

EDITORIAL

JEAN GIRAUDOUX, haut fonctionnaire, romancier, auteur dramatique, déplorait les atteintes à la beauté, au charme, à la qualité des paysages, des sites, des eaux. Amoureux de la Nature, des forêts, des jardins, des îles et des méandres du grand fleuve Seine, il pensait, dans ses rêves poétiques, que « la marche vers l'eau pure est la loi de toute civilisation ».

Hélas, l'évolution technologique a provoqué jusqu'à maintenant, malgré les efforts consentis, plus de dégradations que de redressements des nuisances vis-à-vis de la situation existant déjà à cette époque. Pourtant le progrès ne devrait-il pas apporter aux hommes que des victoires sur les conditions hygiéniques de leur vie sur terre? Or, la contrepartie du développement industriel et urbain réside incontestablement dans les charges que celui-ci impose. Il n'y a pas de roses sans épines, encore heureux que les épines aient des roses...

L'eau H_2O constitue une phase physique liquide douée de propriétés liées intrinsèquement à la structure de sa molécule et des atomes dont celle-ci est formée; c'est un individu physico-chimique dont tout le monde sait les caractéristiques assez particulières. Avant tout, à l'état naturel, c'est une solution très diluée et, en fait, c'est un véhicule qui irrigue aussi bien le milieu intérieur physiologique de tout organisme végétal ou animal et de l'organisme humain que les zones au moins superficielles de la sphère terrestre. Il s'y passe donc continuellement quelque chose.

Il ne faut pas oublier que l'eau est — heureusement (ou malheureusement) — une substance de haut pouvoir dispersant et comme, par la force des choses, elle est en contact continu avec l'ambiance extérieure, sans oublier sa force vive au cours de ses mouvements, on devrait toujours considérer du point de vue d'un chimiste qu'elle ne peut jamais être pure, mais enfin, nous savons ce que nous voulons dire.

Cependant, c'est bien parce qu'il existe des mécanismes spontanés de purification au sein du gigantesque alambic planétaire que constitue le Cycle de l'Eau, que la vie est possible telle que nous la connaissons ici-bas. Est-ce que c'est de l'ensemble de l'architecture du système du monde, dû à une infinité de hasards exceptionnels tels que la température de la surface du globe ou la couche de l'ozone de la stratosphère, que résulte la présence de l'Humanité sur notre macrosputnik, ou bien est-ce que ledit ensemble architectural a été construit spécialement pour permettre cette présence? Ce sont là deux questions que l'on ne peut éviter de se poser sans que nous ayons à y répondre...

Il est remarquable, quoi qu'il en soit, que les méthodes mises en œuvre pour remplacer ou suppléer les processus naturels d'épuration sont, pour beaucoup d'entre elles, identiques ou parallèles à ceux-ci. Du moins, les phénomènes chimiques et surtout physiques, dont dispose providentiellement la nature, se retrouvent dans les méthodes artificielles.

Une eau superficielle ou une eau souterraine est en réalité, à des degrés divers, à la fois une solution physique vraie, un sol colloïdal, une suspension.

On admet généralement que les solutions vraies, celles qui obéissent aux lois de Raoult et qui, par évaporation, abandonnent les corps dissous sous forme de phase solide avec laquelle la solution reste en équilibre, contiennent des ions et des molécules dont les dimensions ne dépassent pas 10 Å, soit 1 nm ou 1 m μ . Mais les micelles des sols colloïdaux mesurent de 10 Å à 10³ nm et les particules en suspension, poussières, micro-gouttes, ont des dimensions allant de 10 m μ à 10 μ et au-delà. Rappelons-nous, en passant, que les bactéries, elles, mesurent de 1 à 100 μ et les virus de 0,01 à 0,3 μ .

« Corpora non agunt nisi soluta », c'est-à-dire que les phénomènes purement chimiques ou biochimiques d'épuration sont forcément beaucoup plus intenses au niveau des substances effectivement dissoutes qu'au niveau des grosses micelles, à plus forte raison des particules volumineuses. C'est bien pourquoi, dans la nature ou dans les stations de traitements, c'est l'effet de tamisage qui constitue le premier temps de toute purification. Un filtre peut, à certains égards, n'être considéré que comme un tamis agissant de façon purement géométrique ou mécanique ; c'est bien cet effet très simple qui a permis de découvrir les virus. En réalité, les choses sont généralement bien plus compliquées, car le colmatage intervient toujours peu ou prou.

Si la détermination analytique quantitative du pouvoir colmatant d'une eau, qui repose sur un principe précis est d'accès relativement facile, bien que sa fiabilité soit tributaire de divers facteurs, le phénomène du colmatage, lui, n'est pas très facile à définir. De toutes façons, il aboutit à diminuer les diamètres des pores. Cette diminution peut être due, avant tout, à ce que l'eau contient des particules de dimensions supérieures à celles des pores. Si l'on poursuit un but analytique, le résultat n'a, alors, dans des conditions expérimentales données, que le grand intérêt pratique que l'on sait. Si l'on est traiteur d'eau ou hydrogéologue, il ne s'agit plus de filtration purement mécanique.

La filtration vraie et le colmatage qui y est associé supposent que les particules solides ou les micelles colloïdales sont de dimensions à peine supérieures ou même, en partie, inférieures à celles des pores du filtre ; or, au début de l'opération, l'eau s'écoule avec une vitesse maximale, puis apparaît une résistance hydraulique, car les particules, même les plus fines et plus petites que ne le sont les pores, se fixent sur le dispositif réticulaire constituant le filtre dans un premier temps, et ensuite, progressivement, sur les particules déjà fixées auparavant. L'adhésion des particules les unes aux autres est due pour une faible part à la pesanteur, mais surtout à des actions de surface ; les anfractuosités microscopiques ou ultra-microscopiques de l'échafaudage ainsi construit et la granulométrie des particules agglomérées ont leur rôle. D'ailleurs, en outre, une quantité plus ou moins faible de la phase liquide imprègne, en même temps que les ions et les molécules dissous, la masse de substance retenue sur ou dans le filtre.

Au surplus, les molécules et les ions dissous sont eux-mêmes et elles-mêmes attirées par les particules colmatantes et d'une façon générale par toutes les surfaces solides avec lesquelles la phase liquide est en contact. Autrement dit, les forces d'attraction interparticulaires ou intermoléculaires interviennent de manière importante dans la filtration et le colmatage. Disons que, ainsi, entre en jeu l'adsorption.

Comme l'ont signalé déjà dans le Bulletin, G. BRÉBION, puis récemment J. BONTOUX, l'adsorption s'observe encore au cours de la coagulation et de la floculation, aussi bien vis-à-vis des hydroxydes d'aluminium et de fer que des polymères organiques mucilagineux. Il faut ajouter que les grosses particules qui, elles-mêmes, pour leur compte, sont peu accessibles à la dégradation, par contre, ont un pouvoir adsorbant fort utile vis-à-vis des polluants dissous qui sont alors entraînés dans la sédimentation naturelle ou artificielle.

C'est tout au long, tant des traitements d'épuration industriels que dans de nombreux phénomènes de l'autoépuration naturelle, que, aussi, de minéralisation de l'eau dans les terrains, que l'adsorption joue un rôle majeur.

Le phénomène de l'adsorption, découvert en 1773, par le pharmacien suédois SCHEELE, celui-là même qui découvrit aussi le chlore, a fait l'objet d'abondants travaux de chimie-physique. C'est essentiellement un phénomène de surface qui se manifeste soit entre phases solide et gazeuse, soit entre phases solide et liquide, soit aux interfaces entre liquides non miscibles, et qui se traduit par l'augmentation de la concentration d'une substance dispersée dans le fluide aux frontières entre phases différentes.

Dans les deux premiers cas, il est évident que l'intensité de l'adsorption est en liaison étroite avec la porosité du milieu solide et est d'autant plus forte que cette dernière est plus grande. Une difficulté, qui subsiste encore, surtout dans le domaine — seul en question ici, c'est-à-dire en Hydrologie — des systèmes solide-liquide, est celle de la mesure de la surface de contact totale, somme des microsursfaces de chaque site intérieur de la masse baignée par le milieu liquide.

Quoi qu'il en soit, selon les observations et la théorie de GIBBS (1878), dans la région d'une interface, la présence d'un corps dissous provoque une variation, le plus souvent un abaissement, de la tension superficielle qui cause une augmentation de la concentration locale de ce corps. La loi de FREUNDLICH (1907) exprime, comme conséquence de cette augmentation, la quantité de substance fixée sur l'unité de masse poreuse, en fonction de la concentration dans le fluide. Plus tard, LANGMUIR a montré que la fixation sur le solide se fait selon une orientation non quelconque et est réversible, c'est-à-dire que, dans des conditions données, température, concentration dans le fluide, il y a équilibre entre adsorption et désorption. Il y a modification de l'état des atomes et des molécules adsorbés qui se trouvent alors activés, d'où apparition de propriétés particulières. C'est, en accord avec le fait que l'adsorption diminue quand la température s'élève, un phénomène exothermique qui, même dans le cas des systèmes les plus simples, n'existe qu'exceptionnellement à l'état pur; il s'y superpose presque toujours des mécanismes secondaires, tels que une certaine diffusion, une certaine réactivité chimique.

Lorsqu'une solution très diluée, telle qu'une eau polluée ou non polluée, se trouve au contact d'une masse adsorbante, une certaine quantité de molécules d'eau est, elle-même, fixée sur celle-ci, en même temps que le sont en proportions diverses, les ions ou les molécules ou les micelles colloïdales dispersés dans la phase liquide.

Les forces qui attirent et retiennent sur un support solide ces très petites particules, sont en premier lieu de nature électrostatique. Cela s'explique, d'une part par le fait qu'une masse saline solide est obligatoirement limitée par sa surface extérieure, au niveau de laquelle existent des charges non équilibrées qui provoquent l'existence d'un champ; si celui-ci est positif, il attire des particules, notamment des ions, chargées négativement et inversement. Les composés ioniques ne sont pas seuls à posséder ces propriétés; les molécules polaires les ont

également et les molécules non polaires sont polarisables par le champ des ions du voisinage. En outre, il n'y a pas que les attractions électrostatiques qui soient responsables de l'adsorption, mais aussi les forces de Van der Waals, celles qui font que les gaz réels n'obéissent pas rigoureusement à la loi de Mariotte-Gay Lussac et qui sont dues aux mouvements des électrons sur leurs orbites. Ce sont ces forces de Van der Waals qui sont en cause dans le pouvoir adsorbant considérable des charbons ; lorsqu'il y a polarisation proprement dite, elles interviennent secondairement et plus ou moins faiblement, en même temps que les forces électrostatiques.

Un facteur qui n'est pas le moindre à considérer est la nature de l'adsorbant et de la substance adsorbable, ce qui détermine la grandeur des énergies de liaison mises en jeu. Le caractère sélectif de l'adsorption en résulte. Certains ions sont plus fortement adsorbés que d'autres ; il en résulte que les premiers déplacent les seconds ; les ions de valence élevée déplacent ceux de valence plus faible, mais le contraire se produit aussi par action de masse. Une expérimentation effectuée, il y a quelques années, au Laboratoire d'Hydrologie de la Faculté de Pharmacie de Paris, nous avait montré comment des ions strontium 90 radioactif migrent dans une terre argilo-sableuse soit par échange, soit par réactivité chimique et comment ces migrations sont influençables par la présence d'un surfactif.

En ce qui concerne les composés organiques, la compétition existe également ; par exemple, les grosses molécules sont adsorbées plus fortement que les petites.

Bien entendu, les bactéries sont adsorbables et leur paroi cellulaire, elle-même, possède un pouvoir adsorbant ; les virus sont adsorbables également, par exemple, sur les bactéries.

Il n'y a pas lieu de s'étendre sur l'importance de l'adsorption dans les systèmes solides-gaz qui se rencontrent, à titre d'exemples aussi bien à propos des masques antigaz qu'à propos de la catalyse chimique hétérogène. Mais, pour ce qui est des systèmes solides-liquides, elle est impliquée, avec au moins autant d'importance, dans une foule de domaines. Tout d'abord, il ne faut pas oublier qu'elle constitue le mécanisme fondamental de l'analyse chromatographique qui s'est révélée comme un outil incomparable dans la recherche scientifique moderne ; elle est encore impliquée dans la fertilisation des sols en agriculture, dans la teinturerie, la lubrification, les industries chimiques de purification ; son rôle en biologie est considérable. Bref, l'intérêt de l'adsorption est inépuisable.

Dans les problèmes de l'eau, ce phénomène joue un rôle énorme. Mentionnons l'application directe de l'échange d'ions. Mais il y a beaucoup plus. A une époque où l'on assiste à une diffusion sans limite de substances innombrables et les plus variées dont l'élimination des eaux est le but essentiel de l'Hydrurgie, l'adsorption, grâce notamment au développement de l'emploi des charbons comme moyen d'affinage de la purification, est devenue une ultime défense de l'Hygiène.

Elle apparaît comme répondant aux exigences de l'échelle de plus en plus basse des quantités auxquelles on est amené à considérer l'intervention des polluants, ce qui va de pair avec les sensibilités analytiques modernes. Cela ne veut pas dire que l'efficacité est entièrement complète, mais l'art des technologues, tirant profit de la connaissance scientifique, nous donne au moins un répit pour parer aux inquiétudes qui peuvent se manifester.