

**Etudes physico-chimiques
du
Bassin maritime de l'Escaut**

PAR

R. E. L. CODDE

Extrait du Bulletin du Centre d'Etudes, de Recherches et d'Essais
scientifiques des Constructions du Génie civil et d'Hydraulique
fluviale (Tome V - 1951)

I. — RÉGIME MARITIME.

Le régime maritime de l'Escaut se caractérise :

1^o) par une embouchure libre;
2^o) par une amplitude de marée relativement forte à l'embouchure : l'amplitude moyenne annuelle y est de 3,76 m. et celle des marées de syzygie et de quadrature, respectivement 4,37 m. et 2,98 m.;

3^o) par une pénétration lointaine de l'onde marée dans le bassin de l'Escaut : la limite amont de la partie maritime de l'Escaut se situe au barrage de Gentbrugge à 160 km. de l'embouchure.

Cette limite est artificielle, car en cet endroit, l'énergie de l'onde est loin d'être entièrement dégradée;

4^o) par l'existence d'une marée fluviale qui développe une onde isolée, c'est-à-dire dont la durée d'évolution est toujours moindre que celle de la marée qui lui donne naissance à l'embouchure.

Il s'ensuit que sur l'Escaut, une onde marée y a toujours terminé entièrement sa propagation, avant que l'onde suivante commence à pénétrer dans le fleuve;

5^o) par un débit d'amont très faible par rapport au volume de flot : à Anvers, situé à 83 km. de l'embouchure, le débit d'amont normal ne représente guère plus de 10 % du volume de flot qui, à cet endroit, est évalué en moyenne, à 62 millions de m;³

6^o) par un faible amortissement de l'onde marée; depuis l'embouchure jusqu'aux environs d'Anvers, l'amplitude augmente même en moyenne de 25 %, reste pratiquement stationnaire sur un parcours de 25 à 30 km., pour diminuer ensuite graduellement vers l'amont. A Gentbrugge, limite extrême du bassin maritime, l'amortissement de l'onde n'est que de 52 %, quand le débit supérieur est normal.

II. — SALINITÉ ET CHLORINITE DE L'EAU DE LA MER DU NORD.

D'après plusieurs auteurs, l'eau de la mer du Nord a, en première approximation, une composition constante.

Non seulement sa composition varie peu avec la saison, mais de toute manière, la proportion des différents sels dissous reste invariable.

C'est ainsi qu'on peut admettre qu'un litre d'eau de la Mer du Nord contient 35,5 gr. de sels divers, dont 78 % de chlorure de sodium (NaCl), 10 % de chlorure de magnésium (MgCl_2) et 6 % de sulfate de magnésium (MgSO_4).

Exprimé en ions de chlore, nous mesurons 19,5 gr. au litre : c'est la chlorinité de l'eau.

Entre la chlorinité et la salinité existe la relation :

$$\text{Salinité} = 1,81 \text{ Chlorinité.}$$

Il suffit donc de déterminer uniquement la chlorinité d'une eau de mer, pour connaître sa salinité.

La chlorinité peut encore se chiffrer en gramme NaCl /litre, en supposant tous les ions de chlore combinés au sodium.

Enfin on fait de plus en plus usage de valences ou millivalences, pour exprimer la teneur en chlore. 1 millivalence correspondant à 35,5 milligrammes de Cl au litre (35,5 étant le poids atomique de Cl).

L'eau de mer contenant 19,5 gr. de Cl, a donc une chlorinité de 550 millivalences.

III. — MESURE DE LA CHLORINITÉ.

Pour la détermination de la chlorinité des eaux, nous avons fait usage de deux méthodes :

1^{o)} par titrage (méthode de MOHR) qui consiste à précipiter le chlore par une solution titrée de nitrate d'argent, en présence de chromate de potasse, qui sert d'indicateur.

Le nitrate d'argent précipite le chlore à l'état de chlorure d'argent. La fin de la fixation du chlore est indiquée par la coloration du chromate d'argent, formé par l'excès du nitrate d'argent, qui se combine au chromate de potasse.

C'est une méthode simple, relativement rapide, et qui, dans le plus grand nombre de cas, donne de bons résultats;

2^o) *Par la mesure de la conductivité.*

Vu le grand nombre d'échantillons à traîter, nous avons cherché une méthode plus rapide et déterminé la chlorinité des solutions suffisamment salées, par la mesure de la conductivité.

La conductivité est variable avec la salinité, (chlorinité) et surtout avec la température.

De nombreuses mesures préalables nous ont permis de déterminer l'accroissement relatif $\frac{d\lambda}{\lambda}$ de la conductivité des eaux de l'Escaut, en fonction de la température.

Nous avons trouvé : $\frac{d\lambda}{\lambda} = 0,022$ par degré.

D'autre part, la comparaison des deux méthodes nous a permis de tracer la courbe corrélative liant la conductivité, réduite à 15°, à la chlorinité.

La mesure a été faite au moyen d'un pont de KOHLRAUCH, une des branches étant formée par le liquide mis dans une cellule à deux électrodes, les autres étant réunies dans un appareil construit par la société PHILIPS, le « *Philoscope* », qui renferme également l'appareil de zéro.

Cet appareil nous a donné entière satisfaction et nous a facilité l'analyse de nombreux échantillons prélevés.

IV. — CHLORINITÉ DES EAUX D'AMONT.

L'analyse des eaux des différents affluents du bassin hydrographique de l'Escaut, a montré que leur composition est assez constante.

Ce sont des eaux plus ou moins dures, ne renfermant que des traces d'ions de chlore.

Nous avons trouvé les résultats suivants, exprimés en moyennes :

Escaut supérieur	0,17 gr	NaCl/litre
Dendre	0,13 gr	" "
Dyle	0,25 gr	" "
Senne	0,20 gr	" "
Grande Nèthe	0,10 gr	" "
Petite Nèthe	0,07 gr	" "

V. — CHLORINITÉ DES EAUX DE L'ESCAUT A ANVERS.

Nous venons de voir que la chlorinité à l'embouchure de l'Escaut est pratiquement constante et mesure 550 millivalences.

A l'autre extrémité du bassin hydrographique la chlorinité est pratiquement nulle.

On peut donc se demander comment varie la chlorinité des eaux de l'Escaut, dans le temps et dans l'espace.

Variation en profil transversal.

Pour fixer les idées, considérons le cas où plusieurs échantillons sont prélevés simultanément dans un même profil transversal et supposons, par exemple, que les prises aient lieu en rade d'Anvers.

On constate que la chlorinité est pratiquement la même dans toute l'étendue du profil; pas de stratifications, ni trace de courant laminaire d'eau salée, se déplaçant sous forme de coin, sous une couche d'eau douce, comme on le constate dans certaines rivières maritimes à grand débit d'amont, mais une masse pratiquement homogène.

L'explication doit être cherchée dans le brassage des eaux, qu'on observe dans le tronçon aval de l'Escaut, qui est encore plus ou moins à l'état divagant, et dans la turbulence des eaux occasionnée par les coude prononcés du lit, en aval d'Anvers.

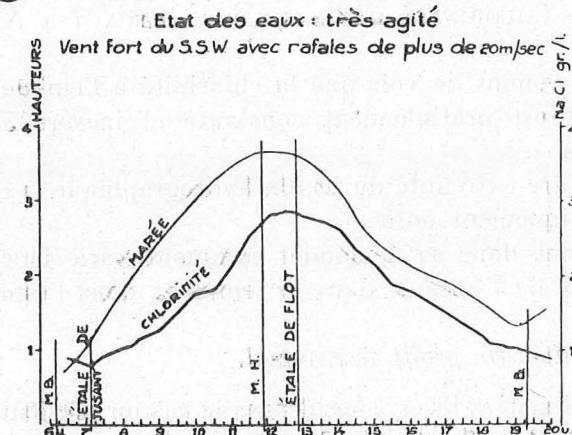
Variation avec l'onde marée.

Au fur et à mesure que le flot s'accentue, les eaux passant devant Anvers, deviennent de plus en plus salées.

La courbe de chlorinité présente une allure sinusoïdale, analogue à celle de la courbe locale des hauteurs d'eau (diagramme I), le maximum et le minimum se présentant respectivement aux moments des étales de flot et de jusant.

**Variation de la chlorinité des eaux de l'Escaut à Anvers
en fonction de la période diurne de la marée**

(I) de quadrature du 9 février 1949



Plus la marée est forte et plus grande est le maximum de la chlorinité.

Pour Anvers, on peut admettre qu'une augmentation d'un mètre du niveau de la marée haute, provoque une augmentation du maximum de la chlorinité de 1 à 1 1/2 gr. de NaCl/l.

Variation annuelle du maximum et du minimum.

Depuis janvier 1949, des échantillons de l'eau de l'Escaut sont prélevés devant Anvers, vers les moments des étales de la marée diurne et systématiquement analysés. Les résul-

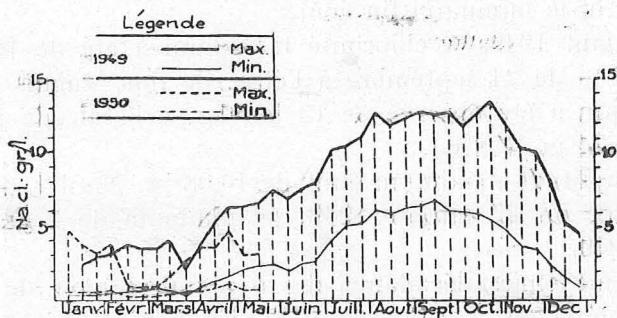
tats de ces analyses sont résumés dans le diagramme II, qui donne les moyennes décadiques des maxima et minima, pour l'année 1949 et pour les 5 premiers mois de 1950.

(II)

Chlorinité des eaux de l'Escaut à Anvers

exprimée en Nacl.

Moyennes décadiques des max. et min.



Pour 1949, ces valeurs extrêmes augmentent continuellement — avec quelques fluctuations — depuis le commencement de l'année jusqu'au mois d'août, présentant alors un palier pour diminuer ensuite rapidement à partir de la mi-octobre.

En résumé, nous avons comme valeurs moyennes décadiques de la chlorinité :

Période	Max.	Min.	Moyenne $M = \frac{F+J}{2}$	Amplitude $\Delta = F-J$
	F	J		
Janvier 1949	2,5	0,8	1,4	2,2
Fin juillet	12,9	6,2	9,5	6,7
Mi octobre	13,4	6,5	9,9	6,9
Fin 1949	5,7	1,1	3,4	4,6

Remarquons que la branche montante est beaucoup plus longue que la branche descendante : pour porter la chlorinité de 5 à 10 gr. il a fallu 8 décades; 1 mois a suffi pour ramener la chlorinité de 10 à 5 gr.

La valeur moyenne, ainsi que l'amplitude de « l'onde de la chlorinité » varient parallèlement à celles des valeurs extrêmes.

Quant à la valeur du rapport de $\frac{\Delta}{M}$, elle varie de 1,42 à 0,56, le maximum se présentant au commencement de février et le minimum fin août.

Pendant 1949, la chlorinité maximum a été de 16,2 gr. NaCl/l — le 24 septembre à l'étale de flot, tandis que le minimum a été observé le 13 janvier, à l'étale de jusant, avec 0,24 gr. NaCl/l.

L'amplitude maximum était de 10,08 gr. NaCl/l, lors de la marée du 27 octobre 1949; le minimum de 1 gr./l, le 10-1-1949.

Les moyennes décadiques des 5 premiers mois de 1950, sont inférieures à celles de 1949. En février et mars, ces courbes présentent une inflexion; la moyenne des maxima tombe pour les deux premières décades, de février, de 4 gr. à 0,9 gr. Cette chute est en corrélation avec la grande pluviosité de mi-février.

La chlorinité des eaux de l'Escaut, semble donc fort sensible à l'importance du débit d'amont ou, en d'autres termes, que ces deux variables présentent une affinité fonctionnelle indéniable.

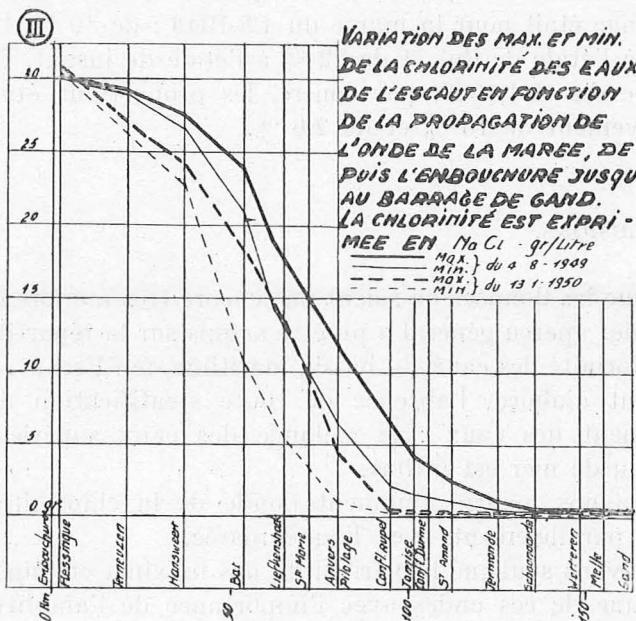
Aussi peut-on espérer qu'une relation explicite puisse être trouvée entre la variation de la chlorinité et les fluctuations du débit supérieur.

VI. — VARIATION ENTRE L'EMBOUCHURE ET LA LIMITÉ EXTRÈME DU BASSIN MARITIME.

Parallèlement à la détermination de la chlorinité des échantillons pris devant Anvers, une étude systématique a

été entamée, pour connaître la variation et l'amplitude de la chlorinité, tout le long de l'Escaut maritime pendant l'évolution entière d'une onde marée.

Une dizaine de marées ont été ainsi étudiées en 1949, et depuis 1950, les échantillons sont prélevés 1 fois par semaine, dans une bonne vingtaine de postes du bassin maritime de l'Escaut.



Les courbes du diagramme III, donnent deux cas caractéristiques de la variation des maxima et minima de la chlorinité des eaux de l'Escaut, entre l'embouchure et Gand, limite extrême du bassin maritime.

L'allure générale des deux séries de courbes est semblable.

Dans la partie aval — de 40 à 50 km. de longueur — la variation de la chlorinité est lente; la diminution est beaucoup plus rapide dans le tronçon suivant, qui s'étend jusque sur 50 à 60 km. Enfin, dans la partie supérieure du bassin maritime, la chlorinité à l'étale de jusant est identique à

celle des eaux supérieures. Cette dernière zone a une longueur variable avec la saison et peut varier entre 45 et 65 km.

Pour la marée du 4-8-1949, les valeurs extrêmes à Anvers, étaient de 11,70 gr. et 6,5 gr.; l'amplitude maximum se présente au droit d'Anvers. Pour la marée du 13.1.1950 l'amplitude est maximum au droit de Liefkenshoek, une dizaine de km. en aval d'Anvers; les valeurs maxima à Anvers même, sont seulement de 4,58 et 0,78. A Anvers, ce mélange était pour la marée du 4.8.1949 : de 39 % d'eau de mer à l'étalement de flot et de 22 % à l'étalement de jusant. Pour la marée du 10.1.1950, par contre, les proportions étaient respectivement de 16 % et de 2,6 %.

CONCLUSIONS.

Quoique les données ne soient pas encore très nombreuses, un premier aperçu général a pu être acquis sur la répartition de la chlorinité des eaux du bassin maritime de l'Escaut.

Et tout d'abord, l'absence de toute stratification dans l'écoulement des eaux : le mélange des eaux supérieures avec l'eau de mer est intime.

Nous avons montré comment l'onde de la chlorinité se propage parallèlement avec l'onde marée.

Nous avons souligné la variabilité des maxima et minima de chacune de ces ondes avec l'importance de l'amplitude de la marée et avec la saison.

Cette dernière variation est la plus importante : l'augmentation de la salinité pendant la première moitié de l'année et la chute rapide vers la fin révèlent nettement l'influence agissante des facteurs hydrologiques et météorologiques sur les caractéristiques des eaux de l'Escaut.

L'étude de cette corrélation ne sera toutefois possible, que quand nous disposerons d'une documentation plus complète, s'étendant sur une période plus longue.

Ceutorich Louvain
(9419)
