L'ÉCLUSE DE MARDYCK (PRÈS DE DUNKERQUE) LIMITE LA PÉNÉTRATION D'EAU DE MER DANS LE CANAL A GRAND GABARIT

par B. QUETIN

Ingénieur à SOGREAH

INTRODUCTION ET CONCLUSION GÉNÉRALE

par G. GIAUFFRET

Ingénieur des Ponts-et-Chaussées,
Directeur de l'exploitation au Port autonome
de Dunkerque

INTRODUCTION

Sur environ 40 000 ha autour de Dunkerque, le niveau moyen du réseau de surface, [(+ 0,65) NGF], est inférieur à celui des plus hautes mers, [(+ 1,65) et plus], et à peine supérieur au niveau moyen de cette dernière (environ 0). Les eaux de ruissellement s'écoulent à la mer par l'intermédiaire d'ouvrages fonctionnant à marée basse (ouvrage Tixier à Dunkerque, équipé depuis peu d'une station de pompage; écluses de Gravelines).

L'accès au port de Dunkerque des bateaux fluviaux circulant sur le canal de Bourbourg est venu compliquer le problème de la sauvegarde de l'eau douce, car le port est maintenu par les écluses maritimes à un niveau voisin de celui des marées hautes.

Le problème avait été résolu à la fin du siècle dernier par la création d'un bief bas dans lequel débouchaient à la fois l'écluse terminale du canal de Bourbourg et les écluses portuaires, ce bief s'ouvrant lui-même à marée basse vers la mer.

Cette solution, qui consomme beaucoup d'eau douce tout en demeurant imparfaite sur le plan de la diffusion de la salinité, n'a pas été retenue pour le nouveau débouché du canal de Bourbourg élargi au grand gabarit, pour lequel une écluse spécialement équipée a été réalisée, l'écluse de Mardyck.

Grâce à cette écluse, qui n'a aucune fonction d'écoulement à la mer, la séparation de l'eau douce et de l'eau salée est assurée en pratique.

LE FONCTIONNEMENT DE L'ÉCLUSE DE MARDYCK A DUNKERQUE

Lors de la session du Comité technique de la Société Hydrotechnique de France de novembre 1964, MM. Ribes et Blanchet ont présenté le projet de l'écluse de Mardycck et les essais sur modèle réduit qui en permirent la mise au point (voir *La Houille Blanche*, n° 1-1965).

Première du genre à l'époque, puisque les Pays-Bas ont adopté depuis la « technique Dunkerque » pour leur écluse de Kreekrak, l'ouvrage de Mardycck présente la particularité de constituer une barrière contre le sel. Rappelons que cette écluse assure le transit des péniches entre les bassins à flot du port de Dunkerque (cote de l'eau : + 1,65 à 3,15 m NGF) et le canal de Dunkerque-Valenciennes (cote de l'eau + 0,65 NGF). Il fallait interdire la pénétration d'eau salée dans une eau douce toujours plus précieuse située en moyenne 1,50 m plus bas. Le principe adopté consiste à échanger totalement l'eau contenue dans le sas, en exploitant la stratification naturelle des deux eaux par suite de leur différence de densité.

L'écluse comporte deux circuits d'alimentation. L'un réservé à l'eau salée aboutit sous le radier du sas. Le circuit d'eau douce comprend deux aqueducs en charge lon-

geant les bajoyers et reliés au sas par 32 pertuis en forme de col de cygne arasés sous la cote du plan d'eau minimal, soit celle du canal de navigation.

L'opération classique de mise à niveau dans l'écluse s'effectue toujours avec de l'eau salée. L'échange de l'eau salée par l'eau douce ou l'échange de l'eau douce par l'eau salée s'effectue toujours à niveau bas dans le sas.

Les pertes d'eau douce ont plusieurs causes :

a) Au niveau des siphons latéraux l'aspiration de l'interface est de l'ordre de 0,25 à 0,30 m avec les conditions de débit adoptées. Il en résulte l'impossibilité pratique de récupérer toute l'eau douce du sas et la couche résiduelle s'étalera sur l'eau de mer lors de l'ouverture de la porte, sous l'effet de la différence des densités.

On peut réduire l'épaisseur de cette couche d'eau douce à condition de laisser pénétrer du sel dans les aqueducs latéraux. Le modèle réduit avait alors montré un bilan global en sel meilleur malgré les diffusions induites dans les aqueducs.

b) Au niveau du radier l'eau salée pénètre dans le sas sous forme de jets verticaux dont l'effet avait été étudié sur

un modèle réduit particulier. Bien que les vitesses de ces jets soient faibles, 0,15 m/s, il se forme au début de l'injection et au-dessus de chaque orifice de véritables champignons qui déferlent dès que leur hauteur atteint une dizaine de centimètres en entraînant une dispersion turbulente du sel dans l'eau douce.

c) Malgré l'échange d'eau, du sel est rejeté dans le canal soit parce qu'il sera resté au fond du sas une couche d'eau saumâtre en fin d'échange, soit par suite de fuites des vannes. Aussi une fosse anti-sel a été prévue pour recueillir ces eaux saumâtres. Bien que profonde de 4 m au dessus du radier du canal, le passage des bateaux y induit probablement une certaine diffusion par turbulence. Les eaux ainsi perdues sont reprises par deux pompes auxiliaires de 150 l/s chacune et rejetées dans l'eau de mer.

Fonctionnement automatique de l'écluse.

Malgré sa complexité, et précisément à cause d'elle, le fonctionnement de l'écluse ne pouvait qu'être automatique. La fin de la phase d'échange présentait une certaine difficulté de repérage parce que d'une part l'interface de séparation des deux couches d'eau offre une épaisseur non négligeable, et d'autre part les détections de salinité par conductibilité électrique nécessitent de fréquents nettoyages et réétalonnages peu pratiques en exploitation. La solution retenue est basée sur le réglage de la combinaison volume-temps ou ce qui revient au même débit-temps. Elle entraîne en contrepartie un étalonnage précis des pertes de charge dans les circuits hydrauliques et la connaissance du volume déplacé par les bateaux en transit, volume qui intervient en déduction du volume d'échange à réaliser.

Trois paramètres gouvernent donc le système :

- la différence de niveau port-canal;
- la durée de la phase d'échange;
- le volume d'eau à changer.

Le premier paramètre est facile à détecter. Il est affiché directement sur le pupitre de commande de l'écluse.

La durée d'échange a été fixée lors des études initiales à deux valeurs possibles, 10 mn en hiver et 12 mn en été, période d'étiage des eaux d'alimentation des canaux.

Le volume d'échange diffère entre hiver et été. Il est limité au strict volume d'eau contenu dans le sas soit 8 400 m³ en hiver. En été, pour obtenir l'économie maximale, on accroît ce volume à 10 600 m³ ce qui introduit dans les aqueducs une quantité théorique d'eau salée égale à 50 % de leur volume. Ceci en accord avec les résultats du modèle réduit.

Grâce à un programme de calcul sur ordinateur, des tables à l'usage de l'éclusier ont été établies, une table en usage l'été et l'autre pour l'hiver. Elles donnent, en fonction du volume des bateaux et de la dénivellation, le degré d'ouverture des vannes (échange de l'eau douce par l'eau salée) ou la vitesse des pompes (échange de l'eau salée par l'eau douce). Les pompes sont entraînées par l'intermédiaire d'un coupleur hydraulique.

Étalonnage des circuits hydrauliques.

Les premiers essais réalisés sur l'écluse furent l'étalonnage des circuits hydrauliques. Effectués avant l'achèvement des travaux de raccordement avec le port, on disposait en amont de l'écluse, d'une portion de canal fonctionnant en réservoir et remplie d'eau douce. Il était facile de faire varier le niveau amont, d'établir un régime per-

manent, et de mesurer les débits avec une batterie de moulinets placée dans l'extrémité du sas côté aval. Des lissages par moindres carrés permirent de donner des expressions analytiques des lois de pertes de charge. On a trouvé en appelant Q le débit (en m³/s), N l'ouverture des vannes ($0 < N < 1$) et H la dénivellation mer-sas ou sas-canal selon le cas (en mètres) :

a) Circuits gravitaires d'eau salée :

$$Q = aH^b$$

avec :

$$a = 23,92 N^{0,82} \quad \text{et} \quad b = 0,57 N^{-0,23}$$

b) Circuits de pompage d'eau salée (les pompes elles-mêmes ont été contrôlées sur banc par le constructeur) :

$$Q = 9,13 H^{0,73}$$

c) Circuits d'eau douce (deux aqueducs) :

$$\text{— sens écluse-canal : } H = 2,88 \cdot 10^{-5} Q^{2,68}$$

$$\text{— sens canal-écluse : } H = 0,271 \cdot 10^{-3} Q^2$$

Mesures de salinité.

Deux campagnes de mesures de salinité ont été menées à Mardyck, la première avant ouverture de l'écluse au trafic, la seconde lorsque celui-ci est devenu suffisant, notamment en ce qui concerne les convois poussés de 3 000 t. Ces mesures ont été faites avec des détecteurs de salinité basés sur la conductibilité de l'eau. Toutefois la nécessité de ne pas éloigner la sonde des appareils de mesure entraînait l'emploi d'un circuit de puisage de l'eau et d'amenée au capteur, circuit constitué d'une petite pompe électrique et de tuyaux plastiques.

L'appareillage était d'une excellente sensibilité, mais le principe de mesures introduit une certaine imprécision car on n'obtient pas une mesure ponctuelle mais une moyenne autour du point de prélèvement de l'eau. Les valeurs données par ces appareils comprennent tous les sels dissous et non le seul chlorure de sodium.

Le but des essais était essentiellement de confirmer les consommations en eau douce de l'écluse, de préciser les phénomènes d'échange dans les aqueducs latéraux, et l'action des manœuvres des bateaux entrant ou sortant du sas; le modèle réduit avait montré un effet de piston important et des contre-courants dans les aqueducs latéraux et les circuits situés sous le radier.

Un grand nombre de paramètres interviennent dans le fonctionnement de l'écluse et il est difficile avec un nombre limité de mesures, d'isoler le rôle de chacun et de trouver des lois de variations. De plus, les phénomènes de densité mettent en jeu des forces et des frottements très faibles, et l'on se heurte toujours à une certaine dispersion aléatoire des résultats. Aussi, après quelques recherches difficiles, avons-nous utilisé des méthodes statistiques et dégagé les tendances grâce à des calculs de corrélation.

Essais hors navigation.

Les profils de salinité relevés dans le sas sont très similaires à celle observée sur le modèle réduit et la figure 2 a donne leur allure générale.

A niveau bas, après échange de l'eau salée par l'eau douce le profil relevé est tantôt strictement vertical ce qui indique un sas parfaitement rempli d'eau douce, tantôt légèrement incurvé au voisinage du radier (fig. 2 b). A niveau haut lors de l'échange inverse la concentration en sel voisine de celle de l'eau douce croît linéairement avec la

B. QUETIN

profondeur sur le 1/3 de la hauteur d'eau environ, puis devient constante et égale à la concentration de l'eau de mer. Il n'y a donc pas d'interface au sens géométrique que l'on pourrait donner à ce terme, mais zone de transition comme d'ailleurs on l'observe dans tous les phénomènes de stratification densimétrique.

A l'ouverture des portes de l'écluse l'eau superficielle mais dense s'étale vers le port et la concentration dans le sas s'accroît lentement.

Dans les aqueducs latéraux la salinité croît linéairement avec la profondeur.

Les valeurs moyennes obtenues sur une trentaine d'essais sont les suivantes :

— Cote de l'eau dans le canal	0,70 m NGF ou 4,05 m marine
— Cote de l'eau dans le port	1,88 m NGF ou 5,23 m marine
— Concentration en sel de l'eau de mer	28,28 g/kg
— Concentration en sel de l'eau douce.	2,16 g/kg
— Concentration moyenne dans le sas à niveau haut	21,75 g/kg
— Concentration moyenne dans les aqueducs	13,04 g/kg
— Débit moyen d'échange	14,2 m ³ /s

A niveau haut, après remplissage en eau salée, ces valeurs donnent les volumes équivalents ci-dessous :

— volume moyen d'eau douce	2 490 m ³
— volume moyen d'eau salée	7 430 m ³

soit un rendement de l'échange d'eau de l'ordre de 75 %.

Dans les aqueducs latéraux la concentration relevée correspond à un mélange de 1 660 m³ d'eau douce avec 2 440 m³ d'eau salée.

L'expérience montre que l'on a bien laissé pénétrer dans les aqueducs la quantité de sel théoriquement prévue mais qu'il ne s'y établit pas de stratification véritable, si bien qu'une partie du sel est même rejetée côté canal.

Dans une écluse comme celle de Mardyk en l'absence de bateau, les volumes d'eau extraits du sas par pompage sont strictement égaux aux volumes qui y sont introduits. La masse d'eau qui sert d'interface entre l'eau douce et l'eau salée est donc déplacée alternativement dans les deux sens et on conçoit ainsi que l'interface soit plus diffus que dans un milieu au repos.

Essais avec navigation.

Alors que l'on était en droit d'attendre un fort brassage de l'eau du sas et une destruction de la stratification, c'est le contraire qu'a révélé les essais. Quand un bateau provient du port et pénètre dans le sas, l'eau déplacée s'écoule sous le bateau, si bien que c'est l'eau salée qui est rejetée et que l'interface s'abaisse. Ceci est dû évidemment à la lenteur des manœuvres du bateau et au fait que les hélices situées à l'arrière n'interviennent pratiquement pas dans le sas. Ainsi sur douze essais, tous effectués avec des convois poussés de 3 000 t de charge utile et déplaçant 4 000 m³, l'eau chassée du sas représente 1 500 m³ d'eau douce et 2 500 m³ d'eau salée et l'interface théorique moyen s'est abaissé de 1,21 m à 1,61 m sous la surface.

Lors de la sortie d'un convoi du sas vers le canal Dunkerque-Valenciennes, on est au contraire surpris de voir la salinité au fond du sas s'accroître d'une quantité équivalente à un apport de 250 m³ d'eau de mer. Comme il est hautement improbable qu'une telle quantité provienne des seuls circuits situés sous le radier, leur volume ne représentant que 750 m³ d'eau, il faut bien admettre qu'une partie du sel est réaspiré dans la fosse anti-sel.

Le calcul confirme la vraisemblance de cette hypothèse. Les durées de manœuvre des bateaux conduisent à un débit de remplissage du sas de l'ordre de 17 m³/s. L'interface dans le bassin anti-sel est en moyenne à la cote — 4,7 m NGF et la cote limite de l'aspiration d'une saumure à 10 g/kg peut atteindre — 6 m NGF.

La surlargeur donnée au sas au dessous des aqueducs latéraux avait pour objet de s'opposer aux contre-courants induits dans les aqueducs par le déplacement des bateaux. L'absence de toute variation de salinité dans le sas pendant les manœuvres démontre l'efficacité de cette solution.

Bilan général de consommation en eau douce.

Pour confirmer la valeur de la consommation en eau douce sur une longue période d'exploitation, les services du Port autonome de Dunkerque ont bien voulu assurer le pointage de toutes les manœuvres et des relevés très fréquents de la salinité dans le bassin anti-sel pendant près de deux mois. L'exploitation sur ordinateur de ces données a confirmé que la consommation moyenne par cycle complet de l'écluse s'établissait bien à 4 000 m³ dont 2 200 m³ perdus dans le sas et 1 800 m³ par rejet et diffusion dans le bassin anti-sel.

Essais d'interprétation théorique des résultats.

C'est un résultat désormais classique de l'analyse dimensionnelle de caractériser les écoulements de fluides stratifiés par leur nombre de Froude en gravité réduite :

$$V/\sqrt{gH\Delta\rho/\rho}$$

Nous avons indiqué que la situation finale dans le sas après remplissage en eau salée dépendait du mélange par effet de jet au niveau du radier et des vitesses d'écoulement horizontal au voisinage des siphons. Pour distinguer les rôles respectifs de ces deux phénomènes, et du fait d'une inévitable dispersion des résultats de mesures, nous les avons caractérisés par leur coefficient de corrélation. Nous avons calculé, à partir de la concentration moyenne en sel mesurée, la hauteur d'eau douce équivalente restant, dans le sas H. Nous avons admis, comme dans l'hypothèse d'une stratification parfaite, que seule la couche supérieure d'eau douce s'écoule horizontalement, ce qui définit une vitesse. La corrélation obtenue entre le carré de cette vitesse et le groupement $g(\Delta\rho/\rho)H$ est de 0,81, tandis qu'entre le carré de la vitesse du jet et ce même groupement la corrélation n'est que de 0,16, donc peu significative. Autrement dit, bien qu'il existe une zone de transition épaisse entre l'eau douce et l'eau salée, le comportement du système est très semblable à celui décrit par M. Craya avec l'hypothèse d'un interface bien tranché. D'autre part, on a pu réduire suffisamment les vitesses d'injection de l'eau pour que les diffusions au niveau du radier aient une influence très faible sur la perte d'eau douce.

Les choses se compliquent notablement en présence de bateaux. On a pu toutefois calculer la corrélation entre

a) Concentration en sel sans navigation - *Salt concentration without ship* b) Concentration en sel avec navigation - *Salt concentration with ship*

la variation de la concentration moyenne en sel dans le sas, mesurée avant et après manœuvre des convois. Lors de l'entrée dans le sas côté port les corrélations sont de 0,59 avec le volume d'eau déplacé, de 0,63 avec la vitesse du bateau, de 0,55 avec la concentration en sel de l'eau de mer. Ces différents paramètres caractérisent évidemment l'effet d'aspiration de l'interface, du fait du débit d'eau chassé du sas et l'effet naturel d'étalement gravitaire du coin d'eau douce sur l'eau salée.

Pendant la sortie du sas vers le canal de navigation on obtient les coefficients de 0,57 avec le volume déplacé et 0,58 avec la vitesse, mais aussi de 0,94 avec le niveau de l'eau dans le sas. Ce résultat n'est pas étonnant car le niveau d'eau conditionne la section de passage disponible entre le fond des barges et le radier du sas donc la vitesse d'écoulement de l'eau qui pénètre dans le sas.

On peut se proposer de définir un rendement global de l'écluse. Par exemple on peut l'estimer égal au rapport entre l'eau douce consommée et le volume total d'eau échangée. Ce rendement est de 60 % ; il n'est pas exempt de critique car les diffusions et brassages dans le bassin anti-volume d'eau douce perdu dans le sas au volume d'eau d'échange.

Une autre définition est possible : c'est le rapport du volume d'eau douce perdu dans le sas au volume d'eau contenu dans le sas pendant l'échange. Ce rendement est de 75 %. Par rapport à une écluse construite sans précautions particulières et dans laquelle on laisserait le coin

salé s'écouler vers le bassin anti-sel, si l'on admet la même dilution que celle observée après écoulement dans le bassin, la perte d'eau douce s'élèverait à 24 000 m³, soit un rendement de l'écluse réalisé de 83 %.

Conclusions.

Les mesures réalisées sur l'écluse révèlent surtout une notable dispersion des résultats. Ceci est dû au fait que chacun des cycles est fortement dépendant de l'état du système à la fin du cycle précédent.

Le réglage de la phase d'échange de l'eau, basé sur la détermination du couple débit-temps, suppose une qualité des automatismes, un souci de précision de la part de l'éclusier qui méritent un effort certain.

Sans aller jusqu'aux solutions extrêmes, adoptées à Kreekrak, d'un bassin anti-sel totalement isolé, quelques recherches sont encore à faire pour y limiter les diffusions dues aux hélices.

La valeur sans cesse croissante de l'eau douce dans la région de Dunkerque, et le projet de construction d'une deuxième écluse de ce type, militent en faveur d'un accroissement de ce rendement. Cela sera difficile mais paraît possible, soit en ralentissant un peu le débit d'échange, soit en améliorant la méthode de gestion des eaux du bassin anti-sel pour soustraire l'interface aux principales causes de diffusion, soit encore dans les projets futurs en améliorant certains détails de génie civil.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Les résultats qui viennent d'être exposés sont ceux qui ont été observés sur l'écluse en service, au début de son fonctionnement. Il est maintenant possible de faire une analyse plus complète, tenant compte de l'expérience de trois années d'exploitation.

Sur le plan du fonctionnement intrinsèque de l'ouvrage, la principale remarque concerne le comportement du système à la fin de la substitution de l'eau salée à l'eau douce, juste avant le remplissage. L'observation de la salinité du bassin d'antisalure montre une élévation rapide de cette dernière après 8 à 9 mn d'échange. On a d'ailleurs également observé une certaine dérive dans l'apparition de ce seuil, liée sans doute à l'envasement des chambres de tranquillisation situées sous le sas.

En exploitation courante, on a été ainsi amené, au début, à faire fonctionner la pompe de 175 l/s pendant environ 20 h/j, voire même en permanence.

Ceci a pratiquement conduit à supprimer le fonctionnement en régime d'été, et même, ce qui est en cours actuellement, à n'échanger l'eau que pendant 8 mn 30 s. La perte d'eau douce au sassement est largement compensée par la réduction du pompage antisalure. Par exemple,

en août 1971, en appliquant cette méthode, on a perdu 170 000 m³ de plus et pompé 193 500 m³ de moins. Encore le pompage est-il mis en route quand la salinité atteint 6 g/l au fond. Nous allons maintenant essayer de déclencher le pompage à 7 g/l et de procéder au pompage en fin de nuit de préférence, de manière à profiter au maximum de la stratification qui se produit pendant l'arrêt de l'exploitation.

La cause réelle de cette irruption d'eau salée n'est pas encore élucidée. Peut-être est-elle due à un défaut de réglage de l'automatisme réglant l'ouverture des vannes d'admission de l'eau salée. Des mesures sont en cours, dont le résultat devra être étudié.

Autre mise au point faite lors de l'exploitation : on ouvre les vannes d'eau douce au moment des mouvements des convois du sas vers le canal ou vice-versa. Cette ouverture diminue la vitesse de l'eau au ras des orifices du fond et l'effort à fournir par les hélices pour mettre le bateau en mouvement. On réduit ainsi la diffusion de l'eau salée contenue dans les chambres de tranquillisation du fond du sas. La modification, opérée manuellement pour l'instant, sera bientôt introduite dans l'automatisme. Quoi qu'il en

soit, il serait sans doute utile, dans l'écluse n° 2, d'élargir un peu le sas.

Enfin, on a observé que pendant les périodes, en principe assez rares — mais c'est précisément le cas en ce moment — où le canal est au-dessous de son niveau normal, le débit des siphons d'eau douce au remplissage du sas est insuffisant. Une dénivellation trop forte se produit et l'eau douce est introduite dans le sas avec chute, d'où mélange avec l'eau salée, au début de l'échange du moins. Dans ce cas, il est nécessaire de réduire la vitesse de pompage pour l'adapter au débit de l'eau douce et d'augmenter la durée de l'échange. Une étude devra préciser l'importance exacte de la réduction nécessaire.

Il s'agit là, on le voit, de mises au point qui n'affectent en rien le principe du fonctionnement de l'écluse,

grâce à laquelle une séparation convenable de l'eau de mer et de l'eau douce est assurée. La mesure régulière de la salinité le long du canal en amont de l'écluse permet d'ailleurs de juger de l'efficacité du dispositif.

A 475 m en amont de l'écluse, la salinité est maintenue (en surface comme au fond) à moins de 3 g/l. A 1 725 m, la teneur en sel est d'environ 2 g/l.

Ce résultat paraît satisfaisant, si l'on considère que la consommation d'eau de l'écluse étant faible, la vitesse de l'eau dans cette branche du canal est pratiquement nulle et que par conséquent l'eau ne s'y renouvelle que très lentement, et que l'eau du canal de Bourbourg contient de toute façon un peu de sel (introduit à Gravelines, ou apporté par la nappe, salée à faible profondeur).

Discussion

Président : M. P. BERGERON

M. QUETIN, expose ensuite l'essentiel des essais sur modèle réduit qui ont permis la mise au point du système anti-salure de l'écluse de Mardyck. A la demande de M. le Président, il en rappelle le principe.

M. GIAUFFRET conclut en résumant les résultats obtenus en exploitation.

M. le Président remercie vivement les deux conférenciers et souligne la maîtrise avec laquelle a été utilisé un principe très simple — à savoir, la différence de densité entre l'eau douce et l'eau de mer — pour éviter le mélange de celles-ci dans un sas d'un volume de 10 000 m³ environ et de 145 m de long.

Il ouvre, ensuite la discussion.

M. DE CHESSE pose aux Conférenciers les deux questions suivantes :

1° Quel est le taux de salinité optimal qui peut être espéré dans le canal, compte tenu des apports en eau salée de la nappe et des pompages dans la nappe ?

2° Quelle sera l'influence sur la salinité dans le canal de l'augmentation du trafic à travers l'écluse jusqu'au moment où elle fonctionnera suivant les normes prévues ?

A la première question, M. GIAUFFRET répond : l'Agence de bassin Nord-Picardie s'efforce de conserver dans le réseau hydrographique de la région de Dunkerque une eau de qualité aussi convenable que possible, tant pour les besoins agricoles que pour les besoins industriels. La limite de salinité tolérable est difficile à fixer. Disons qu'au dessus de 1 g/l, les difficultés sont déjà assez sensibles pour Usinor en particulier : lorsque la teneur en eau de 1 g/l est dépassée, il se produit dans le recyclage des concentrations de sel

qui obligent à augmenter considérablement la quantité d'eau consommée.

En fait, comme par la nappe on entraîne toujours l'eau salée, il est rare qu'on arrive à beaucoup moins de 1 g/l. On a souvent 300 mg/l (et en période de grande pluviosité, 50 mg/l), mais, en période d'été, on ne dépasse guère le seuil de 1 g. Cela oblige l'Agence de bassin à prévoir une amenée d'eau non salée venant de l'amont en utilisant la rivière d'Aa; une partie de cette rivière sera maintenue à un niveau plus élevée que le canal de Bourbourg de manière à permettre le ravitaillement en eau de meilleure qualité, là où elle est nécessaire.

En ce qui concerne la deuxième question, M. GIAUFFRET estime que, dès maintenant, le sas de l'écluse est bien utilisé (10 mouvements par jour); sa capacité au point de vue de la navigation n'est pas encore atteinte mais il est peu vraisemblable que le trafic augmente beaucoup. Mais, dit-il, il est certain que le fait de prélever de l'eau douce sur le canal améliorerait les choses. Nous avons fait, en particulier, un essai de pompage volontaire pendant une période de forte pluviométrie, pour essayer de mesurer quelle importance pourrait avoir un courant permanent d'eau sur la salinité du canal. Nous avons fait cet essai, en particulier, pour voir si Usinor pouvait pomper directement, en amont de l'écluse, et si le courant créé par ce pompage amenait suffisamment d'eau douce pour compenser la salinité. Nous avons constaté une amélioration, mais peu importante...

M. le Président clôt la discussion du mémoire de MM. GIAUFFRET et QUETIN. Il en souligne l'intérêt, en particulier en ce qui concerne la comparaison entre les résultats prévus au cours des études et essais préliminaires et ceux obtenus après réalisation de l'ouvrage.