

ETUDE

des variations physico-chimiques de l'eau
de la Marne, à Neuilly-sur-Marne

par M. Pierre URBAIN

Maître de Conférences à l'Institut d'hydrologie et
de climatologie à la Sorbonne.

Dans le cadre des recherches inspirées par la Commission Scientifique de la Seine et de son Bassin, j'ai entrepris d'étudier les variations de la composition de l'eau d'une des grandes rivières de ce bassin, dans le triple but de déterminer :

- 1° l'importance de ces variations, et leurs relations avec les facteurs physiques et météorologiques;
- 2° l'origine géologique des différents minéralisateurs;
- 3° les conditions de milieu imposées aux organismes qui vivent dans cette rivière.

Le souci d'éliminer (autant que faire se pouvait) l'influence des pollutions industrielles, d'une part, et la nécessité de procéder à des prélèvements nombreux en un point d'accès facile, d'autre part, m'ont conduit à étudier la Marne à 35 km. environ de son confluent avec la Seine, en un point situé à 300 m. en amont du débouché du canal de Chelles, sur le territoire de Neuilly-sur-Marne. Les prélèvements ont été effectués à 20 m. environ de la rive droite, en plein courant, à des profondeurs moyennes de 2 m. Toutefois, l'eau destinée à la détermination de la teneur en oxygène libre a été prélevée en surface, dans des tubes de NICLOUX.

Les éléments de la minéralisation saline ont été déterminés à l'aide de réactions colorées, l'intensité des colorations obtenues étant évaluée au moyen du comparateur à cellules photoélectriques construit par les Etablissements JOUAN. Cet appareil utilise le principe différentiel : la solution étudiée est comparée à une solution-étalon de concentration connue en ce qui concerne l'élément ou l'ion à doser. Toutefois, les étalons doivent, suivant la technique généralement adoptée, être renouvelés au moment de chaque dosage, leur conservation étant presque toujours précaire. Pour éviter cette sujétion et simplifier les opérations analytiques, j'ai, une fois les courbes d'étalonnage établies, substitué des écrans en verre coloré aux solutions-étalons les plus concentrées, chaque écran présentant les mêmes caractéristiques d'absorption que la solution correspondante. (1)

(1) On parvient à l'exacte concordance de ces caractéristiques en partant d'une solution un peu plus concentrée que nécessaire, et en l'ajustant par dilution, à la coloration de l'écran.

Les prélèvements ont été effectués à raison de trois par mois, du début de Novembre 1941 à la fin d'Octobre 1942.

Pendant ces douze mois, le régime de la Marne a été d'une grande simplicité. A la fin de Novembre, le niveau de la rivière était à peine supérieur à la moyenne des étiages estivaux (2m60). En Décembre et Janvier, on a observé trois petites crues dont l'amplitude n'a pas dépassé un mètre, et entre lesquelles la Marne est revenue à la cote qui vient d'être indiquée. Puis, à la fin de Février, une crue rapide a porté cette cote à 4m70. A partir du 23 Mars a commencé une décrue non moins rapide (-1m45 en quatre jours); ce mouvement s'est poursuivi en Avril dont le début a toutefois été marqué par deux poussées brutales, mais très brèves. Dès le 25 Avril, le niveau s'est stabilisé autour de 3m60, comme à l'automne : l'amplitude des oscillations observées pendant l'été n'a pas dépassé \pm 0m30. Le 9 Septembre, l'étiage le plus bas de l'année a été atteint avec 3m35.

La concentration des principaux minéralisateurs a, en première approximation, varié en raison inverse du débit dont les cotes précédentes indiquent les fluctuations.

En particulier, la teneur en calcium (Ca^{++}) a diminué de Novembre à fin Mars, a remonté brusquement lorsque la décrue s'est produite et est passée par un maximum à l'étiage de Septembre, la concentration atteinte alors (130mg par litre) étant 2 fois plus élevée que celle qui correspondait au minimum de Mars (60mg par litre); les petites crues hivernales se sont immédiatement traduites par des minima partiels

La variation des teneurs en carbonates et en sulfates paraît suivre la même loi générale, mais avec une moindre régularité; en outre il existe, entre les positions des accidents visibles sur les courbes correspondantes, des décalages plus ou moins accentués, qui semblent montrer que ces sels ne sont pas empruntés aux mêmes formations, et notamment que les sulfates pourraient provenir des régions les plus élevées du bassin. Toutefois il n'est pas douteux qu'il faudra plusieurs années d'observations continues pour substituer une certitude à cette première impression. La multiplication des points de prélèvement vers l'amont serait propre à faciliter l'interprétation des données qui seront réunies dans ce but à partir de 1943, mais les circonstances actuelles ne se prêtent guère à la réalisation d'un programme comportant des déplacements fréquents à longue distance.

Les éléments de la minéralisation secondaire n'existent qu'en proportions trop faibles pour qu'il soit possible de tirer des conclusions valables de l'étude de leurs variations pendant l'année 1941-1942. Ici encore, il faudra poursuivre les observations pendant plusieurs années et, de plus, perfectionner les procédés analytiques, de manière à réduire les erreurs absolues. Je me contenterai donc de signaler ici :

1^o que la teneur en nitrates (NO_3^-) de l'eau de la basse Marne, qui est relativement élevée (10mg par litre en moyenne), a cru d'une manière assez régulière au cours des mois d'été pour atteindre 17 mg par

litre à l'étiage de Septembre;

2° que la Marne est très pauvre en sodium (moins de 6mg par litre en moyenne) et plus pauvre encore en potassium, comme il est de règle dans les solutions naturelles;

3° que des ions auxquels les biologistes attachent une grande importance (NO_2^- ; NO_3^- ; PO_4^{---} ; Fe^{+++}) n'atteignent dans l'eau de la Marne qu'à des concentrations inférieures à 1mg par litre : il a paru nécessaire, avant de les étudier d'une manière systématique, de faire construire un comparateur plus sensible que celui qui sert à la détermination des éléments de la minéralisation principale. Cet instrument, qui est achevé à l'heure qu'il est, permettra d'observer les solutions colorées sur une épaisseur de 10 ou de 20 cm : les cuves utilisées jusqu'à présent avaient 1 à 4 cm d'épaisseur.

A côté de la minéralisation saline, les teneurs en oxygène libre ont fait l'objet d'une étude attentive, notamment du point de vue de leurs variations en fonction de la température de l'eau et de l'air. Les gaz étant plus solubles à froid qu'à chaud, les teneurs les plus élevées ont été atteintes en hiver (17,4 mg par litre le 5 Janvier), et les plus basses en été (8,2 mg par litre le 7 Août) comme il fallait s'y attendre, mais elles ont varié plus vite et plus irrégulièrement que la température de l'eau. Si l'on admet que celle-ci est le seul facteur de la solubilité de l'oxygène, il est possible de calculer, pour chaque température observée, une teneur virtuelle en oxygène qui ne coïncide qu'exceptionnellement avec la teneur réelle à la même date. Pendant l'année 1941-1942, les teneurs réelles se sont trouvées en excès sur les teneurs virtuelles pendant 186 journées, et en défaut pendant 149 journées seulement, l'équilibre apparent ayant été réalisé 11 fois (1). Pour me conformer à l'usage général, j'ai employé le terme de sursaturation pour désigner une teneur réelle en excès sur une teneur virtuelle déduite de la température et de la valeur du coefficient d'absorption de l'oxygène dans l'eau pure à cette température, la pression atmosphérique étant supposée égale à 760 mm de mercure et la pression partielle de l'oxygène fixée à 20 centièmes (152 mm). Toutefois, il n'est pas démontré que l'excès en question corresponde à une sursaturation véritable, au sens que les thermodynamiciens donnent à ce mot, car l'eau d'une rivière ne peut être assimilée à de l'eau pure et, de plus, la pression atmosphérique est éminemment variable. Je n'ai pu disposer des variations de ce dernier facteur, et par suite introduire un terme de correction dans le calcul des teneurs virtuelles : j'espère pouvoir combler ces lacunes au cours de l'année à venir, notamment en utilisant les observations de l'Observatoire du Parc Saint-Maur, qui n'est pas éloigné du lieu de mes prélèvements.

Ces réserves faites, il reste possible de faire quelques remarques intéressantes au sujet des variations de la teneur en oxygène libre :

(1) Les observations ont été faites du 13 Novembre 1941 au 22 Octobre 1942, soit pendant 346 jours.

1° la "sursaturation" n'est importante et ne se maintient pendant longtemps qu'à la condition que la température de l'air ait été, pendant plusieurs jours, nettement inférieure à la température de l'eau.

2° lorsque cette condition s'est trouvée remplie (et il est évident qu'elle l'a été plus fréquemment en hiver qu'en été), la "sursaturation" s'est manifestée 10 à 15 jours après la date où la température de l'air est devenue inférieure à celle de l'eau, et elle a atteint sa plus grande valeur 40 à 45 jours après cette date : on s'explique ainsi que les teneurs maxima en oxygène libre n'aient jamais coïncidé, au cours de l'année, avec les minima de la température de l'eau. Dans ce phénomène, certainement très complexe, interviennent vraisemblablement la vitesse d'invasion et d'évasion de l'oxygène, la vitesse de diffusion de ce gaz dans la solution naturelle, la différence entre la température de l'eau et de l'air dans les parties hautes du bassin, le temps mis par le flot à parvenir de ces parties hautes jusqu'à Neuilly sur-Marne, etc....

3° A ces facteurs physiques, les biologistes estiment qu'il faut ajouter l'activité des plantes aquatiques à chlorophylle pendant le printemps et l'été, activité qui tendrait à provoquer la "sursaturation" de l'eau pendant les mois chauds : je dois dire que les courbes obtenues ne mettent guère cette activité en évidence. La période de sursaturation constatée de fin Mai à la mi-Juillet pourrait être déterminée exclusivement par les facteurs physiques énumérés plus haut, mais, comme la température de l'air n'a été que de peu inférieure à la température de l'eau (et pendant un petit nombre de jours) en Mai et Juin, il est possible que l'excès d'oxygène pendant la période en question ait bien été dû à la prolifération des végétaux aquatiques.

En résumé, les observations faites pendant cette première année d'études posent des problèmes nombreux et laissent entrevoir des solutions intéressantes : il est souhaitable que les moyens mis à la disposition de la Commission Scientifique de la Seine et de son Bassin soient encore accrus au cours des années à venir.

Paris le 31 Décembre 1942