

# LA HOUILLE BLANCHE

Revue générale des Forces Hydro-Electriques  
et de leurs applications

La Houille noire a fait l'Industrie moderne  
la Houille blanche la transformera.

4<sup>e</sup> Année. — Novembre 1905. — N<sup>o</sup> 11

## La Végétation spontanée et la Salubrité des eaux

Communication de M. L.-A. FABRE, à l'Académie des Sciences.  
Séance du 25 septembre 1905.

On s'accorde à considérer comme salubres les eaux issues des sols incultes, peu habités, couverts par la végétation spontanée et pérenne des landes, forêts et hautes pelouses ; par contre, les hygiénistes reconnaissent l'impossibilité d'assurer, en pays agricole et peuplé, où la composition très sélectionnée de la plupart des cultures, donne aux associations végétales un caractère artificiel et précaire, une surveillance efficace sur les sources utilisées pour l'alimentation (1). Des liguës se sont constituées à l'étranger, en vue de cette protection. Les grands travaux de captage s'orientent vers les régions désertes, lacustres et forestières dont le sol, abrité et hygroscopisé par une couverture végétale pérenne facilite les condensations atmosphériques et soustrait les eaux pluviales au ruissellement comme à l'enfouissement. Liverpool, Glasgow, Vienne, etc. ont acquis dans ce but des périmètres sylvo-lacustres souvent considérables (Birmingham : 17 000 hectares). On y maintient rigoureusement la forêt ou la lande en y raréfiant les habitations et les troupeaux. Ailleurs, à Berlin, Magdebourg, Hambourg, on fore jusqu'aux eaux phréatiques profondes qui, en terrains non fissurés, sont microbiologiquement pures. Le plus souvent, on recourt à des épurations ou filtrages artificiels toujours onéreux et aléatoires. D'autre part, on s'efforce de stériliser les eaux résiduaires industrielles, les sewages des grandes agglomérations.

L'auto-épuration des eaux du sol spontanément armé est généralement considérée comme due à un simple filtrage. Sur la plupart des sols forestiers, très superficiels et qui atteignent rarement la profondeur de 1<sup>m</sup> 50 à 2<sup>m</sup>, à laquelle cesse brusquement l'infiltration microbienne, au moins

celle des aérobies (1), le filtrage seul paraît absolument insuffisant pour aseptiser les eaux. En tous cas, dans cette question complexe, on ne paraît jamais avoir envisagé le rôle de la concurrence vitale intermicrobienne. Ce struggle spécial, issu soit de la vitalité, de la résistance, du polymorphisme propre des germes du sol et de l'eau, soit du milieu dans lequel ils évoluent simultanément, de leur symbiose, paraît pouvoir être apprécié en recourant à divers travaux.

Le *Bac. d'Eberth* est neutralisé dans les cultures de *Bac. coli* ; introduit dans l'eau pure en présence de ce dernier, il s'élimine rapidement (2). L'agitation de l'eau de mer exagère l'activité microbicide qui lui est propre (3). De minutieuses recherches ont été faites sur des eaux d'origines diverses, plus ou moins aérées et agitées (4) : dans l'eau agitée, la prolifération des germes est, au début, plus active, mais décroît ensuite rapidement ; le contraire a lieu dans l'eau immobile. Cette prolifération semble suivre les variations du volume d'air mis en contact avec l'eau. Dans les lacs, grands réservoirs et autres masses d'eau considérables, les germes se décantent et finissent par se neutraliser (5). Le procédé bactériologique le plus usité en Angleterre pour épurer les sewages consiste à aérer artificiellement et lentement les eaux sur des lits très oxydants : les matières organiques sont détruites, les aérobies pullulent ; les anaérobies qui renferment précisément les espèces les plus pathogènes, disparaissent (6).

Le sol armé spontanément, aéré, hygroscopisé et travaillé par de nombreux organismes, animaux et végétaux, est un milieu de transformations chimiques et biologiques, lentes mais permanentes. La houille résulte de l'action microbienne sur d'anciennes forêts : la même action contribue à la formation de la tourbe aux propriétés aseptiques. Les nodosités sidératrices des racines des légumineuses, les micorhizes des arbres forestiers, proviennent de saprophytes ; ceux-ci nitrifient directement le sol, élaborent les diastases, etc. Ces micro-organismes, hôtes permanents du sol, sont, en définitive, les agents essentiels de sa fertilisation, surtout en forêt. D'autre part, les microbes

(1) J. COURMONT, L'alimentation des villes en eau potable. Dangers de l'eau de source. Impossibilité d'une surveillance efficace (*La Presse Médicale*, 15 juin 1904).

J. COURMONT, Précis de Bactériologie, 1903, p. 371.

E. IMBEAUX, De la nécessité et des moyens d'installer une protection efficace pour les eaux d'alimentation des villes (*Revue d'Hygiène et de Police sanitaire*, juin 1904, p. 489).

E. IMBEAUX, Les eaux potables, Nancy, 1897.

A. GARTNER et SCHUMMAN, Die hygienische Ueberwachung des Wasserlaufe (*Deuts. Viert. f. off. Gesundheitspflege*, 1903).

F. MARBOUTIN, La surveillance des sources et la filtration des eaux destinées à l'alimentation des villes (*Revue d'Hygiène et de Police sanitaire*, janvier 1904, p. 58.)

E.-A. MARTEL, Rapport au XI<sup>e</sup> Congrès international d'Hygiène et de Démogr., 3<sup>e</sup> section, Bruxelles, 1903.

(1) G. FRAENCKEL, Untersuchungen uber das Vorkommen von Mikroorganismen in verschiedenen Bodenschichten (*Zeits. f. Hygiene* 1887).

(2) WATELET, *Annales de l'Institut Pasteur*, 1895.

(3) A. GIARD, Sur la prétendue nocivité des huîtres (*Revue d'Hygiène*, août 1904).

(4) G. COA, Contribution à l'étude de l'influence du mouvement des eaux sur la vitalité et la virulence des germes que ces eaux contiennent (*Giorn. della R. Soc. Ital. d'Ig.*, juillet 1904.)

(5) E. IMBEAUX, De la nécessité etc. (*op. cit.*)

(6) E. GRANDEAU, La ville de Paris et l'eau (*Journal Le Temps*, 24 janvier, etc. 1905).

E. GRANDEAU, La Purification des eaux potables et l'épuration des eaux d'égoût (Paris-Renouard, 1905).

peuplent les eaux continentales superficielles dont le régime est régularisé par la végétation pérenne, le développement de celle-ci étant une fonction géographique des eaux atmosphériques (1).

L'aseptie des eaux sauvages apparaît donc comme un phénomène essentiellement biologique. L'oxygène de l'air pénètre lentement avec les eaux d'infiltration, il détruit par *éremacausis* les matières organiques du sol, mais surtout il exalte la vitalité et la prolifération des microbes aérobies fertilisateurs : l'effet contraire est produit sur les anaérobies pathogènes. En raison de la concurrence, ces anaérobies, inutiles aux plantes, seront éliminés, ou bien transformés, après avoir perdu leur virulence, en *auxiliaires* des aérobies.

Ainsi se précipitera, au sein des terres incultes, pour ainsi dire *immunisées par destination*, comme la mer et les cours d'eau limpides aux lits tapissés d'algues, le retour des *rares déviées pathogènes* (2) au type saprophytique qui paraît être la souche de tous les microbes.

Si l'on observe que, dans l'Europe centrale, la forêt peut restituer à l'atmosphère, par évaporation ou transpiration, les  $\frac{4}{5}$  de l'eau qu'elle en reçoit (3), que cette eau est microbiologiquement pure, on se fera une idée du rôle considérable joué par la végétation spontanée dans la régénération quantitative et qualitative des eaux continentales.

Ainsi se relieront très étroitement les mouvements hygiéniste et économiste qui s'organisent pour *protéger* le sol par la restauration de sa couverture végétale, principalement en montagnes, aux régions de source des rivières (4).

L.-A. FABRE,  
Inspecteur des Eaux et Forêts.

## L'Association des Hautes Chutes et des Basses Chutes

Les consommateurs de houille blanche sont dans la joie, car septembre a été particulièrement pluvieux. C'est le moment de montrer avec orgueil les débits des moindres ruisseaux et de parler des réserves qui s'accumulent sur nos montagnes.

Mais que sera l'hiver prochain ? Le froid viendra-t-il, comme en janvier dernier, diminuer considérablement le débit de toutes les chutes d'eau et compromettre encore ce débit — dans bon nombre de chutes — par une fâcheuse abondance de glaçons ? L'hiver dernier fut remarquable, non pas tant par l'intensité et la durée des froids, que par leur brusque apparition.

La plupart des basses chutes furent mises en chômage forcé, quelques autres auraient chômé aussi si le froid eût duré quarante-huit heures de plus. Quant aux hautes chutes, il faut reconnaître qu'elles se sont beaucoup mieux comportées ; s'il y eut des tuyaux et des vannes obstrués

ou fendus, c'est que vraiment beaucoup d'industriels négligent toute précaution, comptant trop sur la bonne volonté et l'*habitude* de leur matériel.

Cette différence s'explique très bien : la haute chute prend l'eau près de son origine, quelquefois à sa source même, et cette eau, qui a quelques degrés au dessus de 0, se trouve à l'abri du gel dès qu'elle est enfermée et qu'on assure à la conduite un débit continu en rapport avec la longueur de celle-ci ; la sécurité est complète si la conduite est enterrée. La basse chute ne reçoit l'eau que lorsque celle-ci a effectué un long parcours, s'est refroidie par l'évaporation et par le contact du fond et des berges et a récolté les glaçons qui se forment sur les bords et sur tous les corps émergeant du lit, heureux encore quand la durée du froid n'amène pas la formation des glaces de fond et le changement radical de l'eau motrice en ce fameux et fâcheux sorbet bien connu qui ne franchit les grilles qu'avec peine et sans utilité appréciable.

L'hiver 1904-1905, que d'aucuns qualifient d'exceptionnel, a donc eu pour résultat de montrer la supériorité des hautes chutes au point de vue de leur pérennité. Je sais bien que les sources les plus élevées sont celles qui faiblissent en général les premières pendant les sécheresses et pendant les grands froids, mais, comme on agit sur de faibles débits, et comme un réservoir — ou une simple chambre d'eau un peu grande — permet automatiquement l'économie de l'eau en proportionnant rigoureusement la dépense d'eau à la demande d'énergie, il faut conclure que les hautes chutes présentent une foule de ressources, surtout si on a le bonheur de disposer d'un lac, naturel ou artificiel, qui vient modifier tout le régime du cours d'eau et qui, employé concurremment avec le réservoir journalier, décuple et au-delà la puissance apparente du cours d'eau aux basses eaux, toutes les fois que la puissance demandée aux turbines a des variations importantes dans la suite des 24 heures de la journée.

Lorsqu'une installation à basse chute et à grand débit peut accoupler l'énergie produite pendant les 24 heures de la journée d'une manière régulière à celle produite *suivant les besoins horaires* par une haute chute, elle se trouve évidemment (d'après ce qui précède) dans d'excellentes conditions techniques. L'appoint d'une haute chute, même d'un débit très minime, peut doubler l'effet utile, c'est-à-dire la recette, dans le cas d'une basse chute importante faisant de l'éclairage et peut sauver la situation en cas de froids intenses.

C'est ainsi que le Cernon a été du plus grand secours au Bréda en 1905 et c'est dans le même ordre d'idées que la Société de Fure et Morges a fusionné avec l'hydro-électrique de Vizille : il y a eu association de basse chute et de haute chute et cette association sera féconde. Quant aux basses chutes, qui ne sont pas dans ces conditions, elles doivent étudier soigneusement leurs conditions de marche, comme l'a si bien montré M. Côte dans un article récent et, souvent, elles auront intérêt à avoir la machine à vapeur de secours dont l'emploi, pour passer les pointes, est certainement des plus rationnels.

A propos de machines à vapeur de secours, il est bon aussi de prendre garde au gel, car, en janvier 1905, il arriva à plus d'un industriel de n'avoir ni force motrice électrique ni force motrice à vapeur : le froid brusque avait tout obstrué. Tout était gelé.

BRAVET,  
Ingénieur, E. C. P.

(1) L.-A. FABRE, La végétation spontanée et le régime des eaux (*Revue bourguignonne de l'Université de Dijon*, t. XV, n° 1). — Id, La houille blanche, ses affinités physiologiques (*Comptes rendus du Congrès international des Mines et de la Géologie appliquée, Liège, 1905*).

(2) E. BOLIN, Biologie générale des bactéries, p. 176.

(3) E. IMBEAUX, Essai-programme d'Hydrologie (*Zeitsch. f. Gewässerkunde*, 1899, H. 4., p. 226).

(4) L.-A. FABRE, Gisements de houille blanche et Protection du sol. A. F. A. S. 1904, p. 565.