un éminent chimiste de Londres, M. Hoffmann, a publié, en 1859,

une notice sur les avantages du permanganate de soude pour désinfecter les matières organiques, pour purifier l'eau saumâtre, conserver les substances animales, etc. C'est une substance de plus à ajouter à la longue liste des matières désinfectantes. M. Hoffmann propose de faire usage du permanganate de soude pour remplacer les sels de plomb, de zinc, de cuivre, le goudron, le chlore, les chlorures, etc., toutes les fois qu'il s'agit de désinfecter des matières animales.

Ne négligeons pas de dire ici que c'est un jeune chimiste français, M. Émile Monier, élève de l'École centrale, qui a eu le mérite d'attirer l'attention sur les avantages du permanganate de potasse pour la destruction et le dosage des matières animales. Au mois de décembre 1858, M. Monier adressait à l'Académie des sciences un mémoire relatif à la détermination, au moyen du permanganate de potasse, des matières animales et de l'hydrogène sulfuré contenus dans l'air vicié des hôpitaux, des marais, etc. Pour déterminer la quantité de matières organiques contenues dans l'air vicié, M. Monier fait passer, au moyen d'un aspirateur, un volume d'air déterminé à travers une série de tubes à boules dits *tubes de Liebig*, contenant de l'eau acidulée par un dixième de son poids d'acide sulfurique, qui arrête ou dissout les matières animales tenues en suspension dans l'air. Quand on a fait passer à travers ce tube quelques mètres cubes d'air vicié, on rassemble les liquides acides dans lesquels les matières animales se trouvent retenues, et pour en déterminer la quantité, on verse dans cette liqueur la dissolution de permanganate de potasse. Pour donner à cet essai une grande simplicité, on se sert d'une liqueur titrée renfermant par litre 3 grammes 92 de permanganate de potasse cristallisé. Chaque centimètre cube de cette liqueur représente 1 milligramme d'oxygène actif, c'est-à-dire d'oxygène pouvant être absorbé par les matières organiques.

Si l'on voulait doser l'acide sulfhydrique, on se servirait des mêmes appareils, en remplaçant tout simplement l'acide sulfurique par la potasse : le sulfure de potassium formé serait dosé par le permanganate de potasse.

Ce mode d'analyse de l'air vicié ne diffère point, par son principe, de celui qui a été mis en usage par M. Angus Smith pendant le cours de l'année 1858, pour l'analyse de l'air à Londres et en différentes parties de l'Europe. Toutefois, la méthode de M. Monier lui est supérieure, parce qu'elle permet de doser la proportion d'hydrogène sulfuré contenu dans l'air. L'emploi du permanganate de potasse comme moyen de reconnaître et de doser les matières organiques est donc bien préférable, sous le rapport de la commodité d'exécution et sous celui de l'exactitude, à ceux dont ont fait usage M. Léon Gigot en France et M. Angus Smith en Angleterre, pour l'examen analytique de l'air vicié.

5

Sur une cause particulière de viciation de l'air.

M. Hervé-Mangon a publié quelques réflexions qu'il n'est pas hors de propos de recueillir, concernant une altération dangereuse que peut subir l'air atmosphérique quand il est renfermé dans une enceinte sans communication avec l'air extérieur. Tel est par exemple le cas des *puits d'amarre* à l'intérieur desquels se trouve fixée l'extrémité de la chaîne des ponts suspendus. Dans l'intérieur de ces espaces qui n'ont aucune communication avec le dehors, il peut se dégager des gaz irrespirables, capables de causer la mort si l'on descend dans ces cavités sans avoir pris la précaution de chasser préalablement cet air vicié.

Un cas de ce genre s'est présenté au mois d'août 1858. Deux ouvriers étant descendus dans l'un des puits d'amarre

du pont suspendu de l'île Saint-Denis, sans avoir eu la précaution de s'y faire précéder par un flambeau allumé, périrent par asphyxie, sans qu'on eût le temps de leur porter secours. Un échantillon de l'air contenu dans ce puits ayant été recueilli le jour même de cet accident, fut analysé par M. Hervé-Mangon. Cette analyse a expliqué la cause de la viciation de l'air dans cet espace; elle peut aussi rendre compte d'asphyxies qui ont été observées dans certaines caves et qu'il avait été difficile jusqu'ici d'expliquer d'une manière précise.

L'air analysé contenait 7 pour 100 d'acide carbonique et seulement 11 pour 100 d'oxygène. Il contenait aussi un peu d'hydrogène carboné sans aucune trace d'hydrogène sulfuré; aussi ne présentait-il aucune odeur particulière. C'était donc un air éminemment irrespirable. Mais comment avait pu se produire cette altération de l'air?

L'air atmosphérique, confiné dans une terre riche en matières organiques, oxyde, c'est-à-dire brûle lentement une partie de ces matières, son oxygène se transformant en acide carbonique. En même temps, la proportion d'azote augmente un peu, soit qu'il y ait de l'oxygène fixé dans le sol, soit que de l'azote devienne libre par la destruction des produits organiques brûlés par l'oxygène. Enfin, quand le sol est humide, il se forme aussi une certaine quantité d'hydrogène carboné. Ainsi l'air atmosphérique enfermé dans un espace sans communication avec le dehors, quand il se trouve en présence de matières organiques, se charge d'azote, perd son oxygène et devient impropre à la respiration.

M. Hervé-Mangon avait constaté, d'un autre côté, en examinant le puits de l'île Saint-Denis où l'accident a eu lieu, que lorsque les eaux de la Seine dépassent un peu le niveau du fond de ce puits, les gaz asphyxiants disparaissent, ou tout au moins cessent d'être nuisibles. On

s'explique comme il suit, d'après M. Hervé-Mangon, la présence ou l'absence des gaz délétères dans ce puits, selon la hauteur de la Seine.

« Quand l'eau est basse, dit M. Hervé-Mangon, la couche poreuse où se produit l'air confiné se trouve probablement à découvert sur la rive inclinée du fleuve; il se produit alors, par le puits lui-même, un appel qui amène de l'air extérieur dans cette couche, et fait pénétrer dans le puits, par le fond ou les parois poreuses, l'air vicié. Au contraire, quand les eaux sont hautes, la couche poreuse se trouve noyée et fermée, comme par un vaste clapet, par les eaux du fleuve, qui ne permettent plus à l'air de s'y introduire et de chasser devant lui, jusque dans le puits, les gaz altérés par leur séjour dans le sol. Si les puits d'un autre pont suspendu voisin ne renferment pas de gaz méphitiques, c'est probablement parce qu'ils ne rencontrent pas la même couche poreuse imprégnée de matière combustible, ou que cette couche, placée plus bas, se trouve constamment fermée par les eaux.

« On se rend compte de la même manière de la présence du gaz asphyxiant que l'on observe de temps à autres dans certaines caves des quartiers bas de Paris, situées assez loin de la rivière. C'est ordinairement au moment des crues que ce phénomène se manifeste, contrairement à ce qui arrive dans le puits du pont de l'île Saint-Denis. Dans ce cas, l'air confiné n'est pas appelé à de grandes distances à travers la couche poreuse; il est au contraire *refoulé* par les eaux quand elles envahissent la masse poreuse, et il s'échappe par les fissures que lui offrent les maçonneries des caves. Si la disposition des fissures naturelles du sol est telle qu'un volume assez considérable de gaz confiné se trouve réuni au même point, il peut se produire des accidents, qui ne sont à craindre que si les gaz confinés se distribuent dans une trop grande masse d'air pour devenir nuisibles. »