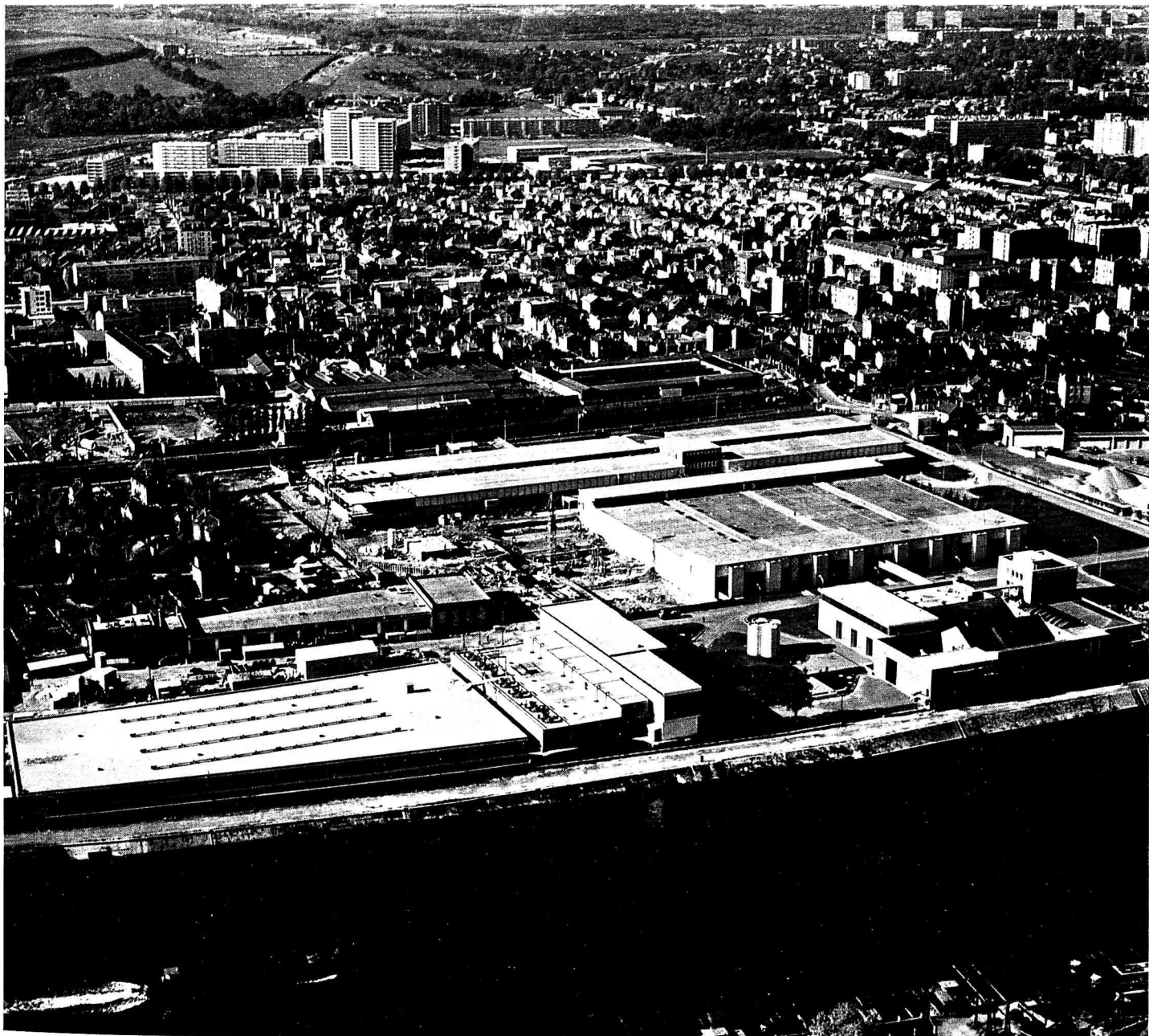


bulletin du **PCM**

**association
professionnelle
des ingénieurs
des ponts et
chaussées
et des mines**

L'Eau



6

28 rue des saints-pères
paris 7e
mensuel

65^e année
juin 1968



ductile

Ductile... c'est la propriété des métaux qui peuvent être étirés et allongés sans se rompre. Cette propriété fait désormais partie des caractéristiques de la **fonte**. C'est un métal **incassable** qui se laisse tordre et plier, qui résiste à une traction de 40 kg/mm², peut s'allonger de 10 % et possède une limite



élastique de 30 kg/mm². **10.000 kilomètres** de tuyaux en fonte ductile ont déjà été livrés pour l'équipement des villes, des campagnes et des usines. Ils transportent l'eau, le gaz, les hydrocarbures, les saumures et tous les effluents industriels sous toutes les pressions et dans les conditions les plus difficiles.



Société des Fonderies de Pont-à-Mousson

Nancy - 91, avenue de la Libération - Tél. (28) 53.60.01 — Paris - 54, avenue Hoche, 8^e - Tél. 622.05.05

S O M M A I R E

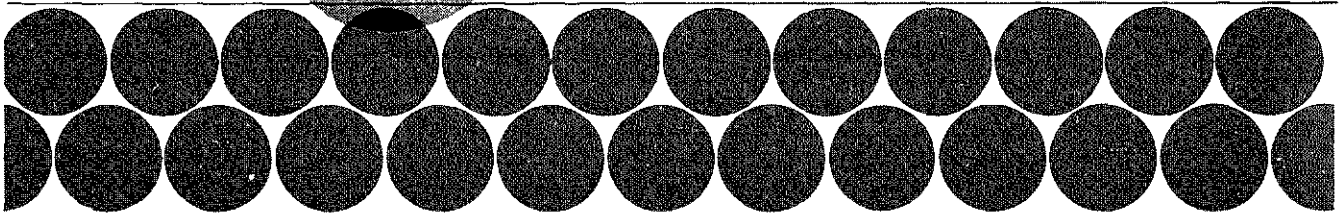
<i>Editorial</i>		19
<i>La Loi du 16 décembre 1964 et les Agences de Bassin</i>	F. Valiron.	20
<i>L'annonce des crues dans le bassin de la Dordogne</i>	C. Fabret.	30
<i>Les voies navigables du Nord et du Pas-de-Calais</i>	J. Rousset.	34
<i>Les industries et le problème de l'Eau</i>	D. Moyen.	44
<i>Agence de Bassin « Rhin-Meuse »</i>	J.-F. Saglio.	49
<i>Les villes nouvelles et l'Eau</i>	H. Loriferne.	59
<i>L'Ozonation</i>	G. Dejouany, P.-L. Girardot.	62
<i>La réalimentation des nappes</i>	J.-C. Legrand.	68
<i>La dessiccation des boues à Achères III</i>	J. Olivési.	71
<i>Les méthodes modernes d'exploitation des eaux souterraines</i>	Y. Emsellem. P. Prudhomme.	74
<i>Injection des eaux résiduaires dans les nappes pro- fondes</i>	M.-L. Dumas.	79
<i>Les Annales des Mines. — Offres de Postes</i>		81
<i>Naissances, Mariage, Décès</i>		81
<i>Mutations, Promotions et Décisions diverses</i>		82

Photo de couverture : Vue générale de l'usine de traitement d'eau potable de Choisy-le-Roi (700.000 m³/jour).

agal

**Une nouvelle
technique de traitement
des eaux...**

LE PROCÉDÉ stratabed



Basé sur l'utilisation des Résines **Amberlite** *
en 2 lits superposés :
Amberlite IRA 93 et IRA 402,
il permet de réaliser
une économie exceptionnelle :

- Par la suppression d'une unité sur 3
- Par une augmentation de capacité de traitement
- Par une plus longue durée d'utilisation des résines
- Par un coût de régénération plus faible

Documentez-vous sur le nouveau procédé STRATABED

MINOC 
FILIALE DE
ROHM AND HAAS COMPANY | PHILADELPHIA
17, rue de Miromesnil, Paris 8^e - 265.55.30

* Marque déposée Rohm and Haas Company Philadelphia

ÉDITORIAL

Ce numéro du bulletin aurait pu sans difficultés être consacré à énumérer les réalisations passées auxquelles sont attachés les noms de nombreux camarades. En France même, l'utilisation de l'énergie hydraulique, la domestication des fleuves, la construction des canaux, Outre-mer, d'innombrables ouvrages touchant à toutes les branches de l'hydraulique, sont là pour témoigner de l'intérêt que nos Corps ont toujours porté aux problèmes de l'eau.

L'importance seule des réalisations ne suffit d'ailleurs pas à justifier la place éminente que l'on reconnaît à nos techniciens dans ce domaine, sur le plan international. Il faut surtout l'attribuer à la façon dont ils ont abordé les problèmes posés, en maintenant un juste équilibre entre les recherches théoriques et les préoccupations techniques, en pesant tous les aspects de leur action, en l'insérant harmonieusement dans le contexte économique et humain.

Voici que, ces dernières années, l'on a commencé à prendre conscience d'un problème de l'eau en France. Plus précisément que l'acuité nouvelle de certains problèmes particuliers, dans certaines régions, a conduit à envisager l'ensemble de l'action à entreprendre pour régulariser les ressources, éviter le gaspillage, régénérer les eaux usées, se défendre contre les inondations.

La création des agences financières de bassin est venue fort à propos amorcer une politique cohérente, mais notre participation à la Direction de celles-ci n'est qu'un aspect de notre rôle dans l'élaboration de cette politique.

En matière d'alimentation industrielle et humaine, de protection des lieux habités et de navigation intérieure, notamment, les préoccupations de nos Services traditionnels sont primordiales et leurs réalisations ininterrompues. L'importance des unes et des autres nous fait un devoir de participer aux études d'ensemble, au choix des options, aux réalisations.

Nous venons d'apprendre d'ailleurs que Monsieur le Ministre de l'Équipement a décidé la coordination des différentes activités de ses Services en matière d'eau par des groupes de travail animés par la V^e section du Conseil Général des Ponts et Chaussées. Cette mesure contribuera à orienter notre politique de l'eau et à en faciliter les réalisations qui nous incombent.

Ce numéro de notre bulletin n'évoque donc pas un passé brillant mais les problèmes d'aujourd'hui et de demain, un présent et un avenir où notre place est marquée par nos responsabilités et notre vocation.

P. FUNEL.

La Loi du 16 Décembre 1964 et les Agences de Bassin

par **F. VALIRON**, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées,
Directeur de l'Agence Financière de Bassin Seine-Normandie.

Je n'analyserai pas ici la loi du 16 décembre 1964 sur le régime et la répartition des eaux et la lutte contre leur pollution ce qui a été fait dans le bulletin du P.C.M. n° 5 de 1965 à l'occasion d'un article de M. DEYME, Ingénieur Général des Ponts et Chaussées. Je me bornerai à présenter les nouvelles structures qui en découlent, à indiquer leur rôle et à préciser l'état actuel de leur mise en place. Je donnerai ensuite, à titre d'exemple, quelques informations sur les outils ainsi créés dans le bassin Seine-Normandie.

**

1.0. Les nouvelles structures.

Il paraît utile de rappeler que la volonté du législateur a été, dans cette loi, d'associer étroitement l'Etat et les usagers divers de l'eau au niveau de chaque grand bassin fluvial, pour promouvoir une politique de gestion économique de cette matière première indispensable à tous. La loi donne ainsi une responsabilité importante aux divers utilisateurs de l'eau mais en contrepartie elle prévoit de les faire participer financièrement par le jeu de redevances au financement de cette nouvelle politique.

1.1. Les Agences de bassin.

L'outil principal pour assurer la mobilisation et l'utilisation de ces fonds est l'Agence de bassin, établissement public de l'état de caractère administratif, prévu par l'article 14 de la loi au niveau de chaque grand bassin. Les décrets et arrêtés d'application du 14 septembre 1966 ont créé 6 Agences de bassin (figure 1) qui couvrent l'ensemble du territoire métropolitain (1).

Chaque Agence établit et perçoit sur les personnes publiques et privées des redevances dans la mesure où celles-ci rendent nécessaire ou utile son intervention, ou dans la mesure où elles y trouvent intérêt. Ces redevances sont destinées à permettre à l'Agence de contribuer à l'exécution d'études, de recherches et d'ouvrages d'intérêt commun au bassin ou à une fraction de celui-ci ainsi qu'à couvrir ses frais de fonctionnement.

(1) Agence	Loire-Bretagne	Directeur	M. BONNEVIOT, Ing. Chef G.R.
»	Adour-Garonne	»	M. ROUBINET, Ing. Chef G.R.
»	Méditerranée-Corse	»	M. LACROIX, Ing. Chef des P. et C.
»	Rhin-Meuse	»	M. SAGLIO, Ing. des Mines
»	Artois-Picardie	»	M. MARTIN, Ing. des Mines
»	Seine-Normandie	»	M. VALIRON, Ing. Chef des P. et C.

GRANDS BASSINS FRANCAIS



Figure 1

1.2. Les Comités de bassin.

L'opportunité des travaux ainsi financés (en totalité ou partiellement) est soumise à l'avis du Comité de bassin créé par l'article 13 de la loi et par les textes d'application du 14 septembre 1966. Ces Comités qui ont juridiction sur la même zone géographique que chacune des Agences ont comme seconde prérogative d'avoir à donner un avis conforme sur les assiettes et taux des redevances proposées par l'Agence pour financer ses interventions. Chacun de ces Comités est composé pour part égale :

- de représentants de l'Etat (Préfets de Région - Ministères)
- de représentants des collectivités locales (Conseillers généraux, Maires ou Présidents de Syndicats)
- de représentants des usagers et de personnes compétentes (industriels, agriculteurs, pêcheurs, batellerie, tourisme, distributeurs d'eau, etc...).

Les représentants des collectivités locales sont élus par l'ensemble des Conseils généraux, ceux des usagers sont désignés par l'ensemble des organismes représentatifs de la profession dans chaque bassin. Chaque Comité élit son Président et son Vice-Président choisis parmi les représentants autres que ceux de l'Etat.

1.3. Rapports entre Comités et Agences.

Le lien est étroit entre Comité de bassin et Agence puisque celle-ci ne peut pratiquement pas agir sans l'accord du Comité qui vote les redevances ; il est encore renforcé par la désignation de la moitié des Administrateurs formant le Conseil de l'Agence par le Comité de bassin. Ils sont choisis parmi les représentants des collectivités locales et des usagers. L'autre moitié du Conseil composée de hauts fonctionnaires est désignée par le Premier Ministre qui nomme également le Président et le Directeur.

Le Comité de bassin apparaît ainsi comme un lieu de rencontre entre l'Etat et les usagers publics et privés où ceux-ci peuvent se faire entendre à l'occasion de la présentation des programmes d'aménagement. Ils peuvent même, étant majoritaires, infléchir ceux-ci dans le sens qu'ils considèrent comme souhaitable, à l'occasion du vote des redevances qui ne peuvent être instituées sans leur accord.

L'Agence de bassin où l'Etat est majoritaire grâce à la voix du Président ne peut pas mettre en œuvre de politique qui n'aurait pas l'agrément simultané des pouvoirs publics et des utilisateurs de l'eau. Elle doit donc réaliser la synthèse entre les désirs de tous et mettre en œuvre un programme cohérent préparé par l'Etat mais accepté par les utilisateurs de l'eau.

1.4. Les Etablissements publics.

A ces structures au niveau des 6 grands bassins, le législateur a prévu d'ajouter au niveau local, la possibilité d'intervention d'Etablissements publics administratifs (art. 16) qui associent personnes publiques et privées. Contrairement aux Agences qui ne sont pas des maîtres d'ouvrages, ces établissements peuvent réaliser eux-mêmes les ouvrages en prélevant les redevances nécessaires sur les usagers. Les textes d'application pour ces établissements ne sont pas encore sortis et il semble que la procédure de constitution de ceux-ci qui est lourde, rende délicate leur mise en œuvre. De plus, la création de tels outils n'est nécessaire que si les structures déjà existantes, Etat, départements, communes ou groupement de ceux-ci sous forme d'ententes, de syndicats, de sociétés d'économie mixtes et personnes privées, ne peuvent pas être des maîtres d'ouvrages valables pour la réalisation du programme arrêté par le Comité de bassin.

2. — LA COORDINATION

Les nouveaux organismes de la loi sur l'eau ne se substituent en aucune façon à ceux qui avaient eu jusqu'à présent la charge de réaliser les ouvrages améliorant les ressources en quantité ou en qualité qu'il s'agisse de la puissance publique par le truchement des services des différents Ministères, des collectivités locales ou des personnes privées. Ils ont pour rôle d'apporter des moyens financiers nouveaux et de faire participer les différents utilisateurs à l'élaboration d'une politique de l'eau. La nécessité d'une coordination entre les nouvelles et les anciennes structures est évidente. Le tableau ci-dessous situe les organismes compétents dans le domaine de l'eau les uns par rapport aux autres.

	Administrations	Organismes consultatifs ou délibérants	Organismes d'action
Niveau National	Mission interministérielle Administration centrale des Ministères	Comité National de l'eau	Secrétariat permanent pour l'étude des problèmes de l'eau
Niveau du Bassin	Mission déléguée de bassin	Comité de Bassin	Agence de Bassin
Niveau Régional	Comité Technique placé auprès du Préfet de Région	—	Etablissements publics de l'article 16.
Niveau Départemental	Services locaux des Ministères	—	

2.1. A l'échelon national.

Si le législateur a opté pour que les problèmes de l'eau soient étudiés et résolus au niveau de chaque grand bassin, il a prévu organiquement la coordination entre ceux-ci. Le Comité national de l'eau institué par l'article 15 de la loi a pour objet de donner des avis sur les problèmes communs aux bassins ou ayant un caractère national. Cet organisme, comme les Comités de bassin associe dans son sein l'Etat et les utilisateurs.

Enfin, la tutelle exercée par le Ministre chargé du plan et de l'aménagement du territoire par le truchement du secrétariat permanent pour l'étude des problèmes de l'eau permet de donner aux actions nouvelles une unité sans détruire la diversité due à une évolution différente des besoins en eau dans chaque bassin.

Le Secrétariat permanent qui prépare les délibérations de la Mission interministérielle de l'eau groupant les Directeurs des Ministères, assure cette tâche par des échanges constants avec les divers services techniques facilités par la présence en son sein de fonctionnaires venant de chacun de ces Ministères. Cette mission a dans ses attributions l'examen des différents programmes d'aménagement des bassins, et d'une façon générale, toutes les interventions dans le domaine de l'eau qu'elles soient le fait des Agences ou de quiconque.

2.2. A l'échelon du Bassin.

La puissance publique, comme c'est normal, ne pouvait pas se dessaisir au bénéfice de l'Agence de l'établissement des programmes d'aménagement du bassin. Il fallait néanmoins éviter que deux équipes différentes éventuellement concurrentes, une de l'Etat, l'autre de l'Agence, y travaillent. La création très prochaine de la Mission intermi-

nistérielle déléguée de bassin répond à ce souci. Cette Mission qui groupera les fonctionnaires du Conseil d'Administration de chaque Agence assistés des responsables de l'Équipement, de l'Agriculture et de l'Industrie de chaque bassin, aura pour tâche de mettre au point les programmes d'études et d'aménagement. Elle se substituera à la Mission Technique créée fin 1965 pour hâter la mise en place des nouvelles structures. Son secrétariat sera tenu par le Directeur de l'Agence qui mettra les moyens matériels de celle-ci à la disposition de la Mission déléguée pour la mise au point de tout ce qui concerne le bassin.

2.3. A l'échelon de la Région.

La coordination est faite par les Comités Techniques composés de fonctionnaires à temps partiel issus des administrations techniques (Équipement, Agriculture, Industrie) mis à la disposition de chaque Préfet de Région.

Ces Comités sont en liaison étroite avec les Missions de bassin et avec le Secrétariat permanent.

2.4. Au niveau départemental ou local.

Les tâches à réaliser fixées par les instances régionales ou nationales, sont confiées aux services traditionnels, aux collectivités locales ou aux personnes privées suivant qu'il s'agit d'un ouvrage d'État, d'un ouvrage collectif ou d'un ouvrage privé.

3. — MISE EN PLACE ET PREMIÈRES ACTIVITÉS DES NOUVEAUX ORGANISMES

Si les structures nouvelles sont complexes c'est que le législateur a choisi de ne pas toucher aux prérogatives exercées dans le domaine de l'eau par les différents Ministères intéressés et par les collectivités locales ; il a prévu seulement de les appuyer par des moyens nouveaux et de développer une coordination indispensable. La sortie des textes a donc été longue puisque tous les décrets, arrêtés ou circulaires à préparer ont dû être élaborés en tenant compte du système existant.

Néanmoins, la mise en place des nouveaux organismes est achevée à l'exception des établissements publics de l'article 16.

Le Comité national de l'eau réuni dès juillet 1966 a tenu plusieurs réunions ; il en est de même de la Mission interministérielle et du Secrétariat permanent qui assume depuis plusieurs années la très lourde charge de la mise en place de tout système nouveau après avoir contribué à la sortie de la loi du 16 décembre 1964.

Les Missions Techniques éléments précurseurs des Missions de bassin ont été créées dans le courant du premier trimestre 1966. Les Comités de bassin ont été installés de juillet 1967 à février 1968. Les Agences de bassin créées au début 1967 ont pu commencer à fonctionner normalement avec leur Conseil d'Administration au complet à partir d'octobre 1967 pour les premières et de mars 1968 pour la dernière. Les Comités techniques qui fonctionnaient depuis 1962 auprès de certaines régions, sont en place dans les 21 régions depuis le début 1966.

3.1. Coordination des études et établissement des programmes.

La coordination des études sur l'eau au niveau des bassins est réalisée depuis 1967 et fonctionne actuellement de façon correcte. Les Agences ont commencé à réaliser des études de synthèse ou des études particulières pour permettre l'établissement des programmes d'aménagement des bassins et les premiers programmes d'intervention. L'Agence Artois-Picardie a fait approuver ses interventions dans le domaine de la pollution et dans celui de l'amélioration des ressources en eau (transfert des eaux de la Canche vers Lille). Les autres agences préparent activement leurs programmes (2) qui devraient être présentés d'ici la fin de l'année.

3.2. Mise en place des Redevances.

Les Agences qui ont fonctionné jusqu'à présent sur des dotations en capital venant de l'État commencent à y substituer les ressources normales qui doivent les alimenter, c'est-à-dire celles provenant des redevances.

Le Comité de bassin Artois-Picardie a approuvé le 1^{er} avril 1968 les premières redevances instituées dans cette région, sur les prélèvements dans les nappes, sur la consommation d'eau de rivière et sur la pollution pour financer le premier programme de l'Agence. Celles-ci prendront effet à partir de mai 1968 et atteindront en 1970 leur taux plein qui procure des ressources à l'Agence de l'ordre de 25 millions par an.

Le Comité de bassin Seine-Normandie a approuvé le 6 février 1968 un premier acompte sur les redevances futures qui porte sur les prélèvements et la pollution. Il servira à couvrir le fonctionnement et les frais d'études de l'Agence. La rentrée annuelle sera de 8,5 millions dès 1968.

Les autres Agences vont présenter d'ici la fin de l'année à leur Comité des propositions analogues qui ont de bonnes chances d'être acceptées.

3.3. Problèmes à régler.

Il convient de noter que les premiers résultats obtenus ont pu l'être grâce à la bonne volonté manifestée par les utilisateurs de l'eau qui sont conscients de la nécessité de trouver des solutions permettant de résoudre les problèmes de l'eau. Des difficultés existent cependant encore sur le plan technique pour définir d'une façon mesurable et reproductible la pollution et l'exprimer par une formule unique valable pour la nuisance domestique comme pour la nuisance industrielle. Des difficultés existent surtout pour trouver un moyen de ne pas surcharger au-delà de leurs possibilités contributives effectives certains redevables fortement pollueurs, sans déroger à la loi qui impose des redevances proportionnelles à la nuisance. Les solutions qui sont à l'étude sur ces deux points permettent d'espérer aboutir à régler favorablement ces derniers problèmes pendants et à permettre aux Agences d'aller définitivement de l'avant.

4. — LE CAS DU BASSIN SEINE-NORMANDIE

J'évoquerai rapidement à titre d'exemple la mise en place des structures nouvelles dans le bassin Seine-Normandie.

Présidé par le Sénateur LALLOY, le Comité de bassin s'est réuni la première fois en juillet 1967. Le premier Conseil de l'Agence présidé par M. Paul DELOUVRIER s'est tenu en novembre 1967.

(2) Voir l'article de M. SAGLIO.

4.1. L'Agence et ses moyens.

L'Agence a repris les moyens que le Ministère de l'Équipement et la DATAR avaient donnés à la Mission Technique. En plus d'un service administratif et financier, elle comporte une division « ressources en eau », une division pollution et une division programme et redevance. Le bureau d'études prépare les synthèses indispensables dans le domaine de l'hydrologie et de la pollution ainsi que les avants-projets d'intervention. Il complète ainsi les moyens d'études des services techniques de l'État ou des collectivités locales et s'appuie largement sur des chargés d'études extérieurs. Un service du fichier collecte les renseignements concernant l'eau et a commencé à les transcrire sur cartes perforées de façon à permettre une exploitation mécanographique avant de passer à l'exploitation sur ordinateur.

Ces moyens d'études, de collecte de renseignements et d'exploitation servent en premier lieu à l'Agence mais peuvent être utilisés pour la Mission déléguée de bassin ou directement pour les Ministères. Plusieurs conventions ont déjà été passées avec le Ministère de l'Équipement pour des études d'hydrologie, de stockage d'eau ou de schémas de lutte contre la pollution.

Le personnel de l'Agence est actuellement d'un peu plus de 70 personnes dont 25 ingénieurs ou cadres. Il va être renforcé par des fonctionnaires détachés provenant des Ministères non encore représentés dans l'État-major qui doit grouper des spécialistes de l'Équipement, de l'Agriculture, de l'Industrie, de l'Intérieur, des Finances et des Affaires sociales. L'effectif budgétaire de 1968 est de 85 personnes. Le siège de l'Agence est Paris mais trois antennes sont en cours d'installation en Province auprès des Comités techniques de Haute et Basse-Normandie et de Champagne-Ardenne à Rouen, Caen et Châlons-sur-Marne. La liaison avec les régions sera ainsi mieux assurée.

Le vote du 6 février 1968 du Comité de bassin sur les redevances va permettre d'accélérer les études et de présenter un premier programme d'intervention.

4.2. Le programme de l'Agence.

D'après les textes qui l'ont créée, l'Agence doit faciliter les actions d'intérêt commun au bassin en vue :

- d'assurer l'équilibre entre les ressources et les besoins ;
- d'atteindre les objectifs de qualité fixés ;
- d'aider à protéger l'ensemble des riverains contre les inondations.

Les redevances qu'elle peut percevoir sont fixées en fonction des charges de l'Agence imposées par son programme d'intervention ; elles doivent être réparties au prorata de l'intérêt de chaque redevable, c'est-à-dire de ceux qui prélèvent ou rejettent dans la ressource.

Correspondent à l'amélioration des ressources en eau celles qui ont pour assiette les prélèvements c'est-à-dire le cube prélevé dans les nappes souterraines ou dans les eaux superficielles et celles qui ont pour assiette, la consommation c'est-à-dire l'eau que fait disparaître un redevable (par exemple eau évaporée ou incorporée à un produit).

Correspondent à l'amélioration des ressources en qualité des redevances de pollution qui ont pour assiette la nuisance représentée par les rejets des redevables dans le milieu naturel (3).

Une formule qui fait intervenir le poids de matière en suspension et le poids de matière oxydante rejeté en 24 heures est en cours de mise au point à l'échelon national pour représenter cette nuisance.

(3) Il ne faut pas confondre la redevance pollution due à l'Agence par ceux qui rejettent dans le milieu naturel et la redevance d'assainissement (décret du 24 octobre 1967) due par ceux qui rejettent dans un réseau aux gérants de ces réseaux. Cette redevance est le prix d'un service rendu.

Toutes ces redevances doivent être calculées pour couvrir les dépenses de l'Agence pour ses interventions, y compris les études et le fonctionnement de celle-ci. Elles correspondent exactement aux charges occasionnées par ces interventions et n'ont en aucune façon le caractère de taxes.

Pour pouvoir donner une indication sur le montant éventuel des redevances, il faut donc indiquer le programme d'intervention de l'Agence c'est-à-dire, d'une part, le programme auquel l'Agence participera financièrement et, d'autre part, le montant et les modalités de cette participation.

SEINE - NORMANDIE

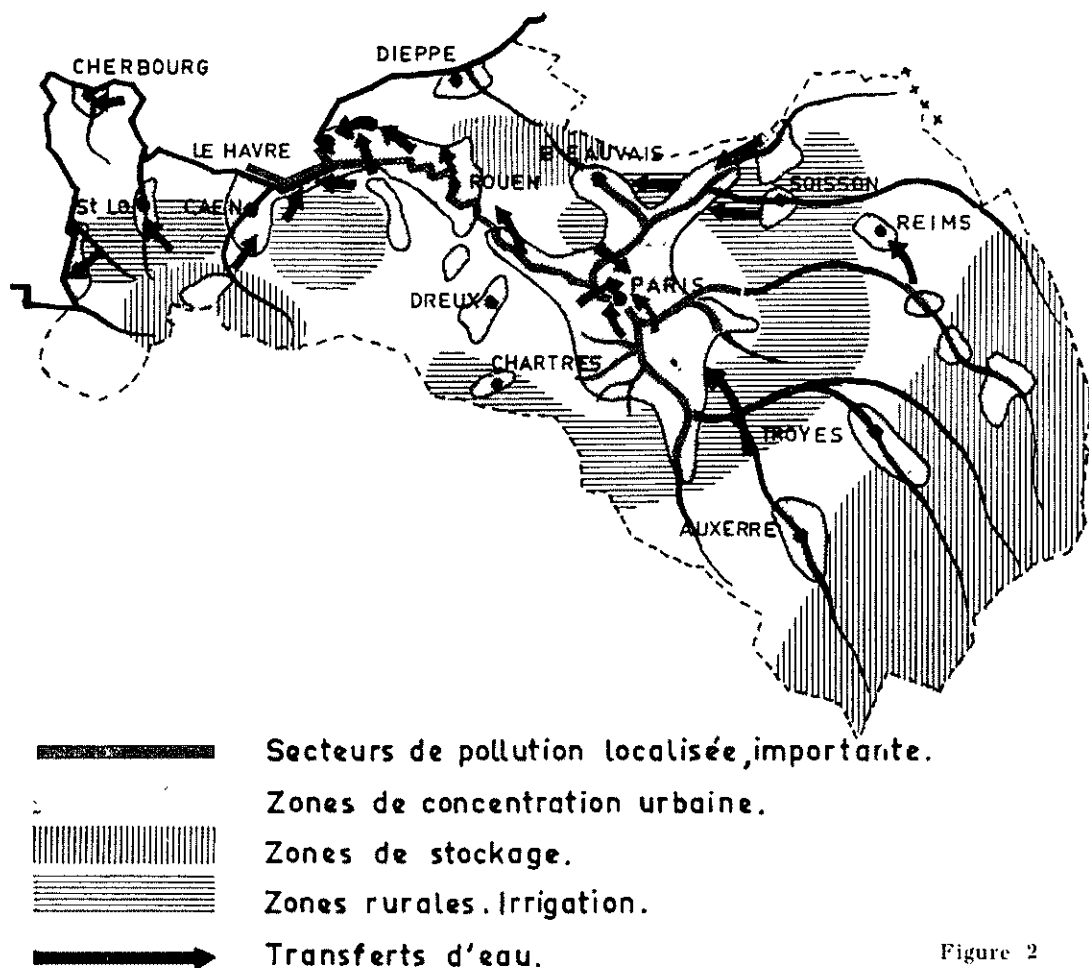


Figure 2

4.2.1. Le programme à réaliser (figure 2).

Pour réaliser l'équilibre des ressources et des besoins dans le bassin le programme à réaliser découle des considérations suivantes :

- urbanisation très rapide dans les zones grisées de la carte qui groupent 77% de la population en 1962 et 84% en 1975. Ces mêmes zones grouperont 95% de l'activité industrielle vers la fin du siècle ;
- pollution très marquée dès maintenant sur les rivières de cette zone et sur le littoral du Calvados ;
- développement rapide des consommations d'eaux agricoles (irrigation de complément dans la zone hachurée horizontalement.

Dès maintenant les consommations en eau du bassin ne peuvent plus être couvertes seulement par les ressources en eaux souterraines pourtant abondantes. Il faut faire appel aux eaux de surface et régulariser les étiages (dans les zones hachurées verticalement) en réalisant des ouvrages servant aussi à lutter contre les inondations et au tourisme. Mais la sécurité de ces prélèvements ne sera assurée que si la lutte contre la pollution est menée simultanément.

Dans ces conditions le programme comporterait :

- a) amélioration des ressources en quantité dans les trois zones critiques : l'agglomération parisienne au sens large, la basse Seine et la région de Caen.

Pour l'agglomération parisienne, on poursuivrait la réalisation de barrages-réservoirs pour porter les étiages de l'Aube et de l'Oise au niveau compatible avec les besoins de cette zone compte tenu des besoins accrus de l'amont : besoins urbains, industriels et agricoles. Il s'agirait aussi d'amener par transfert à longue distance les ressources souterraines encore disponibles (Montereau et Essonne-Juine) et d'améliorer l'interconnexion entre les différents secteurs de distribution pour utiliser le plus efficacement toutes les ressources nouvelles.

Pour la basse Seine, en plein développement, il conviendrait d'aider ceux qui peuvent utiliser l'eau de la Seine, c'est-à-dire certaines industries, à prendre ces eaux et laisser pour les besoins humains accrus les eaux souterraines.

Pour la région de Caen une double action devrait amener certains industriels à utiliser des eaux de surfaces, dont le débit serait régularisé, laissant ainsi plus d'eaux souterraines à la disposition des besoins humains.

- b) En ce qui concerne l'amélioration de la qualité, elle porterait sur le traitement des 23 millions d'habitants équivalents du bassin qui rejettent directement leurs effluents dans la ressource (8 urbains, 15 industriels).

L'ensemble de ce programme d'un coût évalué à 1.300 millions pour l'amélioration en quantité, et à 2.300 millions pour l'amélioration en qualité, devrait être réalisé en vingt ans. Il sera réalisé par des tranches de 5 ans qui tiendront compte des urgences et des liaisons à établir entre la lutte contre la pollution et la mobilisation des ressources en eau.

4.2.2. Modalités d'intervention de l'Agence.

L'Agence doit apporter des moyens financiers complémentaires à ceux existant déjà, aux maîtres d'ouvrages traditionnels : collectivités locales ou groupement de celles-ci, syndicats ou directement aux réalisateurs privés.

Le taux d'intervention de l'Agence dans les programmes doit être fixé de façon à permettre la réalisation du programme dans le délai souhaitable, compte tenu des moyens financiers déjà disponibles. Les premières hypothèses faites pour les calculs sont indiquées ci-dessous. Bien entendu il s'agit pour l'instant encore d'hypothèses théoriques. La fixation de ce taux nécessite des études délicates, car on veut qu'il ait un caractère d'incitation ; il n'est donc pas encore définitivement arrêté mais on a choisi pour les premiers calculs les taux suivants :

- 45% pour les opérations d'amélioration en quantité,
- 50% pour l'amélioration en qualité.

Ce dernier taux correspond à une multiplication par deux des programmes de lutte contre la pollution, ce qui est encore inférieur à ce qui est prévu par la Commission de l'eau.

L'Agence apporterait généralement ces participations financières sous forme d'apport en capital, mais une partie serait fournie sous forme de prêt pour les opérations de lutte contre la pollution de façon à éviter que ses ressources ne baissent au fur et à mesure de la diminution de la pollution, alors que ses charges resteraient les mêmes.

4.2.3. Les redevances.

En supposant retenues ces hypothèses sur le programme, sa vitesse de réalisation et le taux de participation de l'Agence, les redevances seraient approximativement les suivantes :

- environ 3 à 6 centimes pour les redevances de prélèvements, dans les seules zones bénéficiant des interventions ;
- environ 3 centimes à l'amont de ces zones pour les redevances de consommation, c'est-à-dire entre 10 et 20% pour les prélèvements correspondants suivant l'usage ;
- environ 2,20 francs par habitant-équivalent, pour les redevances de pollution.

Le taux des redevances relativement modique pour les prélèvements s'explique par le fait qu'il s'applique toute l'année. On profite également de la péréquation due à une zone de haute consommation (la région parisienne) déjà bien équipée.

Les fonds ainsi collectés par l'Agence seraient de l'ordre d'environ 100 millions par an dont un peu moins de 10% pour son fonctionnement et les études indispensables.

La mise au point de ce programme est actuellement en cours et les chiffres indiqués ne sont que des ordres de grandeur. Il s'agit là de taux de redevances moyens donnés à titre indicatif ; ils pourraient, en fait, être modelés en fonction de la nature de la ressource et de la situation géographique de l'utilisateur pour tenir compte de la mesure plus ou moins grande de responsabilité et d'intérêt de ce dernier à la réalisation des ouvrages.

Des critères d'incitation au comportement des usagers dans un sens conforme à l'intérêt collectif agiront également sur la modulation des taux, lesquels ne sauraient en aucun cas résulter d'une péréquation générale au niveau du bassin.

En particulier, la nécessité de protéger des nappes, ou de les réserver à des usages nobles, pourra conduire à des taux plus élevés sur les eaux souterraines que sur les eaux superficielles.

Ce programme sera présenté au Comité de bassin dans quelques mois et on peut espérer que l'Agence pourra dès 1969 commencer ses interventions dans le bassin.

L'annonce des crues dans le bassin de la Dordogne

par **C. FABRET**, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Le Service Hydrologique Centralisateur du bassin de la Dordogne, dont le siège est à Périgueux, est chargé de l'organisation de l'annonce des crues pour l'ensemble du bassin.

I — EVOLUTION DE L'ORGANISATION DU SERVICE D'ANNONCE DES CRUES

Depuis 1961 le Service est équipé d'un réseau d'appareils de mesures (essentiellement échelles, pluviomètres et limnimètres) dont les indications sont relevées par des observateurs.

En période critique les observateurs envoient des « avis », essentiellement destinés à l'élaboration de prévisions. Le calcul des prévisions est effectué à des stations de prévision au nombre de 8 pour l'ensemble du bassin :

- 1 centre à Périgueux qui coordonne l'ensemble et prend en compte les sous-bassins de la Vézère, de l'Isle et de la Dronne.
- 7 stations rattachées : Beaulieu, Bretenoux, Souillac, Sarlat, Bergerac, Coutras et Uzerche qui se partagent le reste du bassin.

Lorsqu'il y a risque de crue, les stations de prévisions envoient des « avertissements » aux autorités chargées de la protection des personnes et des biens (Préfets, Sous-Préfets, Maires, Services de la Protection Civile) afin que les riverains puissent être prévenus de la montée des eaux.

Pour les 7 stations rattachées et pour les bassins de l'Isle et de la Dronne dépendant du centre de Périgueux la méthode de prévision utilisée est la méthode dite des « hauteurs », fondée sur des corrélations entre la station amont d'observation et la station du lieu intéressé, valable pour des bassins versants importants.

Mais elle est inapplicable aux stations de Tulle et Brive sur la Corrèze, Larche sur la Vézère, car ces villes sont situées trop près des régions montagneuses. Il est indispensable de recourir à une méthode permettant d'évaluer les débits à partir des précipitations.

En 1961, 4 stations d'alerte pluviométrique ont été installées et les consignes correspondantes ont été ajoutées au règlement pour les prévisions de crues à Tulle, Brive et Larche. Ces stations transmettent, par télégramme, au centre de prévision de Périgueux des alertes pluviométriques dès que l'intensité de pluie dépasse 20 mm en 24 h.

Cependant, d'une part le délai de transmission par télégramme est loin d'être négligeable et vient en déduction du délai déjà réduit dont on dispose pour une alerte efficace des populations, et les renseignements fournis sont peu précis, notamment en ce qui concerne la répartition des pluies dans le temps.

D'autre part l'expérience de la crue catastrophique de 1960 a montré que les communications pouvaient être interrompues par les effets directs ou indirects d'une crue et qu'il importait de s'affranchir d'un tel risque.

Ce double souci a conduit, en 1961, à la décision d'installer un réseau radio de télémesures pluviométriques et hydrométriques couvrant les sous-bassins critiques du bassin de la Dordogne, système dont la structure et le fonctionnement seront exposés dans le chapitre suivant.

II. — RÉSEAU RADIO DE TÉLÉMESURES

Structure.

Le réseau radio de télémesures, tel qu'il était prévu à l'origine, devait comporter 25 stations réparties dans les bassins de la Vézère, de l'Isle et du Céou.

Une première tranche de 9 stations couvrant approximativement le bassin de la Vézère a été construite en 1964-1965.

Trois de ces stations, situées sur les plateaux, possèdent un pluviomètre seulement.

Les six autres, situées dans les vallées, sont équipées d'un pluviomètre et d'un limnimètre.

Les capteurs pluviométriques et limnimétriques transmettent leurs indications à Périgueux, par l'intermédiaire de relais hertziens.

Les données sont recues dans la salle d'exploitation de la Cité Administrative où elles sont décodées et enregistrées sur machine imprimante.

Les pluviomètres sont du type « à augets basculeurs » ; chaque basculement délivre une impulsion par l'intermédiaire d'un contracteur à mercure.

Les limnimètres comportent un moteur asservi à une sonde à variation de réactance. Ce moteur entraîne 3 contacteurs à 10 positions qui délivrent les impulsions traduisant les cotes de la rivière.

La télétransmission est assurée par un ensemble de postes émetteurs et récepteurs à modulation de fréquence. L'ensemble est entièrement transistorisé à l'exception de l'étage de puissance des émetteurs qui nécessite une mise en chauffage préalable de 45 secondes environ. (En l'état actuel de la technique il serait possible de remplacer les lampes par des transistors de puissance, ce qui supprimerait cette phase de chauffage).

Fonctionnement.

Une fois, deux fois ou quatre fois par heure (suivant réglage), la station Centrale de Périgueux - Cité Administrative émet un signal qui provoque la mise en chauffage des émetteurs et des relais.

La durée totale de mise en chauffage est de 150 secondes, puis chaque station « répond » en transmettant un message comportant son adresse, une ou deux mesures (pluviométrie et hydrométrie ou pluviométrie seulement) et un signal indiquant si son alimentation en énergie électrique est correcte.

En dehors des cycles automatiques, il est possible d'interroger une station quelconque.

Les mesures sont inscrites en clair, sur une machine imprimante qui indique également le numéro des stations et l'heure de l'interrogation.

Les cotes limnimétriques sont données au centimètre près, les intensités de pluie au dixième de millimètre près.

Les défauts d'alimentation ou de transmission sont signalés dans la salle d'exploitation, sur un pupitre et un tableau.

Dans cette même salle un ensemble de circuits logiques permet d'effectuer la moyenne pondérée horaire des précipitations d'un bassin donné. Ces moyennes sont conservées en mémoire et inscrites sur des enregistreurs.

Un autre ensemble calcule l'intégrale de la moyenne pondérée sur un temps donné (6, 12 ou 24 heures suivant réglage). On connaît ainsi la quantité moyenne tombée durant les 6, 12 ou 24 heures précédant l'instant de la lecture. Si cette quantité franchit un seuil déterminé (réglage de 5 mm en 5 mm entre 10 et 50 mm) une « alerte précipitation » est déclenchée automatiquement.

Ce dispositif a été complété par un système « d'alerte hydrométrique ». Les niveaux de la rivière à Brive et à Larche mis en mémoire sont comparés à un niveau déterminé affichable sur le tableau de contrôle. Lorsque les niveaux réels dépassent le seuil affiché une « alerte hydrométrique » est déclenchée.

Un dispositif annexe permet, dans les 2 cas d'avertir automatiquement un des prévisionnistes de Service.

Exploitation.

Les prévisionnistes constituent un groupe de 10 Ingénieurs instruits de la méthode de prévision et des consignes à mettre en œuvre.

Ces ingénieurs appartiennent à tous les échelons du Service Ordinaire des Ponts et Chaussées et assument normalement des fonctions sans rapport avec le Service d'annonce des crues.

Chaque Ingénieur est de garde à tour de rôle par période continue de 24 heures. La permanence est assurée pendant tous les jours de l'année.

Le téléphone étant installé au domicile de chaque prévisionniste, l'Ingénieur de service peut être averti d'un danger soit par un observateur en application du règlement d'annonce des crues, soit en cas d'alerte pluviométrique ou hydrométrique par le dispositif automatique du réseau radio.

Divers dispositifs de sécurité permettent de déceler les défaillances du matériel ou de pallier celles d'un ou plusieurs prévisionnistes.

Le prévisionniste est prévenu dès l'origine du phénomène par l'alerte pluviométrique. L'alerte hydrométrique est surtout utile après le déclenchement d'une alerte pluviométrique pendant les longues périodes pluvieuses où il y a risque de crue et où le réglage du seuil de l'alerte pluviométrique est délicat.

Cette réalisation, en donnant la possibilité au prévisionniste d'avoir quasi instantanément les mesures pluviométriques et hydrométriques, sur l'ensemble du bassin et de suivre heure par heure, ou même à des fréquences plus élevées l'évolution de la situation, a permis de tirer le maximum de profit d'une nouvelle méthode de prévision, dont le principe est d'évaluer les accroissements de débits et par suite, de niveaux.

Une méthode de prévision des crues résulte d'un compromis entre la précision et la simplicité d'application absolument essentielle si on veut éviter les erreurs matérielles. Elle ne peut être valable, tant pour le bilan hydrologique que pour le calcul des débits

de crues, que si elle permet, à intervalles rapprochés d'éliminer les erreurs précédentes en se rapportant à des données connues.

Celle-ci permet de prévoir la montée des eaux avec 4 heures d'avance. Mais physiquement, on ne peut pas aller au-delà. Pour augmenter le temps de prévision, il faudrait pouvoir connaître une prévision quantitative de la pluie dans les 4 heures à venir.

C'est dans cette optique que le service d'annonce des crues de la Dordogne a obtenu la bienveillante collaboration du Service de la Météorologie Nationale de Mérignac.

III. — LIAISON AVEC LES SERVICES MÉTÉOROLOGIQUES ET EXPLOITATION D'UN RADAR DE PLUIE

Les informations pluviométriques et hydrométriques données par les stations radio, reçues à la station centrale de Périgueux sont retransmises automatiquement par télex aux Services de la Météorologie de Mérignac. Le même dispositif permet au centre de Périgueux de recevoir instantanément les informations météorologiques complétant les éléments dont il dispose pour la prévision des crues. A cet effet le service de la Météorologie s'efforce de donner des indications sur les quantités de pluie à attendre dans les prochaines heures, ce qui permet d'assortir les « avertissements » d'indications sur la tendance du phénomène au-delà des 4 heures suivantes.

Il est prévu d'étendre cette collaboration par l'exploitation en commun des données fournies par un radar d'étude installé auprès d'un relais du réseau radio (Grezes).

L'utilisation de ce radar devrait permettre d'obtenir des éléments beaucoup plus précis sur le volume de la pluie, son intensité moyenne et sa répartition spatiale. Le but de l'étude en cours est d'établir une corrélation entre les intensités d'échos radar et la pluie enregistrée par les pluviomètres.

Actuellement, le radariste expose par téléphone, au Centre de prévision de Périgueux, les conclusions qu'il dégage des données du radar recueillies quant à l'importance et à l'évolution de la perturbation. Cette solution peu pratique et peu précise nous a conduits à chercher un dispositif de retransmission instantané à Périgueux et à Mérignac des images et des courbes élaborées à Grezes. Un système de téléscripateur à pantographe est actuellement envisagé et va être prochainement essayé.

CONCLUSION

Un réseau radio de télémessures constitue un très grand progrès par rapport au système traditionnel de transmission des avis par télégramme. Il permet notamment au prévisionniste d'être informé de la situation sur le bassin avec beaucoup plus de précision et de régularité qu'il ne lui serait possible de l'être par les avis des observateurs et par suite d'effectuer ses prévisions dans des conditions incomparablement meilleures.

La fréquence et la régularité des informations a permis la mise en œuvre d'une méthode de prévision tenant compte de l'évolution effective des crues.

Il en est résulté une plus grande efficacité notamment pour Tulle, Brive et Larche dont les populations peuvent être averties, avec une avance raisonnable des risques de montée des eaux.

L'efficacité du dispositif pourrait être encore accrue et même l'avance de la prévision sur le phénomène pourrait être encore augmentée, si les études entreprises en matière de prévision quantitative des précipitations aboutissaient comme nous l'espérons.

Les voies navigables du Nord et du Pas-de-Calais

par **J. ROUSSET**, Ingénieur des Ponts et Chaussées,
chargé de l'Arrondissement Fonctionnel du Service des Voies Navigables
du Nord et du Pas-de-Calais.

INTRODUCTION

Les Services de Navigation sont assez peu connus surtout parce qu'une très faible partie du public se sent directement concernée par les questions économiques et industrielles liées à la voie d'eau alors que tous les automobilistes — c'est-à-dire la majorité des Français — sont sensibilisés aux problèmes des routes et autoroutes.

C'est pourquoi je vais tenter en quelques pages de montrer quelle est l'importance des Voies Navigables dans la Région et quels en sont les multiples rôles dans le domaine de l'aménagement et de l'équipement du territoire.

LE RÉSEAU FLUVIAL DU NORD - SON HISTOIRE - SA STRUCTURE

C'est grâce à son relief faible et à son réseau hydrographique dense, comportant des rivières, calmes (qui avant même l'invention de l'écluse à sas ont pu être utilisées au fil de l'eau pour la navigation) que le « plat pays » est, depuis le XII^e siècle, le « royaume » du canal. On y trouve actuellement près de 10% du réseau français assurant environ 20% du trafic national.

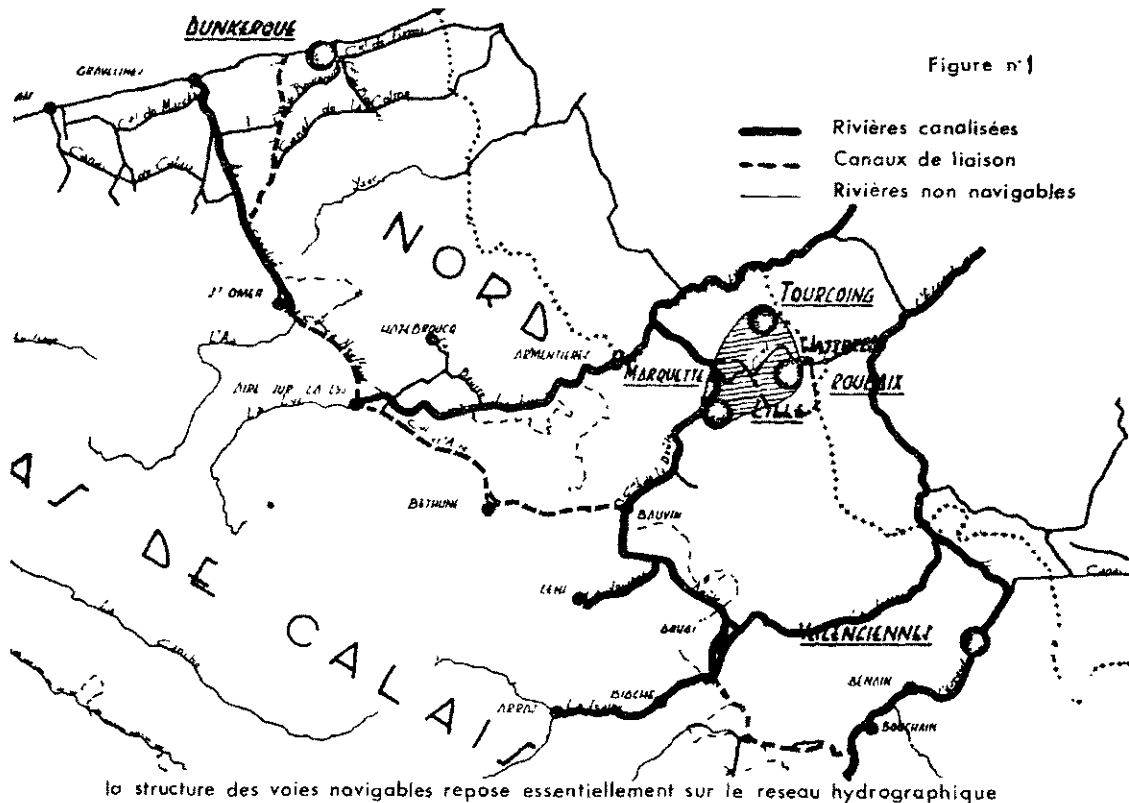
C'est le long de ces « chemins d'eau » que se sont développées les principales villes de la région et que se sont installés les premiers éléments de l'industrie locale.

Au début du XVI^e siècle, LÉONARD DE VINCI présente à François I^{er} les plans de la première écluse à sas qui permettra le développement des voies navigables. Celui-ci est toutefois lent et il faut attendre 1879 pour qu'un plan d'ensemble — le plan FREYCINET — soit élaboré.

Mais à partir de 1900 l'essor du chemin de fer provoque pendant un demi-siècle un certain abandon des voies navigables.

Par contre à partir des années 50 un renouveau complet de la navigation intérieure prend naissance grâce surtout au développement de la technique de poussage — dont je reparlerai plus bas —.

C'est pourquoi le Gouvernement lança un certain nombre de programmes et décida en particulier, en 1961, d'aménager la liaison Dunkerque-Valenciennes au gabarit des convois poussés de 3.000 T.



Mais avant de décrire les grandes lignes de cet aménagement je voudrais m'attarder quelques instants sur la structure des voies navigables de la Région (figure n° 1) qui explique largement le rôle fondamental qu'elles jouent.

Comme je l'ai indiqué plus haut cette structure repose sur le réseau hydrographique qui comprend d'ouest en est :

— l'Aa — La Lys — La Deûle — La Scarpe — l'Escaut.

Ces rivières ont d'abord été canalisées dans leurs parties aval (marquées en trait plein sur la figure 1) et c'est cet ensemble discontinu de voies que les générations précédentes ont relié entre elles par des canaux artificiels (canaux de Neufossé, d'Aire, de Roubaix, de la Sensée) pour aboutir finalement à un véritable réseau maillé qui pour le profane semble très complexe, mais donne en fait, toute sa souplesse d'emploi à cet outil multiforme.

LE TRANSPORT PAR VOIE D'EAU

A l'origine de leur développement les voies d'eau ont permis aux populations de transporter de lourdes charges sur de grandes distances.

Ce transport des pondéreux reste encore la vocation principale de la navigation intérieure qui est donc particulièrement bien adaptée dans les régions à industries lourdes. C'est pourquoi le réseau des voies navigables constitue, dans le Nord, l'un des éléments essentiels de l'économie régionale. Avant mise à grand gabarit et malgré la saturation de la voie le trafic de la Direction Régionale de Lille était en 1962-1963 de près de 20.000.000 T soit l'équivalent du trafic du port de Dunkerque.

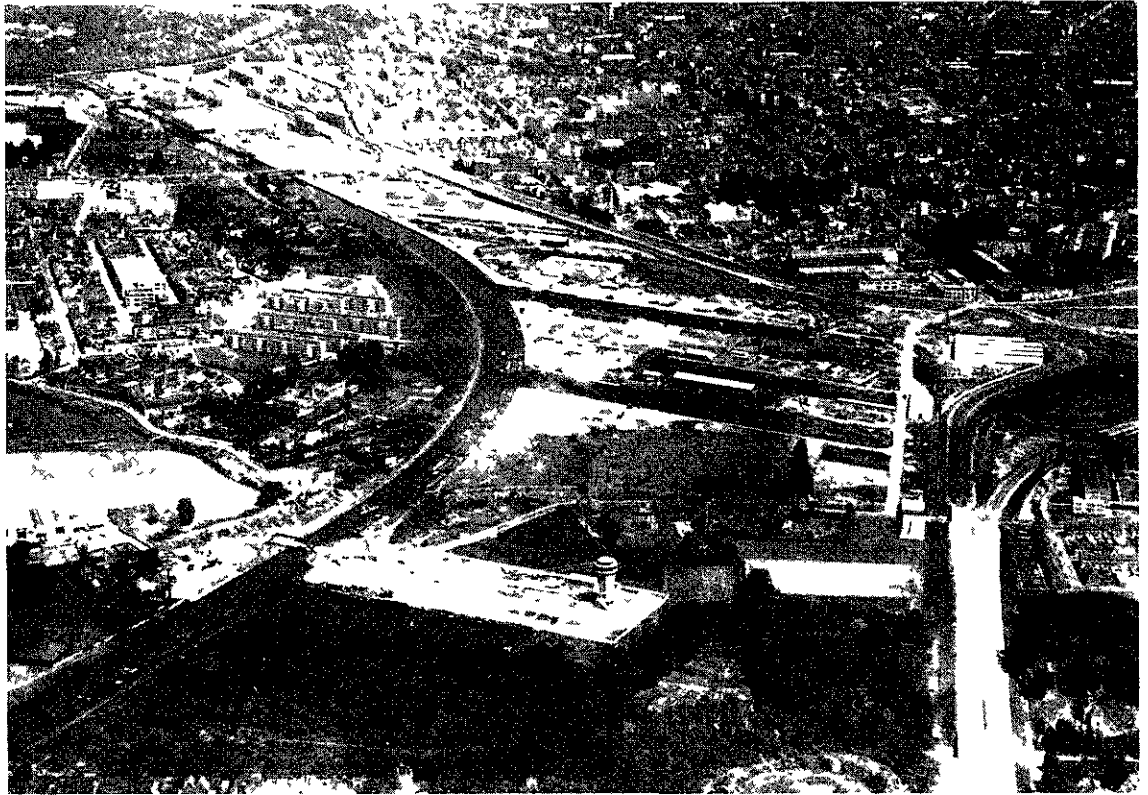


Fig. 2. — Le port de Lille et ses daises

Dès 1950-1955 la nécessité d'une réforme de structures était apparue mais comme je l'ai indiqué plus haut, il fallut attendre 1961 pour que la décision d'aménager à grand gabarit la liaison Dunkerque-Valenciennes soit prise. Quel est donc l'intérêt de cet aménagement ?

Il repose essentiellement sur l'utilisation du poussage qui, depuis une dizaine d'années, s'est développé fortement sur le Rhin puis sur la Seine. Il consiste — comme chacun le sait — à grouper un certain nombre de bateaux en trains complets et à les déplacer grâce à un pousseur situé à l'arrière.

- le guidage de cet ensemble monobloc est très facile,
- en outre et surtout les dépenses de personnel sont considérablement réduites.

Enfin l'importance du tonnage groupé permet de diminuer les dépenses de manutention dans les ports.

Parallèlement grâce à l'utilisation du radar et à la mise en place d'une signalisation adéquate la navigation peut se faire 24 h. par jour et par presque tous les temps. La rotation du matériel est ainsi accélérée et en définitive, le prix de revient du transport est fortement diminué.

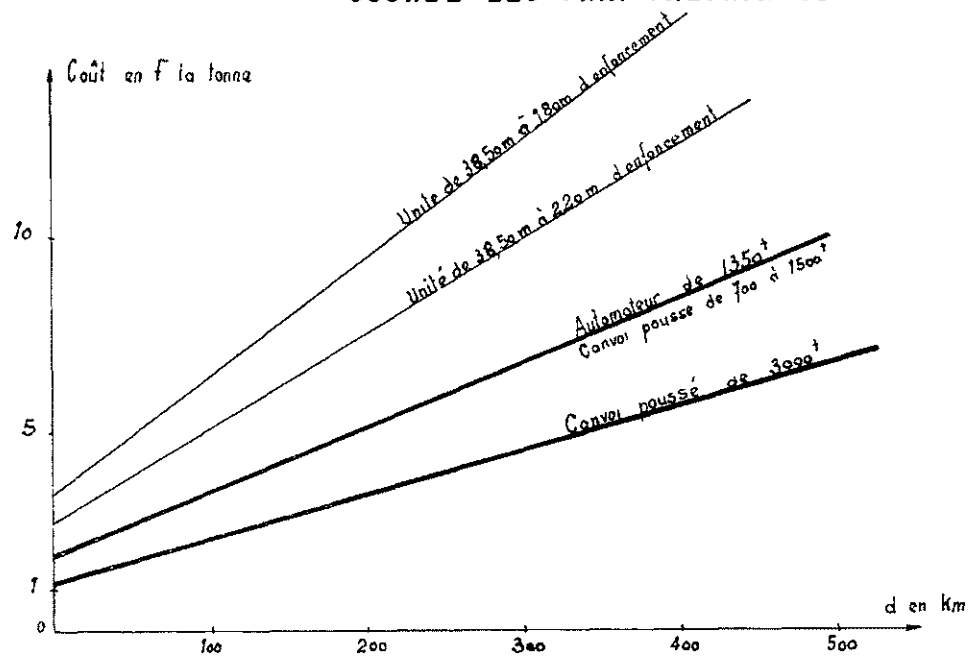
La figure 3 représente schématiquement les prix de revient des différentes unités. On peut en retenir que :

- l'utilisation des convois poussés de 3.000 T permet une économie de l'ordre de 50% à 60%,
- l'utilisation des unités de 700 à 1.500 T permet une économie de l'ordre de 25 à 35%,
- pour les unités actuelles de 38,50 m l'augmentation de l'enfoncement entraîne une économie de 20% pour 2,20 m et de plus de 25% pour 2,50 m.

Avec les péniches naviguant à 1,80 m d'enfoncement le prix de revient du transport est sensiblement le même que par chemin de fer.

Figure n°3

COURBE DES PRIX THEORIQUES



... le prix de revient du transport est fortement diminué.

Il ne fait dès lors aucun doute que l'ouverture de la voie à grand gabarit — qui s'accompagnera d'une révision complète du mode d'exploitation — sera marquée par une importante augmentation de plusieurs millions de tonnes du trafic.

La conception d'une grande liaison est liée à l'utilisation des convois poussés de fort tonnage mais il ne faut — pour autant — imaginer qu'à partir de 1969 ou 1970 tout le trafic se fera par ces unités. Elles ne sont en effet utilisables que pour les industriels ayant un important tonnage à transporter et des aires de stockage suffisantes.

Selon les enquêtes que nous avons faites auprès des utilisateurs, il semble qu'après quelques années, le trafic se répartira de la façon suivante :

- 15 à 20% par convois poussés de 3.000 T
- 20 à 30% » » de 700 à 1.500 T

le reste par automoteurs de 38,50 m (dont l'enfoncement et la vitesse seront nettement augmentés).

L'AMÉNAGEMENT DE LA LIAISON DUNKERQUE-VALENCIENNES ET SES PROLONGEMENTS FUTURS

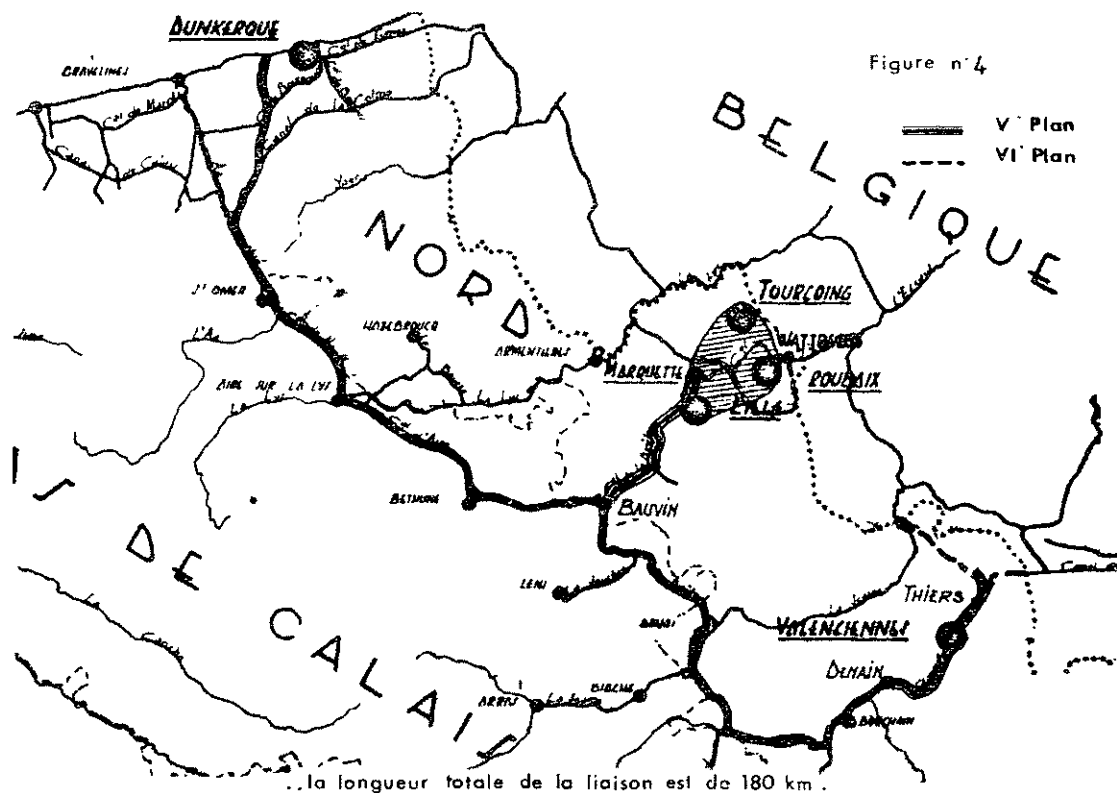
Quittons un peu le domaine des généralités pour regarder de plus près les projets intéressant la région.

La liaison Dunkerque-Valenciennes (figure 4)

La longueur totale de la liaison est de 180 km. Pour des raisons financières — que nous connaissons tous — les vingt derniers kilomètres, correspondant à la traversée de l'agglomération Denain-Valenciennes, ont été reportés au V^e Plan. Les 160 premiers kilo-

mètres seront mis en service dans quelques mois. D'une façon générale le tracé de la voie a été conservé pour assurer la desserte des complexes industriels et des agglomérations urbaines riveraines. Toutefois, certaines courbes de trop faible rayon (le minimum normal est de 1.000 m) ont été rescindées et plusieurs grandes dérivations ont été creusées.

Mais le plus souvent il nous a fallu travailler en élargissement ce qui, compte tenu de l'occupation des sols et du nécessaire maintien de la navigation, entraîne des difficultés considérables.



Le profil en long a été aussi à peu près conservé. Il comporte un bief de partage situé à la cote 35 environ, et qui constitue en quelque sorte le réservoir de la liaison. Je reviendrai plus bas sur le rôle fondamental de ce bief de partage.

Toutes les écluses et un certain nombre d'ouvrages d'art ont été reconstruits. La section mouillée a été multipliée par trois : elle passe de 40 m² à 138 m².

Les études ont été faites surtout en 1963 et 1964 et la plupart des chantiers se sont ouverts en 1965 et 1966. Leur durée normale aurait dû être de 18 mois à deux ans. Mais les intempéries des étés 1965 et 1966 et les problèmes rencontrés en zones urbaines ont retardé l'achèvement qui n'interviendra finalement que vers le mois de juillet.

A quelques mois de la mise en service, les utilisateurs s'organisent : un certain nombre de convois poussés s'assemblent et chacun s'appête à exploiter au mieux la nouvelle voie. De notre côté, nous mettons au point la signalisation et les dispositifs permettant la navigation de nuit et nous ébauchons une certaine « régulation » du trafic de façon à accueillir au mieux nos « clients ».

Mais la liaison Dunkerque-Valenciennes ne constitue pas une fin en soi. Elle doit être prolongée vers la Belgique et complétée par un certain nombre d'antennes qui seront réalisées au cours des V^e et VI^e Plans.

La liaison Bauvin-Marquette.

Elle est destinée à assurer la desserte de la région lilloise à partir de la grande voie. Sa longueur totale est de 25 km, dont près de la moitié se situe dans l'agglomération métropolitaine, ce qui pose des problèmes techniques extrêmement délicats. Les travaux vont commencer cette année.

La liaison Marquette-Wattrelos.

Au-delà se trouve le vieux canal de Roubaix vétuste et d'une exploitation difficile. Il constitue une trouée dans ce tissu urbain de Roubaix-Tourcoing, mais ne serait que difficilement aménagé pour le grand gabarit.

Devant l'intérêt que présente pour la région la jonction de l'antenne Bauvin-Marquette au réseau belge, le Service des Voies Navigables envisage l'inscription de cette nouvelle liaison au VI^e Plan. Les études détaillées sont en cours.

L'aménagement de l'Escaut.

Entre Denain et Valenciennes, il fait partie de la liaison Dunkerque-Valenciennes. Les travaux commencent cette année et sont entièrement programmés au V^e Plan. Au-delà l'aménagement répond à un triple besoin.

- assurer la liaison à grand gabarit avec le réseau belge.
- lutter contre les inondations.
- permettre le passage de l'autoroute en Belgique.

Toutes les écluses sont supprimées et le plan d'eau est abaissé de 2 à 5 m ce qui permet de dénoyer toute la vallée. Les travaux correspondants s'étaleront sur les V^e et VI^e Plans.

Avant de terminer ce paragraphe, je voudrais donner à l'usage, surtout des camarades non navigateurs, un aperçu rapide des problèmes originaux que pose l'aménagement d'une voie fluviale.

Quelques « unités techniques ».

Un projet de voie navigable est à la fois plus facile et plus difficile qu'un projet routier : plus facile, car nous n'avons pas d'échangeurs, plus difficile, car nous ne pouvons jouer de façon continue que sur le tracé en plan ce qui nous enlève un degré de liberté.

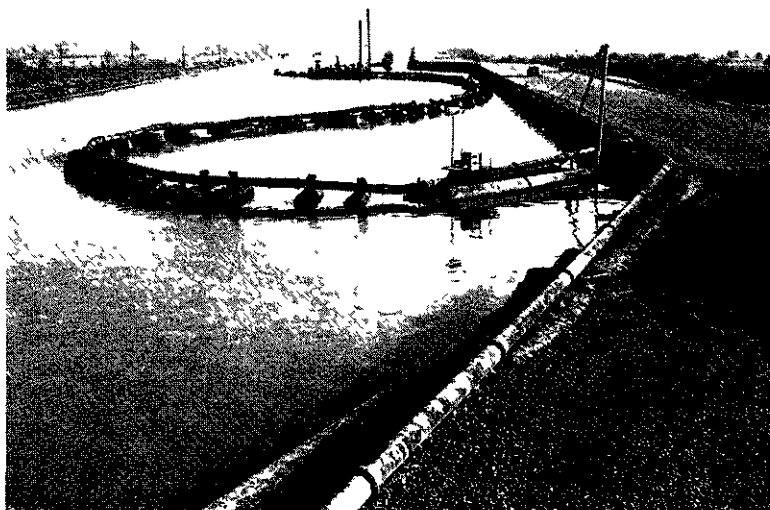
L'autre caractéristique évidente mais fondamentale, c'est que (en élargissement surtout) nous travaillons dans l'eau.

Les écluses. — C'est l'unité la plus caractéristique. Les nôtres ont environ 150 m sur 12 m. Pour éviter les remous et les efforts sur les amarres, l'alimentation est réalisée par des aqueducs et des dalles perforées. C'est une solution très satisfaisante mais relativement luxueuse.

Dans les secteurs particulièrement chargés (trafic supérieur à 4 à 5 millions de tonnes) les écluses sont doubles.

Le prix d'une écluse d'une chute de 4 à 5 m est de 12 à 15 millions de francs.

Fig. 5. —
Travail dans l'eau :
dragage et conduites
de refoulement



Les ponts. — Certains ponts ont été reconstruits, d'autres récupérés par remplètement et relevage. Cette dernière solution est fortement déconseillée, tant au point de vue technique, qu'au point de vue financier et l'expérience montre qu'une telle opération est rarement rentable.

Les ouvrages neufs ont une portée de l'ordre de 60 m sans appui intermédiaire (1). Nous avons en général adopté des solutions métalliques.

Les défenses de berges. — C'est l'accessoire le plus important de la voie car il conditionne sa longévité et intervient par ailleurs, beaucoup dans le prix au mètre linéaire. C'est un domaine où malheureusement aucune doctrine bien précise n'existe et où tout repose sur une accumulation d'expériences que Dunkerque-Valenciennes aura contribué à enrichir.

Prix.

Il faut retenir que le prix d'une voie à grand gabarit est sensiblement du même ordre que le prix d'une autoroute. Il varie de 2.500.000 F/km en rase campagne à 10,20 ou 30.000.000 F/km en ville. Ce prix se répartit à peu près de la façon suivante entre les différentes « unités techniques ».

— Ecluses	20 à 35%
— Ponts	2 à 10%
— Défenses de berges	20 à 40%
— Terrassements	15 à 30%
— Chemins de service et équipements divers ..	5 à 20%

On ne peut guère jouer sur les terrassements et c'est donc essentiellement sur les écluses (choix de la structure, type d'alimentation) et des défenses de berges qu'il faut réfléchir.

(1) Nous nous sommes aperçus que la brèche de 60 m à la limite des petits et des grands ouvrages, constituait un problème original qui méritait une étude précise (actuellement à peu près terminée).

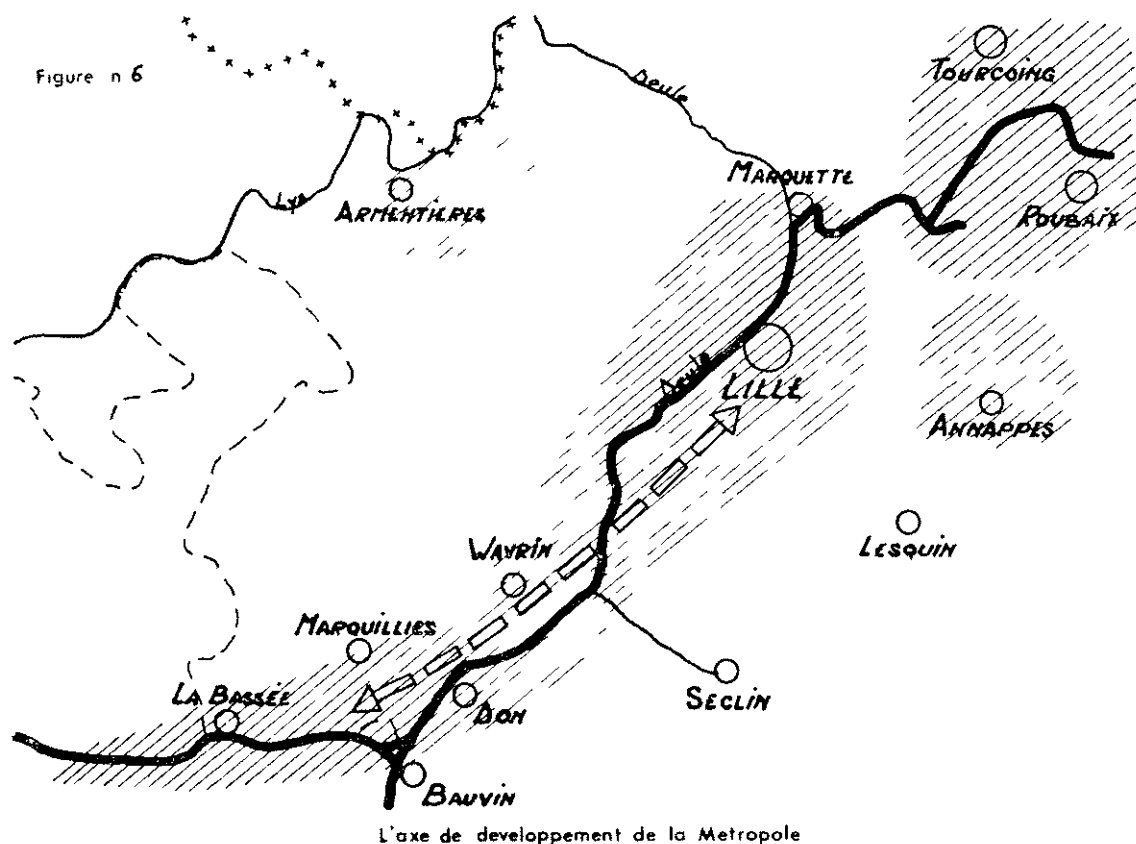
LES MULTIPLES ROLES DES VOIES NAVIGABLES DANS L'AMÉNAGEMENT ET DANS L'ÉQUIPEMENT DU TERRITOIRE

J'essaierai d'illustrer ces rôles multiples par quelques exemples.

La voie d'eau et l'aménagement urbain (fig 6)

J'ai déjà indiqué plus haut que c'est le long de la voie d'eau que se sont créées et développées les grandes villes et les principales industries de la région. C'est la liaison à grand gabarit qui sera la première grande infrastructure complète du Nord et c'est le long de son tracé que devraient s'opérer les grandes mutations et reconversions urbaines envisagées dans l'avenir.

C'est encore le canal qui constitue l'axe de développement de la Métropole du Nord et qui sera, dans quelques années, l'un de ses premiers grands équipements.



C'est enfin sur le canal que repose l'aménagement de la vallée de l'Escaut et de la région de Roubaix-Tourcoing.

Inscrite sur le terrain par l'histoire et la géographie, la voie navigable constitue dans la région du Nord un élément structurant fondamental qui doit s'intégrer, tant dans les projets immédiats que dans les prévisions lointaines.

Un exemple d'aménagement à fins multiples. L'Escaut à l'aval de Valenciennes.

Les buts à atteindre étaient les suivants :

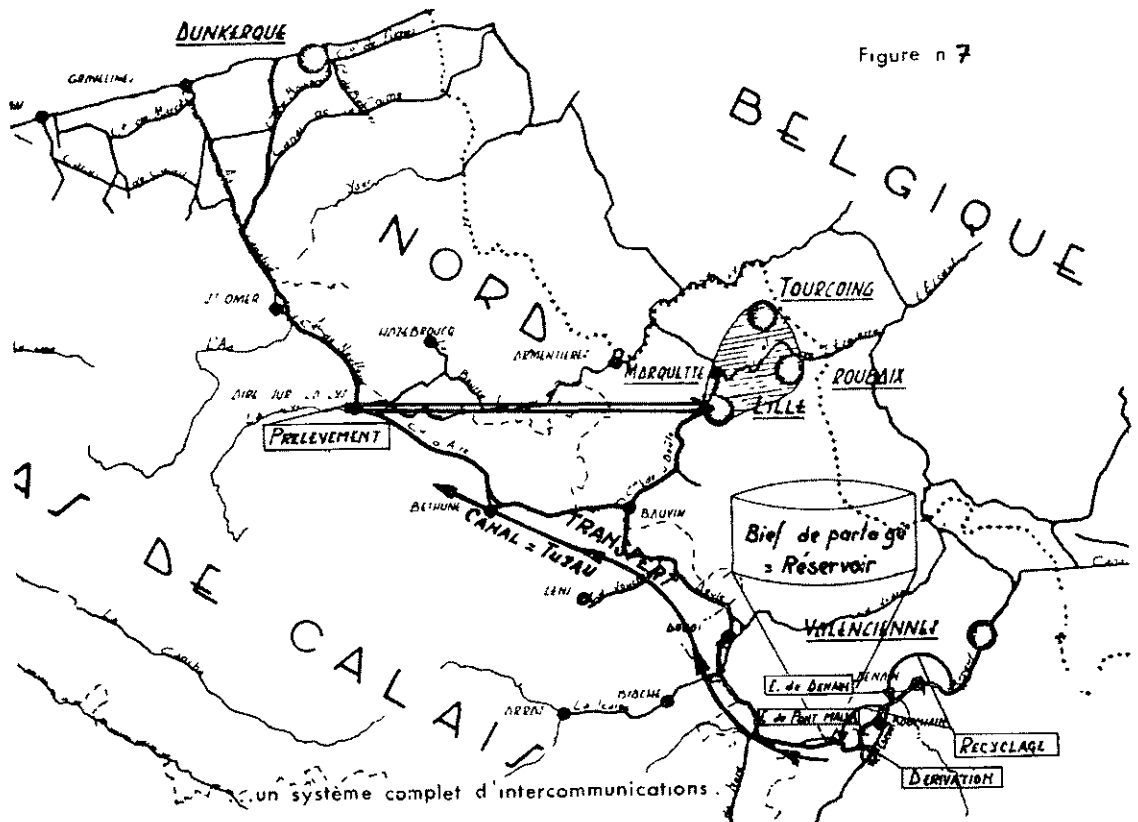
- relier la France et la Belgique par une voie à grand gabarit
- évacuer sans dommages les crues de l'Escaut et de la Hayne
- dénoyer la vallée qui, du fait des affaissements miniers, se trouve actuellement sous le plan d'eau de la rivière.

En liaison étroite avec les services belges, nous avons élaboré un programme d'abaissement du plan d'eau par suppressions d'écluses complété par un élargissement de la section. L'ensemble des zones inondables de la vallée est ainsi supprimé, bien que les crues soient augmentées de 40%. Le projet d'ensemble a été adopté officiellement par les deux gouvernements en 1965 et une partie sera exécutée dans les prochaines années.

Les problèmes d'eau (fig 7).

Comme je l'ai indiqué plus haut, les générations successives en creusant des canaux de liaison, ont établi un système complet d'intercommunications entre les différentes rivières naturelles de la région.

Alors que les nappes souterraines s'épuisent, et que l'on doit de plus en plus faire appel à l'eau superficielle pour couvrir les besoins industriels et urbains, le réseau maillé des voies navigables permet, par des transferts d'un bassin à l'autre d'assurer une meilleure répartition de ressources entre les différents utilisateurs en évitant la réalisation de coûteuses adductions.



Grâce aux ouvrages de navigation et aux volumes considérables que représentent les biefs — qui sont autant de réservoirs intermédiaires — ces transferts peuvent être effectués avec une souplesse d'exploitation qu'il ne serait pas possible d'atteindre par d'autres procédés (un bief de 20 km permet de stocker 100.000 m³ par décimètre).

Le réservoir principal est le bief de partage compris entre les écluses de Goelzinzin et de Pont-Malin. C'est lui qui, du côté ouest, alimente l'ensemble de la liaison et c'est par son intermédiaire que les transferts peuvent être faits.

La pénurie d'eau risquait, dans les toutes prochaines années d'être extrêmement grave dans les régions de Lille et de Dunkerque. C'est pourquoi, en liaison étroite avec l'Agence de Bassin Artois Picardie un projet complexe a été élaboré. Il comprend :

- un prélèvement dans la Lys (en amont de la partie polluée). Ce prélèvement diminue d'autant l'alimentation de la voie navigable qui était partiellement assurée par cette rivière.
- une dérivation du Vieil Escaut dans le bief de partage complété par un recyclage aux deux premières écluses de l'Escaut ce qui recharge le réservoir principal et permet d'une part, de compenser le prélèvement dans la Lys, et d'autre part, d'alimenter gravitairement Dunkerque en eau industrielle.

L'ensemble de ces travaux devrait commencer au début de 1969.

Quand j'aurai ajouté que les canaux servent pour pratiquement toutes les communes riveraines à la fois, d'aqueduc de distribution d'eau brute et de collecteur d'eaux usées, (l'expérience montre que ces deux fonctions ne sont pas incompatibles !) et que malgré tout, ils constituent un élément attractif important se prêtant particulièrement bien à la promenade et, dans les zones larges au yachting, j'aurai sans doute fait le tour des multiples aspects des voies navigables.

Extrapolées par nos ancêtres à partir des rivières, les voies navigables du Nord ont été la source de la civilisation urbaine et industrielle actuelle. Gravées profondément dans la structure régionale elles sont le plus souvent le motif autour duquel se créent et se développent les villes et les usines.

Support de l'activité humaine, le canal ombragé où glisse silencieusement une péniche, ne constitue-t-il pas enfin à l'heure des loisirs, l'un des derniers refuges de notre monde surmené ?

Les industries et le problème de l'Eau

par **D. MOYEN**, Ingénieur des mines

Satisfaire et concilier les exigences de tous et de chacun à l'égard de la ressource naturelle, tel est le problème de l'eau en France.

Pour permettre de prendre les mesures réglementaires nouvelles et pour réaliser les travaux que la situation actuelle et les perspectives d'avenir imposent, l'Etat dispose de plusieurs moyens complémentaires : la coordination des divers services administratifs intéressés dans ce domaine afin que leur action soit plus efficace, tant au niveau national qu'au niveau des bassins ou des régions, et la loi du 16 décembre 1964 qui autorise la refonte des textes réglementaires, relatifs à la lutte contre la pollution notamment, et qui crée les Agences de Bassin dont la mise en place s'achève. (Elles commenceront d'intervenir dès la fin 1968).

Ces divers moyens d'action seront employés non seulement pour satisfaire les besoins de chacun des utilisateurs de la ressource mais aussi pour les concilier entre eux et les rendre compatibles avec les besoins communs (ceux qui concernent la sauvegarde du milieu naturel, par exemple, ou la santé publique). Aussi ne peut-on se contenter de conserver, de modifier ou de mobiliser la ressource sans chercher, simultanément, à influencer sur le comportement actuel des usagers.

Pour ces derniers, pour les industriels notamment, la nouvelle politique de l'eau est source de problèmes.

✽

L'INDUSTRIE DANS LE PROBLÈME DE L'EAU

L'industrie, dans son ensemble, est un gros utilisateur de la ressource. Avec l'eau, elle évacue des calories superflues, elle transporte la chaleur utile ou des produits en solution et en suspension, elle lave, elle rince, elle nettoie. Souvent, l'eau est même une matière première de ses fabrications.

L'industrie a besoin d'eau, de beaucoup d'eau ! De combien d'eau exactement ? Ceci est plus difficile à dire... En 1955, les prélèvements industriels représentaient les 2/3 des prélèvements effectués par l'ensemble des usagers. En 1962, on pensait que le taux de croissance des besoins en eau de l'industrie devait être à peu près égal à celui du développement de cette activité.

En pratique, l'industrie gaspillait beaucoup d'eau puisque celle-ci ne coûtait rien ou presque (sauf lorsqu'elle provenait d'un réseau de distribution publique). Quand un in-

dustriel énonçait ses besoins, on pouvait être assuré qu'il affichait le volume qu'il préleverait s'il disposait, à lui seul, d'un fleuve surabondant d'eau pure... Or, à raison d'une dépense certes sensible mais moins importante que ne le pensent souvent les industriels, l'eau peut être recyclée ou remplacée par d'autres fluides (les 3/4 environ de l'eau prélevée par les établissements industriels servent au refroidissement ; l'air ambiant peut aussi être utilisé comme réfrigérant...). Ainsi, il est généralement admis qu'il « faut » 250 m³ d'eau pour élaborer une tonne d'acier. Mais une usine sidérurgique en France n'en utilise actuellement que 2 mètres cubes environ par tonne produite...

L'industrie a soif exagérément.

L'industrie est sale. Les neuf dixièmes de l'eau qu'elle prélève sont rejetés, pollués, dans le milieu naturel. En 1964, la Commission de l'Eau pour le V^e Plan estimait que la pollution industrielle des eaux atteignait une fois et demie celle qu'entraînent les activités domestiques. En outre, tandis que celles-ci créent une nuisance de nature à peu près constante, la pollution industrielle est très diversifiée selon les activités. Elle peut exiger de façon prépondérante, un traitement soit physique, soit chimique, soit biologique. Elle est donc fréquemment plus difficile à combattre que la pollution domestique.

Pour lutter contre cette pollution, on peut la réglementer ou la faire payer à celui qui la déverse, ou les deux à la fois. C'est cette dernière voie qui a été choisie, la réglementation seule s'étant à l'usage révélée inefficace : la Commission de l'Eau pour le V^e Plan a estimé que vingt ans d'efforts seraient nécessaires pour rattraper le retard accumulé en matière de lutte contre la pollution. Avec les redevances perçues sur tous les pollueurs, les Agences de Bassin pourront intervenir pour aider à la construction de stations d'épuration.

Pour satisfaire aux besoins en eau de l'industrie, tout en respectant ceux des autres utilisateurs, il faut non seulement ériger des ouvrages pour mobiliser la ressource mais aussi faire en sorte que chacun participe au financement de ces ouvrages dans la mesure où il l'a rendu nécessaire ou utile ou y trouve son intérêt. Tel est l'objet des redevances que les Agences de Bassin percevront sur les prélèvements ou seulement, selon les cas, sur les consommations nettes.

Assoiffée et polluante, l'industrie va donc se trouver soumise à des prescriptions réglementaires nouvelles et renforcées, et contrainte à acquitter des redevances sur les volumes d'eau qu'elle prélève ou qu'elle consomme et sur la pollution qu'elle déverse.

PREMIERS PROBLÈMES DE MISE EN APPLICATION DE LA POLITIQUE DE L'EAU

Assez nombreux furent (ou sont encore !) les industriels qui s'opposèrent catégoriquement à la nouvelle politique de l'eau. Alors qu'ils pouvaient prélever une eau gratuite et rejeter leurs effluents pollués sans trop de risques (ce n'était pas toujours le cas, il faut le reconnaître... Gendarmes et surtout pêcheurs à la ligne constituaient une menace quelquefois non négligeable...), les industriels devaient-ils désormais payer ces facilités qui leur sont indispensables ? Abandonne-t-on sans réticence une telle rente ? C'est à l'Etat de payer, disaient-ils, la solidarité nationale doit jouer ! Pourtant, la politique choisie est appliquée.

La définition des redevances sur les prélèvements soulève peu de questions de la part des industriels : les compteurs d'eau, qu'il faudra certes acheter et installer, ne sont pas toujours d'une fidélité rigoureuse mais leur technique s'améliore. Il n'y a pas lieu de craindre d'erreurs trop graves sur les mesures ni de transfert de charge d'utilisateurs non industriels vers ces derniers. Enfin, les travaux que financent ces redevances sont le plus souvent utiles aux industriels.

Les redevances sur les consommations sont plus controversées. Puisque les consommations industrielles ne représentent qu'une très faible part des prélèvements (entre 5

et 10%), il est exclu de pouvoir les mesurer. Aussi seront-elles estimées forfaitairement, en pourcentage du prélèvement. Or, il existe autant de consommations spécifiques d'eau distinctes que d'établissements industriels.

Mais c'est en matière de pollution que les redevances sont le plus contestées. Les Agences n'ont pas, à juste titre, le souci de fonder l'assiette de la redevance de pollution sur une description exhaustive de cette dernière, tâche délicate voire impossible à accomplir puisque la notion même de pollution dépend des usages ultérieurs de l'eau. Elles cherchent seulement à trouver un mode de répartition, le plus équitable possible, entre les pollueurs, des charges de leur intervention pour l'épuration. Aussi envisagent-elles de taxer la quantité de matières en suspension rejetée pendant un jour de rejet normal au cours du mois de rejet maximum, la quantité de matières oxydables rejetées le même jour (celles-ci étant décrites par une combinaison arithmétique de la demande chimique et de la demande biologique en oxygène) et enfin, dans certains cas, la quantité de sels solubles rejetés. Chacun des termes de la redevance sera affecté de coefficients pour tenir compte du milieu récepteur et des circonstances de lieu et de temps. La mise au point de cette formule a soulevé bien des difficultés, chaque industrie étant avantagée ou, disait-elle, brimée selon que l'on retenait, avec un poids plus ou moins fort, tel ou tel critère de pollution. A ces rivalités entre branches industrielles pour trouver une assiette « équitable », s'ajoutent celles qui naissent entre les industriels d'un bassin et les autres usagers, domestiques notamment, pour l'application des formules de redevance.

Les industriels ont certes leur mot à dire dans cette application au niveau des bassins : ils sont représentés dans les Conseils d'administration des Agences et dans les Comités de Bassin. Mais il a paru utile que le Ministère de l'Industrie puisse suivre avec précision les modalités de mise en œuvre des redevances, préconiser l'aménagement de transition souhaitable et, de façon générale, veiller à ce que les industriels ne soient pas moins bien « traités » que les autres usagers de la ressource. Les représentants du Ministère de l'Industrie dans les organismes de bassin sont donc assistés par un chef de service extérieur qui, déjà chargé au niveau du bassin de la coordination en matière d'eau des services du Ministère, est l'interlocuteur naturel des industriels dans leurs rapports avec les Agences de Bassin notamment. Ce « centralisateur » est, dans les six bassins, un ingénieur en chef des mines, chef d'arrondissement minéralogique, qui entretient déjà, à bien d'autres titres, des contacts étroits avec les principaux secteurs de la grande industrie. Bien informé par les industriels et soucieux de leurs intérêts légitimes, le centralisateur est un médiateur efficace quand des questions sont soulevées à propos des redevances.

Enfin, les industriels seront plus nettement que maintenant, soumis aux contrôles des services chargés de la police des eaux et des inspecteurs des établissements classés.

A moins d'accepter la disparition de la plupart des industries afin que l'eau soit absolument pure, il faut bien admettre que l'industrie pollue certaines rivières, pourvu que cette nuisance soit bien contrôlée. L'action réglementaire doit tenir compte des exigences de la production estiment les industriels, que le renforcement de cette action inquiète. Sans nier l'importance de celle-ci, les centralisateurs de bassin que l'on vient d'évoquer ont aussi à charge de faire connaître les nécessités de la production aux services chargés de la police des eaux et de dissiper ainsi ce nouveau souci que donne aux industriels la politique de l'eau.

LES PROBLÈMES DE L'EAU DANS L'INDUSTRIE

De façon inégale selon les branches, puisque chacune d'entre elles, voire chaque établissement, utilise l'eau ou la pollue d'une manière spécifique, l'application de la loi du 16 décembre 1964 pose encore aux industriels trois types de problèmes : paiement des redevances, coût de l'épuration et adaptation technique.

Les redevances dues aux Agences ou aux collectivités locales (1) ne représentent qu'une très faible part du chiffre d'affaires total de l'industrie. Mais pour quelques entreprises elles constituent une charge nouvelle très lourde dont l'incidence peut être grave sur leur développement, leur existence même et celle des emplois qu'elles fournissent. Sans prétendre citer les cas où l'incidence des redevances est la plus lourde puisque les études sur ce point ne sont pas achevées, on peut avancer que pour certains établissements ce versement, au titre du prélèvement, excède 3% du chiffre d'affaires et que pour d'autres, au titre de la pollution, il dépasse 5% du chiffre d'affaires. Les milieux industriels sont particulièrement sensibilisés à ces cas particuliers : les représentants industriels du Comité de Bassin Artois-Picardie, le 1^{er} avril dernier, ont fait admettre par l'ensemble du Comité que le programme de perception de redevance ne soit voté qu'à la condition expresse de voir diminuer la charge des redevances pour les entreprises qui devraient verser plus de 1% de leur chiffre d'affaires.

Ce problème limité, puisqu'il ne concerne qu'un nombre restreint d'entreprises existantes, mais très réel et très délicat à résoudre est actuellement étudié avec grande attention par les pouvoirs publics en liaison notamment avec les Ingénieurs en Chefs des Mines centralisateurs de bassin mentionnés plus haut.

Le rôle de ceux-ci, comme de leurs collègues représentant le Ministère de l'Industrie pour les problèmes d'eau dans chacune de leurs circonscriptions, n'est donc pas seulement d'atténuer les frictions locales et de veiller à une application correcte des dispositions de la loi sur l'eau ou de celles qui régissent l'intervention des agences. Il est aussi de connaître et d'étudier les conséquences de la politique de l'eau sur les établissements industriels existants, de renseigner le Ministère de l'Industrie sur ces effets, de proposer ou de mettre en œuvre les remèdes nécessaires contre celles de ces conséquences qui s'avèreraient les plus dommageables pour l'activité industrielle.

La politique de l'eau, ses contraintes réglementaires et financières, vont obliger les industriels à épurer leurs eaux. Un retard important est actuellement constaté dans la lutte contre la pollution car l'épuration est très onéreuse. Puisque les redevances de pollution, dont le montant prévu n'excède pas le cinquième du coût de l'épuration, soulèvent des difficultés, on peut se demander comment nombre d'entreprises pourront payer les frais d'épuration ?

Elles disposent certes de possibilités d'amortissement exceptionnel des immeubles d'épuration et elles recevront des agences des subventions qui pourront atteindre 40% du coût de l'investissement. Mais on doit se demander s'il ne serait pas à la fois opportun et juste d'ouvrir aux industries des prêts à long terme et faible taux d'intérêt pour édifier des stations d'épuration, prêts analogues à ceux dont bénéficient, à cette fin, les collectivités locales pour compléter les subventions spéciales qu'elles reçoivent du Ministère de l'Intérieur et qu'elles pourront, en plus, obtenir des Agences de Bassin. A moins que les Agences elles-mêmes ne puissent offrir ces prêts (mais la conséquence de ce fait serait un accroissement du taux des redevances), il paraît indispensable d'ouvrir de tels prêts sur fonds d'Etat pour que l'industrie puisse suivre sans dommage excessif ni retard le programme fixé de lutte contre la pollution. Le principe d'une telle aide a été émis par la Commission de l'Eau, dans son rapport pour le V^e Plan.

Enfin, le dernier type de problème qui se pose aux entreprises à propos de la politique de l'eau est un problème technique interne à leurs établissements : comment réduire les prélèvements et la consommation d'eau ? Comment faire pour moins salir les eaux utilisées ? En se contentant de remplacer les vannes qui fuient ou en fermant les robinets trop largement ouverts, l'industriel pourra déjà réduire sensiblement ses prélèvements. Mais pour aller au-delà dans ses économies d'eau il lui faudra modifier ses techniques de production, remplacer les procédés humides, par exemple, par des procédés secs ou demi-secs. L'industriel devra alors engager des sommes importantes. Dans l'immédiat et à condition qu'il ait au préalable chiffré le coût de l'eau dans son établissement, il possède un critère de choix : sa redevance de prélèvement qu'il comparera à la somme du coût actualisé de l'investissement nécessaire pour économiser l'eau et de la redevance après

(1) En ce qui concerne les industries raccordées à un réseau d'assainissement.

économie d'eau. Comme les Agences prévoient, à l'heure actuelle, de ne percevoir que de faibles redevances de prélèvement, il est probable que leur incidence sur les industries se limitera à la suppression de gaspillages grossiers et à l'introduction de quelques techniques assez classiques. Mais dans l'avenir on peut s'attendre à des développements techniques considérables dans ce domaine. Déjà, on a pu constater une croissance « anormale » des commandes de réfrigérants à air.

En matière de pollution, des améliorations pourront de même être apportées. Les redevances de pollution étant souvent lourdes pour les industries, leur influence sera importante. Malgré la difficulté technique que pose « l'épuration interne » des progrès sensibles sont à espérer.

Ainsi, probablement avec peine (et le Ministère de l'Industrie doit veiller à ce que cette évolution soit compatible avec le développement industriel), l'industrie deviendra-t-elle à la fois plus sobre et plus propre.

Simultanément et peut-être à son corps défendant, elle se rendra plus libre à l'égard de l'eau. Comme les plantes qui s'adaptent à la sécheresse et peuvent ainsi coloniser des zones arides, les industries s'adapteront à une eau chère en réduisant leurs besoins, à des exigences accrues sur les qualités des rejets et à une taxation de la pollution en perfectionnant leurs procédés de fabrication.

Utilisatrices d'eau, les industries pourront, volens nolens, s'implanter dans des zones où jamais elles n'eussent songé pouvoir s'établir.

Activités polluantes, elles pourront être acceptées là où il n'était pas encore pensable de les autoriser à s'installer.

**

Si un facteur de liberté attend les entreprises à l'issue d'une longue période d'application de la politique nouvelle en matière d'eau, les industries s'inquiètent donc des efforts qu'elles devront développer pour suivre cette politique. Elles s'alarment de la charge des redevances, s'interrogent sur le coût de l'épuration et sur les modifications techniques qui seront nécessaires. Elles sont vigilantes à l'égard des modalités d'application des redevances. Elles craignent un renforcement de l'action réglementaire.

Chargé de la gestion des eaux souterraines et de la lutte contre la pollution industrielle, le Ministère de l'Industrie participe à cette action réglementaire : à l'égard de l'eau, les exigences de chacun doivent tenir compte des exigences de tous.

Mais à l'égard de la production industrielle, l'exigence de tous est le développement des entreprises, dont la tutelle est confiée au Ministère de l'Industrie.

Il faut que la politique de l'eau et l'expansion industrielle soient compatibles entre elles.

A cette préoccupation importante répondent les mesures récemment prises par le Ministère de l'Industrie : par l'intermédiaire des centralisateurs de bassin et des autres ingénieurs des mines des arrondissements minéralogiques, un dialogue efficace s'installe entre les industriels et l'administration, au niveau des grands bassins et des régions.

**" L'Eau, élément fondamental,
source de toute existence "**

Thalès de MILET

**" EAU MAUDITE "
Hydropique inconnu**

Agence de Bassin "Rhin-Meuse"

par **J.-F. SAGLIO**, Ingénieur des Mines.

Avant de présenter l'Agence de Bassin « Rhin-Meuse », son rôle et les buts qu'elle pourrait s'assigner, il est utile de rappeler rapidement les conditions dans lesquelles le problème de l'eau se pose dans l'Est de la France. Pour la commodité de la présentation nous séparerons les deux bassins hydrographiques principaux de ces régions, le Rhin et l'ensemble Moselle-Meuse que nous traiterons seul, à fond, faute de place.

LE BASSIN DU RHIN

Le bassin du Rhin en France délimite à très peu près la Région d'Alsace.

Globalement les ressources peuvent en être évaluées comme suit :

- écoulements superficiels
- volume annuel moyen du Rhin : (étiage 500 m³/sec, débit moyen 1400 m³/sec crues jusqu'à 3000 m³/sec)
- volume annuel moyen des affluents alsaciens de l'ordre de 50 m³/sec en moyenne

On peut dire en outre que le volume annuel moyen transité par la nappe phréatique du Rhin est du même ordre de grandeur que celui transité par les affluents rhénans, et que la réserve de la nappe phréatique est du même ordre de grandeur que le volume annuel moyen transité par le Rhin.

Un des problèmes de pollution les plus préoccupants est celui de la salure de la nappe du Rhin en aval des Mines Domaniales de Potasse, s'étendant jusqu'au sud de Colmar. Alors que la teneur en chlore des eaux de cette nappe varie entre 20 et 40 mg/l, elle atteint 200 mg/l dans cette zone.

Du point de vue quantitatif aucun déséquilibre grave n'existe actuellement.

Toutefois certains apparaîtront rapidement pour la satisfaction des besoins en eaux potables à l'aide des ressources souterraines. Il est possible d'y pallier en montagne par l'utilisation des ressources superficielles. Mais, ces dernières présentent des étiages accusés et la qualité des eaux peut ne pas être satisfaisante.

En conclusion, en Alsace, le bilan de l'eau est encore positif quantitativement et qualitativement. L'aménagement hydroélectrique du Rhin permet de maîtriser les crues, de fournir de l'énergie et d'améliorer la navigation.

Un certain nombre d'ouvrages locaux de retenue sont à prévoir sur la Doller et certains affluents de l'Ill en vue de régulariser ces rivières et de favoriser la pisciculture et le tourisme.

Une action concertée et efficace de grande envergure pour prévenir la pollution et lutter contre elle, tant dans la nappe que dans le Rhin et ses affluents doit être entreprise.

LE BASSIN DE LA MOSELLE, DE LA SARRE ET DE LA MEUSE

Ces bassins, d'une nature assez analogue au regard de l'hydrologie, traversés par des rivières de plaine, au débit faible et irrégulier coulant le long des auréoles du bassin parisien du sud vers le nord, sur des assises géologiques qu'un forage rencontrerait successivement poreuses et perméables, ou massives et imperméables, sont assez différents au regard de l'économie et de la démographie, la vallée de la Meuse étant moins peuplée et moins industrielle que les deux autres.

Les ressources en eaux des bassins mosans et mosellans.

Eaux superficielles.

Trois rivières y coulent du sud vers le nord : la Meuse, la Moselle et la Sarre. Leur importance inégale a un point commun : l'irrégularité et la faiblesse des débits transités. Ces rivières de plaine ont un régime très variable, aux étiages accentués et aux crues violentes. L'urbanisation et l'industrialisation croissantes ne peuvent d'ailleurs qu'entraîner une aggravation de cette irrégularité. Pour avoir un terme de comparaison avec les chiffres qui suivent, signalons que l'étiage moyen de la Seine à Paris est de 105 m³/sec.

Un effort considérable a été accompli pour améliorer nos connaissances sur les débits et la qualité de ces eaux. Nombre de stations de jaugeage ont été mises en place par les services compétents ces dernières années ; des campagnes systématiques de prélèvements et d'analyses sur l'ensemble de ces rivières sont par ailleurs exécutées depuis 1964. Malgré ces efforts, nos connaissances restent encore fragmentaires.

DEBITS (en m³/sec)

Rivière	Affluent	Nom de la station	moyenne mensuelle	étiage mensuel moyen	étiage mensuel minimum (connu)
Moselle	Moselle	Toul	54	23	4,5
		Hauconcourt (aval de Metz)	106	52	14
	Meurthe	Malzeville (région de Nancy)	27	14	5
Meuse	Meuse	CHOOZ (frontière belge)	122	53	17
Sarre	Sarre	Sarreinsming	7,5	5	—

QUALITES (octobre 1965)

Rivière	Affluents		dureté (d° français)	DBO 5 (+)
Moselle	Meurthe	confluent avec la Moselle	160	13,8
	Moselle	amont du confluent avec la Meurthe (Liverdun)	16	4,5
		aval Metz (Haucourt)	56	7
	Sarre	Sortie de France	40	7

La DBO 5 est une mesure de pollution organique qui indique la quantité d'oxygène demandée par litre d'eau polluée, pour oxyder biologiquement en cinq jours les impuretés contenues. Elle est exprimée en milligrammes/litre.

Ainsi non seulement les ressources en eau superficielle sont limitées, mais encore leur degré de pollution est grave. L'emploi de l'eau de Meurthe à partir de Dombasle, de l'eau de Moselle à partir du confluent avec la Meurthe est pratiquement exclu pour l'alimentation en eau des populations et même pour l'irrigation. Certes, la pénurie d'eau dont souffre cette région amène à une utilisation limitée d'eau de Moselle à l'étiage des nappes, entre Metz et Thionville. Cette utilisation est très partielle et ne saurait être que provisoire, en attente d'adductions d'eau complémentaires, ou d'une amélioration de la qualité de cette rivière.

Si la pollution des cours d'eau importants est grande, il en est à plus forte raison de même pour leurs affluents de zones urbanisées ou industrielles : l'Orne et la Fensch, affluents de rive gauche de la Moselle, drainent d'importants complexes sidérurgiques, comme le fait la Chiers, affluent de rive droite de la Meuse, qui arrose Longwy, et enfin la Rosselle qui traverse l'ensemble industriel et urbain des Charbonnages de Lorraine.

Ressources en eaux profondes.

Pratiquement, cinq ensembles de nappes présentent un intérêt notable ; citons en âge géologique croissant :

- les grès rhétiens,
- les alluvions quaternaires,
- les calcaires du jurassique supérieur,
- les calcaires du jurassique moyen,
- les grès vosgiens.

Les alluvions sont utilisées dans tous les fonds de vallée qui en recèlent généralement. Economique, la nappe alluviale la plus importante se situe le long de la Moselle entre Novéant et Sierck, de part et d'autre de Metz.

Ainsi, cette nappe utilisée à plus de 3/5 de sa réalimentation utile semble produire à la limite de ses possibilités économiques.

La nappe des calcaires du jurassique supérieur, exploitable, probablement à proximité des côtes de Meuse, de part et d'autre de Verdun n'a été étudiée de façon approfondie que depuis 1961. Cette étude constitue une des plus belles réussites de l'hydrogéologie en France dans ces dernières années.

En effet, alors que l'on n'imaginait point que cet horizon aquifère pût être exploitable même à échelle réduite, les campagnes systématiques de géologie et géophysique, les forages et les essais de débit effectués, montrent l'existence probable d'une nappe importante sur un bassin versant de 300 km², réalimentée par jour à raison de 250.000 m³. Les essais de débit faits au nord de Verdun, y ont montré la possibilité de prélever un volume journalier de 100.000 m³.

Cette nouvelle ressource pourra apporter un appoint précieux à la satisfaction des besoins en eau de la région.

Le complexe des nappes des calcaires du jurassique moyen est situé principalement au-dessus des couches exploitables du bassin ferrifère et alimente l'exhaure des mines de fer. Une étude complète exécutée de 1960 à 1964, a montré que, en année moyenne, de 0,5 à 0,3 Mm³/j étaient exhaurés et rejetés à la surface. Sur ce volume journalier, à l'étiage, 110.000 m³ sont utilisés dès leur sortie de la mine, le solde étant rejeté à la rivière, pour être très généralement réutilisé de nombreuses fois plus bas.

Le captage de ces eaux doit être envisagé à l'exhaure des mines qui constituent, à cet égard, les plus efficaces des drains.

La nappe des grès vosgiens contenue dans la couche géologique des grès du Trias Inférieur, s'étend en affleurement sur 10.000 km², et vers le centre du bassin parisien sur une superficie de 40.000 km². Son épaisseur peut atteindre 400 m. C'est dire la taille de cet ensemble hydrogéologique. On ne peut déterminer ses ressources que localement. Ainsi, par exemple, dans la région des Houlières, une quantité d'eau de 100 millions de m³, par an, soit 300.000 m³/j, en est exhaurée ou pompée mais la charge de l'eau de cette nappe en sels croît vers l'ouest, quand elle s'approfondit. Et, si elle est encore utilisable à Nancy, elle ne l'est pas à Metz, ni a plus forte raison, vers le nord-ouest.

Les besoins en eau.

Il est en général bien difficile de tenter une approche des besoins en eau. Ce terme de besoins recouvre, en effet, des notions bien différentes. Et l'on est souvent tenté d'aditionner des chiffres qui ne peuvent l'être.

— Les besoins en eau domestique sont très variables, selon le niveau de vie du consommateur, ses habitudes et sa localisation dans la campagne ou une grande ville peuvent ainsi varier dans l'Est de 30 m³/an à 120 m³/an et par tête. C'est ainsi que le prélèvement total atteignait 167 millions de m³ par an en 1965. Il devrait atteindre 265 millions de m³ en 1975 et 380 millions de m³ en 1985 dont plus de 160 pour le seul val de Moselle (Nancy-Metz).

— Les besoins en eau industrielle ne peuvent être définis sans référence aux prix de la fourniture. Jusqu'à ces dernières années, cet aspect du problème pouvait être masqué par le fait que les ressources locales étaient suffisamment abondantes et que le prix de l'eau était ou mal connu ou négligé. Il n'en est plus de même dans les zones où, faute de ressources, il faut faire appel à des eaux lointaines, d'adduction coûteuses. Dans ce cas, le prix de l'eau croissant, il s'avère progressivement plus intéressant de recycler pour tout ou partie l'eau déjà utilisée, moyennant un traitement approprié, le coût de cette opération croissant au fur et à mesure que le taux de recyclage croît.

En Lorraine et dans les Ardennes, les taux de recyclage peuvent varier entre 98 et 100%. Le premier cas s'observe dans le Nord de la Lorraine où la pénurie d'eau impose ce recyclage extrême aux industriels ; le second cas s'observe par exemple le long de la Moselle.

Les chiffres ci-après donnent quelques résultats d'enquêtes récentes. Ils mettent en lumière l'énorme importance relative des besoins des centrales thermiques et de la sidérurgie.

Prélèvements industriels 1966

1) Départements (centrales thermiques exclues) u = 1.000 000 m³

Départements	Prélèvements
Ardennes	46
Meuse	32
Moselle	332
Meurthe et Moselle	445
Vosges	75
Bas-Rhin	100
Haut-Rhin	163
	1 193

2) s/bassins (centrales exclues)

Bassins	Prélèvements
Rhin	262
Moselle	670
Sarre	40
Meuse	204
Hors bassins	17
	1.193

La différence qui existe entre la répartition départementale et la répartition hydrographique dans les prélèvements tient au fait que des superficies importantes des départements des Ardennes de la Meuse et des Vosges sont exclues de notre circonscription hydrographique.

3) Prélèvements selon les activités principales

Activités	Prélèvements
Mines	23
Sidérurgie	491
Métallurgie générale et transformation métaux	153
Chimie	181
Industries alimentaires	44
Textile	79
Papier	71
Autres industries	151
	1 193

4) Prélèvements centrales thermiques par s/bassins

Bassins	Prélèvements
Rhin	217
Moselle	775
Sarre	227
Meuse	509
	1 728

Les nouveaux besoins pour la navigation entraînés par le développement des voies d'eau à grand gabarit, et l'accroissement du trafic sur les anciennes voies (canal de la Marne au Rhin, canal de l'Est, canal des Houillères) et les nouvelles (Moselle canalisée), concourent à augmenter le volume d'eau nécessaire pour les éclusées. Deux solutions extrêmes, entre lesquelles s'offrent toutes les moyennes, sont possibles : écluser au fil de l'eau, ce qui peut nécessiter des opérations d'accroissement de débit, ou recycler intégralement par pompage les volumes éclusés. Le choix dépend du coût des différentes solutions.

Les besoins de l'irrigation sont très mal chiffrés et dépendent surtout de la valorisation agricole de l'eau comparée à son coût. En ne retenant par exemple que les superficies irrigables à peu de frais, situées à proximité de cours d'eau, en supposant que les aménagements permettent de satisfaire à la demande en eau correspondant à des sécheresses de fréquence quinquennale, le besoin annuel d'eau pour la Lorraine serait de 610 Mm³/an soit à l'étiage 47 m³/sec. Ce chiffre, représentant des consommations nettes, est énorme.

Les zones critiques.

A la suite de cette brève analyse, les zones critiques et sensibles se dessinent d'elles-mêmes. Au regard de l'alimentation en eau des collectivités et des industries plusieurs secteurs apparaissent comme critiques :

Longwy-Villerupt. — Dans ce secteur urbanisé et industrialisé, les besoins passaient très largement les ressources locales. C'est pourquoi, une importante adduction repre-

nant les eaux de la Chiers et de l'Othain depuis Montmédy jusqu'à Longwy a été mise en œuvre. La poursuite vers Villerupt est en route. Le coût total de cet équipement dépassera 60 MF.

Val de Metz. — La région messine souffre d'une pénurie d'eau que ni la Moselle, trop polluée, ni la nappe des grès vosgiens, dont les eaux sont trop salées, ni la nappe alluviale de la Moselle surexploitée, ne peuvent combler.

C'est pourquoi, une adduction d'eau est engagée. Elle provient d'un petit cours d'eau, affluent de la Moselle, à l'amont de Metz. Le débit de ce ruisseau sera régularisé. Son eau sera épurée et une retenue de quelques centaines de milliers de m³ sera établie à la prise d'eau. De là, elle sera refoulée vers Metz, à 14,5 kilomètres où elle sera traitée. La capacité de cette adduction, soit 90.000 m³/j permettra de répondre à la demande de pointe jusqu'en 1975 et peut-être à la moyenne jusqu'au delà de 1980. Entre-temps seront probablement arrêtés les pompages en Moselle et en nappe phréatique, fournissant de l'eau salée, en outre, la productivité des autres captages, menacés par l'urbanisation, risque de diminuer. Devant cette décroissance prévisible des ressources totales, il faut chercher de nouvelles ressources utilisables dès 1977. La seule semble devoir être la Moselle elle-même, qu'il faudra alors avoir « dépolluée ».

Val de Thionville-Vallée de la Fensch. — La région de Thionville et de la vallée de la Fensch souffre aussi d'une pénurie d'eau potable et industrielle. A l'instar de Metz, les ressources locales ne sont point utilisables en grande quantité sauf concentration d'exhaures des mines. La solution actuellement envisagée, pour alimenter cette région en eau, consiste en une adduction depuis la nappe des calcaires meusiens. Cette adduction devrait couvrir les besoins nouveaux estimés, provisoirement à 10 Mm³ en 1975 et à 20 Mm³ pour 1985. L'eau captée dans la nappe serait refoulée au-dessus des côtes de la Meuse, puis envoyée à l'extrémité ouest de la vallée de la Fensch, enfin distribuée dans cette vallée et Thionville. La longueur totale des conduites d'adduction dépasserait 50 km. Le coût total des investissements dépasserait 110 MF.

Une autre solution est activement étudiée : elle consisterait à puiser l'eau de la Moselle et, soit à la traiter en surface, soit à la réinjecter en nappe phréatique avant captage. Cette solution ne sera retenue que si l'eau de Moselle voit sa qualité chimique préalablement améliorée, par stabilisation à un niveau acceptable de sa teneur en chlorures. Si la mise en œuvre de ce programme préalable de lutte contre la pollution permet d'aboutir à temps (1972) cette solution ne coûtera que 40 MF. On voit ici l'intérêt économique important qui s'attache déjà à la lutte contre la pollution.

Région de Nancy. — Le développement de cette agglomération et de la consommation individuelle rendent déjà insuffisants les moyens d'adduction. En outre, les deux aqueducs qui alimentent la ville ne sont pas indépendants : un incident sur l'un des deux aurait ainsi de graves conséquences sur l'ensemble. C'est pourquoi le renforcement des moyens de pompage dans la Moselle avant son confluent avec la Meurthe, la construction d'un troisième aqueduc de 9,5 km et d'une station de traitement de ces quantités d'eau supplémentaires, enfin de moyens de distribution, sont entrepris. Cet équipement permettra de satisfaire aux besoins croissants de 120.000 m³/j aujourd'hui à 170.000 m³/j en 1980 et 220.000 m³/j en 1985.

Région de Mézières-Charleville - Zone sensible. — L'agglomération de Mézières-Charleville risque de souffrir de pénurie d'eau à court terme ; une adduction d'eau complémentaire y devra être engagée, à partir des eaux d'une petite rivière affluent de la Meuse.

Autres zones sensibles. — Dans la vallée de l'Orne aussi, la distribution des ressources d'eau d'exhaure des mines de fer devra être améliorée, cette ressource étant réservée à la population, alors que l'industrie pompera dans l'Orne, dont le débit devra être régularisé.

Enfin, l'alimentation en eau du bassin houiller et de quelques autres zones devront être considérablement améliorées et renforcées.

Lutte contre la pollution.

Nous avons vu plus haut que la lutte contre la pollution des rivières amènerait à une solution économique aux problèmes d'alimentation en eau par exemple du val de Moselle. Et ce qui est vrai actuellement le sera à fortiori dans l'avenir où les besoins seront si importants qu'il faudra nécessairement faire appel aux eaux de surface locales, faute de ressources nouvelles ailleurs.

Cette considération économique est une des raisons pour lesquelles un programme méthodique de lutte contre la pollution d'origine urbaine ou industrielle doit être tracé et mené à son terme. Ce programme doit être coordonné, de façon que, progressivement les tronçons de rivières à protéger ou à restaurer le soient au regard d'objectifs précis, et maximise à chaque étape le bénéfice de l'action.

On peut ainsi se fixer les objectifs suivants :

- rendre la Moselle utilisable pour être transformée en eau potable, dès 1972 à la hauteur de Thionville en 1975 à Metz,
- protéger en permanence la qualité des rivières à l'amont des prises d'eau utilisées par les collectivités locales et les industries,
- aménager les petits cours d'eau traversant des zones urbaines ou industrielles denses, de manière qu'ils ne constituent plus une gêne pour les riverains. Restaurer progressivement leur qualité à un niveau économiquement acceptable (Rosselle-Fensch - Orne-Meurthe),
- ramener ou maintenir la qualité des cours d'eau aux frontières à un niveau répondant aux règlements ou aux engagements internationaux (Moselle-Meuse-Sarre-Rosselle),
- maintenir ou améliorer la qualité des ruisseaux touristiques.

Nous reverrons ce point ci-après en traitant du projet de programme de l'Agence Financière de Bassin.

Opérations multifonctionnelles.

La Moselle a un débit irrégulier, faible à l'étiage, trop fort en crue. Son augmentation à l'étiage permettrait de diminuer corrélativement le degré de pollution, de mieux répondre aux besoins industriels, ou aux besoins agricoles, de procurer une source froide plus abondante aux centrales thermiques actuelles (Blénod, Richemont) et futures (La Maxe), de compenser le débit évaporé par ces usages de refroidissement, de compenser entre le lieu de prise et le confluent de la Moselle avec la Meurthe l'accroissement du débit prélevé pour les besoins en eau de Nancy sur la Moselle et même à l'étiage de permettre ce prélèvement, et, enfin de permettre la navigation à l'amont de Liverdun. Pour ce faire, l'aménagement de sites de barrages sur le bassin de la Moselle est activement étudié. Leur coût total pour 50 Mm³ stockés serait de l'ordre de 60 à 70 MF.

Le débit de l'Orne pourrait également être accru à l'étiage pour lui permettre de répondre aux besoins de l'industrie et en particulier, de l'industrie sidérurgique. Cet accroissement permettrait corrélativement de répartir de meilleure façon l'eau entre les différents utilisateurs, l'eau d'exhaure des mines allant aux consommateurs domestiques, l'eau de l'Orne étant utilisée pour l'industrie. Un barrage-réservoir situé dans l'étang de Lachaussée, dans la Woëvre a été étudié dans ce but. Sa capacité totale pourrait être de l'ordre de 10 millions de m³. En outre, la lutte contre les crues de l'Orne prolongeant les travaux actuels pourra peut-être se trouver facilitée par des aménagements de cette rivière.

La vallée de la Chiers est sujette à de nombreuses inondations, comme l'est également celle de l'Orne. Une rectification et un aménagement du lit, voire des barrages écrêteurs de crue doivent être envisagés.

Conclusions.

En conclusions, l'on peut ainsi constater que les problèmes de l'eau dans les bassins hydrographiques de la Meuse, de la Moselle et de la Sarre, sont en général plus aigus que ceux qui se posent au bassin du Rhin. La principale question qui gouverne toutes les autres dans l'avenir est celle de la pollution.

Il ne semble pas inutile de réfléchir sur l'alimentation en eau de la métropole lorraine ; si l'on suppose que 2 à 2,5 millions d'habitants seront répartis de Nancy à Thionville, le long de la Moselle entre les années 2000 et 2050, avec un besoin d'eau par tête de 1 m³/j au moins, on est amené à rechercher pour l'alimentation en eau de cette zone de 20 à 25 m³/sec soit de 1 à 3 fois le débit d'étiage de la Moselle. Il est évident que les nappes souterraines ne pourront satisfaire ces besoins. C'est donc aux eaux superficielles et principalement à la Moselle qu'il faudra recourir. La Moselle sera donc probablement utilisée 2 à 4 fois sur sa traversée de la métropole et devra être soigneusement protégée contre la pollution.

La lutte contre la pollution est donc ici comme dans le bassin du Rhin une nécessité inéluctable qui commande tout le problème de l'eau.

L'AGENCE FINANCIÈRE DE BASSIN « RHIN-MEUSE »

Plutôt que de procéder à un rappel historique, nous nous limiterons à tracer sommairement le projet de programme d'intervention de l'Agence de Bassin « Rhin-Meuse ».

LE PROGRAMME DE L'AGENCE DE BASSIN « RHIN-MEUSE »

Objectifs.

Il faut résoudre les problèmes évoqués à la première partie, c'est-à-dire alimenter en eau collectivités locales et industries, accroître les débits d'étiage et recharger les nappes, lutter contre les inondations et la pollution.

En ce qui concerne l'alimentation en eau, les objectifs se déterminent d'eux-mêmes dans le temps, seuls les moyens d'y parvenir varient. Par contre pour la lutte contre les inondations et l'accroissement des débits d'étiage ou le rechargement des nappes, un calcul économique serré doit être fait pour déterminer la cadence de l'action. Enfin, le rythme de lutte contre la pollution ne peut guère, sauf objectif précis vu ci-dessus, être déterminé que par une pétition de principe. Le Comité National de l'Eau a demandé que les pollutions actuelles et futures soient résorbées dans un délai de 20 ans. Nous pensons que ce rythme est un peu rapide entraînant des dépenses trop élevées pour l'économie et nous proposons de l'allonger à une trentaine d'années.

Programmes.

Les parties qui suivent sont des propositions actuellement en discussion au sein du Conseil de l'Agence, qui ne préjuge pas de la suite qui leur sera donnée en définitive. Sur la période 1968-1972, l'Agence propose d'aider financièrement les alimentations en eau de Metz, Nancy, la Vallée de l'Orne et plus tard de Mulhouse et peut-être Thionville si la première solution était retenue. La raison de cette aide réside dans le fait que ces collectivités locales sont par la pollution ou la surexploitation des ressources naturelles proches, obligées de faire appel à des ressources plus lointaines au prix d'inves-

tissements plus coûteux. L'Agence est donc fondée à les aider, en limitant en tout état de cause cette aide à la différence de coût actualisé entre la solution retenue et l'exploitation des ressources proches. Elle répartit la charge résultante sur les responsables. L'investissement total pris en compte est de 75 MF sur 1968-1972.

L'Agence propose d'aider financièrement à la réalisation de stations d'épuration collectives ou privées. Celles-ci ont été déterminées dans l'ordre économique suivant : on s'est fixé un certain nombre d'objectifs de qualité, en un certain nombre de points du réseau hydrographique ; puis on a déterminé quel était le classement des ouvrages d'épuration à l'amont au regard de ces objectifs, compte tenu de l'autoépuration, qui donnaient la meilleure rentabilité, c'est-à-dire la plus grande partie de pollution supprimée au franc investi. Il a également fallu tenir compte d'impératifs locaux tels que les nuisances de voisinage, la nécessité de conserver un potentiel touristique, etc...

Une première liste de stations d'épuration dont l'Agence pourrait aider la réalisation comporterait Nancy, Metz, ensemble de la vallée de l'Orne, Saint-Avold, Forbach, Hagondange-Talange, Pont-à-Mousson, Epinal, Verdun, Sélestat, Erstein, Saverne, Barr, Colmar, Guebwiller, Sainte-Marie-aux-Mines, Mézières-Charleville, Sedan auxquelles s'ajoutent un certain nombre de stations moins importantes. L'ensemble du programme coûterait 69 MF. Un ensemble de stations privées, industrielles, s'élevant à 65 MF sur 1968-1972 devrait également être aidé financièrement. En ce qui concerne la lutte contre les inondations, et la création de ressources nouvelles, aucune opération n'est actuellement inscrite au programme. Les études se poursuivent.

Ces programmes pourront être modifiés pour tenir compte de l'état d'avancement des études et des possibilités techniques et s'adapter aux Plans, qu'ils reflètent en l'amplifiant pour le V^e et dont ils constituent une première approche pour le début du VI^e.

Taux d'aide.

L'Agence apporterait une subvention en capital de l'ordre de 30 à 40% du coût supplémentaire d'investissement pour les opérations d'alimentation en eau (compensation de surcroît de charge). Elle apporterait une subvention moyenne de 20% aux stations collectives, laissant ainsi à la charge des maîtres d'ouvrages un autofinancement moyen de 7%, compte tenu des subventions, prêts et autres aides qu'ils reçoivent. Elle apporterait une subvention moyenne de 40% aux stations industrielles et peut-être une aide complémentaire s'ils contractent des prêts. La charge résiduelle laissée aux industries qui par ailleurs ne bénéficient d'aucune subvention de l'Etat ou prêt à taux réduit, serait plus élevée que pour les collectivités locales. Enfin naturellement, la charge de fonctionnement et des études de l'Agence lui reste intégralement.

Répartition des charges redevances.

L'ensemble des charges représenté sur la période 1968-1972 un total de l'ordre de 72 MF, soit un poids annuel de l'ordre de 15 à 20 MF. Sauf pour les études liées aux prélèvements, dont les dépenses pourraient être couvertes par une redevance de prélèvement spécifique, au taux uniforme sur le bassin de 0,35 F/1000 m³ prélevés et par an, les autres dépenses sont dues à la pollution et doivent donc être couvertes par une redevance basée sur la pollution, c'est-à-dire sur le rejet de matières polluantes au milieu naturel, sans distinction d'origine juridique.

Après de nombreuses études, parmi l'infinité de paramètres mesurant la quantité de pollution, on a décidé de n'en retenir que trois : les matières en suspension totales, les matières oxydables (mesurées par $\frac{2 \text{ DBO}_5 + \text{DCO}}{3}$) et la quantité de sels dissous (mesurés par la conductivité en mho \times m²).

La methode rigoureuse pour connaître alors la valeur a attribuer a chacun de ces parametres d'assiette, eut ete, connaissant en tout point du bassin la fonction de nuisance attachee au rejet de ces parametres, de rendre leur valeur proportionnelle a la derivee partielle de cette fonction par rapport a chacun d'eux. Une telle demarche est impossible.

On a donc tente de determiner des sous zones dans le bassin dans lesquelles la nuisance des rejets actuels et futurs etait analogue. On a ensuite arbitrairement, affecte a chacune de ces sous-zones un coefficient (0,2 - 0,7 - 1 - 1,4). Il est alors possible, la conductivite constituant toutefois un cas a part, de determiner l'assiette totale de la redevance, ponderant chaque rejet de ce coefficient de zone. Le calcul de la redevance *ramenee a l'equivalent-habitant* peut alors se poursuivre, et donne un equilibre financier de l'Agence pour une valeur de la redevance allant de 1,4 F a 3,5 F par an et par equivalent habitant de 1968 a 1972 pour la zone 1.

Il reste enfin a determiner le poids respectif des parametres « matieres en suspension, matieres oxydables » dans la valeur de l'equivalent habitant. Cette question n'est pas reglee, on peut en effet se determiner entre plusieurs voies, affectant un poids plus ou moins grand a l'un ou l'autre d'entre eux selon la caracteristique du milieu recepteur et l'effort d'incitation que l'on cherche a provoquer chez le pollueur.

Moyens.

Les moyens en personnel de l'Agence seront toujours limites a un effectif inferieur a la centaine. Ils sont actuellement de 45.

C O N C L U S I O N

La mise en place des Agences se poursuit actuellement. Elle marque un tournant dans les methodes de gestion des ressources en eau qu'elles permettent de considerer et traiter comme un bien economique. Certes leur intervention n'ira pas sans quelques difficultes dues a la rupture qu'elles marquent dans les habitudes, et aux charges nouvelles qu'elles font apparaître.

Nous pensons qu'il en soit que ce probleme de repartition ne doit pas faire oublier qu'un grand effort doit etre fait des maintenant dans ce domaine, si nous ne voulons pas que notre pays bute sur ces problemes dans son developpement et soit amene a les resoudre alors hâtivement dans des conditions beaucoup plus onereuses.

Les villes nouvelles et l'Eau

par **H. LORIFERNE**, Ingénieur Général des Ponts et Chaussées,
Conseiller Technique pour les problèmes de l'Eau à la Préfecture
de la Région Parisienne.

Les problèmes d'alimentation en eau et d'assainissement soulevés par la création d'une ville nouvelle peuvent paraître à priori bien secondaires vis-à-vis des aspects multiples et complexes que posent la conception et l'étude d'une telle ville nouvelle dans un cadre pluri-disciplinaire.

Après tout, dira-t-on, ce ne sont que des canalisations posées dans le sous-sol des voies qui devront être réalisées en même temps que celles-ci, comme les canalisations de gaz, d'électricité, de P.T.T. et de chauffage urbain. Ces ouvrages seront invisibles par la suite et ignorés même des utilisateurs futurs qui souhaitent seulement disposer à temps de l'eau et du tout-à-l'égout pour ne pas retarder leurs installations.

Limiter l'alimentation en eau et l'assainissement des villes nouvelles à la pose de canalisations serait une vue superficielle et inexacte du problème, en oubliant l'aspect beaucoup plus complexe et général.

I. — ALIMENTATION EN EAU

Pour l'alimentation en eau d'une ville nouvelle le premier problème à résoudre est celui des ressources nécessaires pour satisfaire aux besoins qu'il convient en premier lieu d'évaluer aux diverses échéances futures, en essayant de juger au mieux de la vitesse de croissance sans optimisme ni pessimisme.

Disposera-t-on des ressources suffisantes en eaux souterraines ? La réponse nécessite une étude hydrogéologique et hydrologique ainsi qu'éventuellement des forages de recherche avec essai de débit.

Sinon on sera obligé de faire appel à des eaux de rivière. Dans ce cas, où devra se faire le prélèvement pour être le plus possible à l'abri de la pollution ? Là encore, des études préalables sont nécessaires, non seulement sur la quantité disponible en basses eaux qui souvent correspond aux périodes de forte consommation, mais sur la qualité des analyses de l'eau de la rivière en différents points et à différentes époques.

Par ailleurs, si cette ville nouvelle n'est pas isolée, mais située au voisinage de zones déjà urbanisées, le problème des ressources devra se traiter dans le cadre général de la région en pensant aux interconnexions nécessaires entre la ville nouvelle et la zone environnante.

Une fois l'emplacement de l'usine choisi, le problème du réseau ne pose pas, en général, de difficultés spéciales puisqu'il s'agit de conduites sous pression dont le tracé

et le profil en long sont donc assez souples. Quelques points particuliers peuvent néanmoins nécessiter réflexion, tels que les traversées de rivières par l'emprunt de ponts ou par siphon.

Enfin, il faut songer aux réservoirs enterrés ou surélevés nécessaires à la fois pour assurer la sécurité de la distribution et pour faire face aux pointes journalières de débit ; l'emplacement doit en être prévu dès le début, souvent par un compromis entre des considérations techniques et esthétiques.

II. — ASSAINISSEMENT

L'assainissement pose des problèmes beaucoup plus délicats, par ses deux aspects, d'évacuation et de traitement des eaux usées, d'une part, et d'évacuation des eaux pluviales, d'autre part. Il y aura deux réseaux séparés si l'on se trouve en système séparatif, ce qui sera souvent le cas des villes nouvelles où il est alors possible d'avoir réellement un système séparatif toujours difficile à réaliser dans des agglomérations anciennes.

Tout d'abord, les collecteurs étant à écoulement libre, contrairement aux conduites d'eau, exigent un profil en long avec une pente suffisante, d'où une répercussion sur les voies elles-mêmes en particulier pour éviter des surprofondeurs toujours coûteuses.

Mais se pose aussi l'emplacement de la station de traitement des eaux usées à établir à l'aval de la ville nouvelle, à l'écart d'une zone d'habitations, de préférence dans une zone industrielle et en évitant d'être sous les vents dominants se dirigeant vers l'agglomération. Naturellement, comme pour l'eau, ce problème devra être traité en liaison avec les zones voisines déjà urbanisées, par exemple en réalisant une seule station d'épuration commune et en tenant compte des prises d'eau existant à l'aval.

Mais on sous-estime trop souvent la question des eaux pluviales qui, avec l'imperméabilisation de plus en plus poussée des sols (notamment les surfaces de parkings, les cours d'usines et les aires d'entrepôts des zones d'activité) conduisent à de très forts débits d'orages dont l'évacuation est difficile s'il n'existe pas à proximité une rivière à débit important. On se trouve alors conduit souvent à prévoir des bassins de retenue pour les eaux d'orages dont l'emplacement doit être choisi, non seulement en fonction de l'hydraulique, de la topographie et de la géologie, mais aussi de l'aspect esthétique. Hors agglomération, ces bassins sont normalement vides et ne se remplissent qu'en période d'orage pour se vider ensuite progressivement. Mais si l'on veut en faire un bassin d'agrément, on sera conduit à le prévoir plus grand en laissant toujours en eau la tranche inférieure avec les berges aussi raides que possible.

III. — CONSÉQUENCE SUR L'URBANISATION

Ainsi, il serait dangereux de penser que les problèmes d'eau et d'assainissement pourront être traités une fois les études d'urbanisme terminées, comme la pose des câbles P.T.T., par exemple. C'est au contraire à chaque étape de l'étude que devra intervenir le technicien sanitaire dans l'équipe pluridisciplinaire de la ville nouvelle.

a) Dès les premières études générales, le technicien sanitaire devra examiner les possibilités de ressources en eau, le ou les lieux d'implantation souhaitable de la sta-

tion de traitement des eaux usées et surtout les conditions d'écoulement des eaux pluviales qui, il faut y insister, peut poser de graves problèmes si la ville nouvelle est sur un terrain plat et éloignée d'une rivière importante.

b) Au stade du plan d'ensemble de la ville nouvelle, il conviendra de préciser les emplacements des deux usines d'alimentation en eau et d'épuration des eaux usées, des réservoirs d'eau, des bassins de retenue, pour que les uns et les autres s'intègrent judicieusement et harmonieusement dans la ville nouvelle.

c) Enfin, en dernier lieu, lors des études de détail de la voirie, il faudra penser dans le tracé et le profil en long des voies, aux pentes nécessaires pour les canalisations d'assainissement.

*

En dehors de l'aspect technique évoqué ci-dessus, se posent des problèmes d'ordre administratif et financier.

Au point de vue administratif, il faudra trouver un maître d'ouvrage pour la réalisation de ces travaux d'alimentation en eau et d'assainissement, en liaison avec les collectivités locales, dans un cadre actuellement à l'étude.

Puis restera le problème financier, le plus délicat. En effet, on se trouve bien souvent en face de petites communes qui ne peuvent pas supporter de lourdes charges financières tant que la ville nouvelle n'a pas amené habitants et activités. Au départ, une aide financière importante de l'Etat et éventuellement des collectivités locales comme le Département ou le District de la Région Parisienne, sera donc indispensable.

En complément, le maître d'ouvrage devra de toute façon pour compléter le financement réaliser un emprunt, qui n'est concevable qu'avec un différé d'amortissement et une bonification d'intérêt pour les premières années en attendant les ressources nouvelles que procureront les habitants ou les activités de la ville nouvelle.

Une estimation des ressources ultérieures basées sur la croissance probable de la ville nouvelle, déterminera les charges d'emprunt supportables dans l'avenir et finalement la part de subvention et la part d'emprunt. On retrouve ainsi le délicat problème de l'échéancier de croissance qui intervient d'une manière capitale dans la cadence des investissements et leur réalisation éventuelle par étapes. Si une usine de traitement d'eau potable ou d'épuration d'eaux usées peut se réaliser par tranches, il n'en est pas de même pour les grosses conduites. Il faudra alors choisir entre une grosse conduite au départ avec une anticipation des investissements et deux ou plusieurs conduites de réalisation échelonnée dans le temps mais d'un coût global plus élevé.

Ces quelques remarques montreront toute l'importance du rôle du technicien sanitaire dans le cas d'une ville nouvelle, rôle qu'il ne peut remplir que par un contact permanent et étroit avec l'équipe pluri-disciplinaire qui la conçoit et la réalise.

L'Ozonation

par **G. DEJOUANY**, Ingénieur des Ponts et Chaussées e. d.,
Directeur Général Adjoint de la Compagnie Générale des Eaux.

et **P. L. GIRARDOT**, Ingénieur des Ponts et Chaussées e. d.,
Attaché à la Direction Générale de la Compagnie Générale des Eaux.

LA RECHERCHE D'UNE FILIÈRE POUR L'AFFINAGE DE L'EAU

En matière de fabrication d'eau potable, la recherche d'une amélioration constante de la qualité, réclamée par les hygiénistes, désirée par les usagers, entraîne pour le responsable du traitement une exigence nouvelle : la maîtrise de l'infiniment petit.

Ceci, sous deux aspects principaux :

— la *taille* des particules (vivantes ou non) à extraire ou à détruire est de plus en plus réduite ; il est davantage question maintenant d'éliminer des corps en « solution vraie » (taille inférieure à environ 10 Å) que des colloïdes, de détruire des virus visibles seulement à l'ultramicroscope que des bactéries pathogènes dont la stérilisation est connue depuis longtemps ;

— la *concentration* limite imposée pour ces diverses particules dans l'eau potable devient de plus en plus sévère : l'échelle de mesures est progressivement passée du p.p.m. (partie par million, c'est-à-dire mg/litre d'eau), au p.p.b. (partie par billion, c'est-à-dire mg/m³ d'eau, ou milliardième en poids).

Pour caractériser cette nouvelle étape de traitement (aux contours encore bien incertains, mais actuellement orientés en priorité vers la lutte contre les micropollutions organiques) les spécialistes ont retenu le mot « d'affinage ».

Parmi les diverses filières envisageables pour l'affinage de l'eau (absorption, épuration biologique, microfiltration...) en dehors même des techniques de la catégorie « traitement d'eau de mer », applicables aux eaux douces micropolluées (électrodialyse, osmose inverse, échanges d'ions, distillation...) la voie chimique apparaît théoriquement très intéressante, puisque l'activité chimique a tendance à croître lorsque la taille des particules diminue. Toutefois, certaines conditions doivent être respectées ;

— le réactif doit disposer d'un *large champ d'action* ; il n'est, en effet, pas « opérationnel » d'utiliser en traitement d'eau (comme en médecine d'ailleurs) un grand nombre de réactifs trop spécifiques ; d'autre part, l'intérêt « stratégique » d'un réactif à champ d'action étroit, est faible, puisque la valeur du traitement dépend notamment de son aptitude probable à éliminer des polluants aléatoires, extrêmement variés et souvent même non identifiables, dans le présent et *dans l'avenir*. Or, les caractéristiques de ces micropollutions sont rapidement évolutives : la plupart de celles qui se manifesteront dans une dizaine d'années restent encore inconnues, au même titre que la plupart des produits chimiques de synthèse utilisés à cette époque.

— Le réactif doit pouvoir techniquement et économiquement être utilisé à *concentration élevée* et en *large excès*, sans aucun inconvénient direct ou indirect, de façon à compenser ces inconvénients majeurs que constitue, du point de vue de la cinétique des réactions chimiques, la nécessité dans laquelle se trouve le traiteur d'eau d'opérer à la température ambiante (c'est-à-dire, en fait, « à froid ») et de s'attaquer à des pollutions très diluées, il est ainsi possible d'obtenir des réactions quasi complètes avec des temps de contact admissibles (la valeur économique du temps se mesurant pour le traiteur d'eau en volume de béton).

L'agent chimique qui répond le mieux à ces diverses exigences est sans conteste l'ozone O₃, qui est un des corps les plus simples et les plus actifs de la chimie. Oxydant pur, l'ozone attaque préférentiellement les composés organiques non saturés, en faisant craquer ces points faibles de l'architecture moléculaire que constituent les doubles ou triples liaisons (ozonolyse).

C'est ainsi que l'ozone décompose les phénols, les détergents, certains pesticides et de très nombreux corps de la série aromatique responsables de goûts ou de coloration de l'eau, notamment certains composés devenus célèbres à cause de leurs propriétés cancérogènes, (tel le benzopyrène 3/4), attaque les protéines et les diastases, stérilise les bactéries avec une efficacité que certains auteurs ont estimé être de mille fois supérieure à celle du chlore, et inactive les virus moyennant le maintien d'une certaine dose résiduelle d'ozone dans l'eau pendant une durée minimale de l'ordre de cinq minutes.

L'utilisation d'air ozoné pour le traitement des eaux de consommation n'est pas nouvelle (les premiers essais datent de 1886). Mais, au début du siècle et jusqu'à ces dernières années, l'attention était principalement attirée par les vertus stérilisantes, il est vrai assez étonnantes de l'ozone, et aussi, à un moindre titre, par son efficacité contre les goûts et les couleurs parasites.

Mais les spécialistes ne s'étaient pas rendu compte que *convenablement mis en œuvre*, l'ozone était susceptible de donner lieu à une gamme extrêmement large de réactions d'oxydation, et qu'il pouvait ainsi constituer un outil d'affinage très puissant.

LA DÉFINITION DES CONTRAINTES

Pour bénéficier de l'éventail complet d'action de l'ozone, il est nécessaire simultanément :

- d'appliquer un taux de traitement suffisant
- d'utiliser de l'ozone fortement concentré
- de respecter un temps de contact eau/ozone suffisant.

La première difficulté provient de l'instabilité de l'ozone dans l'air (l'ozone se décompose en oxygène en quelques heures dans les conditions normales) et de son caractère très agressif.

Tout stockage est donc impossible ; l'ozone doit être produit par le traiteur d'eau, sur place, *au fil de la demande*, ce qui nécessite un équipement de générateurs d'ozone correspondant aux conditions d'exploitation les plus défavorables (production maximale d'eau, qualité d'eau brute la plus basse).

La seconde difficulté provient de l'instabilité de l'ozone dans l'eau, la durée de persistance de ce gaz ne dépassant pas quelques dizaines de minutes. Or, une des conditions de l'efficacité de l'ozonation de l'eau, notamment du point de vue virulicide, consiste dans le maintien d'un certain *palier* dans la teneur résiduelle d'ozone dans l'eau. D'où la nécessité d'une mise en contact par *barbotage continu*, de préférence aux techniques d'injection instantanée.

LE PROBLÈME PRATIQUE A RÉSOUDRE

L'usine de Choisy-le-Roi (1), conçue, construite et exploitée par la Compagnie Générale des Eaux, dessert quelque 1 600 000 habitants des banlieues Sud et Sud-Ouest de Paris. Elle est maintenant équipée pour traiter 8 m³/seconde, la pointe effective ayant été voisine de 6,5 m³/seconde.

Inaugurée le 20 avril dernier par le Préfet de la Région parisienne, cette usine est parmi les usines de traitement d'eau par filtration rapide, la troisième plus importante usine européenne après les deux usines de Moscou.



L'usine d'ozonation de Choisy-le-Roi

Elle est certainement, à l'heure actuelle, la seule usine au monde de cette importance pratiquant un *double affinage* de l'eau, avec adsorption par le charbon actif et oxydation par l'ozone.

Pourquoi ce double affinage ?

Sans entrer dans le détail assez complexe de la chaîne de traitement mise en œuvre à l'usine de Choisy-le-Roi, ce qui déborderait très largement le cadre de cet article, disons simplement que de nombreux essais, à des échelles variées, ont montré que cet adsorbant idéal qu'est le charbon actif (véritable éponge à l'échelle moléculaire puisqu'un

(1) Dénommée usine Edmond Peppin en mémoire du Président du Syndicat des Communes de la Banlieue de Paris sous le mandat duquel les travaux de rénovation ont été entrepris.

gramme offre, dans ses pores, 1.000 m² de surface développée) pouvait compléter l'action de l'ozone lorsque celui-ci se révélait peu ou pas efficace (élimination des hydrocarbures, par exemple). Le charbon actif offre notamment l'avantage de piéger et d'éliminer complètement les micropollutions, alors que l'ozone est surtout un instrument de destruction et de craquage. Par contre, la gamme d'utilisation d'un charbon donné est beaucoup moins large que celle de l'ozone, puisque son activité dépend essentiellement des caractéristiques de sa structure microporeuse : un même charbon ne peut enlever de manière très satisfaisante à la fois les goûts et les couleurs, les molécules responsables de celles-ci étant généralement de plus grosse taille que celles responsables de ceux-là.

L'ozone doit donc faire en tout état de cause l'essentiel du travail d'affinage. Diverses expériences ont, en effet, montré que l'ozone gardait une efficacité très notable lorsque l'eau brute ne contenait des pollutions qu'à très faible concentration, comme c'est le cas pour la Seine à l'amont de Paris ou, à plus forte raison, pour la même eau après clarification.

D'où l'utilisation de l'ozone comme dernier élément de la chaîne de traitement, ce qui permet, en outre, d'assurer la stérilisation finale, en évitant ainsi l'utilisation de tout produit chloré en fin de traitement, pour la plus grande satisfaction des consommateurs.

Pour obtenir un résultat complet, de nombreux essais ont montré que l'équipement d'ozone devait, en ce qui concerne l'eau de Seine puisée à Choisy-le-Roi, être dimensionné sur la base d'un taux nominal de traitement de 4 grammes d'ozone par mètre cube d'eau ce qui, pour l'usine entière, impliquait une capacité de production globale de plus de trois tonnes de gaz ozone par jour.

En outre, il était exigé une fiabilité totale de l'installation — l'usine étant astreinte à un fonctionnement absolument continu — et un coefficient de disponibilité pratiquement égal à 100%, car l'expérience des distributeurs d'eau atteste que les consommateurs habitués à l'eau ozonée acceptent très difficilement de recevoir de l'eau chlorée, ne fut-ce que quelques jours.

Enfin, il était prévu de réaliser un asservissement général de la production d'ozone à la valeur constatée pour le « résiduel » d'ozone dans l'eau, de façon à éviter la création de sujétions supplémentaires pour le personnel d'exploitation.

LA GÉNÉRATION DE L'OZONE

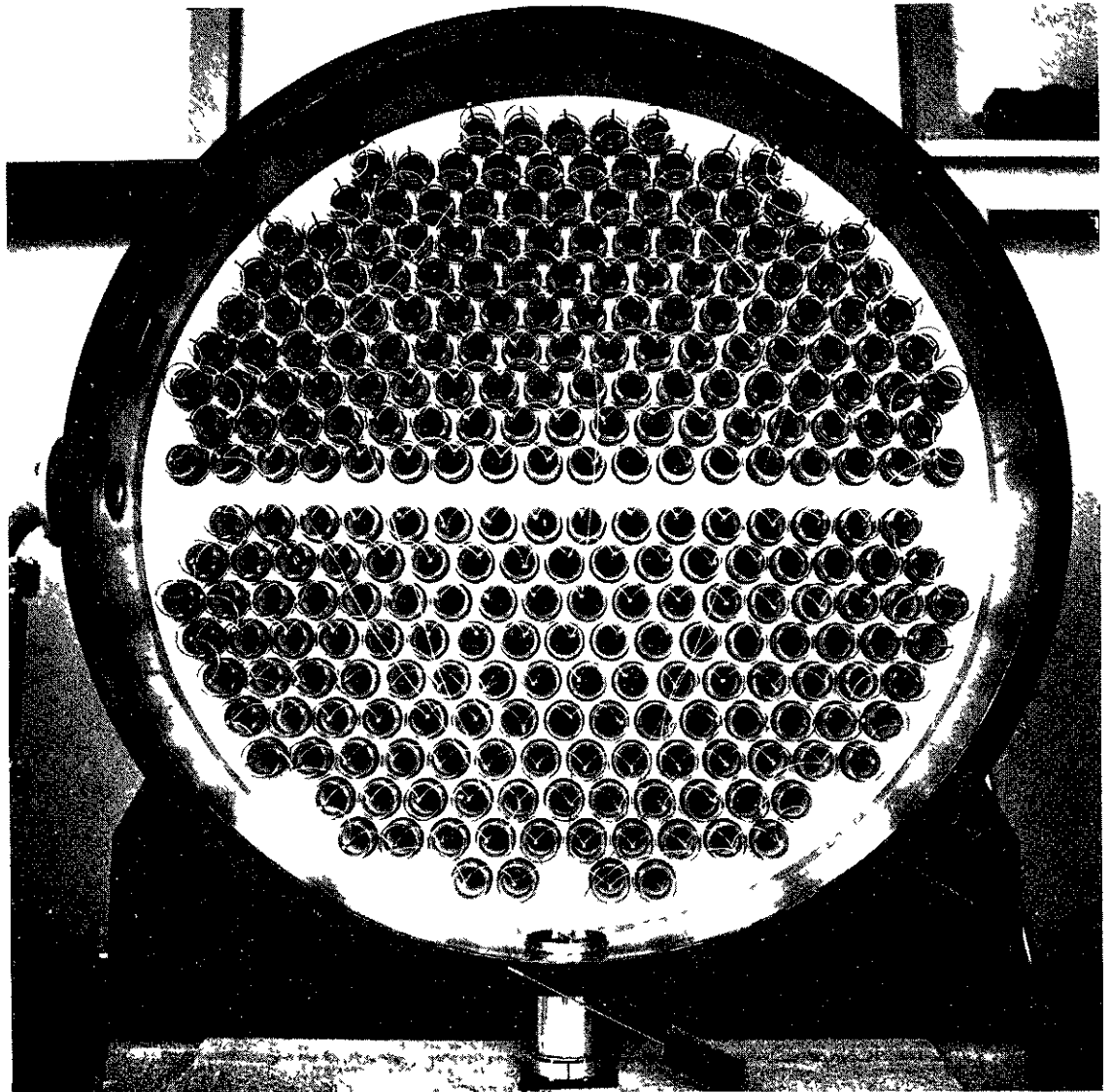
L'ozone existe à l'état de trace dans l'air des montagnes, parfois même à des altitudes plus courantes à la suite d'orages, ou même dans l'air de certaines villes (Los Angeles) à la suite d'une réaction photochimique d'hydrocarbures avec des oxydes d'azote.

Mais il faut s'élever à 25 kilomètres d'altitude pour constater la présence, à une température de — 50°, d'une couche d'ozone dense, véritable filtre à rayons ultra-violet qui nous protège de l'ardeur solaire en donnant au ciel sa couleur bleue.

Endothermique, l'ozone trouve à cette altitude des conditions propices à sa génération et à sa conservation, car la basse température diminue son instabilité naturelle.

Industriellement, l'ozone est fabriqué dans des appareils électriques dénommés *effluveurs*, qui sont en fait des échangeurs de température baignant dans un circuit d'eau de refroidissement, dans lesquels des lames d'air de quelques millimètres d'épaisseur comprises entre deux électrodes, sont soumises en continu à une différence de potentiel alternative de plusieurs kilovolts, en juxtaposant intérieurement à une des électrodes un diélectrique qui joue le rôle de répartiteur des charges électriques.

La production d'ozone se caractérise par un effluve violet, un bruissement caractéristique, un échauffement modéré de l'appareil et une dispersion notable d'énergie (il faut une vingtaine de Wh pour produire un gramme d'ozone) sans aucune pièce en mouvement : l'ozoneur est sans doute un des rares appareils électrostatiques qui jouissent d'un certain débouché industriel ; mais ceci nécessite la mise en œuvre de techniques qui, par la sélection de la qualité des matériaux et le respect de tolérances sévères de fabrication, peuvent être considérées comme des techniques de pointe.



Vue intérieure d'un ozoneur capable de produire 200 kg d'ozone par jour

La principale difficulté est en effet d'arriver à produire un effluve suffisamment froid et régulier, afin d'éviter que cet état d'ionisation de l'air assez instable dégénère en des arcs électriques francs, lumineux et chauds, qui dispersent une énergie localisée intense et qui, de ce fait, sont préjudiciables aussi bien à la conservation de l'ozone produit qu'à la tenue du matériel (2).

(2) Les mêmes phénomènes se retrouvent dans l'atmosphère sous la forme de feux de St-Elme, qui parfois dégénèrent en coups de foudre.

La réalisation de l'usine d'ozonation de Choisy-le-Roi dont la taille actuelle est plus de trois fois supérieure à la précédente réalisation record du monde, nécessitait un effort particulier de recherche technologique et d'extrapolation du matériel.

Pour obtenir la capacité de production nécessaire, il eut fallu, il y a cinq ans, juxtaposer cinquante des plus gros appareils ozoneurs existant à cette époque. Actuellement, douze ozoneurs susceptibles de produire chacun plus de 200 kg de gaz ozone par jour suffisent à faire face à la demande.

Ces appareils sont, en fait, des enceintes cylindriques en acier inoxydable, garnies chacune de plus de 500 tubes effluveurs. En moins d'une dizaine de secondes, l'air qui circule dans un espace annulaire de quelques millimètres d'épaisseur et sur une longueur de l'ordre de 2 mètres se charge en ozone, à raison de 8% environ de sa teneur initiale en oxygène, la plus grande partie de l'énergie produite s'échappant sous forme d'élévation de température de l'eau de refroidissement.

A l'amont de l'ozoneur, une centrale de surpression (1,6 bar) de refroidissement et de dessiccation assure un conditionnement très soigneux de l'air, de façon à n'introduire dans l'ozoneur que de l'air absolument pur et sec, condition essentielle pour un bon rendement de production. Par ailleurs, la production d'ozone hyperbare favorise grandement la diffusion de l'ozone dans l'eau (3).

A l'aval, des cuves de diffusion très importantes (6.000 m³ de volume total), assurant le barbotage et la dissolution de l'ozone dans l'eau, le débit de l'usine étant astreint à traverser successivement — par mouvement alternativement descendant et ascendant — quatre cuves en série qui permettent d'assurer les diverses étapes de l'affinage, que nous avons explicité ci-dessus.

;

Il serait prématuré de vouloir dresser un bilan, puisque l'usine d'ozonation de Choisy-le-Roi ne fonctionne à plein régime que depuis quelques mois, encore que le changement de couleur et l'amélioration du goût de l'eau aient été immédiatement ressentis, et que les statistiques de l'exploitation de l'usine sœur de Méry-sur-Oise (200.000 m³/jour d'eau, 860 kg d'ozone par jour) qui alimente depuis trois ans 600.000 habitants de la Banlieue Nord de Paris, aient montré une efficacité de l'ozone, en tant qu'agent d'affinage, supérieure à notre attente.

Contentons-nous de tenter de répondre par avance à quelques questions qui pourraient venir à l'esprit du lecteur attentif, ou curieux.

La technique d'ozonation est-elle chère ? A l'échelle de réalisations importantes, on peut dire que l'ozone coûte en investissement environ 10 F par habitant, si on raisonne en charges d'exploitation (4), la surcharge pour le consommateur moyen de la région parisienne, amortissement compris, est de l'ordre de 1 F par an. Dans ce domaine, comme dans d'autres, ainsi que le dit Louis Armand, la qualité est le sous-produit de la quantité.

Comment se fait-il que ces installations d'ozonation de taille exceptionnelle soient françaises ? La technique américaine de traitement d'eau est restée jusque là fidèle à la religion du chlore, au point que pour le consommateur d'Outre-Atlantique, le goût du chlore n'est pas jugé désagréable mais est considéré comme une assurance.

L'expérience d'exploitation de services distribuant de l'eau ozonée (certains depuis plus de cinquante ans, comme celui de Nice), nous a montré que l'ozone pouvait constituer pour le réseau une garantie plus efficace que le chlore, et que la satisfaction des consommateurs et le souci d'une exigence accrue en matière d'hygiène allaient dans le même sens.

(3) Le monde médical a découvert il y a quelques années les mérites de l'oxygénothérapie hyperbare : la pression accélère le transfert de l'ozone de l'air dans l'eau, de même que celui de l'oxygène de l'air dans le sang.

(4) Les frais proportionnels comportent presque exclusivement les dépenses de courant électrique.

La réalimentation des nappes

par **Jean-Claude LEGRAND**, Ingénieur des Ponts et Chaussées,
Directeur Général Adjoint de la Société Lyonnaise des Eaux et de l'Eclairage.

POURQUOI RÉALIMENTER ?

On subit les crues, mais on apprécie leur effet sur les nappes alluviales des vallées submergées. Ne retenir que cet aspect bienfaisant du phénomène, c'est ce que l'on a précisément en vue quand on procède à la réalimentation artificielle des gisements aquifères.

Il est fréquent que l'observation attentive d'un phénomène naturel soit à l'origine d'un progrès technique. Cette constatation est tout à fait évidente lorsqu'il s'agit d'organiser, de maîtriser, de contrôler le processus naturel de la formation de ce milieu vivant qu'est une nappe d'eau.

A mesure qu'augmenteront les concentrations urbaines et industrielles, et par conséquent les besoins en eau, on aura plus souvent recours à la réalisation des nappes. En effet, si, dans notre pays, la ressource en eau est dans l'ensemble abondante, elle est inégalement répartie dans l'espace et dans le temps et elle est de plus en plus polluée.

Mal répartie dans l'espace — Or, le transport de l'eau sur de longues distances revient cher. C'est pourquoi, faute de pouvoir financer et rentabiliser des adductions lointaines, on est conduit à exploiter et surexploiter des nappes locales, proches des lieux de consommation. On peut donc prévoir que le recours à la réalimentation sera une opération de plus en plus fréquemment nécessaire et, d'ailleurs, économiquement justifiée.

Mal répartie dans le temps — Et d'autant plus fâcheusement que la pointe saisonnière des besoins coïncide souvent avec le creux des ressources naturelles. Il faudrait donc stocker davantage. Et voilà qu'apparaît une autre justification et un autre avantage de la réalimentation qui, utilisant les immenses possibilités d'accumulation dans certains sous-sols, permettra de faire des stockages saisonniers aux moindres frais.

De plus en plus polluée — Au point qu'on a pu dire qu'aujourd'hui le fait essentiel en matière d'eau n'est pas dans sa consommation mais dans sa dégradation. Sur ce point également la réalimentation offre un intérêt de plus en plus appréciable car, à l'inverse du processus de desoxygénation et de contamination, elle a pour effet de régénérer l'eau prélevée et de lui redonner les caractéristiques de pureté naturelle qu'elle avait perdues. En outre, en rechargeant les gisements aquifères, elle les aide à se défendre efficacement contre les invasions qui les menacent : dans un cas ce pourra être la salinité d'une nappe saumâtre voisine ou de la mer, dans un autre ce sera la pollution organique d'un fleuve, souillé en amont par des effluents urbains.

De chacun de ces deux cas, nous allons décrire brièvement à titre d'exemple une application pratique, étudiée, mise en œuvre puis exploitée par la Lyonnaise des Eaux ou ses filiales (S.A.F.E.G.E., Société Marocaine de Distribution).

RÉALIMENTATION DE LA NAPPE DE CHARF EL AKAB (RÉGION DE TANGER)

La Ville de Tanger fut longtemps tributaire pour son alimentation en eau de la seule nappe de Charf el Akab située à une vingtaine de kilomètres au Sud-Ouest de la Ville, à proximité de l'Océan.

Devant l'accroissement des besoins qui fut rapide aux lendemains de la guerre, on augmenta le nombre des forages et l'importance des prélèvements. La nappe fut exploitée

intensément, puis surexploitée et, en 1955, son niveau était descendu à la cote 3 mètres en dessous de la mer. Celle-ci fut jugée comme une limite dangereuse à ne pas dépasser sous peine de provoquer une invasion marine irréversible. Les pompages furent restreints et on connut à Tanger le régime des coupures...

On fit appel à de nouvelles ressources, celle de l'Oued M'Harrar, le plus important de la région et qui avait l'avantage d'être assez proche de la Ville, mais l'inconvénient de s'assécher l'été : pendant une période annuelle de 3 à 6 mois selon la pluviométrie, il allait donc falloir interrompre le fonctionnement de l'usine de traitement et de refoulement qui fut construite en 1958.

Cependant, malgré cette longue interruption de service, le problème de l'alimentation en eau de Tanger est complètement résolu depuis cette époque car pendant les mois pluvieux on procède à partir de l'Oued M' Harrar à la réalimentation, par injection, de la nappe de Charf el Akab et, pendant les mois secs, la nappe restitue au réseau de Tanger les volumes d'eau qui ont été artificiellement emmagasinés et qui s'ajoutent à sa production propre.

La comparaison des apports naturels et artificiels avec les prélèvements effectués semble indiquer que la nappe se comporte comme un réservoir parfaitement étanche. Cet exemple met en évidence l'intérêt du procédé pour la défense contre le sel et le rôle que dans certains cas favorables on peut faire jouer au sous-sol pour emmagasiner d'importants volumes d'eau.

RÉALIMENTATION DE LA NAPPE DE CROISSY (RÉGION DE VERSAILLES ET DU VÉSINET)

La nappe de Croissy, comme celle d'Aubergenville située plus à l'aval, est une nappe du Bassin Parisien formée dans la tête de la craie sénoniennne. Partout où le creusement de la vallée de la Seine a décapé les couches sédimentaires déposées sur la craie pendant l'ère tertiaire, la tête de la craie s'est fissurée et est devenue perméable en grand.

Recouverte ensuite par les alluvions quaternaires elle est en outre bien alimentée par l'inféoflux du fleuve et les apports des coteaux voisins. Les deux conditions nécessaires à la formation d'un gisement aquifère, perméabilité et alimentation, sont ainsi réunies et depuis un siècle la nappe de Croissy est très utilisée pour faire face aux besoins de la Banlieue Ouest de Paris. L'eau qu'elle fournit est en tout temps d'une limpidité parfaite et d'une pureté bactériologique remarquable (ceci étant dû au pouvoir absorbant de la craie).

La nécessité d'une réalimentation est apparue, il y a une dizaine d'années. Car les quantités d'eau demandées au gisement ont augmenté régulièrement avec l'urbanisation des secteurs desservis, — 50 millions de mètres cubes ont été prélevés en 1959, — tandis que l'alimentation de la nappe tendait à diminuer pour les mêmes raisons (imperméabilisation des surfaces, exploitation généralisée par les distributeurs et les industriels de tous les niveaux aquifères).

Devant cette évolution, la réaction de la nappe s'est traduite tout naturellement par une baisse de niveau qui a provoqué une percolation gênante des eaux polluées du fleuve au travers des vases accumulées sur les bords. Il fallait à la fois s'opposer à ces infiltrations et reconstituer la capacité de gisement. Ce double objectif a été entièrement atteint par une réalimentation à très grande échelle pratiquée au travers des sablières de la région qui furent aménagées spécialement pour cet emploi selon une technique progressivement mise au point avec le concours du laboratoire.

Sous l'angle de la qualité de l'eau, le succès a été spectaculaire et il a l'avantage d'être très sûr car il est garanti par la sécurité confortable que donne le choix des périodes où sont pratiqués les prélèvements nécessaires à la réalimentation. On est ainsi à l'abri des pollutions accidentelles qui menacent de plus en plus les usines de traite-



Cascade d'alimentation d'un bassin d'infiltration

ment « au fil de l'eau » et on envoie dans les bassins de réalimentation une eau régénérée et de qualité constante.

L'eau est ensuite reprise dans des forages et fait l'objet de traitements de finition comportant notamment l'emploi combiné de charbon actif et de l'ozone, de sorte qu'il est pratiquement impossible aux dégustateurs exercés de la distinguer de l'eau d'Evian... (Malheureusement, faute de crédits, il n'a pas encore été possible au Service des Eaux de Versailles, également tributaire de cette nappe, de réaliser pour sa part de tels ouvrages de parachèvement).

Sous l'angle de la quantité les résultats ne sont pas moins satisfaisants et à deux points de vue complémentaires : d'une part le supplément du débit disponible dans les forages et d'autre part l'augmentation de la réserve emmagasinée dans le sous-sol crayeux.

CONCLUSION

Devant les progrès de la soif et de la pollution, la réalimentation des nappes est apparue au symposium de Haifa (19-26 mars 1967) comme l'une des techniques les plus dignes d'attention. De nombreuses réalisations à l'étranger témoignent de son intérêt.

On aurait tort de la tenir pour un simple palliatif, pour une mesure de sauvetage ou de rattrapage de nappes en difficulté. En fait, toutes les fois que les conditions techniques la rendent réalisable, elle est désirable en soi car elle améliore à la fois sur les plans quantitatif et qualitatif, les conditions d'exploitation des gisements.

S'il est normal et raisonnable d'en différer la mise en œuvre tant que les débits sollicités peuvent être tenus très en dessous des disponibilités de la nappe, on aura avantage en revanche à la prévoir et par conséquent à ne pas attendre pour en étudier les modalités et réserver les terrains nécessaires à sa réalisation ultérieure.

La dessiccation des boues à Achères III

par **J. OLIVESI**, Ingénieur Général des Ponts et Chaussées,
Directeur des Eaux et de l'assainissement de Paris.

La dessiccation des boues pose, sur les grandes stations d'épuration des eaux d'égout, le problème le plus difficile.

Les ingénieurs de la Ville de Paris ont eu à l'affronter récemment dans le cadre du concours ouvert pour la construction de la 3^e tranche de la station d'Achères, dite Achères III, conçue pour traiter un volume d'effluents de 900.000 m³ par jour.

Pour ce qui concerne Achères I, (200.000 m³/j) mise en service en 1940, la difficulté avait pu être éludée grâce à la présence des champs d'épandage : les boues digérées ont été en effet injectées dans le réseau d'irrigation à l'eau d'égout, couvrant deux ou trois mille hectares dans le voisinage ; il en est cependant résulté quelques inconvénients.

A la suite du concours ouvert pour Achères II, (300.000 m³/j) on avait retenu en 1962 une solution mixte, faisant appel d'une part au séchage naturel des boues sur 9 hectares de lits fortement mécanisés, d'autre part à la dessiccation par filtration sous vide après conditionnement chimique. Le 1^{er} procédé est intéressant par son coût relativement bas et le degré de siccité qu'il permet d'obtenir (de l'ordre de 50%), mais il occupe une grande surface et est tributaire des facteurs saisonniers. Le second est beaucoup plus onéreux en exploitation, à cause de l'importante addition de chlorure ferrique et de chaux qui doit être consentie pour rendre les boues filtrables ; en outre il délivre un « gâteau » de consistance pâteuse, renfermant encore 75% d'eau, dont l'évacuation reste préoccupante.

Afin d'explorer tout l'éventail des possibilités techniques, le devis-programme du concours d'Achères III, s'il orientait assez nettement sur la digestion des boues, laissait une entière liberté de proposition aux concurrents pour ce qui concerne la dessiccation subséquente.

Les offres recueillies, au nombre d'une bonne trentaine, ont vraiment couvert la gamme la plus étendue, puisque certains constructeurs ont proposé l'envoi en mer par pipe-line des boues liquides à 95% d'eau telles qu'extraites des digesteurs, tandis que d'autres ont préconisé un traitement complexe aboutissant à l'incinération totale.

Parmi la diversité des procédés intermédiaires, on citera le recours aux lits de séchage naturel, la filtration par aspiration ou par compression, la centrifugation, les conditionnements préalables par addition de chaux et de chlorure ferrique, ou de polyélectrolytes, après élutriation le cas échéant, ou par voie thermique selon le procédé PORTEOUS, ou par addition de produits inertes tels que cendres provenant de centrales thermiques, ou obtenues sur place par incinération d'une partie des « gâteaux », les traitements finisseurs par fours de diverses espèces, délivrant à la sortie des matières plus ou moins sèches, obtenues directement ou par mélange en proportions variables avec des résidus d'incinération.

L'éventail des coûts de 1^{er} établissement, valeur des terrains non comprise, s'étendait de 12 à 27.000.000 F en chiffres ronds (prix du 1^{er} février 1967) sans parler du pipe-line d'évacuation à la mer, offert pour 60.000.000 F environ. Celui des frais d'exploitation, rapporté à la tonne de matières sèches contenue dans les boues à traiter, variait de 5 à 120 F.

Les prix combinés les plus faibles correspondaient à la dessiccation naturelle ; les plus élevés, à l'incinération totale.

Entre ces extrêmes, les ingénieurs de la ville de Paris ont choisi un moyen terme qui leur est apparu comme le mieux adapté au cas d'espèce.

Ce moyen terme se traduira par la réalisation d'une nouvelle étendue de 9 ha de lits de séchage doublant ceux construits au titre d'Achères II et par la création d'une grande installation du type PORTEOUS sur laquelle on s'étendra plus particulièrement ci-après. En outre une petite unité d'incinération a été prévue, tant à titre expérimental que pour accroître par mélange le degré de siccité des boues issues de l'installation de filtration d'Achères II.

Le doublement des lits de séchage bénéficiait en l'espèce de circonstances particulièrement favorables, à cause des larges disponibilités de terrains offertes par les champs d'épandage et de la possibilité de confier la conduite des engins de la 1^{re} et de la 2^e tranches à un même personnel, compte tenu de l'échelonnement des opérations de répandage des boues liquides et de ramassage des boues sèches, forcément séparées par le long intervalle nécessaire au séchage. Il doit être observé que les 9 hectares de lits nouveaux ne seront capables d'absorber en moyenne, compte tenu de l'irrégularité foncière de leur rendement, que 20% environ de la production totale de boues d'Achères III.

Le procédé PORTEOUS, caractérisé par un traitement thermique des boues à 180° sous 15 kg de pression pendant 3/4 d'heure, a été retenu au principal à cause des avantages suivants :

— l'effet de coagulation obtenu par la « cuisson » des boues évite le recours aux adjuvants chimiques très coûteux (chlorure ferrique et chaux ou polyélectrolytes) ; le combustible nécessaire sera constitué en quasi-totalité par du gaz de digestion produit sur la station ;

— la décantation des boues coagulées procure un dépôt essorable au filtre-pressé, qui fournit des « gâteaux » à 50% d'eau ;

— ces gâteaux sont totalement stériles, donc parfaitement satisfaisants sur le plan de l'hygiène.

Afin de bénéficier aussi complètement que possible du combustible nécessaire à la cuisson, nous avons été amenés à réduire au maximum la consommation d'énergie requise par l'aération des bassins de traitement de l'effluent. Nous avons adopté à cet effet le procédé des « fines bulles » assorti d'un contrôle automatique rigoureux de la masse de boue activée et de ses besoins en air.

Deux ombres au tableau doivent être cependant signalées :

— d'une part la décantation des boues après cuisson restitue une partie liquide réputée contenir quelque 15% des matières en suspension, dont le retour en tête des bassins d'aération les surchargera plus fortement que le liquide résiduaire des filtres à vide ;

— d'autre part le procédé PORTEOUS, né en Angleterre et de développement relativement récent, n'a encore été utilisé que sur des stations d'importance moyenne. Son application la plus considérable a été mise en service il y a quelques mois seulement, sur la station d'épuration de Genève, dont l'échelle n'excèdera guère le quart d'Achères III.

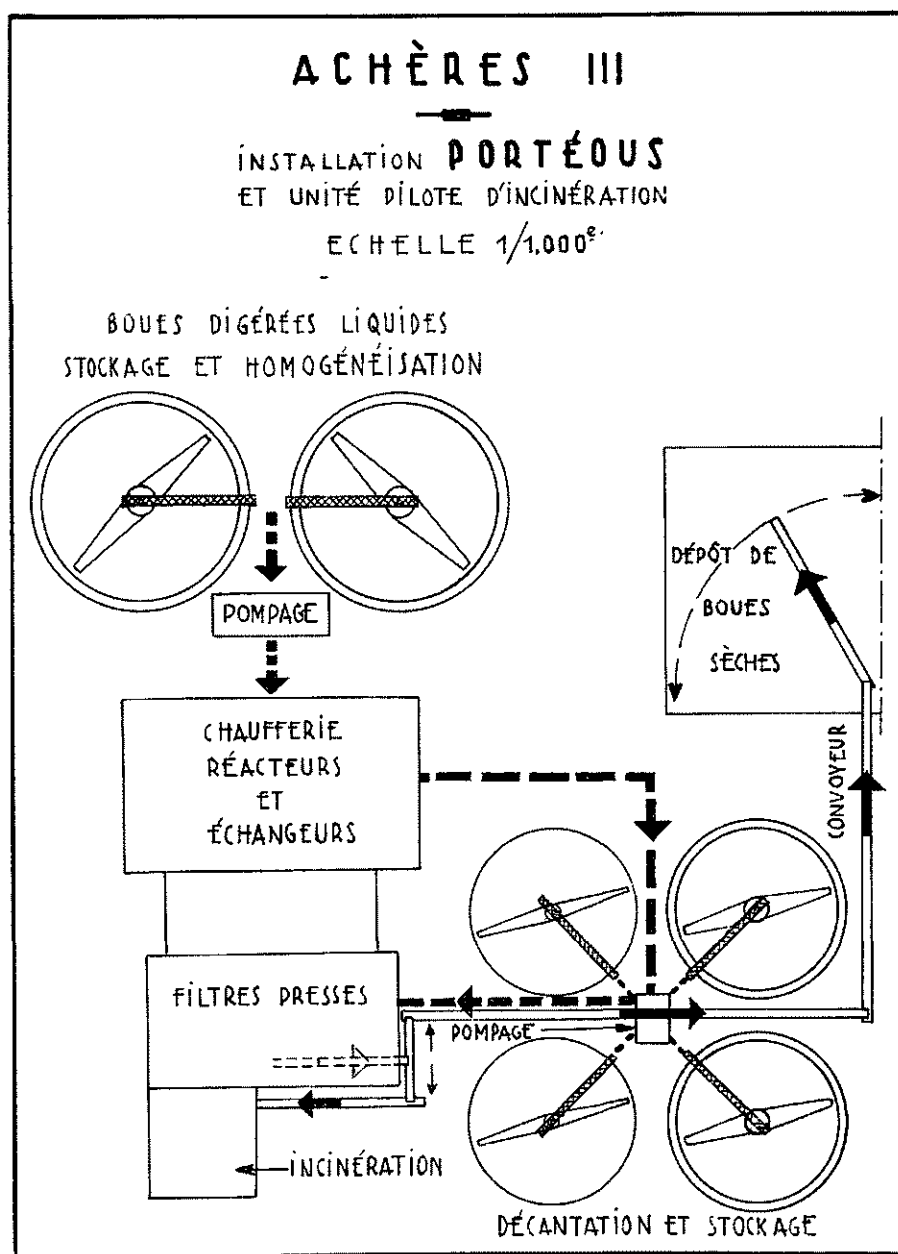
C'est pourquoi le Jury de concours n'a accepté sur ce point l'offre des constructeurs (portant par ailleurs sur l'équipement de l'ensemble de la station) que sous bénéfice d'une clause suspensive, permettant de la récuser s'ils n'ont pas apporté dans les 13 mois toutes justifications complémentaires utiles (notamment par des informations sur les résultats d'exploitation de la station de Genève).

Le coût de l'installation PORTEOUS, sensiblement aménagée et renforcée en partant de l'offre initiale, s'élèvera à 14.000.000 F environ. Les frais d'exploitation seront de l'ordre de 25 F par tonne de matière sèche.

Les « gâteaux » stériles, à 50% d'eau, serviront au remblaiement d'une sablière à ouvrir à proximité sur les champs d'épandage, à raison d'un hectare par an ; la surface récupérée recevra des plantations ou cultures diverses après régalaage des terres de découverte conservées en dépôt.

L'installation pilote d'incinération fait appel pour sa part à un four spécial où la boue sera introduite en même temps que les gaz de combustion à la base d'un lit de sable fin « fluidisé » par le courant ascendant. Le sable ainsi desserré et maintenu en « expansion » joue principalement un rôle de rétention et de brassage des matières pendant le temps nécessaire à leur brûlage complet. Les cendres entraînées seront ensuite retenues par barbottage. Ce procédé est apparu comme le plus apte à assurer l'élimination des poussières et des mauvaises odeurs susceptibles de polluer l'atmosphère au voisinage d'une installation de cette espèce.

L'incinération complète permet de réduire dans le rapport de 8 à 1, compte tenu de la destruction de matière organique qui l'accompagne, la masse des boues à 75% d'eau issues des filtres à vide (elles-mêmes deux fois plus pondéreuses que celles à 50% d'humidité que fournissent le séchage naturel ou le traitement par le procédé PORTEOUS). Elle peut être appelée à rendre de grands services, en dépit de son coût très élevé, sur les stations d'épuration que l'urbanisation galopante obligera à construire dans la proche banlieue parisienne au cours des prochaines années, en des sites où l'on ne disposera pas de l'espace libre et des précieuses commodités offertes par la plaine d'Achères.



Les méthodes modernes d'exploitation des eaux souterraines

par **Y. EMSELLEM**, Ingénieur des Mines.

P. PRUDHOMME, Directeur Général de GÉOHYDRAULIQUE.

Contrairement à ce que l'on croit souvent, la baguette et le pendule du sourcier poursuivent une belle carrière en 1968, mais l'on peut affirmer aujourd'hui que, techniquement, ces instruments sont dépassés. En effet, il ne s'agit plus tellement de nos jours de trouver de l'eau — chacun sait ce bien fort répandu en France — mais de savoir si une ressource aura dans 20 ans le même flux et la même qualité ou si elle se dégradera, rendant inévitables des investissements nouveaux.

Au cours des dernières années en effet, on a bien compris la solidarité imposée par les faits des différents utilisateurs d'un même bassin. On a pu dire qu'en France, toute l'eau superficielle telle qu'elle se présente à l'estuaire des fleuves a circulé à un moment donné dans le sol. On a pu montrer d'autre part que la distinction entre nappe phréatique et nappe souterraine n'a pas de sens concret, toujours lorsqu'on se place dans l'optique de prévision à 20 ans et à l'échelle d'un bassin sédimentaire de grande dimension.

On a montré que l'exploitation localisée des ressources en eau souterraine provoque, si l'on n'y prend garde, des chutes de pression sur longue période à très grande distance. On a compris également que la distinction entre les notions d'eau superficielle et d'eau souterraine est une source de difficultés car elle interdit aux exploitants d'eau souterraine de comprendre les mécanismes de réalimentation de leur ressource et le mécanisme de la pollution, tandis que les utilisateurs d'eau superficielle ne peuvent comprendre les paramètres déterminant le niveau de leurs étages.

Après l'époque où effectivement chacun pouvait chercher, avec une baguette de coudrier, l'eau qui satisferait ses besoins sans se préoccuper de ses voisins, on arrive à l'heure actuelle à une phase où aucun exploitant d'eau ne peut ignorer la perturbation que son exploitation apporte aux autres, ne serait-ce que parce qu'il s'aperçoit lui-même que les autres modifient ses ressources.

Quels sont donc les problèmes conditionnant l'exploitation des ressources en eau souterraine et quels sont les outils, qui ne soient pas la simple expression d'une mode, qui permettent de les résoudre ?

LES CONTRAINTES D'EXPLOITATION

Les contraintes d'exploitation sont celles qui imposent des maxima au volume et au débit prélevés et des normes de qualité. Il est par exemple irréaliste de fonder l'exploitation d'une nappe sur un ensemble de captages assurés par des pompes refoulant un débit de 100 m³/h sous 200 mètres de rabattement : le matériel à mettre en œuvre serait monstrueux. Il n'est pas non plus possible d'extraire 10 millions de mètres cubes d'eau

par an d'un ensemble aquifère isolé recevant 1 million de mètres cubes d'eau par an et recélant une réserve de 20 millions de mètres cubes d'eau.

Nous rangerons également parmi les contraintes techniques celles qui rendent inutilisable directement une eau contenant 1 gramme de sel par litre. Pour l'alimentation humaine on voit bien les inconvénients ; pour l'industriel, l'emploi d'une telle eau dans les chaudières est aussi problématique. Ces contraintes techniques sont relativement simples à exprimer, mais pour parvenir à formuler précisément leurs conséquences, il est nécessaire d'avoir une connaissance suffisante des aquifères auxquels elles s'appliquent.

En fait, elles ne sont pas seules et les contraintes économétriques et politiques se superposent à ce faisceau de règles objectives : la notion même d'optimum économique implique au départ qu'un choix a conduit à retenir certains critères au regard desquels les fonctions économiques seront maximales. Dans l'absolu, on peut aisément calculer s'il est moins coûteux d'alimenter une collectivité ou une industrie à partir d'eau superficielle ou d'eau souterraine. Ceci suppose au départ que l'on a décidé que serait alimentée la collectivité ou l'industrie de préférence à d'autres utilisateurs. Il s'agit alors d'une option politique.

L'objet des études techniques sur les ressources en eau disponibles est précisément de rendre objective et claire la nature des décisions prises en permettant de dégager d'une part les coûts et d'autre part la totalité des implications qu'elles comportent.

A contrario, le caractère effaçable des études techniques en matière de ressources, face à l'auréole qui entoure les options politiques et économiques, ne doit pas, comme on le constate couramment, conduire à recourir à la baguette du sourcier après les décisions.

L'EXPLORATION

La première conséquence de la solidarité des utilisateurs d'eau souterraine est que les études doivent être conduites à grande échelle et sur longue période : par là même elles perdent ce côté spectaculaire qui permet de dire au sourcier qu'il a alimenté une ferme ou une laiterie.

On peut dire que dans la réalité, le comportement sous l'action de pompage d'une nappe d'eau souterraine entre dans un nombre limité de schémas.

Dans le cas d'un aquifère profond, isolé des nappes superficielles par des horizons peu perméables, les effets d'une exploitation se propagent avec une ampleur toujours surprenante même à grande distance. Il suffit de rappeler à ce sujet que l'Albien du Bassin de Paris a perdu son artésianisme pour un débit prélevé somme toute modeste, que les nappes du Bassin de Londres ont vu leur niveau s'abaisser de 100 mètres en un siècle. Pour fixer les idées, l'abaissement, sur une surface de 10.000 km², de 10 mètres du niveau piézométrique d'une nappe captive isolée ayant un coefficient d'emménagement moyen de 10⁻¹ fournit environ un mois de consommation d'eau d'une agglomération d'un million d'habitants.

En fait, les différentes nappes souterraines sont interconnectées, soit latéralement, soit par l'intermédiaire de niveaux intercalaires peu perméables. Il en résulte que tout aquifère se trouve en relation avec les eaux superficielles, directement par ses affleurements propres ou indirectement par les autres nappes. Un équilibre peut donc exister entre les prélèvements dans un aquifère donné et l'alimentation de celui-ci, il n'en reste pas moins que cet équilibre peut provoquer un abaissement considérable des niveaux piézométriques qui traduit les pertes de charge dues à l'écoulement dans l'aquifère depuis les zones d'alimentation vers les zones de prélèvement. Cet abaissement peut avoir des

effets néfastes : réduction de l'humidité du sol utile à l'alimentation des cultures (d'où nécessité d'accroître l'irrigation), alimentation induite à partir d'un cours d'eau contenant des produits polluants (il en découle une dégradation de la qualité des eaux souterraines), invasion du milieu aquifère par l'eau salée (là encore, dégradation de la qualité des eaux).

Les exemples ne manquent pas et chacun a en mémoire la disparition de marais à la suite de l'exploitation d'une eau souterraine. Quelques essais spectaculaires d'alimentation d'une nappe ont montré que les moyens techniques existent lorsqu'on a prévu les difficultés pour préserver les ressources de l'agriculture.

Le plus délicat est le problème de l'invasion par l'eau salée des ensembles aquifères hétérogènes. La seule contrainte qui empêche à l'heure actuelle de développer largement les prélèvements dans les nappes d'eau souterraine du Nord de l'Aquitaine Occidentale réside dans le risque introduit par la connexion verticale entre couches profondes et couches superficielles : les couches superficielles étant liées à l'eau salée, la pollution serait pratiquement inévitable sans que le niveau des prélèvements atteigne un seuil inversant le régime des pressions entre l'eau salée superficielle et l'eau douce profonde.

Il faut bien voir que tous ces phénomènes sont toujours assez lents et demandent souvent plusieurs années avant de se manifester. C'est précisément leur caractère insidieux qui fait que dans les prévisions, ils ne sont pas toujours pris en considération dès le départ.

Nous arrivons tout naturellement à la première conclusion que l'exploitation rationnelle des ressources hydrauliques nécessite la réalisation d'études de prévisions qui prennent en compte la totalité des paramètres et la complexité de leurs relations. Il est indispensable de ne plus penser seulement à l'échelle du puits et de la station de pompage, mais surtout à l'échelle du système d'aquifère et à celle de son évolution dans le temps afin de garantir la pérennité des captages en qualité et quantité. Enfin, les prévisions sur les eaux souterraines ne doivent pas être dissociées de celles intéressant les eaux de surface.

Comment ayant défini les contraintes techniques et économiques, peut-on connaître les ressources disponibles à long terme dans un bassin ?

Nous allons voir que la plupart des outils existent depuis longtemps mais qu'en fait, il s'agit d'en susciter l'emploi général plus que de les mettre en œuvre.

Quels types d'informations pouvons-nous rechercher ?

La première est bien entendu celle de l'existence et de la délimitation des nappes d'eau souterraine. La seule méthode banale mais réellement efficace reste le forage à partir duquel les campagnes géophysiques permettent parfois de procéder à des extrapolations satisfaisantes.

Il est remarquable de constater que les méthodes géophysiques ne sont pas encore exploitées aussi systématiquement qu'elles le devraient. Il est infiniment plus facile d'obtenir une batterie de sondages que la réalisation d'une diagraphie électrique, gamma-ray ou neutron, qui valent une fraction de forage. De telles mesures sont pourtant fort utiles dès l'instant où elles sont utilisées par des équipes dont la mission est de faire la synthèse des ressources disponibles dans une région.

Une fois la ressource en eau découverte, sa reconnaissance géométrique peut être précisée par les méthodes de prospection électrique ou de sismique légère dont l'objet est de définir l'extension des aquifères ou des faciès.

Nous reviendrons, dans le cadre des études synthétiques, sur la nature de l'hydrodynamisme et les moyens d'étudier celui-ci.

Enfin, l'infiltration qui alimente les nappes souterraines au travers de la frange non saturée du sol peut être actuellement étudiée à l'aide des tensiomètres qui ont déjà fourni en agriculture le support d'exploitations pilotes intéressantes : ces instruments mesurent la succion du sol ; c'est en quelque sorte l'avidité du sol à absorber de l'eau et cer-

taines exploitations sont équipées de telle sorte qu'à partir d'une certaine avidité l'irrigation est déclenchée automatiquement. La définition de la succion fait appel aux méthodes de la thermodynamique.

Nous pouvons noter dès à présent que les mesures effectuées sur les nappes, à l'occasion des études, portent sur des grandeurs physiques différentes et cette variété permet de procéder aux recoupements indispensables quand on travaille dans le domaine des sciences de la nature.

LES ETUDES SYNTHÉTIQUES

On peut appuyer la mise en évidence et la mesure des connexions entre les différentes nappes d'un même ensemble sédimentaire par le recoupement de méthodes distinctes et indépendantes. La première réside dans les techniques de l'hydrodynamique et dans l'interprétation des pressions des différents aquifères, en tenant compte de l'alimentation de l'exhaure et des prélèvements qui affectent cette nappe. A l'appui des techniques de l'hydrodynamisme, les méthodes géochimiques comme le dosage du chlore en milieu océanique, viennent compléter l'exploration.

Il existe d'autre part dans la nature des isotopes stables naturels des éléments répandus dans l'eau, tels que le carbone, l'hydrogène et l'oxygène et il existe également des isotopes radioactifs créés par les explosions nucléaires de la dernière décennie.

Les tracages de tels corps examinés à l'échelle qui est toujours la nôtre, celle d'un bassin, permettent d'éclairer par une méthode encore indépendante des précédentes la relation entre la surface et la profondeur et valorise donc les prévisions.

Enfin, la géophysique reste un outil de choix. La découverte de Conrad SCHLUMBERGER peut être largement exploitée dès l'instant où l'on cherche à connaître l'extension d'une invasion par l'eau salée des eaux souterraines. En effet, il existe entre l'eau salée, peu résistante, et l'eau douce, résistante, un contraste de résistivité qui permet une double localisation : en extension, on peut définir les plages correspondant au degré progressif d'invasion par l'eau salée ; en hauteur, on peut définir dans l'ensemble des aquifères superposés celui qui est le plus gravement atteint. Cette méthode est simple d'emploi, rapide et peu coûteuse.

La banalité des lignes qui précèdent que chacun de nous a déjà eu l'occasion de lire plusieurs fois, disparaît lorsque l'on recense les exemples d'application de la méthode en France pour les comparer avec la diffusion à l'étranger.

Pour aller au bout des techniques modernes d'exploration, nous évoquerons les méthodes de sismique marine légère, sparker, boomer, flexotir, applicables à la recherche de l'affleurement des aquifères sous la mer.

La base solide sur laquelle doit s'appuyer la prévision est la détermination des modifications de l'hydrodynamisme des nappes (l'hydrodynamisme reflétant l'écoulement) résultant de telle recharge ou de tel prélèvement. Chacun sait que le calcul manuel suivi pour prévoir le niveau d'un puits après un an d'exploitation lorsque le pompage est isolé et se situe dans une zone relativement aménagée est très suffisant. Dès l'instant, comme nous le faisons pour connaître l'ensemble des ressources disponibles d'un bassin où nous prenons en compte la totalité des aquifères avec leur complexité réelle, il devient difficile sans erreur de continuer à exploiter les seules ressources de la règle à calcul et il convient de faire appel à des outils synthétiques de prévision qui reposent soit sur l'analogie entre les écoulements électriques et hydrauliques (l'enseignement de l'électricité a été du reste pendant longtemps fondé sur une telle analogie), soit sur l'utilisation des ordinateurs.

Ces outils ont déjà été éprouvés tant aux Etats-Unis qu'en France, mais on ne peut s'empêcher de regretter qu'ils ne soient pas employés aussi souvent qu'ils le méritent.

raient alors que leur mise en application est d'un coût relativement modeste : le prix d'une étude sur modèle d'un ensemble aquifère est du même ordre de grandeur que celui d'un dispositif d'essai de pompage peu profond.

Le rôle de ces modèles de prévision est du reste double puisque, pour avoir le droit d'extrapoler, il est nécessaire de tenir compte de toutes les informations du passé étant donné une explication complète et cohérente. Le second rôle est de fournir la totalité des implications contenues dans une décision d'exploiter suivant certaines modalités une ressource en eau superficielle ou souterraine.

Lorsqu'on est parvenu à ce stade, où la totalité des informations est traitée de façon à élaborer des modèles de prévision, on peut formuler de façon précise la signification économique des grandes options. On peut alors procéder sur des bases objectives à l'arbitrage entre les besoins et à la distribution des ressources propres à satisfaire au mieux les priorités que l'on s'est fixées. Il ne fait aucun doute que la mise sur pied des programmes synthétiques dont nous avons parlé tout au long de cet article ne peut être effective qu'à partir du moment où se constituent des équipes complètes et structurées, et la réorganisation des structures réglementaires de l'eau entreprise depuis plusieurs années en France répond bien à ce souci de concertation.

En conclusion, les méthodes modernes de l'exploitation des eaux souterraines se caractérisent, à notre sens, par des moyens et des techniques éprouvés et bien adaptés mais aussi par un état d'esprit qui conduit à aborder les problèmes sous un aspect plus large qu'auparavant.

Bien évidemment, les progrès technologiques de la collecte et du traitement de l'information, c'est-à-dire de l'électronique, constituent sans aucun doute le support technique des années à venir dans le domaine de la prévision. Sans les progrès récents en matière de mesure d'activité des éléments radioactifs, ou plus simplement en matière de dosage des traces, on ne parlerait pas de tracage isotopique, mais la prospection électrique existe depuis longtemps, si le sparker est récent l'hydrodynamique et la géochimie sont maintenant bien connues et les sondages profonds ont plus d'un siècle.

Le caractère moderne des méthodes actuelles réside surtout dans l'échelle des prévisions dans le temps et dans l'espace et dans le refus de considérer différents types de ressources vouées à des spécialistes indépendants. C'est également en matière de moyens le recours concerté aux méthodes hydrodynamiques, géophysiques, géochimiques, thermodynamiques, nucléaires, dont les résultats indépendants sont traités et recoupés, au besoin avec les outils les plus puissants, sous l'angle des prévisions.

Injection des eaux résiduaires dans les nappes profondes

par **M. L. DUMAS**, Ingénieur en Chef des Mines Honoraire Géopétrole.

1°) La lutte contre la pollution des eaux est un des objectifs actuels des Pouvoirs Publics, et le libre prélèvement des eaux en rivière comme le libre rejet des eaux résiduaires par les collectivités ou les industries paraissent définitivement condamnés.

L'idéal serait de rendre à la rivière les eaux prélevées après les avoir convenablement traitées et rendues sinon potables, du moins inoffensives, la nature se chargeant du reste. Malheureusement le traitement en usine ou en bassin de décantation des eaux urbaines ou industrielles coûte très cher et notre économie doit limiter ses ambitions au possible et au raisonnable ; et la pollution s'étend !

C'est pourquoi il m'a paru intéressant d'exposer ici une méthode qui doit permettre, tout au moins dans des cas favorables, de se débarrasser économiquement des eaux indésirables. Il semble que dans chaque cas d'espèce, elle mérite d'être examinée avant toute décision d'engager une grosse dépense pour une usine nouvelle de traitement. Cette méthode dérive de l'expérience de l'exploitation des champs de pétrole.

2°) Les champs de pétrole produisent des quantités souvent considérables d'eau salée qui arrivent au jour en même temps que le pétrole brut et qu'il ne saurait être question de rejeter dans les rivières. Pour s'en débarrasser les producteurs de pétrole réinjectent ces eaux dans les nappes profondes du sous-sol.

3°) Par ailleurs il est possible d'augmenter la récupération finale des gisements de pétrole, parfois de la doubler, en injectant de l'eau dans les couches pétrolifères productrices et en maintenant ainsi la pression initiale du gisement. Depuis la deuxième guerre mondiale ce procédé s'est généralisé. C'est grâce à lui que le champ de Parentis dans les Landes conserve depuis 15 ans sa remarquable production annuelle de l'ordre de 2 millions de tonnes.

Pour qu'une eau soit injectable dans un gisement et plus généralement dans le sous-sol il faut qu'elle soit « compatible » avec l'eau qui s'y trouve, qu'elle ne colmate pas, qu'elle ne développe pas de bactéries, etc... Or les pétroliers ont appris à traiter économiquement les eaux afin de les rendre injectables.

1°) Ainsi les pétroliers ont vingt ans d'expérience de l'injection.

En pratique il peut être beaucoup moins coûteux de rendre une eau injectable et de l'injecter même assez profond que de traiter en bassin ou en usine une eau industrielle ou urbaine indésirable.

Certaines eaux très noires sont mêmes impossibles à traiter en surface alors que l'on peut les injecter si elles sont claires et si elles sont « compatibles » avec le terrain.

5°) Naturellement on ne peut pas injecter n'importe où et il faut choisir le lieu et le terrain optima d'injection.

Les anciens gisements de pétrole offrent évidemment des pièges donnant toute sécurité contre la fuite des éléments injectés puisqu'ils ont pu accumuler et retenir le pétrole pendant des millions d'années.

Beaucoup d'autres structures bien fermées n'ont pas eu la bonne fortune d'accumuler du pétrole, mais peuvent néanmoins recevoir l'injection ; elles sont en général remplies d'eau salée impropre à la consommation et aux emplois industriels.

Il existe également de vastes nappes d'eau impropre à tout emploi, sans communication avec les nappes utilisables qui peuvent absorber, parfois au prix d'une légère augmentation de pression, des quantités importantes d'eau indésirable.

La France paraît favorisée et l'extension de ses terrains sédimentaires, les plissements légers de leurs strates, l'alternance des couches poreuses et des couches protectrices imperméables offrent de nombreuses possibilités.

6°) Parmi les déchets industriels les plus indésirables, il faut citer les déchets de l'industrie atomique. Un colloque International réuni à Vienne en mai-juin 1967 a été consacré à l'envoi des déchets atomiques dans le sous-sol et a appris que depuis deux ans les Russes envoient à 1500 mètres de profondeur 80.000 m³ de liquide radioactif par an. Comme les argiles en général, et par conséquent les argiles incluses dans les interstices des milieux poreux ont la propriété de retenir et d'absorber les cations radionucléides, il y a là un élément de sécurité précieux à prendre en considération, après le départ en flèche en 1966-1967 des centrales atomiques nucléaires aux Etats-Unis.

7°) Les Américains pratiquent largement l'injection dans le sous-sol de leurs déchets industriels et leur littérature spécialisée décrit une centaine de cas concernant les industries chimiques, papetières, alimentaires, métallurgiques et pétrolières. En Europe au contraire les possibilités que donne cette nouvelle technique paraissent peu connues sauf en France où les études de plusieurs problèmes concrets importants sont poussées avec activité.

8°) Les Pouvoirs Publics paraissent très intéressés par la solution qui vient d'être exposée ; le Secrétariat Permanent d'études des problèmes de l'eau, les six agences financières de bassin, de même que la Direction des Mines et le dynamique BRGM vont résolument de l'avant, sans sous-estimer d'ailleurs la complexité des problèmes généraux techniques, juridiques, etc... que la question soulève.

LES ANNALES DES MINES

Sommaire du mois de Mai 1968

Andre Fanton d'Anton 1894 1968

MM **Bauche** et **Lefrançois** présentent **Le procédé Français de fabrication de l'eau lourde** utilisé à l'usine de **Mazingarde**.

M **Duval** fait part de **quelques réflexions sur l'échantillonnage des lots de Minerais en vrac et des Gisements**.

Les problèmes posés par **la mise en place d'un doublet hydraulique de refroidissement à Neuilly-s/Seine** sont exposés par MM **Levy-Lambert**, **Girardot** et **Delouvrier**.

Chroniques et divers

- Statistiques permanentes
- Chroniques des métaux, minerais et substances diverses
- Technique et Sécurité Minières
- Communiqués
- Données économiques diverses.

mariage

Notre camarade **Denis de Baecque**, Ingénieur élève des Ponts et Chaussées, fait part de son mariage avec Mlle **France Lannes de Montebello** qui sera célébré le 29 juin 1968 en l'Eglise de Pont l'Evêque, Calvados.

naissances

M. **Albert Denis**, Ingénieur Général des Mines fait part de la naissance de son fils **Jérôme** né le 5 mars 1968 à Paris, frère d'Isabelle et d'Etienne.

M. **René Mayer**, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées et Mme **René Mayer** ont la joie de vous annoncer la naissance de leur fille **Francine**, née le 22 avril 1968

décès

On nous prie de faire part du décès de notre camarade, **Paul Chary**, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, dont les obsèques religieuses ont été célébrées le lundi 6 mai 1968 à Chambéry.

Notre camarade **Jean Couicaud**, Ingénieur Général des Ponts et Chaussées, nous prie de faire part du décès de sa femme née **Eva Deroche** le 23 mai 1968.

OFFRES DE POSTES

SE.G.I.C. recherche ingénieur ayant expérience lancement et direction grands travaux pour études programmation des tâches par calcul électronique. Tél. 235-37-18.

Importante entreprise de Travaux Publics recherche pour sa direction de **Paris, Ingénieur Polytechnicien**, Corps des Ponts et Chaussées, 35/50 ans. Ecrire à Secrétariat du P.C.M. qui transmettra

Association Internationale Etudes recherche X, I.P.C., 30 ans maximum, excellentes connaissances anglais, pour poste permanent Paris, études économétrie et économie, transports et tourisme.

Adresser curriculum vitae et prétentions à **Institut du Transport aérien (I.T.A.)**, 4, rue de Solferino, Paris-7^e.

MUTATIONS, PROMOTIONS et DÉCISIONS diverses

concernant le Corps des Ingénieurs des Ponts et Chaussées et des Mines

DECISIONS

Par arrêté du 12 mars 1968 M. Pierre **Suard**, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Directeur de l'exploitation à l'Aéroport de Paris, est désigné comme membre suppléant de M. Raymond **Guitonneau**, Directeur Général du Conseil supérieur de l'Aviation marchande, en remplacement de M. Jacques **Vasseur**.

J.O. du 23 mars 1968.

Par arrêté du 21 mars 1968, les nominations suivantes de professeur, professeur suppléant et maîtres de conférences ont été prononcées à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées pour une période de deux ans avec effet du 1^{er} octobre 1967 :

au titre des activités accessoires :

M. **Costet**, Ingénieur des Ponts et Chaussées, professeur suppléant pour le cours d'aménagement urbain.

M. **Sakarovitch**, Ingénieur des Ponts et Chaussées, maître de conférences pour le cours d'économie politique (recherche opérationnelle).

J.O. du 19 avril 1968.

Par décret en date du 18 avril 1968.

M. Jacques **Eisenmann**, Ingénieur Général des Ponts et Chaussées, est réinvesti comme membre du Conseil d'administration de la Société Nationale des Chemins de Fer Français à dater du 1^{er} janvier 1968, au titre de l'article 1^{er} (§ a) de l'ordonnance du 19 octobre 1944.

M. Roger **Coquand**, Ingénieur Général des Ponts et Chaussées, est nommé membre du Conseil d'administration de la Société Nationale des Chemins de Fer Français, à dater du 1^{er} janvier 1968, au titre de l'article 1^{er} (§ a) de l'ordonnance du 19 octobre 1944, en remplacement de M. Eugène **Fischer**, dont le mandat est expiré.

Par décret en date du 18 avril 1968, M. Roger **Coquand**, Ingénieur Général des Ponts et Chaussées, président de section au Conseil général des Ponts et Chaussées, membre du Conseil d'administration de la Société Nationale des Chemins de Fer Français, est nommé vice-président du Conseil d'administration de cette société.

J.O. du 19 avril 1968.

Par arrêté du ministre de l'Équipement et du Logement en date du 5 avril 1968, M. **Brunot**, Ingénieur Général des Ponts et Chaussées, est désigné pour assurer le contrôle de l'exécution des conventions en date des 27 décembre 1961 et 11 octobre 1965 modifiées intervenues entre l'État et l'Ecole spéciale des Travaux Publics, du bâtiment et de l'Industrie, et pour présider le conseil de perfectionnement de l'Ecole d'application des ingénieurs des Travaux Publics de l'État.

J.O. du 16 mai 1968.

M. **Mailhebian** Gilbert, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, précédemment en service détaché auprès des Affaires Étrangères, est réintégré dans les cadres de son administration d'origine et affecté au Service de Coopération Technique du Ministère de l'Équipement et du Logement, à compter du 1^{er} janvier 1968 jusqu'au 31 janvier 1968.

Arrêté du 11 avril 1968.

M. **Macodier** Pierre, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées en disponibilité à demi-traitement pour raison de santé est réintégré dans les cadres de son Administration d'origine et affecté à l'Inspection Générale de l'Aviation Civile, au Ministère des Transports.

Ces dispositions prennent effet à compter du 1^{er} novembre 1967.

Arrêté du 12 avril 1968.

Le stage d'étude qu'effectue M. **Thouzeau** Célestin, Ingénieur des Ponts et Chaussées, à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées est prolongé du 1^{er} avril 1968 au 30 avril 1968.

Décision du 12 avril 1968.

M. **de Vitry d'Avaucourt** François, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Directeur des Accès au Port Autonome de Rouen, est désigné, en remplacement de M. **Chauvin** Jean-Marie, pour remplacer en cas d'absence le Directeur du Port, conformément aux dispositions du décret du 8 novembre 1965 sus-visé.

Ces dispositions prennent effet à compter du 1^{er} avril 1968.

Arrêté du 25 avril 1968.

M. **Blondeau** François, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, est désigné pour assurer le Secrétariat de la 1^{re} section du Conseil Général des Ponts et Chaussées en remplacement de M. **Decroix**.

Les présentes dispositions prennent effet à compter du 1^{er} mai 1968.

Arrête du 30 avril 1968.

M. **Waldmann** René, Ingénieur des Ponts et Chaussées précédemment affecté à la Direction Départementale de l'Équipement du Rhône, est mis à la disposition de la Société Centrale pour l'Équipement du Territoire, en vue d'y assumer les fonctions de Directeur Adjoint, et de diriger la Société d'Études du Métropolitain de Lyon.

Ces dispositions prennent effet à compter du 1^{er} avril 1968.

Un arrêté interministériel plaçant M. **Waldmann** René dans la position statutaire de détachement interviendra ultérieurement.

Arrête du 29 avril 1968

MUTATIONS ET NOMINATIONS

Par arrêté du Premier ministre des Affaires Étrangères et du Ministre de l'Équipement et du Logement en date du 26 avril 1968, M. **Brun** François, Ingénieur des Ponts et Chaussées, est placé en service détaché auprès du Ministre des Affaires Étrangères pour une période de cinq ans éventuellement renouvelable en vue d'exercer des fonctions de son grade à l'Office national des irrigations du Maroc à Rabat.

Ces dispositions prennent effet du 1^{er} janvier 1963.

J.O. du 2 mai 1968.

M. Jean **Velitchkovitch**, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, est nommé Secrétaire général de la Manne marchande, en remplacement de M. Jean **Morin**, appelé à d'autres fonctions.

J.O. du 8 mai 1968.

M. **Gérard** Philippe, Ingénieur des Ponts et Chaussées, précédemment en service détaché au Tchad est réintégré pour ordre dans les cadres de son Administration d'origine et replacé en service détaché en qualité de chargé de mission auprès du Secrétaire d'État aux Affaires Étrangères chargé de la Coopération pour une période de 5 ans éventuellement renouvelable.

Les présentes dispositions prennent effet du 21 septembre 1964.

Arrête du 19 février 1968.

M. **Bossot** Michel, Ingénieur des Ponts et Chaussées, précédemment affecté à la Direction Départementale de l'Équipement de la Haute-Garonne est chargé du 2^e arrondissement fonctionnel de la Direction Départementale de l'Équipement des Pyrénées-Orientales.

Arrête du 25 avril 1968.

M. **Castres Saint-Martin** Michel, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, 4^e échelon, précédemment en position de détachement, est réintégré pour ordre dans son administration d'origine et placé en disponibilité pour une période de trois ans, éventuellement renouvelable, en vue d'entrer à la Compagnie financière de Suez et de l'Union Parisienne.

Ces dispositions prennent effet à compter du 15 février 1968

Arrête du 28 mars 1968.

M. **Mouries** Fernand, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées précédemment en service à la Direction Départementale de l'Équipement du Finistère est chargé de mission auprès du Chef du service régional de l'Équipement de la Circonscription d'action régionale Midi-Pyrénées.

Ces dispositions prennent effet à compter du 1^{er} avril 1968.

Arrête du 8 avril 1968.

M. **Laravoire** Jacques, Ingénieur des Ponts et Chaussées, précédemment mis à la disposition du Ministère de l'Industrie est affecté au Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes. Division des Ouvrages d'art.

Ces dispositions prennent effet à compter du 15 avril 1968

Arrête du 18 avril 1968.

M. **Monsarrat** André, Ingénieur des Ponts et Chaussées, précédemment au Groupe d'Études et de Programmation de la Direction Départementale de l'Équipement des Côtes-du-Nord, est chargé de l'arrondissement fonctionnel de la Direction Départementale de l'Équipement des Côtes-du-Nord.

Ces dispositions prennent effet à compter du 1^{er} juin 1968.

Arrête du 24 avril 1968.

M. **Lecornu** Jacques, Ingénieur des Ponts et Chaussées précédemment mis à la disposition du Ministère de l'Industrie est chargé de l'arrondissement Mixte Maritime de Cherbourg de la Direction Départementale de l'Équipement de la Manche.

Ces dispositions prennent effet à compter du 1^{er} juin 1968.

Arrête du 24 avril 1968.

M **de Korsak** Bernard, Ingénieur des Ponts et Chaussées, précédemment au Service spécial des Voies navigables du Nord et du Pas-de-Calais, est chargé de l'arrondissement opérationnel II de la Direction Départementale de l'Équipement du Rhône.

Ces dispositions prennent effet à compter du 1^{er} juillet 1968.

Arrête du 24 avril 1968

M **Lehuerou-Kerizel** Thierry, Ingénieur des Ponts et Chaussées, précédemment affecté à la Direction Départementale de l'Équipement de la Manche est mis à la disposition du Port autonome de Rouen.

Ces dispositions prennent effet à compter du 1^{er} juin 1968

Un arrêté interministériel plaçant M. **Lehuerou-Kerizel** Thierry, dans la position statutaire de détachement interviendra ultérieurement.

Arrête du 24 avril 1968

M **de Demardols-Dedons** Pierre, Ingénieur des Ponts et Chaussées, précédemment affecté à la Direction des Ports Maritimes et Voies Navigables, est mis à la disposition du Port autonome de Dunkerque.

Ces dispositions prennent effet à compter du 1^{er} juin 1968.

Arrêté du 25 avril 1968

M. **Augier** Rene Ingénieur des Ponts et Chaussées, précédemment à l'arrondissement fonctionnel de la Direction Départementale de l'Équipement des Côtes-du-Nord est chargé de l'arrondissement mixte de la Direction départementale de l'Équipement du Rhône.

Ces dispositions prennent effet à compter du 1^{er} juin 1968.

Arrêté du 25 avril 1968.

M **Roude** Jean-Claude, Ingénieur des Ponts et Chaussées, précédemment affecté à la Direction Départementale de l'Équipement de l'Aisne est chargé de l'arrondissement fonctionnel de la Direction Départementale de la Haute-Garonne.

Ces dispositions prennent effet à compter du 1^{er} juin 1968.

Arrêté du 25 avril 1968

M. **Ailleret** Jean-Claude, Ingénieur des Ponts et Chaussées, précédemment détaché auprès du Port autonome de Dunkerque est réintégré pour ordre dans les cadres de son administration d'origine et mis à la disposition du Port autonome du Havre.

Ces dispositions prennent effet à compter du 1^{er} juin 1968

Arrête du 25 avril 1968.

M. **Chaussin** Pierre, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, précédemment en service détaché auprès du Ministère des Affaires Étrangères est réintégré dans les cadres de son administration d'origine et mis à la disposition du Ministère de l'Industrie.

Ces dispositions prennent effet à compter du 1^{er} avril 1968.

Arrêté du 25 avril 1968.

M. **Smaghe** Jean, Ingénieur des Ponts et Chaussées, précédemment affecté à la Direction Départementale de l'Équipement de la Guadeloupe, est mis à la disposition du Port Autonome de Bordeaux.

Ces dispositions prennent effet à compter du 1^{er} juin 1968.

Arrêté du 25 avril 1968.

M. **Thouzeau** Celestin, Ingénieur des Ponts et Chaussées, précédemment en stage à l'École Nationale des Ponts et Chaussées est chargé de l'arrondissement Sud de la Direction Départementale de l'Équipement du Finistère à Quimper.

Ces dispositions prennent effet à compter du 1^{er} mai 1968.

Arrêté du 29 avril 1968.

PROMOTIONS

M **Loriferme** Hubert, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, ayant rang de prourogatives d'ingénieur général, est promu Ingénieur Général des Ponts et Chaussées pour compter du 1^{er} février 1968

Arrêté du 13 mars 1968.

RETRAITES

Par décret du Président de la République en date du 9 avril 1968, M Alexandre Louis **Lévy**, Ingénieur Général des Ponts et Chaussées, de 1^{re} classe, 2^e échelon, est admis, par limite d'âge à faire valoir ses droits à la retraite à compter du 19 avril 1968 en application de l'article L 4 (1^o) du code des pensions civiles et militaires de retraite et du décret N^o 59-934 du 31 juillet 1959.

J.O du 18 avril 1968.

Par décret du Président de la République en date du 24 avril 1968 :

M. **Cerneau** Marcel, Ingénieur des Ponts et Chaussées de 2^e classe 8^e échelon, en service détaché en vue d'exercer un mandat de député, est réintégré par ordre dans les cadres de son adminis-

tration d'origine et admis, sur sa demande, à faire valoir ses droits à la retraite, à compter du 1^{er} mai 1968, en application de l'article L. (1^{er}) du code des pensions civiles et militaires de retraite.

M **Soret** Léons Ingénieur des Ponts et Chaussées de 1^{re} classe, 3^e échelon, est admis à compter du 27 juin 1968, à faire valoir ses droits à la retraite, par limite d'âge, en application du décret N° 53.711 du 9 août 1953 et de l'article L. 4 (1^{er}) du code des pensions civiles et militaires de retraite

M **Blanc** Louis Joseph, Ingénieur des Ponts et Chaussées de 1^{re} classe, 2^e échelon, est admis, sur sa demande, à faire valoir ses droits à la retraite à compter du 5 juillet 1968, en application de l'article L. 4 (1^{er}) du code des pensions civiles et militaires de retraite

J.O du 30 avril 1968.

CORPS des MINES

DECISIONS

M **Gardent** Paul, Ingénieur en Chef des Mines, est nommé directeur général des Charbonnages de France, en remplacement de M. **Achille**, dont la démission est acceptée

J.O du 30 avril 1968

Par arrêté du Premier ministre, ministre de l'Economie et des Finances, et du ministre de l'Industrie en date du 23 avril 1968, M **Fournier** Georges, Ingénieur en Chef des Mines, est réintégré pour ordre dans

son Corps d'origine à compter du 1^{er} juillet 1967, à l'issue de son détachement auprès du groupement d'exploitants pétroliers.

M. **Fournier** Georges, Ingénieur en Chef des Mines est placé en service détaché auprès de l'entreprise de recherches et d'activités pétrolières pour une durée maximum de cinq ans à compter du 1^{er} juillet 1967 en vue d'occuper les fonctions de directeur général de la Société africaine de raffinage, à Dakar.

J.O du 30 avril 1968.

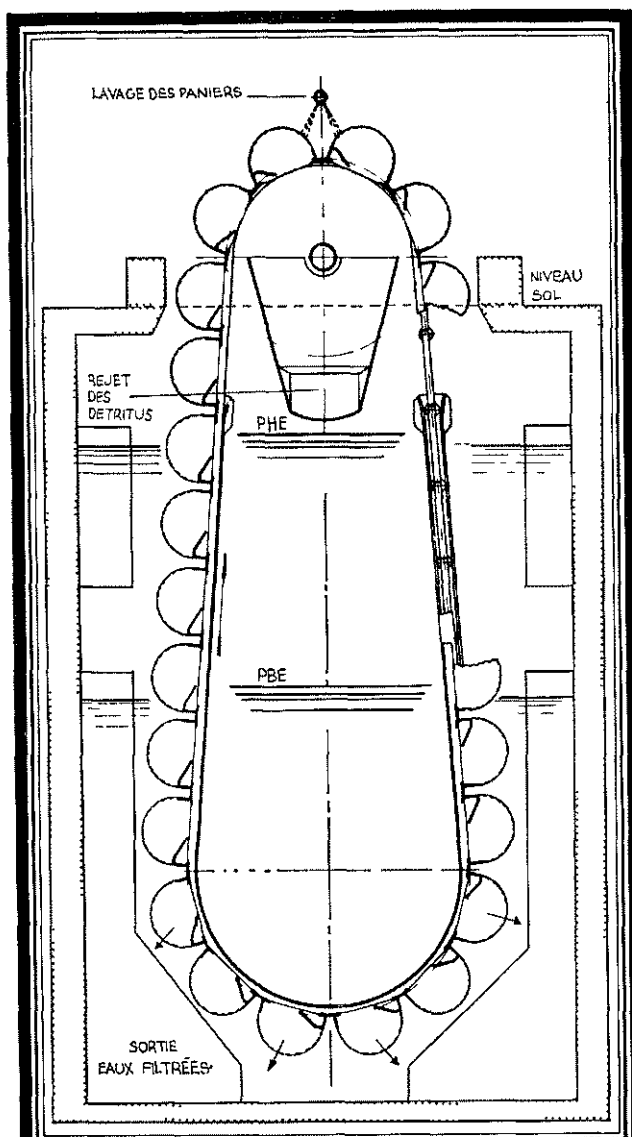
Par arrêté du Premier Ministre, du ministre des Affaires Etrangères et du ministre de l'Industrie en date du 12 avril 1968, M. **Michel** René, Ingénieur en Chef des Mines, est réintégré pour ordre à compter du 1^{er} octobre 1967.

A cette date, M **Michel** René, Ingénieur en Chef des Mines, est placé en service détaché auprès du ministre des Affaires Etrangères, au titre de la coopération technique, pour exercer ses fonctions auprès de l'office chérifien des phosphates pour une durée maximum de cinq ans.

PROMOTIONS

Par arrêté du Premier ministre et du ministre de l'Industrie en date du 17 avril 1968, le tableau d'avancement des Ingénieurs du Corps des Mines pour l'année 1967, dressé par arrêté du 5 septembre 1967, a été complété comme suit en ce qui concerne le grade d'ingénieur en chef des Mines :

8 M. **Cazala** Pierre, service détaché. — 9. M. **Martin** Yves — 10 M. **Saglio** Jean.



PROBLEMES D'EAUX ?

FRANCEAUX

peut résoudre ces problèmes pour vous grâce à l'importante gamme de matériels PASSAVANT dont elle assure la représentation pour la France. Ce filtre à tamis dont la conception est le fruit d'une expérience centenaire n'est qu'un exemple pris dans un programme complet qui couvre la préparation et le conditionnement des eaux brutes, le traitement des eaux usées urbaines et industrielles, les appareils de vannage et de régulation hydraulique, etc...

Consultez les spécialistes de

FRANCEAUX

1, rue Blanche, Paris 9^e - Tél. 526.03.30
Télex 29 757 FRANCEAUX

CANALISATIONS POLYETHYLENE H.R. LOTIGIE ROUBAIX

∅ de 25 à 630 mm
grandes longueurs
raccords mécaniques
assemblage sur chantier

havas L



émissaires en mer
conduites sous pression
pipe-lines
gainés...

LOTIGIE - ROUBAIX

Extrusion de matières plastiques

Rue Darbo - Tél. 73.37.94 - Telex 82.219