

PEL

L'EAU

3 ANS 10 - 77^e ANNEE
ISSN 0397-4634



De l'eau partout en France

L'eau, que la nature nous offre si généreusement en France, est un produit indispensable posant des problèmes quotidiens auxquels font face les élus locaux, les administrations, les entreprises.

La vocation de la Lyonnaise des Eaux est de résoudre ces problèmes. Partout en France, grâce à une structure décentralisée, elle apporte à près de 4000 communes, dans 21 régions, un service efficace.

Grâce à une grande expérience sur le terrain, les 3600 salariés de la Lyonnaise des Eaux assurent l'exécution des différents types de contrats adaptés pour la recherche, l'écoulement, la distribution, le traitement des eaux.

Consultez les spécialistes de la Lyonnaise des Eaux : propre ou usée, l'eau, c'est leur métier. Partout en France.

Société Lyonnaise des Eaux

45, rue Cortambert 75769 Paris Cedex 16 - Tél. 503 21 02
Télex : 620 783 OLIONES PARIS

mensuel
28, rue des Saints-Pères
Paris-7^e

Dépôt légal 1^{er} trimestre 1980
N° 7956
Commission Paritaire N° 55.306

sommaire

Directeur de la publication :

Jacques LECLERCO
Président de l'Association

Administrateur délégué :

Philippe AUSSOURD
Ingénieur
des Ponts et Chaussées

Rédacteurs en chef :

Olivier HALPERN
Ingénieur
des Ponts et Chaussées
Benoît WEYMULLER
Ingénieur
des Ponts et Chaussées

Secrétaire générale de rédaction :

Brigitte LEFEBVRE DU PREY

Assistante de rédaction :

Eliane de DROUAS

Rédaction - Promotion Administration :

28, rue des Saints-Pères
Paris-7^e - 260.25.33

**Bulletin de l'Association des Ingénieurs
des Ponts et Chaussées, avec la collabo-
ration de l'Association des Anciens Elèves
de l'École des Ponts et Chaussées.**

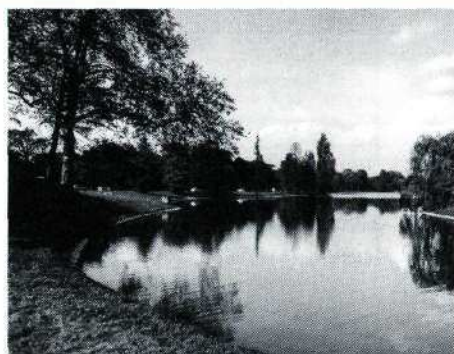
Abonnements :

- France **200 F.**
 - Etranger **200 F** (frais de port en sus).
- Prix du numéro ; **22 F**

Publicité :

Responsable de la publicité :
Jean FROCHOT

Société Pyc-Éditions :
254, rue de Vaugirard
75015 Paris
Tél. 532.27.19



dossier

Préface J. CHAPON	13
Avant-Propos Th. CHAMBOLLE	14
Eau et Énergie R. GINOCCHIO	16
L'alimentation en eau et la Santé C. GOMELLA et F. VALIRON	20
L'eau et ses effets sur la Santé MM. LAZAR, FESTY, et LECLERC ..	25
L'eau et sa qualité C. LEFROU	30
L'eau et l'agriculture G. MANUELLAN	39
La formation dans le domaine de l'eau à l'E.N.P.C. J. TANZI	47

La Vie du Corps des Ponts et Chaussées

A propos d'un IPC	53
Lu pour vous	55
Mouvements	56

Couverture :

Rapho

L'Association des Ingénieurs des Ponts et Chaussées n'est pas responsable des opinions émises dans les conférences qu'elle organise ou dans les articles qu'elle publie.

IMPRIMERIE MODERNE
U.S.H.A.
Aurillac

Maquette : Monique CARALLI



* l'eau... c'est la vie!

- Adduction et distribution d'eau potable.
- Réseaux d'assainissement.
- Eaux agricoles et industrielles.
- Captages, forages et sondages.
- Traitement de l'eau potable.
- Génie civil et ouvrages spéciaux.
- Fonçages horizontaux.
- Entretien et gestion des réseaux.
- Pipe-lines et feeders.

sade



Compagnie générale
de travaux d'hydraulique

28, rue de La Baume, 75364 Paris Cedex 08
Téléphone : 563.12.34

techniquement *vôtre*...

Eternit

INDUSTRIES



DIVISION CANALISATIONS

DIRECTION

**CANALISATIONS
ENTERREES**

BP N° 26

78510 TRIEL-SUR-SEINE

TEL. (3) 974.56.78

TELEX 696311

tuyaux
et raccords en fibres-ciment
tubes et raccords en PVC

ADDITION D'EAU POTABLE
SYSTEME UNIVIT

IRRIGATION

REFOULEMENT
D'EAUX USEES

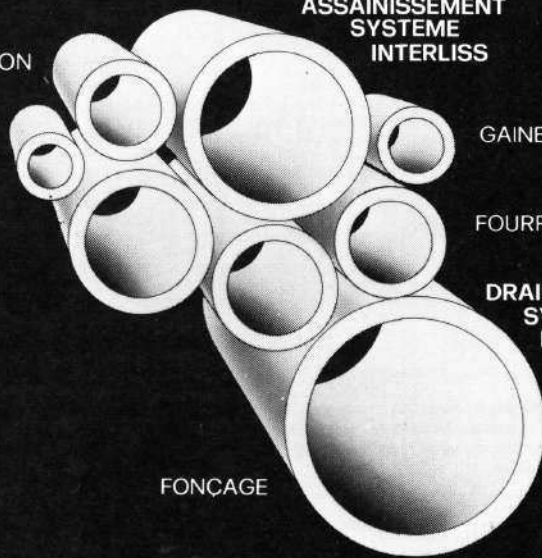
ASSAINISSEMENT
SYSTEME
INTERLISS

GAINES

FOURREAUX

DRAINAGE
SYSTEME
ETERDRAIN

FONÇAGE



AVEC NOUS, VOUS EN BAVEREZ



JE LEUR AVAIS
DIT : "JE NE VEUX
PAS TRAVAILLER
DERRIÈRE UN
BUREAU".

Processus de recrutement
d'ingénieurs TP ou matériel
débutants de SCREG
ROUTES :

1. Assister à une séance collective d'information organisée chaque mois sur le métier d'Ingénieur routier.
2. Passer une journée avec un jeune Ingénieur de la société.
3. Avoir un entretien avec le directeur du personnel, qui donne sa réponse tout de suite.

SCREG ROUTES c'est :

- plus de 2 milliards de CA
- 100 établissements en France
- des chantiers routiers ou des implantations à l'étranger
- une hyper décentralisation
- 85% des Ingénieurs entrés débutants
- l'originalité d'un « tour de France » de formation d'un an
- une école d'Ingénieurs routiers
- 6 mois à l'étranger la première année pour ceux qui le souhaitent (base vie en célibataire).

- Si vous cherchez à devenir entrepreneur, chef d'entreprise,
- Si vous êtes diplômé ENPC et autres écoles d'Ingénieurs TP, écrivez ou téléphonez pour participer à une séance collective d'information à Maryse PERUN, SCREG Routes, Direction du personnel - Tour Malte - B.P. 65 - 91035 EVRY Cedex - Tél. 077.90.60.





**dégrillage
filtration
mécanique
des
eaux
microtamisage**

- centrales nucléaires
- centrales thermiques
- centrales hydro-électriques
- usines à gaz
- raffineries de pétrole
- usines de produits chimiques
- usines frigorifiques
- traitement des eaux potables
- industrie automobile
- traitement des eaux résiduaires
- papeteries
- aciéries

S.A. E. BEAUDREY & C^{ie}

Ingénieurs-Constructeurs

14, Bd ORNANO - 75018 PARIS - Tél. : (1) 257.14.35

SOCIETE DES EAUX DE MARSEILLE

la première
entreprise régionale
pour la distribution d'eau
et l'assainissement

conseils techniques
prestations de services
affermages



Société des Eaux de Marseille
25, rue Édouard Delanglade
Boîte Postale N°29
13254 Marseille Cedex 2
Tél: (91) 53.41.36
Télex: SEMARSL 440884F



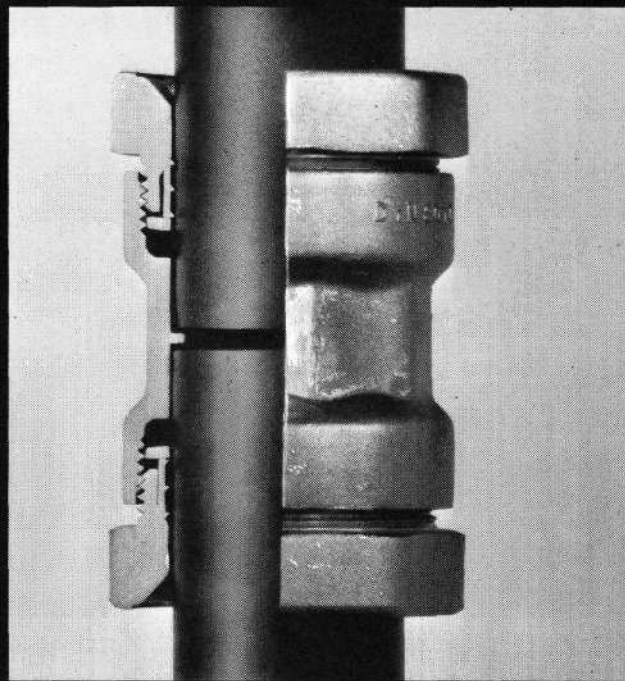
MICPRENE

Bitume fluxé polymère
pour enduits

SCR
CHIMIQUE DE LA ROUTE

5 AV. MORANE SAULNIER 78140 VELIZY VILLACOUBLAY
BOITE POSTALE N° 21 TELEPHONE 946 97 88

isiflo... L'ORIGINAL

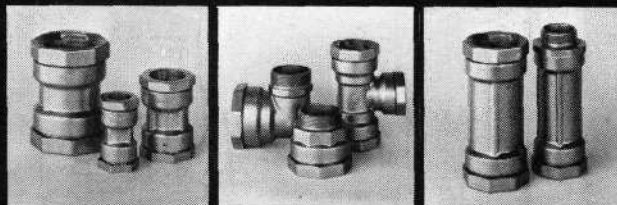


ISIFLO raccords universels pour tubes plastiques

ISIFLO résoud tout problème de
raccordement. Les raccords ISIFLO sont
appropriés a tout tube plastique
- PE ou PVC - de 4 à 16 bars -
de 16 mm à 160 mm de diamètre -
Le raccord ISIFLO s'emploie partout et
se réemploie toujours.

Demandez une documentation complète
chez votre grossiste.
Agréments officiels en Europe.

Exposition BATIMAT: Bâtiment 7 · Niveau 3
Allée C 9 · Stand 7327



isiflo®

...enfoncez - vissez - terminé!

Soc. ISIFLO GmbH
8, an der Schleuse · D-5870 Hemer/R.F.A.
Tél. 2372/12001 · Télex 827 476 is d
Dépôts en France



le
fidèle reflet
du
Service Public

SAUR

assure déjà en France
la gestion
des services publics
d'eau potable
et d'assainissement
dans
4 400 communes.

eau potable
irrigation - assainissement
collecte et traitement
des ordures ménagères

SAUR


**SOCIÉTÉ D'AMÉNAGEMENT
URBAIN ET RURAL**

Siège Social : 50-56, rue de la Procession - 75015 PARIS
Tél. : 539.22.60 - Télex : 202 090 F
16 Directions Régionales en France
Filiales : SODEN - (Nîmes)
SAUR/AFRIQUE - SODECI (Abidjan) - STEREAU.

SAGAL Publicité - Paris - 151 2-

Tubes PVC Lucosanit

ASSAINISSEMENT



Marque SP n° 94 et 95
Norme 16352

ETANCHEITE


**RESISTANCE A
L'AGRESSION**

IDEALEMENT LISSE

**MISE EN ŒUVRE
FACILE**

MOINDRE COUT

ELYSEE 2 - BP 2
78170 LA CELLE-SAINT-CLOUD
TEL. 918.92.00



armosig



MATERIAUX POUR FILTRATION BIOLOGIQUE

Elimination des pollutions carbonées

Elimination des matières colloïdales
et des matières en suspension

Nitrification - Dénitrification

AGS ARGILES & MINERAUX

Clérac - 17270 MONTGUYON - Tél. (46) 04.17.11 - Télex 790 297



LE BON SENS PRES DE CHEZ VOUS.

HAVAS CONSEIL



**CREDIT AGRICOLE
8000 BUREAUX**

ENTREPRISE Bourdin & Chaussé

SA au Capital de 21 000 000 F

35 rue de l'Ouche Buron
44 300 NANTES

Tel (40) 49 26 08

Direction Generale

36 rue de l'Ancienne Mairie
92 100 BOULOGNE

Tel 604 13 52

*Terrassements
Routes et aerodromes
Voirie urbaine
Assainissement
Reseaux eau et gaz
Genie civil
Sols sportifs
et industriels*

AMÉNAGEMENTS HYDROÉLECTRIQUES
CENTRALES NUCLÉAIRES - CENTRALES THERMIQUES
CONSTRUCTIONS INDUSTRIELLES
TRAVAUX DE PORTS - ROUTES - OUVRAGES D'ART
BÉTON PRÉCONTRAIT - CANALISATIONS POUR FLUIDES
CANALISATIONS ÉLECTRIQUES - PIPE-LINES

G T M

Grands Travaux de Marseille

61, avenue Jules-Quentin — NANTERRE (Hauts-de-Seine)
Tél. : (1) 725.94.40
Télex : GTMNT 611 306 — Télécopieur

LURGI

Département **environnement**

Faites confiance aux spécialistes en :

- Dépoussiérage et épuration des gaz industriels
- Traitement et épuration des eaux, et des eaux résiduaires communales et industrielles.
- Incinération et valorisation de déchets industriels et agricoles.
- Régénération de matières contenues dans des résidus industriels, tel que HCl dans les bains de décapage



Membre agréé du Syndicat de l'Aéraulique
Adhérent à la Charte Professionnelle

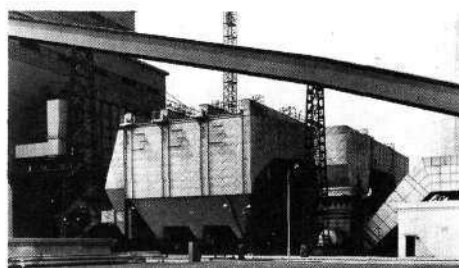


Membre agréé de la Chambre Syndicale de
l'Hygiène Publique (Eaux Résiduaires)

LURGI S.A. PARIS

127, Bureaux de la Colline de Saint-Cloud 92213 SAINT-CLOUD ☎ 602.70.51 - Télex : 200 915

L'eau et l'air purs,
éléments vitaux de nos villes,
doivent être sauvegardés.



Dépoussiéreurs électriques.
Centrale thermique EDF - Vaires-sur-Marne



Traitement physicochimique et biologique avec
incinération des boues.
Raffinerie ESSO - Fos-sur-Mer.

Une méthode nouvelle de pose de canalisations en terrains difficiles



8 h Excavation de la tranchée sous coulis.



Intérêt du procédé
dans les sols médiocres
ou aquifères:

rapidité
et économie
sécurité de mise en œuvre
réduction des nuisances
pas de compression
pas de tassement
pas de vibration



14 h Mise en place de la canalisation sous coulis spécial.



C'est une technique



SOLETANCHE

6, rue de Watford - B.P. 511
92005 NANTERRE Cedex (France)
Tél. Paris (1) 776.42.62 Tél. 611 722 SOLET F



CGEA

enlèvement
et évacuation
d'ordures ménagères
et déchets industriels

balayage mécanique
de la voirie

services réguliers
de voyageurs et
location d'autocars

siège social
174, rue de la République
92800 puteaux
téléphone : 778.16.71
télex : 613243

**En France
comme à l'étranger**



JEAN LEFEBVRE
travaille pour vous

DOCUMENTATION AU SERVICE COMMERCIAL
11, BD JEAN-MERMOZ 92202 NEUILLY/SEINE
TEL. 747.54.00



**CANALISATIONS
EAU - GAZ
ASSAINISSEMENT**

Pour Collectivités et Lotissements

Siège : 21 Rue de La Rochelle - L'Houmeau
17140 Lagord Agence : 12 Bd. de la Paix **64000 Pau**

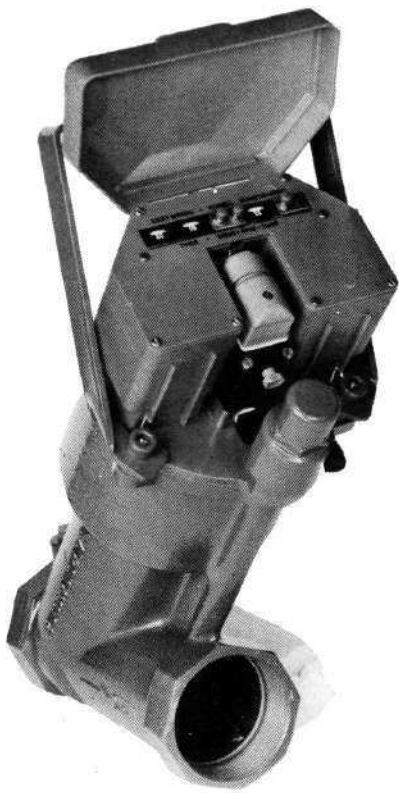
SCETAUROUTE

Bureau d'Etudes
et d'Ingenierie
Autoroutier

Direction Générale
Rue Gaston-Monmousseau
B.P. 117
78192 TRAPPES CEDEX
Tél. 050.61.15
Télex BETSER 697 293

Agences à :

AGEN - ANNECY - BORDEAUX -
CLERMONT-FERRAND - DIJON -
LILLE - NANCY - NIORT -
ROQUEBRUNE S/ARGENS - PAU -
TOULOUSE - TRAPPES



Vanne automatique type 1190 - 2 1/2"

IRRIGATION AUTOMATIQUE

Une vanne automatique s'ouvre et se ferme à l'heure programmée — le jour, la nuit, le samedi, le dimanche, les jours de fête...

- irrigation pré réglable jusqu'à quatre jours à l'avance,
- durée d'irrigation programmable d'une à quinze heures,
- alimentation de l'électronique par piles : évite branchements électriques,
- sans coups de bélier : ouverture et fermeture très lentes de la vanne.

La vanne est conçue pour automatiser les installations d'irrigation déjà existantes et apporte une solution moderne et économique aux nouveaux projets d'irrigation, puisqu'elle n'exige aucune main-d'œuvre.

ISIFLO G.m.b.H.
8, an der Schieuse
D-5870 Hemer - R.F.A.

soltrav
TRAVAUX SPECIAUX DE FONDATIONS

SIEGE SOCIAL :

AVIGNON, 2, avenue de la Cabrière 84000
Tél. : (90) 31.23.96

BUREAUX à :

METZ, 1, rue des Couteliers
57000 METZ BORN Y
Tél. : (87) 75.41.82

PARIS, 5 bis rue du Louvre 75001
Tél. : 260.21.43 et 44

CHALON-S/SAONE, Z.I. Nord, rue Ferrée
71530

Tél. : (85) 46.14.26

NANTES, 79, avenue de la Malière
44700 ORVAULT
Tél. : (40) 76.12.12

ACTIVITÉS :

TRAVAUX SPÉCIAUX
DE FONDATIONS
PUITS - POMPAGES

DRAINAGES SUB-HORIZONTAUX
RABATTEMENTS DE NAPPE
TRAVAUX SOUTERRAINS
PIEUX - PALPLANCHES

ANCRAGES
CONSOLIDATION DES SOLS
PAR COMPACTAGE

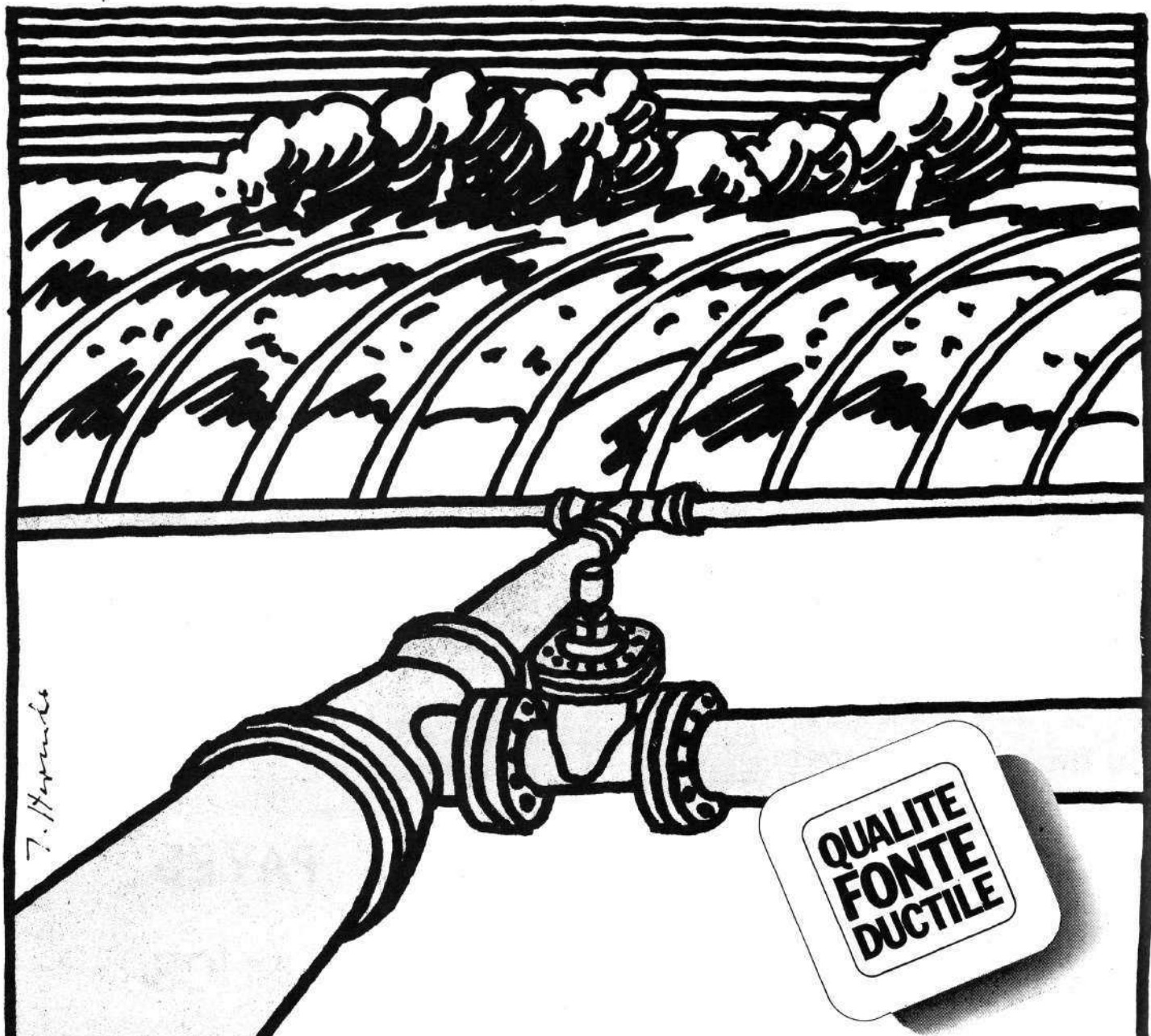
SOCIÉTÉ ANONYME DES ENTREPRISES

Léon BALLOT

au Capital de 30 600 000 F

TRAVAUX PUBLICS

155, boulevard Hausmann, 75008 PARIS



Canalisations d'irrigation Pourquoi la fonte ductile ?

Parce que les canalisations en Fonte Ductile sont durables. Elles sont étanches, elles résistent à la corrosion et aux mouvements de terrain.

Parce que les canalisations en Fonte Ductile sont résistantes. Elles supportent des pressions de service qui s'échelonnent de 40 bars, pour le diamètre 60 mm, à 25 bars, pour le diamètre 1000 mm. Elles offrent donc un large coefficient de sécurité en cas de surpressions.

La Fonte Ductile = le meilleur matériau pour canaliser l'eau.

Pont-à-Mousson S.A.

Bon à retourner au service publicité : 4X, 54017 NANCY CEDEX
Je désire recevoir une documentation sur les canalisations d'irrigation en Fonte Ductile.

Nom _____

Société _____

Adresse _____

Téléphone _____


PONT-A-MOUSSON S.A.

91, av. de la Libération, 54017 NANCY
Tél. : (83) 96-81-21
Télex : PAMSA X 85 0003 F



PRÉFACE

Jean CHAPON
*Ingénieur Général
des Ponts et Chaussées
Vice-Président du Conseil
Général des Ponts
et Chaussées*



Depuis de nombreuses années, l'EAU est un domaine familier aux Ingénieurs. C'est vrai des Ponts et Chaussées comme des Mines, et cela depuis l'origine de chaque Corps ! La connaissance des phénomènes de l'hydrologie et des lois de l'hydrodynamique leur est en effet nécessaire pour exercer leur métier de bâtisseur, de mineur et d'administrateur : qu'il s'agisse de l'eau des rivières, de la mer ou des eaux contenues dans le sol, leurs responsabilités les ont conduits à s'intéresser à l'Eau en tant que milieu naturel dans lequel sont construits des ouvrages ou implantées des exploitations minières, mais également comme infrastructure de transport, gisement d'énergie, ressource pour l'alimentation des hommes et de leurs activités : Nos Corps s'honorent de grands noms qui ont fait progresser la science et la technique dans le domaine de l'Eau, et restent fiers des réalisations conçues et dirigées par leurs anciens, en France, dans l'ancien empire colonial et partout dans le monde.

Mais forcée est de reconnaître que nos Ingénieurs étaient en général plus familiers avec l'aspect quantitatif des problèmes de l'Eau qu'avec celui de la qualité. Qu'on n'en profite pas pour les accabler une fois de plus en leur imputant l'inquiétante détérioration de cette richesse naturelle que dans un passé récent on a pu craindre en maints endroits.

C'est en effet récemment que la pollution est devenue vraiment inquiétante, mais fort heureusement, les administrations techniques s'en sont immédiatement préoccupées, bien avant que l'opinion publique soit véritablement sensibilisée à son importance. Des structures adaptées, dotées parfois de moyens importants, ont été mises en place dans plusieurs services : dès 1955, les services maritimes et de navigation de la Seine ont engagé une surveillance de la rivière et un contrôle des rejets, qui évitent aujourd'hui une situation catastrophique.

Des ingénieurs ont dirigé le Secrétariat Permanent pour l'étude des problèmes de l'Eau mis en place au Ministère de l'industrie en 1961 puis à la DATAR et animé nombre de Comités Régionaux Techniques de l'Eau dès leur création. N'est-ce pas le Ministre des Travaux Publics et des Transports qui a présenté au Parlement la loi sur l'eau votée le 16 décembre 1964 et les Ingénieurs n'ont-ils pas été présents dans les Agences de Bassin dès leur origine ? Rappelons encore qu'à partir de 1974, à l'expérience de la cellule de prévention et lutte contre la pollution marine mise en place dans les Alpes Maritimes, tous les services côtiers de l'Equipement ont été dotés d'une structure comparable. Enfin, n'oublions pas que depuis de nombreuses années, des Ingénieurs des Ponts et Chaussées, des Ingénieurs des Mines, participent, dans le secteur public et dans des sociétés privées, au progrès des installations d'assainissement urbain et industriel. Ne faisons donc pas de complexe : nos administrations ont su prendre en temps opportun conscience de l'évolution du phénomène.

Mais attention à ne pas nous faire dépasser au point de ne plus pouvoir rattraper une situation qui deviendrait impossible ! En effet, le problème change rapidement de dimension et aujourd'hui l'eau est devenue un bien RARE — en quantité comme en qualité : nombre de localisations industrielles sont conditionnées par l'existence des ressources en eau, l'alimentation des hommes et de leurs activités ne peut être satisfaite qu'au prix d'aménagement fort onéreux et d'une gestion rigoureuse de la ressource — cette ressource qui, selon la Genèse, est plus ancienne que les continents et que l'homme d'aujourd'hui risque de tarir s'il n'y prend pas garde !

La prise de conscience de l'importance de l'EAU doit se faire en profondeur — en France et dans le monde entier — et les ingénieurs des Ponts et Chaussées et des

Mines ont une nouvelle responsabilité à assumer à l'égard du pays et de l'humanité. Ils ne sauraient revendiquer aucun monopole, ni traiter le problème indépendamment du reste de l'économie et du contexte international : avec les Ingénieurs des autres Corps techniques — notamment nos camarades du Génie Rural et des Eaux et Forêts, qui sont aussi des spécialistes de ces problèmes — avec les scientifiques de l'Université, avec les entreprises spécialisées, avec l'ensemble des usagers et bien évidemment avec les élus, les ingénieurs de nos Corps ont le devoir de participer à la reconquête de la ressource en eau et doivent la gérer avec le souci d'économie qui doit imprégner tous nos actes dans le temps présent, et pour longtemps encore !

M. Michel d'ORNANO, Ministre de l'Environnement et du Cadre de Vie, disait fort justement, en inaugurant, en mai 1979, la 3^e semaine internationale de l'Environnement à l'O.C.D.E. : "Il faut mettre fin au gaspillage et tenir une comptabilité stricte de l'usage de nos ressources, renforçant au contraire la nécessité de poursuivre une lutte vigoureuse contre les atteintes portées à notre patrimoine naturel".

C'est dire combien est heureuse l'initiative de la revue PCM de consacrer un numéro entier au domaine de l'Eau et combien est opportune l'intervention dans ses colonnes des Ingénieurs des divers Corps Techniques de l'Etat et du secteur privé — qui ont en commun leur connaissance profonde et passionnée de ces problèmes.

Puisse ce numéro spécial sur l'EAU, à la fois témoigner que nos Corps ont su prendre conscience de leur importance et manifester notre volonté de mettre toute notre énergie à les résoudre dans la tradition du service public auquel nous rappelons notre complet dévouement.



Bois de Boulogne

photo J.C.-Bollier

Avant-Propos

*par Thierry CHAMBOLLE
Directeur de la Prévention de Pollutions
Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie**

Depuis que l'homme vit en société, l'eau a toujours été l'un des facteurs les plus importants qui conditionnent l'organisation et le développement des collectivités humaines. D'abord condition directe de survie puis très vite facteur-clé de la production agricole et enfin support essentiel de la production industrielle.

Le fait relativement nouveau — comme le souligne M. Jean CHAPON dans sa préface — est que l'eau doit être considérée maintenant comme un bien économique et que la gestion des ressources en eau doit se concevoir et s'organiser comme celle de n'importe quelle autre ressource en tenant compte en particulier de sa disponibilité

dans l'espace et dans le temps, de son caractère cyclique et donc renouvelable, des conséquences des prélèvements et des détériorations de sa qualité.

Depuis trente ans, l'industrie de l'eau s'est développée, utilisant les derniers acquis de la science et de la technique. Les progrès ont été particulièrement spectaculaires dans les quinze dernières années. Les investissements "eau et assainissement" représenteront cette année environ 14 milliards de francs soit 0,6 % de la production intérieure brute. L'industrie de l'eau et de l'assainissement emploie 70 000 personnes.

Le patrimoine de la nation dans le secteur de l'eau peut être estimé à dix fois le montant des investissements annuels soit environ 140 milliards de francs.

Deux aspects me paraissent devoir être soulignés qui caractérisent bien l'industrie française de l'eau ; ce sont :

d'une part, le haut niveau de technicité atteint grâce à une politique soutenue de recherche et d'innovation ;

d'autre part, la présence française sur le marché international et la progression de nos exportations dans ce secteur.

La Recherche et l'Innovation

Dans le secteur des eaux potables, ce sont sans conteste les techniques d'affinage qui ont enregistré les plus grands progrès depuis 10 ou 15 ans.

Il faut citer à cet égard le développement des procédés d'ozonation et de nouvelles techniques de séparation très performantes, la maîtrise de la dénitrification par voie biologique ou l'utilisation de techniques sophistiquées comme l'osmose inverse.

Les faits les plus récents et les plus marquants de l'évolution technique du traitement de l'eau potable résident certainement dans :

— l'utilisation étagée de l'ozone à la fois comme activateur biologique et comme agent désinfectant, ce qui a conduit à une optimisation des rendements des étapes biologiques et à une rentabilisation des procédés dits "à filtration lente" ;

— l'utilisation de réactifs chimiques "simples" et donc économiques couplée à des étapes biologiques plus performantes.

Dans le secteur des eaux usées, il faut noter en particulier :

— la mise au point et l'utilisation de traitements biologiques à l'oxygène qui a permis de résorber certaines surcharges de pollution sur des ouvrages existants ou de traiter des effluents peu biodégradables, c'est-à-dire contenant une part importante d'effluents industriels relativement toxiques ;

— la mise en œuvre de procédés physico-chimiques d'épuration des eaux usées domestiques spécialement conçus et adaptés pour traiter de fortes variations de charges et qui conviennent tout particulièrement pour l'assainissement des zones touristiques littorales ou de montagne du fait de leur grande fiabilité et de leur faible encombrement (l'espace nécessaire à des traitements biologiques conventionnels étant rarement disponible dans ces régions) ;

— la mise au point de procédés d'élimination des dérivés de l'azote par voie biologique dont l'utilisation sera nécessaire dans plusieurs bassins hydrographiques français du fait de l'augmentation des teneurs en produits azotés constatée dans un certain nombre de points des ressources en eau superficielles et souterraines et des conséquences graves sur certains usages de l'eau : usage pour la consommation humaine, vie piscicole...

L'exportation des techniques et du savoir-faire français

Déjà engagé depuis plusieurs années, l'effort d'exportation des entreprises françaises s'est accru ces derniers temps. Le tassement de la demande intérieure dû en partie à l'étalement de certains programmes d'équipements, en partie au fort rattrapage effectué dans les quinze dernières années, a eu un rôle stimulant.

"L'industrie française du traitement de l'eau est une des meilleures au monde", ce jugement émanant d'une étude réalisée par le Ministère du Commerce Américain, donc de nos principaux concurrents, est certainement fondé.

En effet, l'industrie française possède des atouts majeurs dans la compétition internationale.

Tout d'abord, une très large panoplie de techniques confirmées. En effet, la diversité des problèmes d'eau français a permis aux entreprises françaises d'acquérir une expérience très complète et de se doter des indispensables références nationales.

Par ailleurs, le fait que la structure industrielle de cette branche soit très concentrée en un petit nombre d'entreprises de grande taille, affectant des moyens importants au niveau de la recherche et du développement, et possédant de plus une longue expérience d'exploitant est également un facteur favorable à l'exportation.

A titre d'exemple, la plus grande entreprise française de traitement d'eau avait en 1979

un chiffre d'affaires de 1,7 milliard de francs, emploie 4 000 personnes, fait 25 % de son chiffre d'affaires en France, 20 % en Europe et 55 % dans le reste du monde. Son budget annuel de recherche-développement est de 30 millions de francs.

De plus, le marché de la distribution et du traitement de l'eau est à l'échelle mondiale un marché encore jeune et porteur (en croissance de 15 % environ par an).

Nombre de pays en voie de développement entreprennent de lancer de vastes programmes d'adduction d'eau et d'assainissement.

La formation des personnels chargés de la gestion et de l'exportation des ouvrages de traitement ou d'épuration des eaux est de plus en plus un facteur déterminant dans la négociation des marchés.

Les deux initiatives prises récemment par le Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie par la création :

— du Centre de Formation Internationale à la Gestion des Ressources en Eau (C.E.F.I.G.R.E.) ;

— et de la Fondation de l'Eau de Limoges, répondent au souci des entreprises de voir les responsables étrangers se former, en France, et donc de se familiariser avec les méthodes de gestion et les techniques et matériels français et constituent une aide appréciable en ce sens.

Enfin, l'agence "Coopération et Aménagement" a pour mission d'apporter aux pays en voie de développement une capacité d'expertise dans les problèmes d'urbanisme et d'aménagement du territoire et le concours de techniques françaises, notamment dans le domaine de l'eau.

De cette façon, le Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie facilite directement l'effort d'exportation des entreprises.

Mais il entend aussi encourager le développement des techniques françaises de l'eau en orientant davantage ses efforts de recherche vers la mise en œuvre de nouvelles technologies de mesure, de dépollution ou de production propre.



BUGEY

photo SODEL

"Eau et énergie"

par Roger GINOCCHIO
 Directeur à la Direction Générale
 d'Électricité de France

L'eau joue un rôle fondamental dans toutes les activités du secteur de l'énergie ; elle constitue par elle-même une source d'énergie mécanique dans les aménagements hydroélectriques, elle est utilisée comme source froide dans les circuits de réfrigération des installations industrielles et en particulier des centrales thermiques classiques et nucléaires, elle intervient dans les processus de transformation de l'énergie, elle joue enfin un rôle de vecteur dans les réseaux de distribution de chaleur.

Les deux premières utilisations mentionnées ci-dessus, à savoir l'hydroélectricité et la réfrigération des centrales thermiques, sont celles qui mettent en jeu des débits et des volumes importants et qui sont susceptibles de produire un impact sensible sur l'environnement.

Ce sont ces deux aspects que nous traiterons plus particulièrement ci-après.

Nous compléterons par quelques indications sur les réseaux de distribution de chaleur dans lesquels l'eau (ou la vapeur) joue un rôle de vecteur.

I — L'énergie hydroélectrique

L'énergie sauvage des eaux de ruissellement qui s'écoulent dans l'ensemble des cours d'eau du monde est évaluée à environ 40 000 TWh par an (1). Le quart seulement de cette énergie sauvage, soit 10 000 TWh par an, est susceptible d'être transformé en énergie électrique. En 1975, seulement 1 500 TWh, soit 15 % de cette énergie, étaient produits par des aménagements hydroélectriques, alors que la production totale d'électricité dans le monde s'élevait à 6 600 TWh.

Les trois-quarts du potentiel restant à équiper, soit 6 500 TWh par an, sont localisés dans les pays en développement où, en 1975, l'équipement réalisé correspondait à une productivité annuelle de 400 TWh, soit environ 6 % de leur potentiel. Les équipements en service, dans les pays industrialisés

produisent 1 100 TWh par an, soit 35 % de leur potentiel.

Le tableau ci-dessous donne, par grandes zones géographiques, la répartition du potentiel techniquement équipable et de celui des aménagements en service en 1975

La répartition des ressources en énergie hydroélectrique et des équipements susceptibles d'être réalisés est très variable suivant les zones géographiques.

Dans les pays industrialisés, l'équipement des sites hydroélectriques est généralement très avancé tandis que des ressources très importantes restent à exploiter dans les pays en voie de développement, en Asie, en Afrique et en Amérique du Sud.

(1) 1 TWh = 1 milliard de kWh

Zones géographiques	Potentiel techniquement équipable TWh/an	Potentiel équipé en 1975	
		TWh/an	% du potentiel équipable
— Europe (sauf URSS)	700	435	62
— Amérique du Nord	1 300	515	40
— Océanie	200	30	15
— URSS	1 100	130	12
— Amérique Centrale et Amérique du Sud	2 000	150	8
— Asie (sauf Sibérie)	2 700	200	7
— Afrique	2 000	40	2

D'ici la fin du XX^e siècle, l'évolution prévue de la production d'énergie hydroélectrique dans le monde est donnée par le tableau ci-après, dans lequel sont également indiquées les prévisions de consommation d'énergie primaire et d'énergie électrique.

L'accroissement des besoins en énergie électrique au cours de la période 1975-2000 sera assuré essentiellement par l'énergie nucléaire comme le montre le tableau suivant.

Ce tableau montre qu'en France l'énergie

peut s'effectuer soit en circuit ouvert, soit au moyen de réfrigérants atmosphériques par voie humide ou par voie sèche.

Réfrigération en circuit ouvert

Le débit nécessaire pour assurer la réfrigé-

	1975	1985	2000
Consommation d'énergie primaire ETP (Mtep) (1) (TWh)	5 800 26 100	8 800 40 000	14 000 63 000
Consommation d'énergie électrique E (TWh)	6 600	12 000	29 000
Production d'énergie hydroélectrique H (TWh)	1 500	2 200	3 600
E/Ep %	25,3	30,3	46,0
H/E %	22,7	18,3	12,4
H/Ep %	5,7	5,5	5,7

(1) Mtep = million de tonnes d'équivalent pétrole.

Ce tableau montre que, entre 1975 et 2 000, la production d'énergie hydroélectrique mondiale sera multipliée par environ 2,5, que sa part dans la consommation totale d'énergie primaire restera sensiblement constante et voisine de 5 % et que sa place relative dans la production d'énergie électrique sera réduite de moitié.

En France, l'équipement du gisement hydroélectrique gravitaire peut être considéré comme pratiquement terminé puisque la productibilité annuelle des aménagements en service, soit 60 TWh, représente environ 85 % du potentiel économiquement équipable, soit 70 TWh ; toutefois, les qualités intrinsèques de l'hydroélectricité (souplesse de fonctionnement, faculté de stockage dans les réservoirs) conduiront à développer dans l'avenir les usines de pompage de grande puissance.

hydroélectrique constituera un appoint au programme d'équipement électrique, mais que les ressources disponibles ne sont pas à l'échelle de la croissance des besoins de la consommation.

Rappelons que la situation est totalement différente dans la plus grande partie des pays en développement, principalement en Afrique, en Amérique du Sud et en Asie où le potentiel hydroélectrique équipé est très faible (5 à 6 % du potentiel) ; cette énergie constitue, pour ces pays, une ressource essentielle pour les prochaines décennies.

II — La réfrigération des centrales thermiques

La réfrigération des condenseurs des centrales thermiques classiques et nucléaires

ration d'une centrale à 4 tranches de 1 300 MW en limitant à 10° C l'accroissement de température à la sortie du circuit est de l'ordre de 200 m³/s.

En raison de l'importance de ce débit par rapport à celui des cours d'eau, ce type de réfrigération sera à l'avenir utilisé en France exceptionnellement pour les centrales construites en bordure des rivières ; il sera seulement utilisé pour les centrales établies sur le littoral.

Les effets écologiques de ces rejets dépendent de l'élévation de la température de l'eau et de l'étendue de la surface sur laquelle elle se manifeste.

A titre d'exemple, rappelons que pour les sites établis en bordure du Rhône une étude sur modèle mathématique a été

		1975	1985	2000
Consommation d'énergie primaire	(Mtep)	165	215	300
Consommation d'électricité	(TWh)	180	360	700
	(Mtep)	40	80	156
Production d'électricité				
• nucléaire	(TWh)	18	195	580
• thermique classique	(TWh)	102	100	50
• hydraulique	(TWh)	60	65	70

effectuée pour déterminer l'influence de l'ensemble des centrales prévues sur le régime thermique du fleuve.

Les résultats de l'étude montrent que la température moyenne du fleuve sera accrue de 2 à 4° C selon la section considérée. Ces valeurs sont à rapprocher des variations brusques naturelles atteignant 8° C, que l'on observe à quelques jours d'intervalle et qui sont dues vraisemblablement à des remontées d'eaux profondes et froides du lac Léman.

Par ailleurs, la température de 30° C ne sera en aucun cas dépassée, même dans la section aval des cours d'eau.

La réfrigération en circuit ouvert des centrales du littoral se traduit par une "tache thermique" (1) en mer dont les dimensions dépendent du régime des marées et des courants transversaux. Pour une centrale de 5 200 MW la surface de la tache thermique est comprise entre 2 et 20 km².

Les effets de ces taches thermiques sur l'écologie font l'objet d'études de caractère général et d'études dans chaque cas particulier ; ces effets sont limités dans l'espace et les élévations de température dans la plus grande partie de la tache sont de l'ordre de grandeur des fluctuations naturelles observées.

Réfrigération en circuit fermé

Ce mode de réfrigération est celui adopté pour la plupart des centrales implantées sur des sites "intérieurs". Il utilise des tours en forme d'hyperboloïde dans lesquelles l'eau se refroidit par contact et vaporisation avec l'air ascendant ; pour une tranche de 1 300 MW, la réfrigération est assurée par deux tours dont le diamètre à la base est de l'ordre de 100 mètres et la hauteur de 120 à 130 mètres, ou par une seule tour de 120 mètres de diamètre à la base et de 160 à 180 mètres de hauteur.

La consommation nette d'eau d'une centrale à 4 tranches de 1 300 MW atteint environ 3 m³/s.

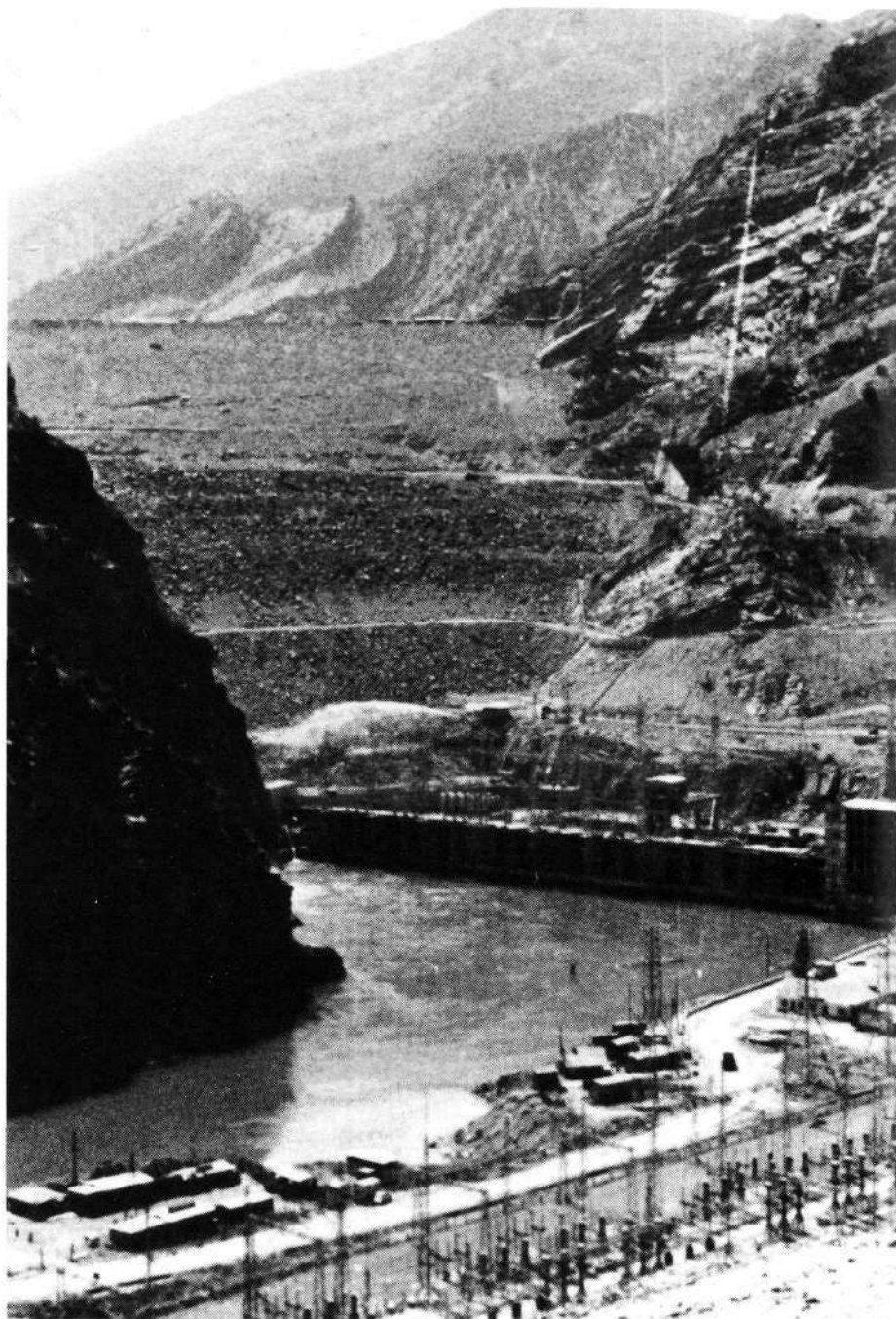
En France, les ressources d'eau annuelles de l'ensemble des cours d'eau sont de l'ordre de 200 milliards de m³.

L'ensemble des prélèvements domestiques, agricoles et industriels atteint environ 25 milliards de m³ alors que la consommation (2) est de l'ordre de 4 milliards de m³.

Les besoins actuels de refroidissement des centrales thermiques de tous types atteignent, pour les prélèvements, moins de 10 milliards de m³ et pour la consommation nette environ 100 millions de m³.

Dans les prochaines décennies, l'évolution de ces quantités sera déterminée par les raisons suivantes :

- augmentation continue de la puissance totale des centrales thermiques,
- accroissement du parc des centrales nucléaires lesquelles prélèvent une quantité d'eau supérieure de 40 % environ à celle utilisée par les centrales classiques,
- évolution progressive vers le système de réfrigération en circuit fermé.



NOUREK

photo SODEL

Les études faites en tenant compte de ces considérations montrent que les prélèvements annuels des centrales thermiques croîtront jusqu'à un maximum de 17 milliards de m³/an vers 1985 puis décroîtront jusqu'à environ 14 milliards de m³ vers 1990.

Pendant la même période, la consommation nette de ces centrales passera de 400 millions de m³ en 1985 à 600 millions de m³ en 1990.

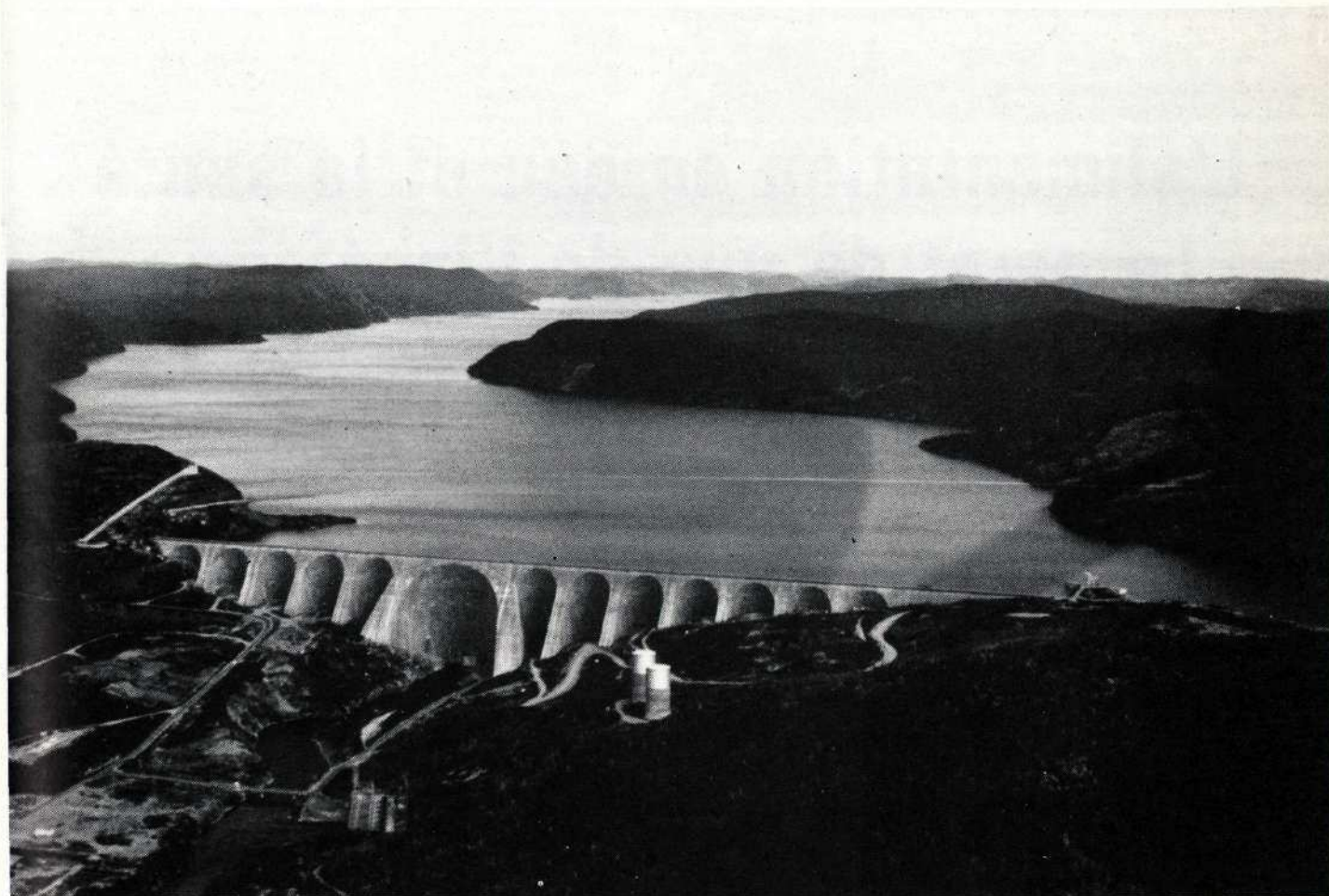
A la même époque, l'ensemble des prélèvements du pays sera de l'ordre de 33 milliards de m³ et la consommation nette de l'ordre de 7 milliards de m³ ; la part des centrales thermiques représentera donc moins de 10 % de la consommation nationale nette.

La technique de réfrigération avec tours sèches utilise la convection et le rayonnement au moyen d'une circulation d'air le

long des tubes parcourus par la vapeur. Ce dispositif n'a été appliqué jusqu'à présent que pour des puissances unitaires relativement modestes, de l'ordre de 200 MW ; des études sont en cours pour son application à des puissances plus importantes.

(1) définie comme étant la zone dans laquelle la température est élevée d'au moins 1° C par rapport à l'état naturel.

(2) rappelons que l'on entend par "prélèvement" la dérivation du débit d'un cours d'eau et sa restitution après usage dans l'installation alimentée. Par contre on entend par "consommation" la quantité d'eau dérivée qui n'est pas rejetée ; elle est soit évaporée, soit restituée après un cheminement plus ou moins long.



MANIC 5

photo SODEL

III — Les réseaux de distribution de chaleur

Le chauffage des immeubles peut être réalisé au moyen de réseaux de distribution de chaleur alimentés en eau ou en vapeur.

La chaleur est produite par des générateurs spécialisés, chauffés par des combustibles fossiles (charbon ou fuel oil), par la combustion d'ordures ménagères, par des **rejets thermiques** des centrales électriques classiques ou nucléaires, (Groupes à contrepression ou à prélèvement de vapeur) ou, dans l'avenir, par des générateurs nucléaires.

Les réseaux de distribution de chaleur existants

en France en 1979 sont au nombre de 160 ; ils distribuent environ 2,3 Mtep, provenant des sources suivantes :

- fuel oil lourd : 1,7 Mtep,
- charbon : 0,3 Mtep,
- déchets ou géothermie : 0,3 Mtep.

Un programme de développement de ces réseaux de distribution de chaleur vient d'être décidé par le gouvernement qui a créé une Mission nationale de promotion et d'animation du programme.

De tels réseaux sont très développés dans les pays de l'Est européen et principalement en URSS. A titre de comparaison, le tableau suivant donne les caractéristiques des réseaux de chauffage urbain de quelques pays en 1975 :

Dans ces réseaux le fluide caloporteur est, soit l'eau à une température comprise entre

100 et 150° C (en URSS et dans les pays de l'Est), soit la vapeur (en France).

Les considérations sommaires qui précèdent montrent le rôle essentiel joué par l'eau dans le secteur de l'énergie.

Une étude de l'évolution à plus long terme de ce secteur conduirait à envisager d'autres applications qui sont actuellement du domaine des études et qui font l'objet de recherches, à savoir :

- la mise en œuvre de l'énergie de fusion qui utilise le deutérium, lequel existe en grandes quantités dans l'eau de mer,
- le transport d'énergie sous forme d'hydrogène lequel serait produit par électrolyse de l'eau ou par sa décomposition catalytique à haute température.

	FRANCE	RFA	USA	URSS
Population (Millions Hab.)	52	62	203	254
Consommation annuelle d'énergie (Mtep)	165	230	1 670	1 100
Consommation domestique et tertiaire (Mtep)	55	70	540	250(*)
Chaleur fournie par chauffage urbain (Mtep)	2	3,5	3	165

L'alimentation en eau et la santé

Le point de vue de l'ingénierie

par C. GOMELLA - Président de la SETUDE
et F. VALIRON - Professeur de Gestion des Eaux à l'E.N.P.C.
et Président de SOFREP et de SAFEGE

Pour l'Ingénieur qui est chargé d'amener l'eau au robinet de chaque foyer et leur procurer hygiène et confort, de multiples précautions doivent être prises pour que cette eau soit exempte de germes ou de substances organoleptiques en quantité nuisible à la santé de ceux qui la consommeront.

La définition des normes à respecter pour éliminer ces risques ou les rendre suffisamment improbables est l'affaire des médecins et des hygiénistes qui doivent déterminer le seuil de danger des divers éléments continus dans l'eau pour la santé des hommes à court moyen et long terme. Dans leur recherche, ceux-ci doivent tenir compte des possibilités de la technique, ne serait-ce que de la sensibilité des instruments de mesure, ce qui nécessite des échanges de vue entre les ingénieurs, les chercheurs et les équipes médicales. Ceci ne sera pas notre propos puisque le lecteur trouvera dans ce numéro le point de vue des médecins et des hygiénistes sur l'état des connaissances et les perspectives de ce domaine essentiel de l'hygiène. Nous nous efforcerons dans ce qui suit de montrer où en est l'ingénieur dans l'établissement des projets pour leur donner la sécurité indispensable pour l'usager en respectant les normes qui sont fixées pour l'eau de boisson.

1. Les normes des eaux potables ont été définies par le Ministère de la Santé Publique après avis du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France ; le décret et ses arrêtés de 61 et 64 fixent les impératifs qui sont résumés ci-dessous :

- pas d'organismes parasites ou pathogènes. Aucun Escheria Coli, ni de streptocoques féaux, pas d'algues ;
- des limites de coloration (15 gouttes de mastic) et de pouvoir colmatant ;
- avoir des concentrations limites en substance toxique de 1 ppm à 0,05 pm pour le Pb - Se - Fe - As - Cr³ - Cu - Fe - Mn - Zn et ni phénols, ni cyanures détectables ;
- une minéralisation totale inférieure à 2 g/litre avec 250 ppm de concentration limite pour le Mg 125 pour les chlorures et les sulfates (SO₄) et les nitrates 44 ppm.

La grille que la Communauté Européenne vient d'adopter et qui s'appliquera de droit en France réduit les teneurs limites de certains éléments et en introduit d'autres, notamment certains micropolluants.

Une autre grille adoptée à BRUXELLES (16 juin 1975) qui est applicable en France depuis 1977 fixe les qualités requises des eaux superficielles destinées à la production d'eau alimentaire.

Cette directive prévoit la nature et l'importance du traitement aval en fonction de la qualité de l'eau brute (qualités A1, A2, A3).

Traitement adapté à la classe 1 :

Traitement physique simple et désinfection ; par exemple filtration rapide, désinfection.

Traitement adapté à la classe 2 :

Traitement normal physique, chimique et désinfection ; par exemple préchloration, coagulation, floculation, décantation, filtration, désinfection.

Traitement adapté à la classe 3 :

Traitement physique poussé, affinage et désinfection ; par exemple, préchloration au break-point, coagulation, floculation, filtration, affinage (charbon actif), désinfection (ozone ou chloration finale).

Les eaux superficielles dites "hors classe" dont les limites dépassent celles de la classe 3 ne peuvent être utilisées pour la production d'eau alimentaire. Toutefois, une telle eau peut être exceptionnellement employée s'il est utilisé un traitement approprié — y compris le mélange — permettant de ramener toutes les caractéristiques de qualité de l'eau à un niveau conforme aux normes de qualité de l'eau alimentaire.

La confrontation de cette grille d'analyses d'eaux brutes à celles utilisées dans les usines de traitement d'eau a montré qu'existaient des dépassements dans d'assez nombreux cas des valeurs A3. Il s'agissait de certains micropolluants organiques de quelques métaux lourds et des paramètres bactériologiques. Cela a été le cas en région parisienne pendant l'année 1976, certes caractérisée par la sécheresse, mais l'eau d'origine superficielle étant destinée à voir augmenter sa participation à l'alimentation en eau des grandes agglomérations (60 % pour la région parisienne), il importe de pouvoir garantir en toute sécurité le traitement indépendamment des conditions climatiques.

2. Comment faire face à ces contraintes soit avec des eaux naturelles, soit avec des eaux traitées ?

Trois voies successives ou complémentaires peuvent être utilisées :

- agir sur la ressource in situ,
- choisir parmi les ressources disponibles celle de la meilleure qualité,
- améliorer la qualité de la ressource mobilisée (traitement après prélèvement).

L'évolution générale de la qualité des eaux de surface et même de certaines nappes donne à ce problème toute sa signification.

Il est tout d'abord souhaitable d'agir pour améliorer ou maintenir la qualité des rivières ou pour protéger les nappes contre les apports nuisibles. Ces techniques de protection ou d'amélioration du patrimoine naturel sont décrites pour les rivières dans l'article de M. LEFROU ; nous nous bornerons à indiquer l'importance pour les captages de la création des différents périmètres de protection institués par la loi sur l'eau et les mesures de protection plus globales pour les nappes non encore mobilisées. Il s'agit notamment de limiter la compétition entre l'eau et les granulats et de pouvoir

réserver pour l'avenir les zones aquifères en empêchant effectivement toute extraction de matériaux.

Le choix entre la mobilisation d'eau de surface préalablement traitée ou d'eau souterraine sans traitement ou avec un traitement plus réduit n'est pas seulement un problème économique où la comparaison du coût de deux solutions alternatives permet d'adopter la moins coûteuse en investissement et en fonctionnement. S'introduit, en effet, la difficulté de comparer des eaux finales dont les paramètres caractéristiques n'auront pas la même valeur pour les différentes substances qu'elle contient même si chacune est inférieure au seuil limite A3.

Comment également tenir compte du fait que pour l'une de ces ressources le traitement d'ajustage peut être très réduit et donc peu perturbant alors que pour l'autre il peut présenter des risques s'il doit être très poussé ? Ces difficultés qui ne peuvent être minimisées donnent encore lieu actuellement à des controverses passionnées entre les tenants des eaux naturellement pures comme certaines eaux souterraines et ceux des eaux de rivière traitées.

Nous développerons donc plutôt ici l'examen des moyens modernes de traitement et d'affinage des eaux de rivières compati-

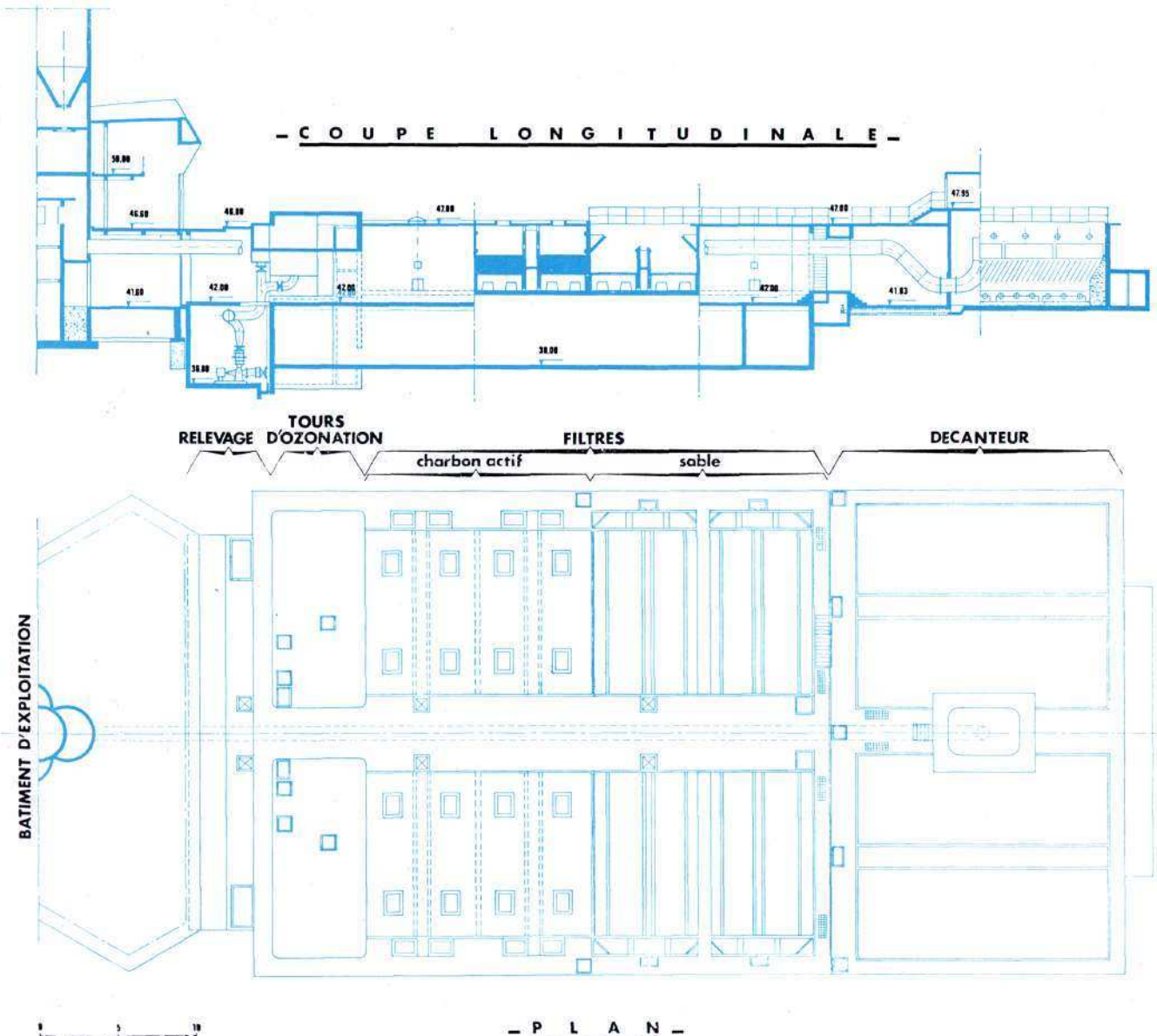
bles avec les filières imposées en A3, à savoir :

- l'adjonction d'étapes biologiques, tels la filtration biologique et le lagunage préalable, permettant de mieux éliminer certains micropolluants organiques, et pouvant constituer une solution de remplacement à la chloration au point de rupture ;

- le perfectionnement des étapes de la filière A3, en particulier au niveau de la floculation et de l'affinage par le charbon actif, et l'ozonation assurant une meilleure élimination des micropolluants non biodégradables.

Le recours aux étapes biologiques

Les toutes premières techniques employées pour le traitement des eaux furent la filtration lente et le lagunage. Supplantées depuis par des techniques moins consommatrices d'espaces, elles suscitent à nouveau l'intérêt grâce à leurs performances vis-à-vis des polluants biodégradables et de l'ammoniaque.



Filtration biologique

Les performances de la filtration lente furent pendant longtemps attribuées à la formation en surface d'une zoogée agissant comme filtre. En fait, la filtration lente favorise le développement de bactéries s'attaquant aux matières, dites "biodégradables", contenues dans l'eau. Sur le sable, les bactéries ne se développent que pour des vitesses de filtration de quelques mètres par jour (5 à 10 m/j) et en absence de chlore résiduel. L'usage du charbon actif en grain en remplacement du sable, devrait permettre d'atteindre des vitesses de filtration de quelques mètres/heure. Le chlore résiduel, adsorbé sur le premier centimètre du lit filtrant, ne gêne alors plus la vie bactérienne, chlore dont on peut pas ailleurs s'abstraire.

Lors d'études réalisées en 1976 et 1977 à la suite des pollutions de la Seine, l'action biologique du charbon actif sur les matières organiques a pu être vérifiée. Cette technique permet de délivrer une eau fort améliorée sous l'aspect organoleptique et peut éliminer 100 % des détergents. En tant que support de vie bactériologique, le charbon ne nécessite de régénération que tous les deux à trois ans.

Des études sur pilote sont actuellement effectuées par les différents services de distribution pour définir les valeurs optimales de différents paramètres de filtration, telles la nature du support, sa qualité, son épaisseur, la dose de préozonation, la vitesse de filtration...

La nitrification de l'ammoniaque par filtration biologique constitue un exemple

important du travail bactérien. En général, l'ammoniaque est éliminée par chloration au point de rupture (break-point), mais deux raisons incitent les distributeurs à recourir de nouveau à la nitrification biologique :

— Tout d'abord, l'accroissement du taux d'ammoniaque dans les eaux brutes a entraîné une variation similaire des doses de traitement. La nitrification biologique réduirait, voire supprimerait, cette dépense de réactifs.

— D'autre part, la présence de chlore libre, nécessaire à l'oxydation de l'ammoniaque provoque la formation d'haloformes en présence de matières organiques appelées globalement "précurseurs d'haloformes". Les précurseurs sont éliminés plus facilement que les haloformes eux-mêmes. La suppression des haloformes peut donc être obtenue par nitrification biologique totale de l'ammoniaque avec abandon de tout usage du chlore C12. La désinfection finale est alors assurée par ozonation et/ou par l'usage du bioxyde chlore.

Néanmoins, l'élimination de l'ammoniaque subsistant après la rectification biologique, par chloration au point de rupture peut être maintenue à condition de ne l'employer qu'en fin de chaîne lorsque les "précurseurs d'haloformes" ont été partiellement éliminés par une filtration biologique.

Les divers distributeurs intéressés par ce procédé, comparent actuellement différentes possibilités techniques de nitrification biologique. L'emplacement de cette dernière, dans la chaîne, doit en particulier être précisé. Il est souhaitable en effet, de commencer le traitement par la voie biologique,

afin de limiter les réactions secondaires lors de la phase physico-chimique, une étape biologique préliminaire peut être obtenue dans un bassin d'eau brute qui, de surcroît, estompera les variations de qualité, la vie bactérienne préférant les variations lentes des caractéristiques du milieu ambiant.

Bassin d'eau brute

Le dimensionnement, voire l'existence d'un bassin de lagunage, dépend largement de l'urbanisation locale. Son intérêt est évident au niveau de la sécurité d'alimentation ; il assure en effet la production en cas de crise de pollution limitée dans le temps. Au niveau de la qualité, il agit comme tampon, écrétant ses variations, et l'améliorant pendant les premiers jours.

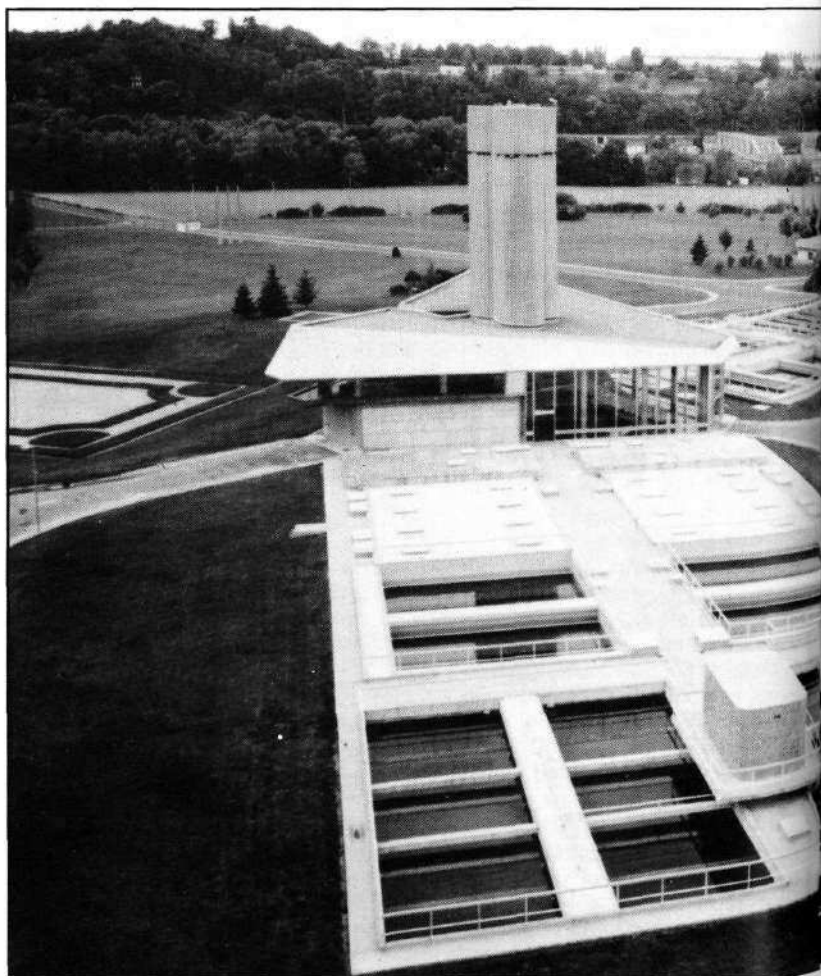
Une préozonation à faible taux est utile afin d'activer la vie biologique du bassin.

Ceci étant, le recours aux moyens biologiques, tout en améliorant l'efficacité de la chaîne et en limitant les réactions chimiques secondaires à l'aval, ne peut permettre de résoudre tous les problèmes, notamment compte tenu de la difficulté d'achever certaines réactions à très basse concentration.

Le perfectionnement des filières physico-chimiques

Les filières physico-chimiques actuelles

Une usine moderne de traitement d'eau de surface : l'usine de la S.L.E.E. à MORSANG S/SEINE. La deuxième tranche de cette usine a un débit de 75 000 m³/jour et comporte les différents traitements suivants : coagulation, floculation, décantation (décanteur "super pulsator"), filtration rapide sur sable, ozonation, filtration sur charbon actif granulé, neutralisation et désinfection au chlore.



(préozonation, floculation-décantation, filtration sur sable, affinage au charbon actif, postozonation, postchloration de sécurité) peuvent être améliorées par perfectionnement de la floculation, la mise en œuvre de certains réactifs et par un recours accru de l'adsorption couplée à l'ozone.

Floculation-décantation

La floculation-décantation est un maillon important de la chaîne : elle concourt pour plus de cinquante pour cent à l'élimination de certains polluants.

Des expériences récentes sur de nouveaux réactifs, très encourageantes, ont dévoilé le champ des progrès réalisables au niveau de cette étape de traitement, notamment en raison d'un effet tampon et d'une polymérisation accrue. Chaque floculant éliminant préférentiellement certains types de pollutions, il se peut que les usines se munissent à l'avenir d'une palette de réactifs qu'elles utiliseraient en fonction de la nature du polluant principal. Divers exploitants envisagent d'opérer une double floculation.

Adsorption

Le charbon actif est à la fois un bon support de vie bactériologique et un adsorbant. Il se présente, soit sous forme pulvérulente soit sous forme granulée. Les comparaisons effectuées récemment entre les différentes formes et places possibles du charbon actif (en poudre avant la floculation, en grains en premier ou deuxième étage de filtration) ont montré la supériorité

photo CGE

du charbon actif en grains au deuxième étage et donc la complémentarité d'usage de ces deux formes.

Néanmoins, si pour le charbon en grains l'effet adsorbant est important pendant les deux premiers mois, il décroît ensuite, devenant très faible au bout de six mois. Le maintien du charbon actif en poudre en amont, aisément modulable en fonction de la qualité de l'eau, permet d'alléger la charge à l'aval et rend au charbon en grains son rôle d'affinage et de sécurité. En définitive, l'adsorption sur charbon actif en grains nécessitera des régénérations annuelles permettant de faire face à la détérioration de la qualité des eaux brutes en période d'étiage.

Différentes possibilités d'amélioration des filières de traitement des usines de l'agglomération parisienne existent, et font actuellement l'objet d'études en laboratoire et sur pilote.

Pour les établissements de conception récente qui avaient précédemment adopté la filière physico-chimique (Morsang, Viry-Chatillon, Vigneux, Orly, Choisy, Annet, Neuilly, Mery/Oise), les modifications portent surtout sur l'emploi accru du charbon actif en grains et le recours à la filtration biologique, un meilleur étalement de l'usage des divers réactifs, notamment de l'ozone et la mise en œuvre de bassins d'eau brute. En revanche, pour les établissements plus anciens (Ivry, Saint-Maur et Mont Valérien) qui ont conservé la filtration lente précédée d'un traitement physique (dégrossisseurs et préfiltres), l'effort devra être plus important. Il s'oriente surtout vers l'adjonction d'une floculation-décantation et vers l'usage du charbon actif en grains et de l'ozone.

3. Les moyens de produire une eau de bonne qualité ou de la mobiliser directement doivent être complétés par des dispositions telles que le transport jusqu'au robinet de l'utilisateur ne la dégrade pas. Si un risque de dégradation est inexistant pour l'évolution des paramètres caractérisant une eau potable avec un réseau bien conçu et bien réalisé, le transport peut modifier quelquefois la valeur gustative en déplaçant le seuil de goût. On a noté en 1976 que le goût de léger moisi constaté sur les eaux de la Seine et de la Marne se renforçait dans le réseau de transport et provenait de la présence de géosmine et de diméthylisoborneol. Si on n'a pas mis à jour jusqu'à présent les raisons de ces apparitions de goûts, on sait qu'en cas de prolifération d'actinomycètes un traitement désinfectant permet de les éliminer.

Des progrès importants ont été faits dans les chaînes de traitement permettant de réduire les goûts : les filières les plus performantes sont celles utilisant le charbon actif en grains et la préozonation. L'élimination du goût semble s'appuyer sur une dégradation des substances sapides sur la vie bactérienne qui se développe à la surface du charbon. On doit noter que ces filières spécifiques sont analogues à celles permettant également une réduction sensible des micropolluants.

Quelles sont également les conséquences sur les goûts ou sur la santé de la désinfect-

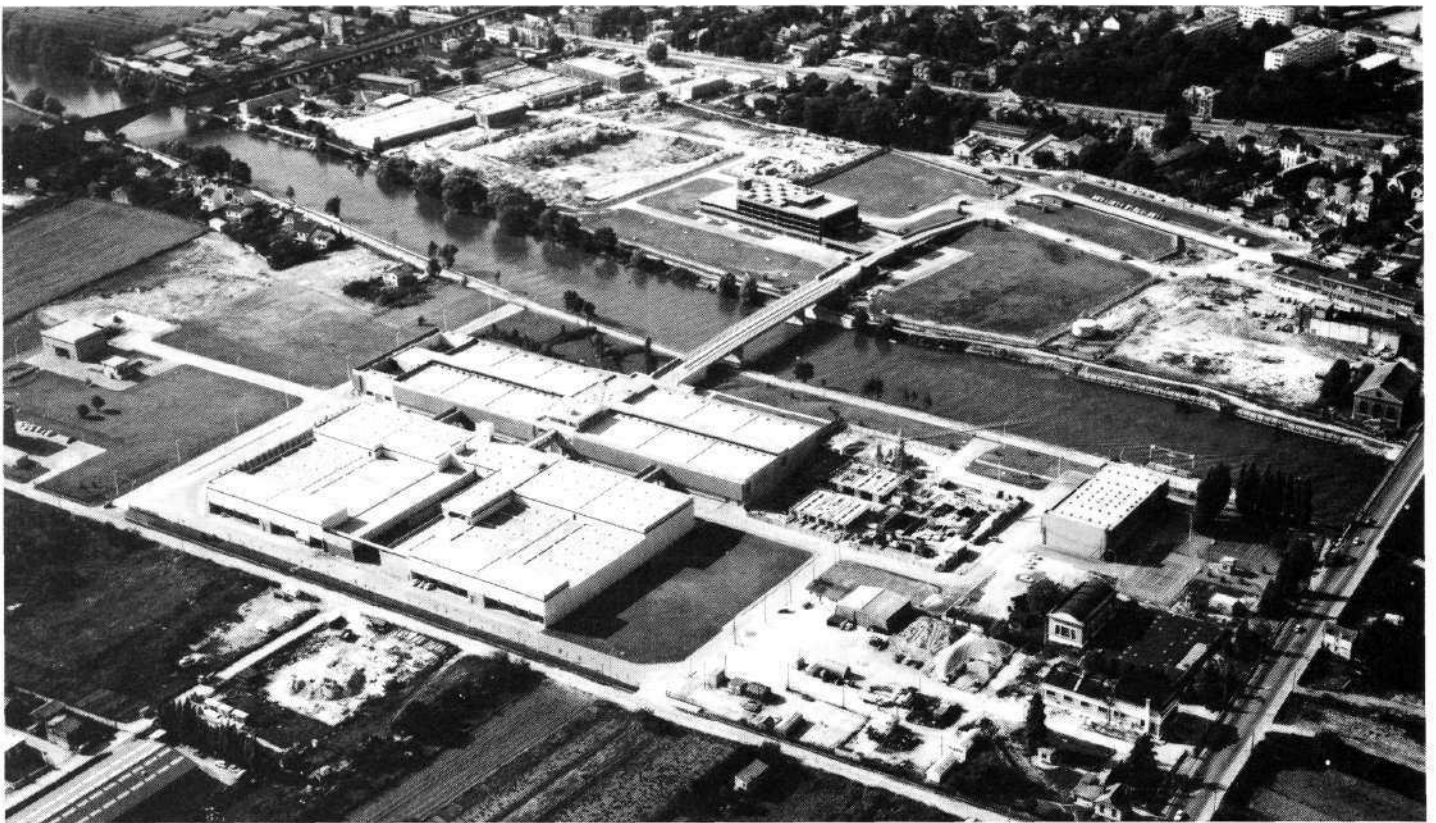
tion des eaux pratiquées en tête du réseau ? On sait qu'on pratique la protection contre les bactéries qui pourraient exister au départ ou celles qui se développeraient pendant le transport par injection de chlore, de chloramine ou par ozonation. Si les dispositions techniques sont bien au point ainsi que les doses à employer pour maintenir l'effet suffisamment longtemps, le traitement à base de chlore peut développer des mauvais goûts avec la formation de composés halogénés. L'utilisation d'ozone paraît donc intéressante puisqu'elle règle à la fois les problèmes de bactériologie et de goûts tout en contribuant aussi à une certaine réduction des micropolluants.

4. Les contraintes du service public imposent la pérennité de la distribution et le maintien de la qualité en toute circonstance, l'interruption du service ne pouvant être tolérée que pendant des périodes de quelques heures avec une fréquence très réduite. On sait ce qu'il en coûte pour assurer cette pérennité en quantité notamment pendant les périodes sèches ou les jours de forte consommation, mais cette continuité de service doit également être assurée sur le plan de la qualité, même en cas de pollution accidentelle qui rendrait l'eau impropre à la consommation (ou non traitable). Des dispositions de préventions doivent donc être prises pour éviter ou limiter ces risques comme les périmètres de protection des captages ou la réduction des pollutions toxiques à la source. Mais si le risque peut être ainsi diminué, il n'est pas éliminé et il convient d'établir des dispositifs de contrôle en continu de la qualité des eaux à l'amont des prises d'eau de façon à pouvoir arrêter les installations en cas d'alerte, le maintien du service provenant des réservoirs ou de stockages tampons entre la prise et le traitement. Ces dispositions commencent à être bien connues et sont mises en œuvre fréquemment. Cependant, on sait encore mal mesurer la période de retour de ces phénomènes de pollution accidentelle et leur durée. Ces données sont évidemment nécessaires pour déterminer l'importance des stockages et le niveau raisonnable des précautions à prendre pour en minimiser les coûts qui sont généralement très élevés.

Parmi les solutions qui peuvent être mises en œuvre pour solutionner ce problème, on peut citer pour une agglomération comme la région parisienne : le développement des réserves d'eau brute le long des rivières, la réalisation pour les usines implantées à proximité d'un confluent, d'installations permettant le report des prises d'eau d'une rivière sur l'autre, le recours, au maximum (à coût économique admissible), aux nappes souterraines qui peuvent être surexploitées temporairement, le maintien en permanence d'un surdimensionnement des usines permettant de compenser l'arrêt de l'une par une augmentation de la production des autres, l'accélération des programmes d'interconnexion des réseaux.

Ces solutions alternatives qu'on retrouve dans le cas de nombreuses villes doivent être choisies en fonction de critères économiques.





Usine de traitement des eaux de Neuilly-sur-Marne/Noisy-le-Grand

photo CGE

5. Certains bons esprits ont parfois évoqué une solution qui réduirait sensiblement, d'après eux les coûts et les risques : il s'agirait de développer pour l'alimentation des villes un double réseau, celui correspondant à la plus grande quantité d'eau nécessaire (90 %) mais la moins noble, qui sert dans les ménages à l'évacuation des déchets des W.C. et celui transportant les 10 % d'eau nécessaire à la boisson et à la préparation de la nourriture. Que penser de cette suggestion qui séduit souvent ceux auxquels elle est présentée ?

La réalité est d'ordre économique comme l'ont montré diverses études. La diminution de coût d'un réseau transportant un volume réduit de 10 % est marginale, alors que la dépense à faire pour poser un réseau amenant un volume d'une trentaine de litres par habitant est beaucoup plus élevée ramenée à l'habitant ; de sorte que le surcoût ne compense pas l'économie au traitement pour les eaux non nobles car celles-ci devant rester sans danger pour ceux qui en consommeraient par mégarde ou par jeu ; un traitement minimum reste nécessaire.

Cette voie paraît donc proscrite même pour les villes nouvelles, et n'a pas été employée ni en France ni à l'étranger.

Par contre, peut être rentable la réalisation d'adductions spécifiques pour desservir des zones industrielles nécessitant d'importantes quantités d'eau, comme en Basse-Seine ou à Dunkerque.

6. Le coût de ces diverses contraintes qui reste élevé même si on a choisi les solutions les moins onéreuses demeure dans le cadre de ce qui peut être accepté. On en trouve confirmation, si on en doutait, dans le fait que le client français du réseau public consacre à l'achat d'eau de table ou d'eau minérale autant sinon plus que ce qu'il paie au distributeur d'eau au robinet. Une information sur la qualité actuelle vis-à-vis de la

santé de l'eau distribuée qui est totale, un effort accru pour éliminer les goûts là où ils existent encore, coûteraient bien moins que l'économie qui serait générée sur le budget des particuliers par la réduction de leurs achats d'eau en bouteille. Ils pourraient en effet se limiter à ceux qui correspondent à un désir d'une qualité spéciale, ou aux besoins médicaux, en rappelant d'ailleurs que par leur teneur en divers éléments, beaucoup d'eaux minérales ne sont pas "potables" au regard des textes et peuvent être dangereuses si elles sont consommées en trop grande quantité.

7. L'ensemble des dispositions à prendre et des choix à opérer pour amener l'eau aux usagers domestiques dans les conditions les plus économiques tout en assurant le respect des normes en tout temps est devenu plus complexe avec la dégradation de la qualité des eaux et avec la concurrence qui se développe entre les diverses utilisations de l'eau. Le Ministère de l'Environnement a prescrit dans une circulaire de juillet 1978 d'établir des schémas d'aménagement des eaux par sous-bassin. De tels schémas, sur la base d'une précision des besoins futurs, doivent définir les objectifs de la politique de l'eau, tant en quantité et en qualité, et dresser la liste des équipements à réaliser pour les atteindre. Comme les objectifs de qualité, ils doivent faire l'objet d'une concertation étroite avec les élus locaux et les diverses catégories d'usagers. Lorsqu'ils seront élaborés, ils serviront de guide pour l'action réglementaire, comme pour la programmation des investissements. Ces plans devront bien entendu être totalement cohérents avec les divers schémas d'aménagement du territoire, en particulier avec les schémas d'aménagement urbains et les plans d'occupation des sols (documents d'urbanisme).

Ces schémas conduisent à développer fortement l'élaboration de schémas d'alimentation en eau prenant en compte :

- une évolution réaliste des besoins due à l'augmentation des cubes individuels et de la population desservie, face aux efforts d'économie sur les fuites et le gaspillage,

- le choix de la meilleure ressource à utiliser superficielle ou souterraine pour couvrir ces besoins, face aux demandes des autres utilisateurs ainsi que les moyens de la protéger pour la partie non captée immédiatement,

- la détermination des divers ouvrages (barrages, stockage, protection de nappes ou de prises d'eau, réservoirs, interconnexion) limitant le risque dû aux pollutions accidentelles ou aux faibles débits et assurant une régularité satisfaisante de la desserte garantie.

L'article ci-dessus a cherché à montrer que les outils techniques pour élaborer de bons schémas sont disponibles et qu'on a commencé à bien connaître la meilleure méthodologie pour les mettre en œuvre. De grands progrès ont été obtenus durant la dernière décennie, et ont déjà donné lieu à de nombreuses réalisations qui placent notre pays dans le peloton de tête des techniques de traitement. Les spécialistes que sont les ingénieurs-conseils en alimentation en eau sont prêts à y jouer leur rôle, notamment en établissant des projets répondant parfaitement aux directives exigées par la qualité de l'eau brute en question ; la flexibilité des projets en serait le trait dominant de façon à permettre aussi bien des réalisations par étapes qu'à des adjonctions futures rendues nécessaires par une modification de la qualité de l'eau, des exigences accrues des normes et règlements ou par l'apparition de techniques nouvelles.

L'eau et ses effets sur la santé de l'homme

L'INSERM* vient de réunir un groupe d'experts pour tenter de définir quelles sont actuellement les interrogations majeures en matière d'effets sur la Santé de la qualité des diverses catégories d'eaux auxquelles l'homme peut avoir affaire.

Ce rapport comprend trois parties : une évaluation des sources de risque sanitaire, un exposé sur les effets sur la santé et une conclusion ayant pour objet de regrouper les principaux thèmes de recherche envisageables.

C'est le texte de cette conclusion, rédigée par MM. LAZAR, FESTY et LECLERC, qu'on trouvera ci-dessous.

Axes de recherche

Il n'est pas question ici de reprendre de façon détaillée les nombreuses suggestions de recherches spécifiques mentionnées dans les deux développements qui précèdent sur les sources de risque et les effets sur la santé. Le problème de l'eau est d'une importance telle qu'on imagine mal comment on pourrait considérer, à un moment quelconque, qu'une question a été si parfaitement résolue qu'il ne reste plus qu'à passer aux applications sans chercher à améliorer les connaissances : chaque thème évoqué suscite donc, très logiquement, une interrogation.

Cependant, à un moment donné, on peut tenter de **dégager** et de **regrouper** les thèmes majeurs de préoccupations, compte tenu à la fois de l'évolution des connaissances et des techniques, et aussi de la façon dont les problèmes de santé sont perçus par les Pouvoirs Publics, par les Autorités sanitaires, par les Organismes de Recherche et, naturellement, par la population. C'est à ce type d'analyse prospective que sont consacrées les pages suivantes, mais c'est dans le corps du texte précédent qu'on trouvera les problèmes formulés de façon opérationnelle.

1. Recherches finalisées par la Santé de l'Homme

"La Santé n'est pas seulement l'absence de maladie ou d'infirmité mais un état de complet bien-être", affirme l'OMS ; si la **maladie** reste, bien entendu, la première des préoccupations, d'autres modes "d'intégration" des problèmes sanitaires sont concevables, au travers notamment du **développement** et de l'**environnement** humains.

1-1. L'eau et les maladies

Il existe incontestablement des maladies susceptibles d'être **directement** provoquées par un contact avec l'eau. La question est de savoir quelle est l'ampleur réelle de ce phénomène, à la fois du point de vue purement médical (nature et origine des polluants actifs, identification des risques pathologiques spécifiquement attribuables à l'eau) et du point de vue économique (incidence économique et financière des affections ainsi provoquées et des conséquences qu'elles entraînent).

Trois questions dominent : existe-t-il encore des pathologies d'ordre infectieux qu'on puisse considérer comme dépendant principalement de la qualité des eaux d'alimentation ou de loisirs (gastro-entérites, hépatites...) ; existe-t-il des pathologies à long temps de latence (cancer, maladies cardiovasculaires...) qui soient influencées par la présence (naturelle ou artificielle) de certaines substances ou familles de substances dans les eaux (micropolluants organiques, nitrates, métaux lourds, amiante...) ; enfin, des deux points de vue précédents, la situation est-elle stationnaire ou au contraire en évolution régressive ou progressive ? Cette question est justifiée en particulier par la rapidité et l'intensité de l'évolution technologique sous toutes ses formes.

Une réponse positive (ou même une suspicion de réponse positive) à l'une ou l'autre des deux premières questions entraîne la nécessité de recherches en amont sur les sources de polluants, à quelque niveau du cycle de l'eau qu'elles interviennent.

L'une des principales difficultés des recherches **épidémiologiques** évoquées réside dans l'appréciation quantitative du rôle des

* Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale.

cofacteurs non hydriques : dans le cas des contaminations infectieuses, existence possible de multiples sources concomitantes ; dans le cas des pollutions chimiques, multiplicité des éléments susceptibles d'intervenir au long cours, dans la genèse des affections étudiées (qui sont souvent caractérisées par de très longs temps de latence). Ces difficultés justifient la recherche de **maillons intermédiaires** entre l'exposition aux agents supposés nocifs et l'incidence éventuelle d'une pathologie. Un effort de **biométrie** (le mot étant ici pris dans son sens de mesure "dans" le vivant) devrait permettre d'apporter des éléments importants dans l'établissement de cette chaîne.

1-2. L'eau et le développement de l'homme

Tout porte à penser que le rôle de la qualité des milieux naturels (et notamment de l'eau et de l'air) sur la santé dépend de façon étroite de la phase de développement humain où l'on se situe (en étendant la portée du mot "développement" depuis la conception jusqu'à la mort). C'est ainsi que la pollution organique ou minérale de l'eau d'alimentation est susceptible d'intervenir dès les phases périconceptionnelles ou prénatales (notamment en franchissant la "barrière" placentaire), à un moment où l'eau absorbée constitue un apport massif à l'environnement direct de l'œuf, de l'embryon ou du fœtus.

Le problème se prolonge au delà de la naissance, avec les interrogations sur les contaminations du lait maternel ou sur la nature et la qualité des eaux susceptibles d'être recommandées pour les nourrissons et avec l'analyse de leur éventuelle influence sur la croissance et le développement. Le rôle de l'eau en tant que nutriment, avec les carences et les surcharges liées à son origine (facteurs géologiques et climatiques, eaux minérales, etc...), mériterait également d'être mieux analysé, notamment dans ses interférences avec les pratiques alimentaires et la qualité propre des aliments, vis-à-vis de l'équilibre physiologique des individus et de la genèse des déséquilibres pathologiques.

Au-delà enfin, on rejoint les problèmes de survenue d'affections dégénératives tardives, avec une interrogation sur les éventuelles différences inter-individuelles de sensibilité aux agents exogènes et aussi les interrogations sur la contribution des facteurs mutagènes véhiculés par l'eau aux effets éventuels à long terme sur l'espèce.

1-3. L'eau et l'environnement de l'homme

Situer l'homme dans son environnement physico-chimique, biologique et psychosocial permet également de poser un certain nombre de problèmes actuellement jugés comme essentiels.

Les qualificatifs "physico-chimique" et "biologique" renvoient ici aux recherches sur les effets **directs ou indirects** des eaux sur la Santé, au travers de la contamination des chaînes alimentaires (agriculture ou aquaculture) et des divers "transferts"

de pollution qui constituent les échanges naturels entre milieux physiques (air, eaux, sols et états "intermédiaires" : aérosols, boues) ou certains traitements des eaux (résiduaires ou potables). Il importerait de mieux comprendre ce qui se passe non seulement du point de vue de quelques substances spécifiques sur lesquelles on s'interroge particulièrement à un moment donné, mais, de façon plus générale, du point de vue des perturbations introduites dans l'écosystème étudié dans toute leur complexité et leurs interactions. A ce niveau, les interférences chimie-biologie prennent une importance capitale étant données la dégradation progressive de la qualité des eaux susceptibles d'être utilisées et les tentations de les traiter avec une rigueur accrue.

Le qualificatif "psycho-social" introduit, lui, des dimensions essentielles quant à la perception, par la population, des qualités des eaux qu'elle utilise (esthétique, confort, etc...) et de leurs risques sanitaires. Ainsi le problème de la **pollution** (physico-chimique peut-être, microbiologique sûrement) des **eaux de loisirs** (océans, rivières, lacs) ne peut-il être résolu que si l'on domine les aspects techniques du contrôle des mesures (échantillonnage, modélisation, technique de reconnaissance et d'identification des germes, etc...) mais qu'en même temps on puisse "faire passer" l'information dans la population. Ceci suppose sans doute un effort dans les techniques de communication, mais peut avoir pour effet appréciable de débloquer une situation périodiquement préoccupante.

2. Recherches suscitées par l'analyse de systèmes complexes interactifs (*)

Un autre mode d'intégration des problèmes de santé consiste à les poser en tant que termes de l'analyse des "systèmes complexes" (et interactifs !) que sont l'atmosphère, les océans et les réseaux aquatiques terrestres. Il ne fait pas de doute en effet qu'il existe de nombreuses interférences entre les processus de pollution et de dépollution qui affectent les grands milieux naturels qui interviennent directement dans le cycle de l'eau. Il est donc souhaitable que se développent des travaux interdisciplinaires et interorganismes visant à mieux comprendre l'évolution interne de ces milieux et leurs échanges réciproques au travers des diverses interfaces qui les mettent en relation, et notamment de l'intervention humaine plus ou moins contrôlée ou contrôlable. C'est à partir de tels travaux qu'on peut en effet établir des **projections** susceptibles de nous éclairer sur le devenir à moyen ou à long terme des ressources et attirer l'attention sur les seuils de pollution qu'il conviendrait en tout état de cause de ne pas franchir.

* on rappelle qu'il s'agit là d'un des actes prioritaires du Plan Décennal de la Recherche.

Il est clair que l'intervention de la dimension sanitaire ne peut être que partielle dans cette approche, car ce n'est pas d'elle que dépendent en fait les principales décisions nationales ou internationales susceptibles d'être prises : elle devrait cependant être présente car c'est bien elle, en dernier recours, qui devrait entraîner l'adhésion à des mesures de préservation de l'environnement. Il faut pour cela être en mesure de distinguer l'essentiel de l'accessoire, sous peine de ne pas être crédible : un important travail de **quantification** du rôle des nuisances est donc nécessaire, à la fois du point de vue de l'intervention spécifique de chacune d'elles et aussi de leur action conjointe et, le cas échéant, interactive.

Le travail pourrait commencer par l'établissement d'un bilan des connaissances actuelles sur les transferts de pollution entre l'air, les sols, l'eau douce et l'eau de mer et sur leur devenir à l'intérieur de ces milieux. Un tel bilan serait une occasion d'effectuer un choix dans les éléments ou familles d'éléments susceptibles d'être retenus, de confronter les méthodes permettant d'effectuer les mesures nécessaires, de définir les procédures utilisables pour établir des tentatives provisoires de synthèse sur les risques sanitaires à partir des éléments d'information actuellement disponibles.

Une attention particulière devrait être apportée aux modifications d'équilibre susceptibles d'être entraînées par l'activité et l'évolution technologiques (effets physiques ou chimiques notamment) et ses conséquences directes ou indirectes sur la biosphère en général ou sur des environnements plus limités (manifestations progressives ou au contraire "catastrophiques", par rupture de continuité).

3. Recherches métrologiques et méthodologiques ; normes

Un effort métrologique et méthodologique est indispensable si l'on veut assurer la qualité des informations recueillies et leur synthèse dans une perspective réelle de préservation ou d'amélioration de la santé.

3-1. Métrologie

Quelle que soit la nature des mesures effectuées (physiques, chimiques, biologiques, épidémiologiques voire psychologiques ou sociologiques), il est nécessaire de contrôler leur pertinence générale, leur validité propre, et leurs qualités spécifiques de façon systématique. Mais du strict point de vue chimique, on sait qu'on est encore loin d'une parfaite harmonisation des techniques et de leurs résultats. Le problème n'est bien sûr pas spécifique de l'eau, mais il se pose avec une particulière acuité vis-à-vis de milieux où les niveaux de pollution restent souvent relativement limités. Quant

aux indicateurs biologiques ("biométrologie", prise ici dans son sens de mesure "par" le vivant), épidémiologiques ou psycho-sociologiques ils sont loin d'être stabilisés.

Un effort particulier devrait porter sur les modalités d'intégration des informations multiples susceptibles d'être recueillies vis-à-vis d'une eau donnée. Une telle intégration n'a de sens que par rapport à un objectif défini, mais elle devrait être tentée même si on ne dispose que d'une connaissance imparfaite de la signification spécifique de chacune des mesures élémentaires.

Il devient en effet de plus en plus urgent de pouvoir s'engager sur la "qualité" globale d'une eau particulière susceptible d'être utilisée dans une perspective définie.

Dans cet esprit, les méthodes intégratives directes d'évaluation de la qualité d'une eau (concentration physique de micropolluants par exemple) devraient être évaluées, par exemple par confrontation avec des variables d'ordre épidémiologique ou, de façon plus générale, avec d'autres types de mesure (recherche de cohérences au moins partielles).

3-2. Méthodologie

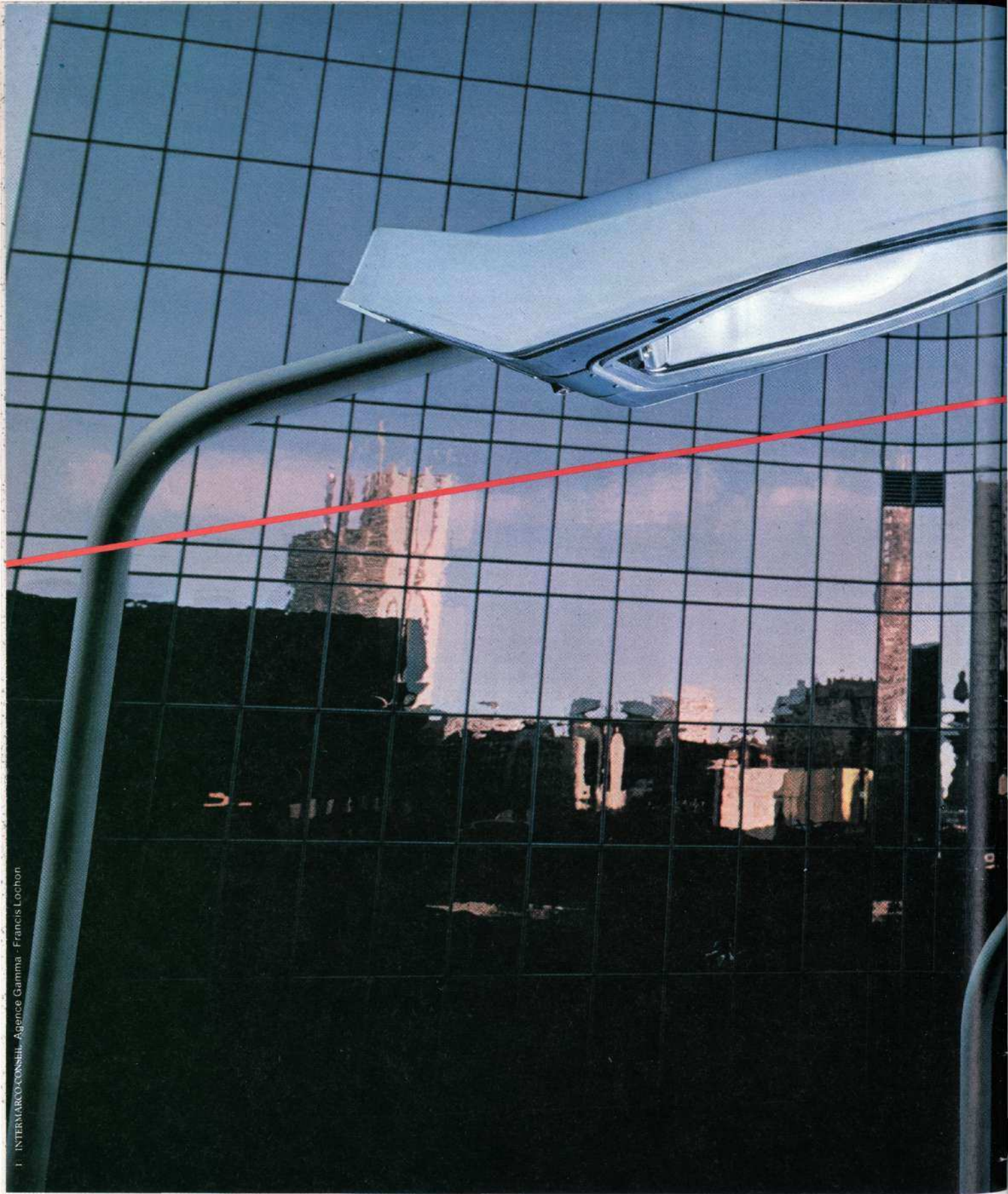
Les problèmes d'échantillonnage et d'analyse statistique des "prélèvements" de toute nature, la modélisation mathématique (systémique ou statistique) des situations réelles doivent faire l'objet de développements importants si l'on veut rationaliser l'effort gigantesque accompli chaque année pour mesurer la "qualité" de l'environnement et notamment des eaux.

Il serait en particulier intéressant de réfléchir sur la mise en évidence des variations (spatiales ou temporelles) de la pollution et sur les conséquences sanitaires des "pointes" relatives ainsi susceptibles d'être détectées.

Les aspects dynamiques devraient être privilégiés dans cette recherche, aussi bien au sein d'un milieu donné que dans les phénomènes de transferts de milieu à milieu.

3-3. Normes

Sans vouloir insister sur cet aspect qui dépasse manifestement le champ de la recherche, il faut néanmoins dire que les éventuelles modifications des normes en vigueur sont à l'évidence conditionnées par les progrès susceptibles d'être accomplis en métrologie et en méthodologie. Il n'est donc pas inutile de tenir compte de cette dimension dans l'établissement de certains programmes de recherche portant sur les eaux potables ou destinées à l'agriculture, à l'aquaculture et aux loisirs.



I - INTERMARCHÉ CONSEIL - Agence Gamma - Francis Lochon





**Philips crée
l'objet-lumière.**

"MARINA"

Pour que la lumière soit aussi belle qu'efficace, Philips crée les objets-lumière : des appareils d'éclairage dessinés comme de beaux objets et conçus pour obtenir le meilleur éclairage.

Pour l'éclairage public, Philips crée les Marina. Ces appareils réalisés en matériaux anticorrosion, sont d'une ligne extrêmement pure. Leurs performances photométriques et des finitions de grande qualité font des Marina, des objets-lumière particulièrement bien adaptés aux problèmes d'éclairage extérieur.

PHILIPS



Moulin le Bully

L'eau et sa qualité

par C. LEFROU
Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées
Directeur de l'Agence de Bassin
"Seine-Normandie"

Le présent article emprunte une grande partie de sa substance aux éléments rassemblés au cours d'un colloque organisé à Versailles le 18 octobre 1978 par le Service de l'Eau du Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, qui était consacré à une "réflexion libre sur les objectifs et les moyens d'une politique de la qualité de l'eau" et qui regroupait des spécialistes français de la gestion et du traitement de l'eau, de l'Administration, des Agences de bassin et du secteur privé.

Les rapporteurs à ce colloque ont été :

1 — La pollution classique : MM. DIVET (Omnium d'Assainissement) LEFROU (Service de l'Eau du Ministère de l'Environnement)

2 — Les produits azotés et phosphorés :

MM. BEBIN (Degrémont) LESOUEF (Agence de Bassin Seine-Normandie)

3 — La micro-pollution anorganique ou minérale :

MM. BERNARD (Degrémont) VALIRON (Agence de Bassin Seine-Normandie)

4 — La micropollution organique :

MM. RICHARD (Degrémont) PHILIP (Service de l'Eau du Ministère de l'Environnement)

5 — La pollution microbiologique :

MM. CLUZEL (Professeur au CHU de Clermont-Ferrand) MOREAUD (Omnium d'Assainissement) SAUNIER (Saunier Eau et Environnement)

La politique de gestion de la qualité des eaux en France est fondée sur la recherche d'une adaptation au meilleur coût des moyens mis en œuvre à l'usage effectué de l'eau et aux technologies disponibles. Aussi, pour définir les normes à appliquer et les financements à mobiliser, est-il indispensable de faire le point sur les connaissances scientifiques des effets de la pollution sur l'homme et le milieu et des possibilités techniques de traitement et d'épuration des eaux et sur les évolutions prévisibles.

Dans cet article, nous traiterons successivement de la qualité souhaitable pour satisfaire les différents usages et de l'évolution actuelle des techniques d'épuration.

1 — La qualité des eaux destinées à satisfaire différents usages

Sur le plan réglementaire ce sont les objectifs de qualité, prescrits en application de la circulaire interministérielle du 17 mars 1978, qui permettent l'adaptation de la qualité des cours d'eau, lacs et étangs, aux usages effectués ou envisagés. Dans le domaine marin, des circulaires en cours de signature préconiseront une politique analogue.

Cette approche, fondée initialement sur une "grille multi-usages", publiée par la circulaire du Ministère de l'Environnement de novembre 1971, s'est beaucoup affinée grâce aux travaux des Communautés Européennes qui ont publié quatre directives, qui doivent maintenant être utilisées pour établir ces objectifs de qualité ; la grille multi-usages restant toutefois d'une très grande utilité pour un premier dégrossissage.

Ces directives sont :

- la directive sur la qualité des eaux superficielles destinées à la production d'eau alimentaire du 16 juin 1975 (annexée à la circulaire du 26 décembre 1978 du Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie)
- la directive sur la qualité des eaux de baignade du 9 décembre 1975 (annexé à la circulaire du 26 décembre 1978 du Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie)
- la directive sur la qualité des eaux piscicoles du 18 juillet 1978 (annexée à la circulaire du 26 décembre 1978 du Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie)
- la directive sur les eaux conchylicoles du 30 octobre 1979 (la circulaire la rendant applicable sera publiée prochainement).

1.1. — La qualité des eaux superficielles destinées à la production d'eau potable

La multiplication des substances polluantes et les progrès scientifiques, effectués dans le domaine de la connaissance des effets de ces substances sur la santé de l'homme, entraînent une évolution de la définition de la qualité réglementaire de l'eau potable. La réglementation française de 1961 est totalement obsolète. Il est préférable de se référer aux normes européennes de l'O.M.S. ou, mieux encore, au projet de directive des Communautés Européennes relatives à l'eau potable.

La directive du 16 juin 1975 sur la qualité des eaux superficielles destinées à la production d'eau potable est cohérente avec cette réglementation moderne de la qualité des eaux potables et tient compte des technologies existantes de traitement des eaux potables. Nous examinerons les problèmes les plus importants posés actuellement par la production d'eau potable :

1.1.1. — La pollution azotée

• **Les nitrates** — Il s'agit là d'un paramètre sur lequel l'avis des hygiénistes est partagé et susceptible d'évoluer en fonction de recherches en cours (si la méthémoglobinémie du nourrisson est bien connue, l'effet cancérigène éventuel reste à démontrer). La norme de Bruxelles de 50 mg/l en NO_3 en valeur recommandée est peu différent de la norme française actuelle de 10 mg/l en N soit 44 mg/l en NO_3 . La limite impérative envisagée à Bruxelles est de 100 mg/l. Si les eaux superficielles dépassent rarement cette valeur, la teneur des eaux souterraines croît dans un grand nombre de régions françaises en particulier celles où est pratiquée une agriculture intensive, et le nombre de cas où la norme est dépassée est importante. Des mesures devront être prises pour essayer d'enrayer cette pollution. Elles ne pourront avoir d'effet immédiat du fait de la grande inertie des écoulements dans le sol et le sous-sol. Des techniques de dénitrification, en particulier par voie biologique, existent (coût supplémentaire de traitement de 10 à 20 centimes par m^3). Elles ne sont pas agréées actuellement par

le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique. Des essais sont en cours qui devraient permettre au Ministère de la Santé d'apprécier les risques sanitaires de ces techniques et de les comparer avec ceux qui résultent du dépassement des normes.

• **L'ammonium** — L'accroissement de la pollution par l'ammonium et l'azote organique des rivières est important : il provient de certains rejets industriels et également du développement de l'assainissement urbain au cours des dix dernières années. La technique de préchloration au break-point utilisée dans le passé dans les usines d'eau potable pour oxyder cette forme de pollution va progressivement être abandonnée du fait des risques de création d'haloformes. D'autres méthodes sont actuellement mises en œuvre ou en cours de mise au point : elles comprennent le stockage, l'utilisation de l'ozone en cours de traitement, mais surtout la filtration biologique, soit sur filtres à sable existants, soit sur des filtres spécialisés, avec injection d'oxygène en amont ou au sein même du lit. Elles doivent permettre de maîtriser cette pollution dans des conditions sanitaires satisfaisantes mais au prix d'un accroissement de la complexité du traitement et de son coût. Il est donc indispensable d'agir en amont au niveau des sources de pollution : à l'avenir un nombre important de stations d'épuration des effluents urbains et de certains effluents industriels devront assurer la nitrification de l'ammonium.

1.1.2. — Les métaux lourds

Des valeurs très faibles sont fixées pour la concentration des métaux lourds par les normes européennes (projet de directive sur les eaux potables).

1.1.2. — Les métaux lourds

Éléments	Niveau guide	Concentration maximale admissible
Cadmium		5 μ g/l
Chrome total		50 μ g/l
Cuivre	100 μ g/l	
Fer	50 μ g/l	200 μ g/l
Mercure		1 μ g/l
Nickel		50 μ g/l
Plomb		50 μ g/l
Argent		40 μ g/l
Zinc	100 μ g/l	
Arsenic		50 μ g/l

On remarquera tout d'abord que certaines de ces valeurs sont proches de la limite de détection des méthodes d'analyse (voir à ce sujet la directive du 9 octobre 1979 des Communautés Européennes qui précise pour chaque paramètre, les méthodes de référence ainsi que la limite de détection et la précision des méthodes à employer). Un soin particulier doit être apporté au prélèvement des échantillons et à leur analyse si on veut avoir des chances que les résultats aient quelque rapport avec la réalité.

La réduction de la concentration dans l'eau de ces métaux lourds est possible par les traitements de coagulation, mais ils doivent être effectués à pH élevé, alors que pour l'élimination des matières organiques il est préférable d'opérer à pH légèrement acide : si donc on veut éliminer des métaux lourds avec efficacité, il faudrait procéder à une double coagulation à deux pH différents ce qui accroîtrait des coûts de traitement d'environ 30 %. Quant aux métaux lourds complexés à des radicaux organiques ou adsorbés dans la phase argileuse, ils peuvent être éliminés en même temps que les substances avec lesquelles ils sont combinés (coagulation, filtration et adsorption sur le charbon actif).

La difficulté d'élimination de ces toxiques dans le traitement de l'eau potable conduit à éviter la pollution des eaux brutes utilisées pour leur fabrication. C'est la raison pour laquelle la directive sur les eaux superficielles impose pour la plupart d'entre eux des normes identiques à celles des eaux potables.

Une partie importante de cette pollution provient de l'industrie (traitement de surface des métaux, industrie chimique). C'est au niveau de chaque usine et même au niveau de chaque atelier à l'intérieur de l'usine, qu'il faut intervenir pour piéger ces pollutions avant qu'elles ne soient diluées dans des quantités d'eau trop importantes. Les techniques de traitement insitu, ou de collecte (après pré-concentration éventuelle) et traitement en centre spécialisé existent et sont efficaces. La poursuite des actions engagées depuis cinq ans devrait permettre de maîtriser la pollution des cours d'eau par la plupart des métaux lourds. Il y a lieu cependant d'être particulièrement attentif à la destination des boues d'hydroxyde produites lors des traitements.

Seules les décharges de déchets spéciaux préconisées par la circulaire du 22 janvier 1980 du Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie relative à la mise en décharge des déchets industriels peuvent en effet recevoir ces boues sans risques de contamination ultérieure des eaux souterraines ou superficielles.

Il apparaît toutefois que certains métaux lourds auraient des origines différentes. C'est le cas du zinc et du plomb dont une

partie importante pourrait être apportée par les eaux pluviales. Dans certaines agglomérations importantes, il ne sera sans doute pas possible d'atteindre les objectifs de qualité indispensables pour la production d'eau potable sans maîtriser, au moins partiellement, la pollution des eaux pluviales.

1.1.3. — La micropollution organique

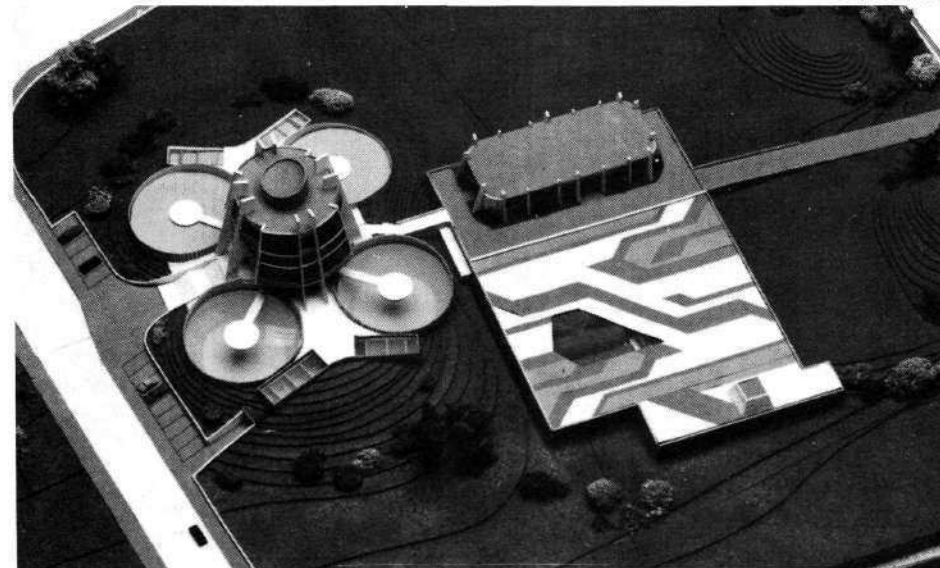
Ce terme recouvre un très grand nombre de substances chimiques dont les effets ne sont pas tous connus. Il n'existe actuellement aucun test global rapide satisfaisant pour identifier ces substances. En effet, les méthodes mises au point pour identifier les risques sur des extraits effectués sur de grandes quantités d'eau (tests de cytotoxicité sur des cultures de cellule in vitro, tests de mutagénèse, tests de sarcomatogénèse, etc...) ne sont pas corrélées entre elles : c'est donc une batterie de tests qu'il faut utiliser. Ces méthodes sont utilisables pour la recherche ; elles ne le sont pas pour suivre la qualité du milieu et contrôler l'efficacité des traitements. Le test des substances extractibles au chloroforme donne des résultats trop dispersés et est d'une signification limitée (c'est la raison pour laquelle il ne figure qu'en nombre guide dans la directive européenne sur les eaux superficielles destinées à la production d'eau potable).

Une approche spécifique à chaque prise d'eau en fonction de risques de pollution identifiés par certaines substances, dont les effets sont connus, pourrait s'avérer plus efficace : elle sera tentée sur l'Oise, grâce à une coopération étroite entre producteurs d'eau potable, administration et agence de bassin.

Face à ces formes de pollution les techniques de traitement connues actuellement ont une efficacité certaine. Ce sont principalement :

- filtration lente
- coagulation, filtration rapide
- coagulation, floculation, décantation ou flottation, filtration
- oxydation (chlore, dérivé du chlore, ozone)
- adsorption (charbon actif)

District de l'agglomération Nancéienne.
Cyclopoç, filtres fermés, ozoneurs, filtre à charbon actif.
Lésit 200.000 m³/s



Cliché CTE

- échanges d'ions
- séparation par membranes (osmose...)
- irradiation (rayonnement ultra violet, électronique).

Toutes ces fonctions physico-chimiques sont de plus en plus complétées par le recours aux phénomènes biologiques, soit que l'on utilise le potentiel des floculateurs-décanteurs classiques, soit que l'on réalise des ouvrages spécialement conçus à cet effet.

Dans le domaine du traitement de l'eau potable, la recherche porte actuellement sur les meilleures combinaisons possibles de ces différentes techniques permettant d'obtenir la meilleure efficacité. Des progrès considérables ont été obtenus ces dernières années par les sociétés françaises du traitement de l'eau qui sont dans ce domaine à la pointe du progrès au niveau mondial. D'autres sont encore attendus des recherches en cours et en particulier de celles qui sont actuellement menées conjointement par la Ville de Paris et les sociétés de distributions d'eau avec le concours de l'Agence de Bassin Seine-Normandie dans le cadre de la révision du schéma d'alimentation en eau de l'agglomération parisienne.

1.1.4. — La pollution microbiologique et virale

Si on a assisté à un accroissement de la pollution microbiologique des eaux utilisées pour la production d'eau potable, il n'en est résulté aucun risque sanitaire supplémentaire pour la population du fait de l'efficacité totale des procédés de désinfection utilisés dans le traitement de l'eau potable. C'est la raison pour laquelle, dans la directive de Bruxelles sur les eaux superficielles destinées à la production d'eau potable, ne figurent que des valeurs-guide et aucune valeur impérative.

Toutefois, à cause du risque viral, les autorités sanitaires françaises ont été un moment tentées de donner un caractère impératif à ces chiffres. Elles y ont sagement renoncé pour les raisons suivantes :

— des progrès importants ont été effectués dans la méthodologie de recherche des virus. On pourra bientôt définir des virus-tests et des normes qui leur seront applicables ;

— ces normes auraient eu pour conséquence de multiplier les dispositifs de désinfection des eaux usées urbaines en amont des prises d'eau. Or les procédés utilisés auraient été susceptibles de produire des effets secondaires néfastes sur le milieu et même sur l'homme (production d'haloformes).

1.2. — Les eaux de baignade

La directive du 9 décembre 1975 fixe des valeurs-guide et des valeurs impératives pour la qualité bactériologique des eaux de baignade. En application de cette directive partout, où en bord de mer comme en lac ou en rivière, on veut pratiquer de façon normale la baignade, des moyens devront être mis en œuvre au niveau des rejets situés à proximité pour que l'eau du milieu puisse satisfaire ces normes. Des techniques de désinfection existent et sont efficaces si les ouvrages ont été bien dimensionnés et sont exploités correctement. Il y a toutefois lieu de préciser :

- la variabilité dans l'espace et dans le temps de la pollution microbiologique, est telle qu'une analyse effectuée sur un seul échantillon ne peut en aucun cas être considérée comme représentative. Seule une approche statistique sur un nombre suffisant d'échantillons peut permettre de suivre la qualité d'une rivière ou d'une plage ;
- on ne dispose pas d'éléments scientifiques convaincants pour justifier le niveau choisi sur le plan sanitaire. Ce niveau doit être utilisé pour calculer les projets. Par contre, une certaine latitude d'interprétation par les autorités sanitaires est envisageable pour décider si la baignade doit ou non être interdite lorsque ce niveau est dépassé.

1.3. — Les eaux conchylicoles

Le risque sanitaire est beaucoup plus important pour les eaux conchylicoles que pour les eaux de baignade, parce que les produits de la conchyliculture sont ingérés par l'homme et que ces animaux, qui filtrent des quantités d'eau très importantes, concentrent ainsi certaines formes de pollution. C'est le cas de la pollution microbiologique et des micropolluants organiques et minéraux (métaux lourds). Les zones d'élevage d'huîtres ou de moules ou les zones de collecte de produits naturels doivent donc faire l'objet d'une protection toute particulière et les objectifs de qualité fixés par la directive européenne du 30 octobre 1979 doivent être respectés impérativement. C'est le cas en particulier de la valeur de 300 coliformes fécaux par 100 ml dans la chair du coquillage et du liquide intervalvaire. En ce qui concerne les métaux lourds, comme les substances organo-halogénées, la directive a retenu le principe d'une double limitation : niveau toxique pour les coquillages et leurs larves et niveau toxique pour l'homme mais



Parcs à huîtres à Arcachon

photogram

aucun chiffre n'est précisé dans la directive. Ces dispositions devront donc faire l'objet d'une interprétation nationale.

1.4. — La vie piscicole

La définition d'objectifs de qualité, pour permettre la vie du poisson, est relativement délicate. Il faut d'abord remarquer que les diverses espèces ont une sensibilité différente aux diverses formes de pollution, qu'elles sont susceptibles d'une certaine accoutumance, que les effets de synergie sont nombreux. D'autre part, la qualité de l'eau n'est qu'un des aspects à prendre en considération : la qualité du fond des rivières, la vitesse du courant, la variation des niveaux, les obstacles dans les rivières sont autant d'éléments qui influent sur le potentiel piscicole d'une rivière. Enfin, il faut distinguer les conditions dans lesquelles le poisson peut survivre et celles dans

lesquelles il peut vivre et se reproduire normalement.

Les études engagées en France par le CTGREF auraient permis une classification des cours d'eau et une définition des objectifs de qualité tenant compte de la plupart de ces éléments. Dans la directive du 26 décembre 1978 des Communautés Européennes, on s'en est tenu à une approche plus simpliste. Deux catégories seulement de cours d'eau ont été retenues : les eaux salmonicoles et les eaux cyprinicoles. Quant aux valeurs proposées pour les paramètres physicochimiques de qualité, elles correspondent à une qualité élevée permettant la vie normale et la reproduction du poisson. Dans le délai d'application de cinq ans de cette directive, un petit nombre seulement de cours d'eau pourront être désignés pour l'application de cette directive.

Or dans de nombreuses rivières, qui ne

seront pas ainsi désignées, il existe un potentiel piscicole important qu'il faut préserver et développer.

Une méthodologie, pour définir ces objectifs moins ambitieux, doit être développée pour que les besoins de la vie piscicole soient dans tous les cas pris en considération dans la définition des objectifs de qualité.

Enfin, la directive prévoit que les mesures physico-chimiques peuvent être remplacées par des tests biologiques. Les modalités pratiques d'application de cette disposition restent à définir.

Des actions communes sont actuellement entreprises par le Conseil Supérieur de la Pêche et les Agences de Bassin avec le concours des Fédérations de Pêche pour préciser ces différents points.

En ce qui concerne les valeurs imposées par la directive européenne, les facteurs limitants de la désignation des cours d'eau

sont :

- l'oxygène dissous
- la température sur les rivières où sont effectués des rejets thermiques importants
- l'ammoniaque libre et l'ammonium.

Dans bien des cas, on constate que la destruction de la pollution organique carbonée effectuée dans les stations d'épuration classiques ne sera pas suffisante pour atteindre ces objectifs et que la nitrification des effluents sera nécessaire.

2 — L'évolution des techniques d'épuration

Chaque autorisation de rejet urbain et industriel accordée au titre du décret du 23 février 1973 et de l'arrêté du 20 novembre 1979 qui a remplacé l'arrêté du 13 mai 1975 doit tenir compte à la fois de l'objectif de qualité à atteindre dans le milieu et des technologies disponibles pour réduire la pollution.

Le souci d'adapter la réglementation aux techniques disponibles et économiquement réalisables a conduit, dans le domaine industriel, à remplacer, dans le cadre de la réglementation des installations classées, la circulaire du 6 juin 1953 par des instructions établies pour chaque branche industrielle par le Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie. Ces instructions sont appelées à évoluer avec le progrès technologique qui dans ce domaine, est à attendre, tant du perfectionnement des procédés d'épuration, que de la mise en œuvre de techniques de production moins polluantes et du recyclage et de la valorisation des déchets.

Dans le domaine urbain, la modification des textes est caractéristique des progrès réalisés par les spécialistes de l'épuration et de l'adaptation de ces procédés aux exigences du milieu :

- la circulaire de 1950 ne définissait qu'une seule norme de rejet
- la circulaire de 1970 définissait trois niveaux de rejet mais s'est révélée inapplicable à certains types d'effluents
- l'arrêté du 13 mai 1975 définit six niveaux de rejet et précise dans quelles limites de qualité des eaux à épurer, ces normes sont applicables
- la circulaire, qui sera publiée en 1980 pour l'application de l'arrêté du 20 novembre 1979, aura une approche plus modulaire. Elle considérera de façon indépendante :
 - les matières en suspension et la pollution organique carbonée
 - le phosphore
 - la pollution azotée
 - la pollution microbiologiqueet définira plusieurs niveaux pour chacune de ces catégories de pollution en précisant les correspondances entre ces différents niveaux qui peuvent résulter du choix d'une technologie déterminée.

Avant d'aborder les performances des procédés d'épuration des effluents urbains, il

est indispensable d'attirer l'attention sur quelques évidences qui, parce qu'elles ont été perdues de vue, sont responsables de la mauvaise utilisation du parc actuel de stations d'épuration :

- les stations d'épuration n'épurent que la pollution qu'elles reçoivent. Les mauvais branchements sur les réseaux séparatifs, le retard dans la réalisation des égouts conduisent à faire échapper une partie importante de la pollution qui atteint directement le milieu (mis à part Achères, les stations d'épuration du bassin Seine-Normandie reçoivent, en moyenne, une pollution inférieure à 50 % de leur capacité).

- la collecte d'eau claire (réseaux drainant les nappes, raccordement de sources ou de ruisseaux sur le réseau, eaux de refroidissement industrielles) accroît le coût et diminue le rendement de l'épuration.

- la pollution toxique perturbe l'épuration biologique : le prétraitement des effluents industriels non biodégradables est indispensable.

— la technique d'épuration choisie doit être adaptée à la variabilité du flux de pollution entrant. En particulier, si les stations biologiques classiques sont bien adaptées à la variation journalière de la pollution d'une population constante, des difficultés apparaissent lorsqu'elles doivent subir d'importantes surcharges temporaires d'effluents industriels (industries saisonnières, abattoirs...) ou lorsque la population est rapidement variable (ponts, week-end ou vacances des communes touristiques). Au prix de certaines conditions de dimensionnement et d'exploitation leur adaptation est possible. Toutefois les procédés physico-chimiques leur sont préférés lorsque :

- on recherche d'abord l'élimination des matières en suspension
- on cherche à réduire les investissements en acceptant des rendements sur la pollution organique n'excédant pas 60 à 70 %
- l'accroissement très rapide de pollution intervient après une très longue période de charge faible ou quasi-nulle.

Station d'épuration de BRIANÇON (45 000 hab.). Traitement physico-chimique par flottation suivi d'une épuration biologique par bactéries fixées sur lits filtrants de BIOLITE.



2.1. — L'élimination de la pollution classique

Il s'agit des matières en suspension, de la DBO₅ et de la DCO. Les techniques, dont on dispose aujourd'hui, permettent d'éliminer la totalité des matières en suspension et le la DBO₅ une partie très importante de la DCO.

Le problème, qui se pose, outre celui de l'intérêt réel pour le milieu, d'atteindre tel ou tel niveau d'épuration, est celui du coût. Aussi a-t-on cherché à établir les performances et le coût (investissement + exploitation) de sept filières de traitement permettant d'obtenir des performances de plus en plus élevées. Le tableau ci-dessous est établi dans l'hypothèse suivante de pollution pour un habitant :

- volume du rejet : 200 litres
- matières en suspension : 70 grammes

42 grammes de MES décantables
28 grammes de MES non décantables

- DBO₅ : 60 grammes

20 grammes contenus dans les MES décantables

20 grammes contenus dans les MES non décantables
20 grammes en solution

- DCO : 132 grammes

43 grammes contenus dans les MES décantables
42 grammes contenus dans les MES non décantables
42 grammes en solution et biodégradables
5 grammes en solution et non biodégradables

Le traitement de finition prévu dans la filière (7) utilise des techniques employées pour la fabrication de l'eau potable qui en même temps qu'elles éliminent la DCO, enlèvent d'autres formes de pollution :

- la décarbonatation à pH élevé enlève les métaux lourds, une partie de la micro-pollution organique et des germes pathogènes
- l'ozone achève la désinfection et l'élimination de la couleur et éventuellement du cyanure par exemple
- le charbon actif termine l'enlèvement de la turbidité et des polluants tels les phénols et les détergents.

On obtient ainsi une eau de caractéristiques proches de celles de l'eau potable.

photo SLEE

A partir des techniques classiques, on constate une évolution dans deux directions opposées applicables chacune à des situations différentes :

— *les solutions compactes* sont recherchées chaque fois que des conditions de site conduisent à accepter à rechercher une emprise réduite de la station même au prix d'un coût d'exploitation plus élevé. Parmi ces solutions on peut citer :

- les décanteurs et clarificateurs lamellaires
- les traitements biologiques à l'oxygène
- les lits bactériens immergés soit fixes soit en lit fluidisé.

— *les solutions extensives* bien adaptées aux petites collectivités ou dans le cas de collectivités moyennes ayant à subir de fortes variations de charge : parmi celles-ci le lagunage est adaptable, à condition d'être dimensionné correctement, à toutes les situations climatiques françaises sauf celles de la haute montagne. Dans ce domaine, l'utilisation des capacités épuratrices du sol conduit à considérer, maintenant, l'assainissement individuel non plus comme une solution provisoire mais comme une solution définitive dans toutes les petites collectivités où la dispersion de l'habitat et la nature du sol s'y prêtent. Il y a également des cas où l'épandage pourrait être envisagé pour l'élimination d'un effluent de collectivité.

2.2. — L'élimination de l'azote

Comme on l'a vu précédemment tant pour la protection des prises d'eau potable que pour atteindre des objectifs piscicoles élevés, la nitrification des effluents s'avérera de plus en plus souvent nécessaire. En outre, pour éviter l'eutrophisation des lacs et de certaines rivières, on pourra être amené à rechercher la diminution des rejets

cadre supérieur

130 000 + à 500 000 +

Que vous soyez

Directeur Général, Directeur du Marketing, Directeur Financier, Directeur d'Usine, Directeur des Relations Humaines, etc. ou responsable d'un poste clé de votre Société, nous pouvons vous proposer à Paris, en Province ou à l'Étranger, plus de 300 postes par an correspondant à votre niveau et publiés en **EXCLUSIVITE** dans la rubrique Dirigeants "Senior Executives" d'"International Executive Search Newsletter".

Vous devez savoir

que 80 % au moins des recherches de Dirigeants dont la rémunération moyenne atteint 220.000 F, **NE SONT PAS PUBLIÉES DANS LA PRESSE**, mais confiées aux spécialistes français et internationaux de l'Executive Search respectant une stricte déontologie

Seuls ces Consultants

peuvent publier gratuitement des offres exclusives dans notre newsletter ; cette formule permet aux Cadres Supérieurs en poste de s'informer **SANS RISQUE D'INDISCRETION.**

Adressez carte de visite et montant de l'abonnement à I.C.A. 3 rue d'Hauteville - 75010 Paris Tél. (1) 824.63.45 Télex 280360 bureau Paris I.C.A.

TARIF ABONNEMENTS

10 NUMEROS/AN

ALLEMAGNE	DM	185
BELGIQUE	FB	2900
CANADA	\$C	135
DOM-TOM	FF	500
FRANCE	FF	300
GRANDE BRETAGNE	£	48
PAYS BAS	FL	200
SUEDE	KR	400
SUISSE	FS	160
U.S.A.	\$	120

Autres Pays FF 500 ou \$ 120

I.C.A. PUBLIE PLUS D'OFFRES DE PLUS HAUT NIVEAU QUE TOUT AUTRE ORGANISME.

SPECIMEN GRATUIT EN RETOURNANT CETTE ANNONCE A I.C.A.

I.C.A. International Classified Advertising
3, RUE D'HAUTEVILLE - 75010 - PARIS

Élimination de la pollution classique

Nature du traitement	Qualité de l'effluent de sortie (g/habitant) (en italiques en mg/l)			Indice de coût par habitant (base 100 : traitement biologique à moyenne charge)			
	MES	DBO ₅	DCO				
Eau brute	70	350	60	132	660		
(1) traitement primaire	28	40	89	140	200	445	60
(2) traitement physico-chimique	6	22	52	30	110	260	75
(3) traitement biologique moyenne charge	4	5,8	16	20	29	80	100
(4) traitement biologique faible charge	3	3,6	12	15	18	59	115
(5) = (4) + filtration sur sable	-	1,5	7,3		7,5	36	125
(6) = (7) + ozonation	-	1	4		5	20	135
(7) = 4 + finition	-	-	1			5	180

de nitrates dans le cas où ils sont d'origine ponctuelle, ce qui n'est pas le cas général (conjointement avec l'élimination du phosphore qui peut être obtenue facilement par précipitation sous forme de phosphate de fer, d'aluminium ou de calcium).

La nitrification de l'azote amoniacal est, le plus souvent, obtenue dans les stations à boues activées à faible charge qui ne conviennent qu'aux stations de tailles petite et moyenne. Pour des raisons économiques et opérationnelles, il y a lieu de rechercher, pour les stations plus importantes, des procédés moins extensifs qui permettent à la fois de nitrifier et de dénitrifier.

La dénitrification est obtenue en mettant en œuvre des bactéries hétérotrophes anaérobies facultatives qui se développent normalement dans les boues activées. Pour transformer les nitrates en azote, ces bactéries sont placées en anoxie et alimentées avec un substrat carboné, l'eau résiduaire brute elle-même : pour que l'élimination des nitrates soit totale il faudra que le substrat carboné soit suffisant (DCO/NTK 10). Quant à la nitrification elle est assurée par des bactéries nitrifiantes à faible vitesse de reproduction. Le dimensionnement est donc dépendant de la température d'hiver de l'effluent à moins qu'on puisse accepter un rendement variable avec la saison. Plusieurs installations de ce type ont déjà été réalisées tant dans le domaine industriel (HOESCHT à Cuise Lamotte, Sucrerie de Nassandre) que dans celui des effluents urbains (station de ROYAN-St PALAIS).

L'utilisation, pour la nitrification des lits bactériens, est possible, mais à performances égales les lits bactériens sont nettement plus onéreux en investissement que les systèmes à boues activées. La dénitrifi-

cation peut se faire de même, dans les filtres biologiques en anoxie.

La recherche porte actuellement sur les moyens de limiter le dimensionnement des ouvrages pour la nitrification et de disposer de moyens de nitrification aisément adaptables à des stations déjà existantes et non dimensionnées pour l'élimination de la pollution azotée. Elles sont menées à la fois par l'Omnium d'Assainissement et Dégagement. On cherche soit à augmenter la concentration des boues et on peut penser alors au traitement à l'oxygène pur (à condition de contrôler le pH et de contrebalancer la production d'un excès de gaz carbonique), soit à jouer à la fois sur la concentration et la cinétique des boues activées, ce qu'on peut obtenir dans des procédés qui marient les boues activées et les cultures fixées, tels que les réacteurs à lit fluidisé ou fixe. Une première réalisation, appliquant cette dernière méthode, est en cours pour la station de Soissons.

Quant aux procédés physico-chimiques, tels que stripping de l'ammoniaque à pH élevé, échange d'ions, etc..., ils présentent des désavantages économiques et fonctionnels, tels qu'ils ne peuvent être envisagés que dans des cas très particuliers et peu nombreux.

2.3. — La pollution microbiologique

La nécessité d'une réduction importante de la pollution microbiologique des eaux usées n'est actuellement démontrée que pour les rejets au voisinage des eaux de baignade et surtout des eaux conchylicoles. Dans certains cas un déplacement du point de rejet permettra d'éviter d'avoir recours à la désinfection.

Une station d'épuration biologique classique réduit de 10^8 à 10^6 les coliformes totaux des effluents urbains et on considère, en général, qu'il faut encore éliminer 10^4 des unités restantes pour que les risques de présence de pathogènes deviennent infimes. Il faut remarquer que dans le cas d'un rejet en mer suffisamment éloigné des zones d'utilisation, c'est en agissant sur les matières en suspension qu'on assurera la réduction la plus efficace du risque microbiologique (en effet la pollution microbiologique adsorbée sur les matières en suspension est plus résistante).

Dans le cas où les traitements de désinfection s'imposent, les procédés utilisant le chlore et ses dérivés, ou le chlore associé au brome, permettent d'obtenir sans difficulté des abattements de cet ordre à condition que les temps de contact soient suffisants et que les doses mises en œuvre soient adaptées au degré préalable d'épuration subi par l'eau.

Les études effectuées sous l'égide de l'Agence Loire-Bretagne sur les stations existantes et les pilotes testés à Montpellier ont permis de déterminer les temps de contact et les doses à utiliser pour obtenir différents taux de réduction des germes-tests. Il faut constater que peu de stations actuellement équipées réalisent une désinfection efficace des effluents soit par mauvaise conception soit, le plus souvent, du fait de la mauvaise gestion de cette partie des équipements d'épuration.

D'autres procédés sont utilisables :

- le lagunage en traitement tertiaire avec des temps de séjour minimaux de trois semaines à un mois
- le traitement à la chaux (pH 10) envisageable lorsque le procédé d'épura-



Bassins d'aération et de stabilisation de la station d'épuration d'Aubergenville (78) 15 000 habitants (en arrière-plan les lits de séchage)
Photo René-Jacques — Document Omnium d'Assainissement.

tion principal est de type physico-chimique — le traitement à l'ozone, qui commence à être largement exploité aux Etats-Unis. Une installation est en cours de montage et sera prochainement mise en service à GUE-THARY. Une autre est envisagée dans le bassin Seine-Normandie pour tester les conditions techniques et économiques d'emploi de ce procédé qui a la réputation d'être coûteux, notamment à l'investissement, encore que la production d'ozone à partir d'oxygène permette de limiter ces frais.

— le traitement par les ultraviolets expérimenté à Luc sur Mer a donné, après une mise au point difficile, des résultats satisfaisants sur le plan technique. L'évaluation économique du procédé ne pourra être effectuée qu'à l'occasion de la saison estivale 1980.

2.4. — L'élimination des boues de stations d'épuration

Dans les conditions actuelles du coût de l'énergie et des matières premières, le problème de l'élimination des boues se pose en des termes très différents de ceux dans lesquels il était envisagé il y a quelques années.

La production et la récupération du méthane de digestion anaérobie doivent, à nouveau, être envisagées pour les boues de certaines industries et des agglomérations d'une certaine taille.

Mais c'est dans le domaine de la valorisation agricole des boues fraîches ou digérées qu'un effort important doit être engagé. Pour cela, il est indispensable de considérer la boue comme un engrais dont la compo-

sition en matières utiles (azote et phosphore en particulier) et en produits indésirables (métaux lourds) doit être connue pour permettre de déterminer les doses à mettre en œuvre en tenant compte des besoins des plantes et des caractéristiques propres du sol. La mise à disposition des Chambres d'Agriculture de techniciens capables d'assurer la liaison entre les producteurs de boue et les agriculteurs, expérimentée dans quelques départements a donné des résultats encourageants.

Il est certain que la généralisation de la valorisation agricole des boues de stations d'épuration est particulièrement souhaitable et c'est la raison pour laquelle certaines Agences de bassin dont Seine-Normandie accordent des aides particulières pour inciter les collectivités à s'engager dans cette voie. Il faut cependant parallèlement entreprendre des études sur le devenir des métaux lourds ainsi dispersés sur les sols, pour déterminer les limites au-delà desquelles le relargage de ces métaux serait à craindre. Dans l'état actuel des techniques, la détoxification préalable des boues, avant épandage, n'est pas envisageable pour des raisons économiques. Seule une action menée en amont des rejets de ces pollutions dans les réseaux d'égout peut permettre de réduire la teneur des boues urbaines. Par contre une récupération des métaux peut être envisagée sur les boues très concentrées provenant de l'épuration des effluents industriels.

Des études récentes, menées par le Ministère de l'Environnement, ont confirmé l'intérêt de la pratique, déjà ancienne, de

l'utilisation dans l'agriculture, des boues digérées de préférence aux boues fraîches. En outre, du fait de l'évolution du coût de l'énergie, une évolution assez nette se dessine en faveur des procédés de digestion anaérobie qui permettent une récupération d'énergie sous forme noble et stockable : le gaz. Ces procédés sont d'ailleurs également en cours de développement pour le traitement des effluents eux-mêmes lorsqu'ils présentent une concentration très élevée en pollution organique biodégradable.

Cette revue des perspectives d'évolution à moyen terme des techniques de l'eau, en fonction d'une politique de gestion de la qualité des eaux adaptée aux besoins des divers usages de l'eau bien qu'incomplète, montre que si les grands principes de gestion de la qualité de l'eau définis il y a dix ans, restent totalement d'actualité, l'évolution des connaissances scientifiques des effets de la pollution et les progrès des techniques de traitement et d'épuration des eaux conduisent à diversifier les objectifs techniques et les moyens mis en œuvre pour les atteindre. Dans les circonstances économiques actuelles où les moyens financiers sont plus comptés que par le passé, il est indispensable à la fois de définir des objectifs réalistes et de mettre en œuvre les moyens les mieux adaptés sur les plans technique et économique. Faire le point des évolutions récentes et des espoirs futurs, tel était le but de la journée de réflexion de Versailles. Dix-huit mois après, au prix de quelques corrections apportées dans la rédaction de cet article, ses conclusions sont d'actualité et commencent à se traduire par des réalisations concrètes.



EDF

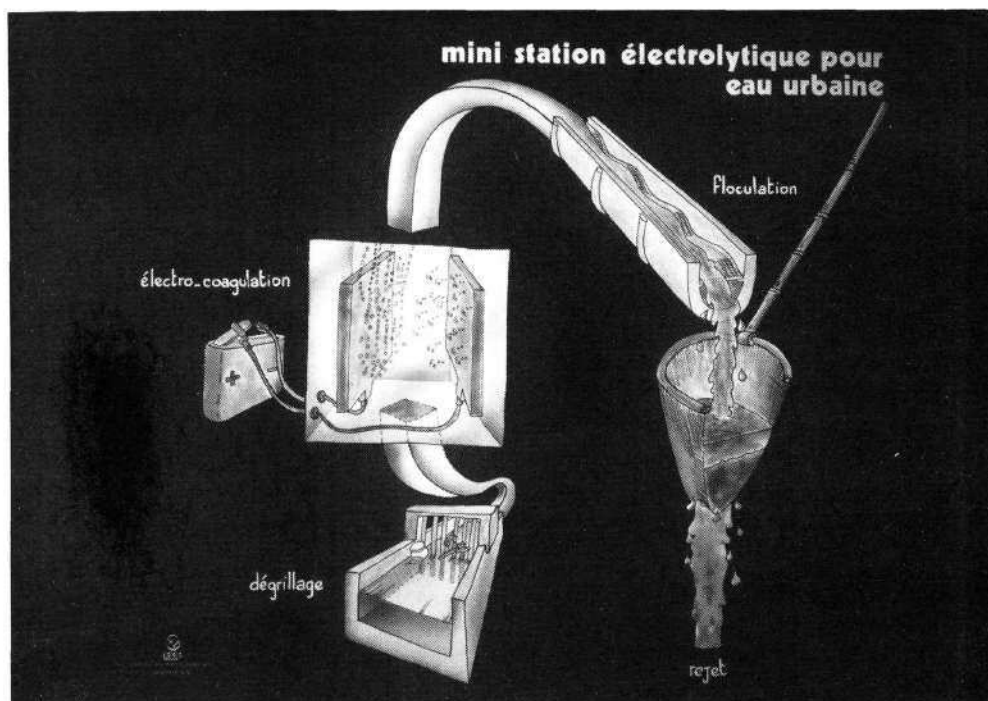
ET LE TRAITEMENT DES EAUX

La plupart des installations d'assainissement et d'épuration des effluents relève des procédés biologiques. Ces derniers sont particulièrement adaptés aux rejets domestiques des collectivités à population stable où la charge et le débit des effluents ne subissent pas de variations importantes.

Le développement de bases de loisir, de camping ou d'équipements touristiques a fait apparaître le problème des effluents de collectivités à population variable. Le traitement de tels rejets peut être effectué par des matériels capables de fonctionner de façon intermittente et ayant une réponse immédiate.

C'est ainsi qu'E.D.F. a construit un prototype de station à usage intermittent au club de vol à voile d'EPISY en Seine-et-Marne.

Cette plate-forme, mise en place pendant l'été 1979, fonctionne selon le schéma suivant :



Les effluents du club de vol à voile, fréquenté en fin de semaine, le mercredi et pendant les vacances, sont collectés dans un bac tampon assurant le dégrillage.

Une pompe alimente à débit constant une cellule d'électrocoagulation équipée d'électrodes en tôle d'acier doux raccordées à un transfo-redresseur.

L'effluent coagulé traverse des poches

filtrantes où a lieu la séparation physique et la concentration des boues.

La station est automatique : lorsque le détecteur de niveau haut du bac de stockage est excité, la pompe et le redresseur sont mis en service. Au niveau bas tout s'arrête. La consommation d'électrode et d'énergie n'a lieu qu'en présence d'effluents à traiter.

L'installation d'EPISY, complémentaire

des expériences menées en laboratoire et proche du prototype industriel, contribue à la mise au point de procédés nouveaux du traitement de l'eau grâce à l'électricité.



La Réserve du Vallon Dol.

photo Société du canal de Provence

L'eau et l'agriculture

*par G. MANUELLAN, Ingénieur en Chef du Génie Rural,
des Eaux et des Forêts,
Chef du Service de l'Hydraulique*

L'auteur a bénéficié pour la rédaction de cet article de contributions de MM. BAL-LAND, GUYON, LEYNAUD, LOUDIÈRE, et OBELIN, Ingénieurs au Centre Technique du Génie Rural, des Eaux et des Forêts.

Introduction générale

L'utilisation et l'aménagement de l'espace rural agricole et forestier, l'équipement des services publics communaux, l'équipement des exploitations agricoles, les activités et l'économie de la production et des industries agricoles sont, par bien des aspects, inséparables de l'équipement hydraulique et de la gestion de l'eau, de la protection et du plein emploi des ressources en eau en vue du développement général.

Comparées au phénomène récent du développement urbain et industriel, l'agriculture et la forêt ont par nature une très large extension spatiale. De ce fait, elles participent à l'ensemble des mécanismes qui à l'échelle diffuse de tout le bassin versant, modèlent de façon inséparable les termes

du bilan hydrique, l'utilisation de l'espace et les transformations de l'environnement. Face au régime des apports des précipitations, variable aléatoire et en première approximation indépendante, le système agriculture-forêt-pâturage est simultanément contraint par — et responsable en partie importante de — la plupart des facteurs générateurs du ruissellement, de l'infiltration, de l'érosion des sols. Les modifications même localisées du système retentissent sur les conditions de la gestion des eaux de tout le bassin versant et de son complexe physique.

L'unité de la ressource en eau et sa limitation ont de longue date conduit le Ministère de l'Agriculture à promouvoir ou s'associer à la mise en œuvre de solutions mixtes permettant de réaliser des ouvrages destinés à satisfaire la complémentarité de besoins tels que l'alimentation en eau potable, l'irrigation, la production d'énergie hydraulique. Ces ouvrages à buts multiples ont d'ailleurs l'avantage d'être assurés d'un niveau de rentabilité qu'aucun des usages pris séparément ne peut permettre. La taille du maître d'ouvrage va depuis la simple

association locale de personnes ou de collectivités (Associations Syndicales de propriétaires, Communes et Syndicats de Communes) jusqu'au Département ou des ententes interdépartementales, et des structures spécifiques plus complexes telles que les Sociétés d'Aménagement Régional pour la réalisation d'investissements lourds à rentabilité différée. Ces sociétés (telles que la Société du Canal de Provence, la Compagnie Nationale d'Aménagement du Bas Rhône Languedoc, etc...), auxquelles l'État a confié la concession de la construction et de l'exploitation des ouvrages hydrauliques, ont également la mission de promouvoir l'ensemble du développement régional, en prenant appui sur la mise en valeur des ressources en eau.

La loi sur l'eau du 16 décembre 1964 a institué la mise en œuvre d'une politique de coordination interministérielle dans le domaine de l'eau, à laquelle le Ministère de l'Agriculture est très attaché pour la satisfaction des objectifs qui lui sont propres. L'approche nouvelle qui en résulte donne à la gestion et à la protection des ressources en eau une dimension à la fois plus étendue et plus globale, s'imposant à tous les usagers publics et privés concernés. D'une part, au niveau des organismes de bassin

que la loi a créés (Mission déléguée de bassin, Agence Financière de Bassin) elle permet aux différentes Administrations de se concerter pour l'élaboration de programmes généraux éclairant les grands problèmes et fixant les objectifs généraux et les grands moyens de l'aménagement quantitatif et qualitatif des grands bassins fluviaux.

D'autre part, au niveau des sous-bassins ou bassins locaux de plus petites dimensions, plus proches des structures administratives organiques des Régions et Départements et des usagers de l'eau, s'élaborent, en cohérence avec les objectifs et moyens précédents, les instruments de la gestion de l'eau :

— Schémas plus détaillés d'aménagement des eaux dans lesquels s'insèrent des synthèses partielles telles que les schémas régionaux d'hydraulique agricole, et se définissent les différentes fonctions de l'eau et les propriétés qui leur sont accordées (par exemple irrigation, eau potable, fonctions écologique piscicole et paysagère, fonctions d'agrément et de loisir importantes pour l'espace rural).

— Cartes départementales d'objectifs de qualité.

— Autorisations administratives de prélèvements ou de rejets dans le milieu récepteur basées sur ses paramètres caractéristiques de quantité et de qualité.

— etc...

Pour exercer toutes ces missions, le Ministère de l'Agriculture dispose de Services Spécialisés : Service Hydraulique dans les Directions Départementales, Services Régionaux de l'Aménagement des Eaux, Centre Technique du Génie Rural, des Eaux et des Forêts (C.T.G.R.E.F.) avec ses divisions et sections techniques spécialisées réparties entre ses Groupements de PARIS-ANTONY et de province.

La connaissance des ressources en eau

Le Ministère de l'Agriculture contribue à la connaissance quantitative et qualitative des ressources en eau par différentes opérations dont les plus importantes sont :

— Le réseau de mesures hydrométriques (1 200 stations à enregistrement continu des hauteurs d'eau) ; les données recueillies entrent dans une chaîne de traitements informatiques dont le produit élaboré est centralisé dans une banque de données hydrométriques qui est à la disposition de tous les utilisateurs.

— Les synthèses hydrométriques régionales ou nationales permettent la détermination de certains paramètres caractéristiques du régime des écoulements tels que la

synthèse nationale des crues. De nombreux programmes informatiques permettent de valoriser les données hydrométriques et pluviométriques en vue de l'élaboration des diverses études hydrologiques nécessaires et des simulations utiles au dimensionnement, à l'aménagement et à la gestion des ouvrages hydrauliques et des cours d'eau.

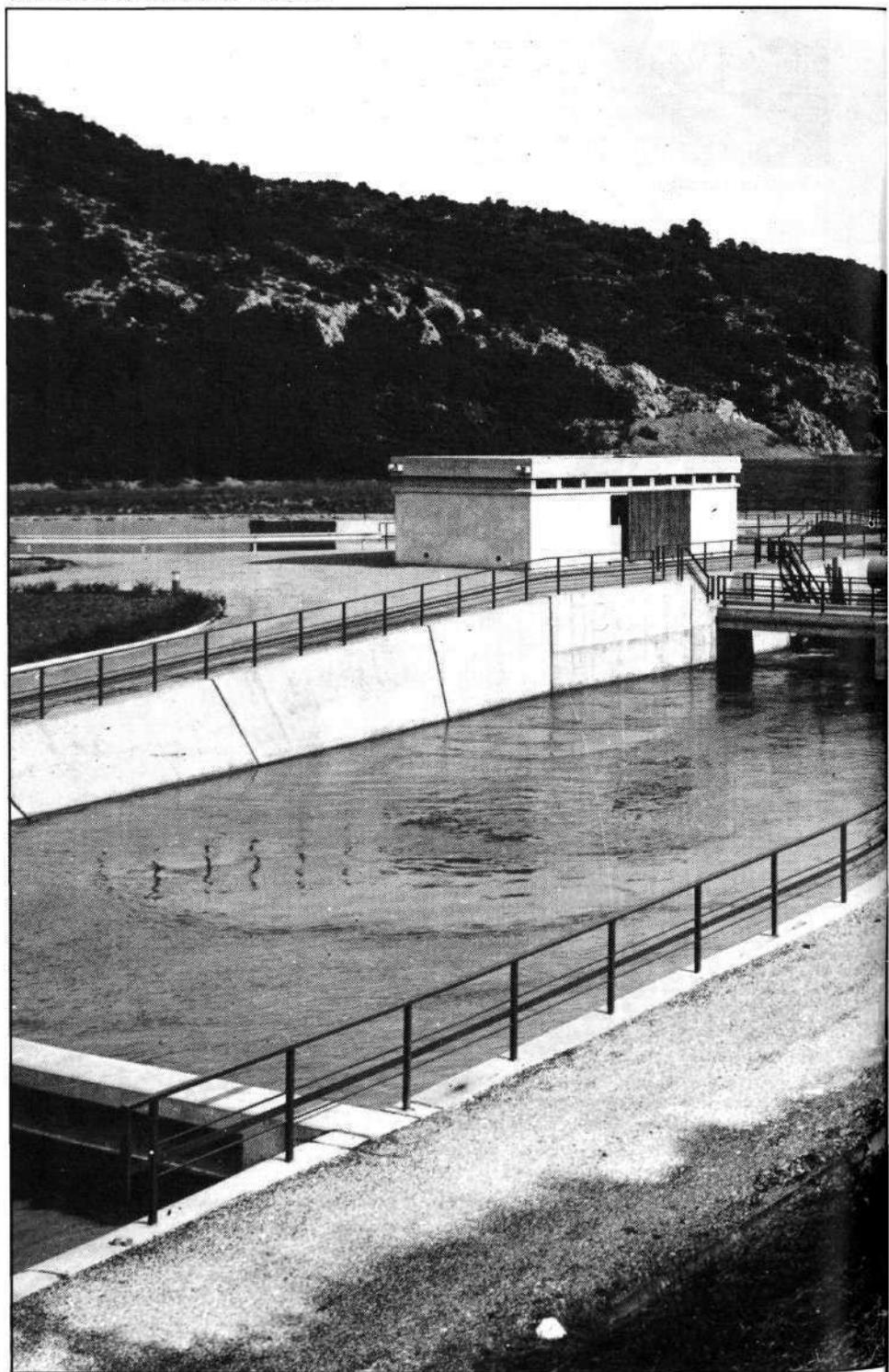
— Des réseaux piézométriques permettent de préciser les connaissances sur certains aquifères utiles à l'alimentation en eau potable ou à l'irrigation.

— Les études systématiques de la qualité des eaux, et les études synthétiques des cours d'eau et de leur évolution physicochi-

mique et hydrobiologique ; ces études utilisent des méthodes mises au point par le C.T.G.R.E.F., dont la plus connue est celle des indices biotiques, pour la détermination d'indicateurs typologiques de la qualité biologique des cours d'eau et pour la détection des pollutions. D'autres études plus spécifiquement tournées vers les besoins de la vie piscicole et la pêche sont en outre effectuées par le C.T.G.R.E.F. pour le Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, ainsi que pour le Conseil Supérieur de la Pêche.

— L'étude de l'hydraulique des sols non saturés appliquée à l'irrigation et au drainage ; les modèles de simulation numérique des nappes.

Un partiteur sur le canal de Provence.

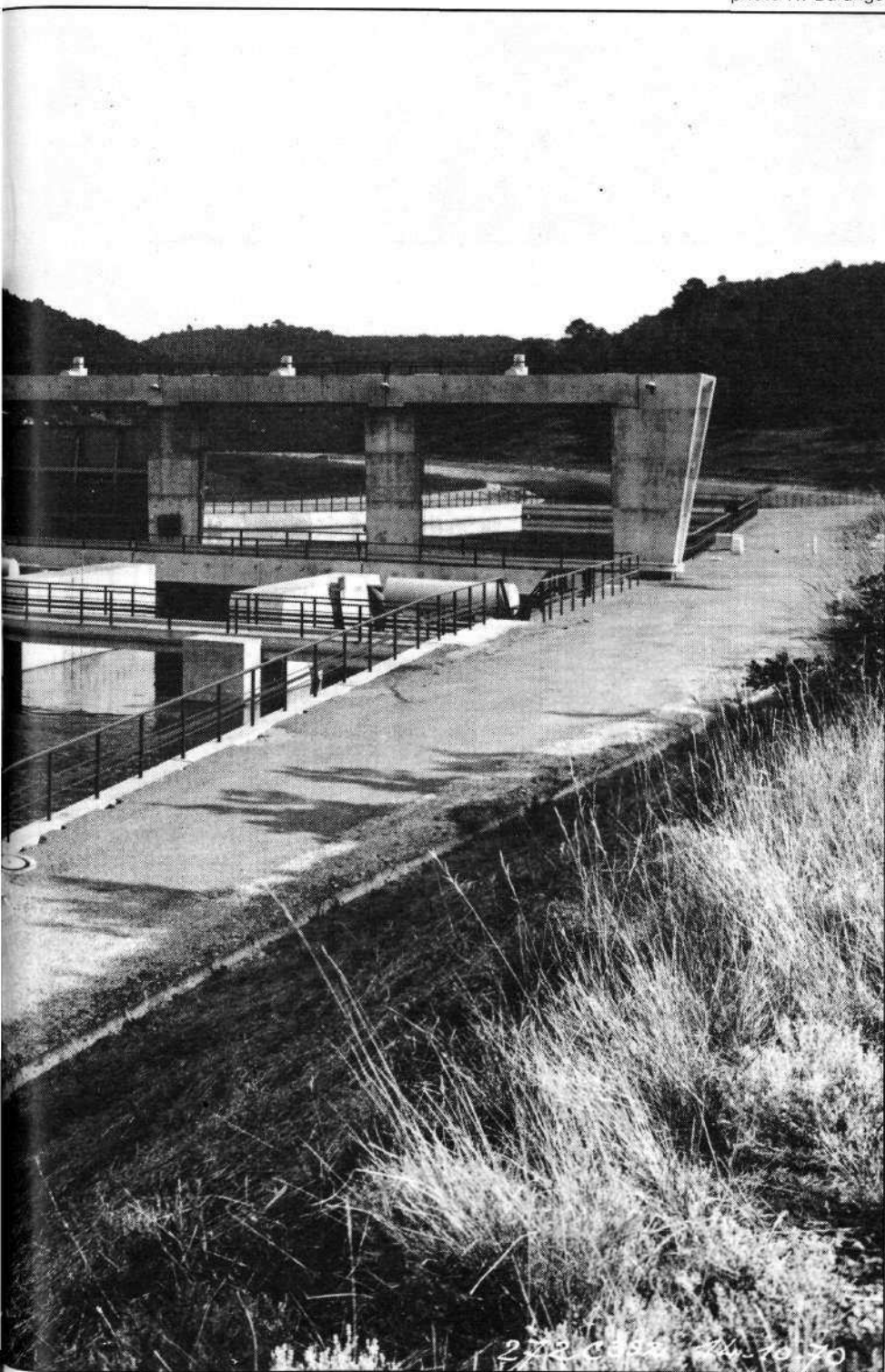


L'exploitation de 3 bassins versants expérimentaux permet d'étudier et de comprendre globalement, sous les aspects quantitatifs et qualitatifs, les mécanismes de la formation et de l'altération de la qualité des ressources en eau depuis la pluie jusqu'à l'exutoire du bassin versant, de leur partage entre ruissellement et infiltration, de leurs conditions de transit à travers le sol. Ce sont de véritables laboratoires qui sont équipés et disponibles pour évaluer dans le complexe physique d'un bassin versant l'influence des diverses actions de l'homme (remembrement, drainage, etc...) sur le régime et la qualité des eaux. Des études sont en cours sur ces sujets : il semble provisoirement que le draignage souterrain n'aggrave pas l'exportation des nitrates dans les émissaires.

Les activités agricoles et la qualité des eaux

Les prélèvements systématiques d'échantillons d'eaux souterraines ou superficielles révèlent une nette tendance à l'accroissement dans les eaux des concentrations en azote et en phosphore. Une partie au moins de ces altérations de la qualité des eaux paraît bien liée aux activités agricoles : élevages et techniques culturales modernes intensives. Les deux Ministres de l'Environnement et de l'Agriculture ont décidé récemment la création d'un groupe de tra-

photo H. Baranger



vail comprenant des experts de l'I.N.R.A., des Ingénieurs de l'Administration et des Agences Financières de Bassin, des Instituts Techniques et des professionnels agricoles en vue d'analyser ces problèmes et de proposer des recommandations pratiques ainsi qu'un programme d'études complémentaires à engager.

En ce qui concerne les élevages particulièrement de porcs, leur densité est nettement plus faible que dans certains pays voisins comme les PAYS-BAS : la pollution de leurs rejets est à la fois très élevée et facilement localisable. Les techniques de leur épuration par voie biologique sont peu performantes et coûteuses. Aussi les voies vers lesquelles on semble devoir s'orienter sont d'une part, la prise de conscience de la valeur fertilisante considérable des lisiers et d'autre part, la mise en place d'une organisation rationnelle de leur épandage agricole au plan des petites régions agricoles.

Par contre, l'enrichissement des nappes à partir de la percolation des solutions du sol paraît devoir poser des problèmes beaucoup plus ardues à résoudre ou même à réduire, en raison du caractère très diffus de ce type de problèmes. De nombreuses études qui ont été recensées par le Groupe de travail mentionné ci-dessus permettent d'éclairer la compréhension des phénomènes et des mécanismes en jeu, mais la diversité des sols, des climats, des techniques culturales rend difficile l'extrapolation des résultats de ces études pour le moment. Le rôle de la gestion du sol sur la composition de l'eau paraît avoir été mis en évidence, et plus que la fumure minérale elle-même, c'est l'enchaînement des pratiques culturales qui paraît en jeu.

La protection des lacs contre l'eutrophisation est également un autre problème majeur, dès lors que le détournement ou l'épuration même tertiaire des affluents urbains ont été résolus.

La principale cause d'eutrophisation reste en effet les apports en fertilisants par le réseau hydrographique superficiel lui-même. En outre, le phosphore contenu dans les sédiments des fonds de lacs constitue un réservoir énorme, et, par les processus de sédimentation et de relargage, ce phosphore pourrait bien être aussi la source d'eutrophisation longtemps après l'élimination des rejets urbains ; il faudrait mieux connaître les diverses formes de phosphore sédimentaire et leur processus de sédimentation - relargage.

Les études en cours essaient de lier le phénomène des apports au mode d'occupation et d'utilisation des sols du bassin versant.

Enfin, il est tout de même un cas où les sols agricoles peuvent jouer un rôle éminemment positif dans la lutte contre la pollution, c'est celui de l'épandage ou de l'irrigation à partir des eaux usées, surtout lorsqu'on veut obtenir un degré d'épuration que les autres technologies ne permettent pas d'atteindre (cas de la protection des milieux récepteurs les plus sensibles).

L'épuration par le sol a également l'avantage de valoriser toutes les substances fertilisantes contenues dans les affluents. Il est vraisemblable que, malgré les difficultés d'ordre sanitaire réelles qui s'opposent encore à une utilisation sans contrôle sévère de l'utilisation des effluents domestiques, l'épandage et l'irrigation à partir d'eau usées industrielles est en passe de prendre un essor certain.

L'irrigation et le drainage

Dans l'étape actuelle du développement de l'agriculture, l'irrigation et le drainage se situent parmi les facteurs les plus importants de la maîtrise de la production agricole, de sa régularisation comme de sa diversification, de sa flexibilité et de son adaptation aux besoins du marché, de son organisation économique et de sa liaison contractuelle avec l'industrie agro-alimentaire, de l'accroissement de revenus auquel aspirent légitimement les producteurs.

Le déficit en eau affecte plus ou moins à un moment donné l'approvisionnement normal en eau des cultures, même dans les régions réputées humides surtout dans les sols peu profonds. A l'inverse, et souvent dans les mêmes terres, les excès d'eau et les difficultés de leur évacuation en temps utile, liées à la topographie et à la pédologie, conduisant l'agriculteur à accélérer artificiellement l'élimination des eaux stagnantes nuisibles.

Des analyses technico-économiques correspondant aux différentes situations de climat, de pédologie et de structures foncières dans les différentes régions de France, permettent de bien apprécier l'impact de l'irrigation et du drainage, de leur rentabilité et de leurs limites économiques.

Dans les zones subhumides d'irrigation de complément, l'utilisation de volumes d'eau de valeurs et de fréquence aléatoires, bien que susceptible de procurer un avantage marginal intéressant, n'est économiquement possible que si elle s'accommode d'ouvrages de transport et de distribution de faible développement linéaire. De même, si la dispersion du réseau hydrographique constitue sur une grande partie du territoire un facteur favorisant les prélèvements d'eau, la croissance des surfaces irriguées est limitée par la contrainte des ressources au fil de l'eau et le coût de l'aménagement du bassin et des ouvrages de stockage.

En ce qui concerne le drainage, la limite économique peut provenir des contraintes de l'évacuation des eaux. La protection totale contre les eaux nuisibles n'est souvent pas possible ni même souhaitable sous l'angle économique : il faut admettre l'idée d'une submersion temporaire de certaines zones basses à des périodes du cycle végétatif des espèces cultivées peu dommageables pour leurs rendements. En outre, les



Mise en place d'un drain par Trancheuse-poseuse.

contraintes de l'environnement interviennent dans les travaux de recalibrage des rivières, et dans le drainage de certaines zones humides qui sont en particulier des zones d'accueil et de transit de l'avifaune migratrice. A l'inverse dans certaines zones littorales basses et deltas écologiquement fragiles, comme la Camargue, le drainage, si nécessaire combiné avec l'irrigation, assure le contrôle du plan d'eau, protège les terres contre une remontée du salant et permet de maintenir un équilibre entre les activités de production agricole et la protection de la nature.

Sans alourdir l'exposé par des informations statistiques trop détaillées, les superficies équipées à l'irrigation sont actuellement légèrement supérieures à 1 million d'hectares, et elles progressent actuellement selon les années de 27.000 à 30.000 hectares par an.

Les superficies drainées par assainissement superficiel et extensif et par réseaux de drains souterrains sont supérieures à 3 millions d'hectares ; mais l'information la plus significative est le taux d'accroissement soutenu des surfaces drainées intensivement par drains souterrains : durant les années 1950-1960, 2 000 à 4 000 hectares étaient drainés annuellement ; la mécanisation des travaux de pose, la généralisation des canalisations souples en P.V.C. annelées perforées, le guidage et le réglage automatiques des machines en direction et profondeur par rayon laser ont provoqué une véritable "explosion" du drainage souterrain. Les superficies drainées ont régulièrement augmenté de 31 500 hectares/an en 1973 à 65 000 hectares/an en 1979. L'objectif qu'on estime devoir atteindre dans les prochaines années se situe autour de 100 000 hectares/an.

La demande d'eau pour l'irrigation constitue l'un des éléments déterminants des bilans besoins-ressources. En effet, l'irrigation exige des prélèvements d'eau élevés et la fraction de la consommation nette nécessaire est la plus élevée par rapport à toutes les autres catégories d'usages de l'eau. Le caractère saisonnier des besoins d'irrigation, la coïncidence de ces besoins avec les périodes d'étiage des rivières, la variabilité interannuelle des besoins d'autant plus élevés que l'année est sèche sont du point de vue de la gestion et de l'aménagement des ressources en eau les caractéristiques les plus significatives. Enfin dans l'avenir les besoins d'irrigation deviendront très probablement prépondérants en consommation nette par rapport aux autres usages.

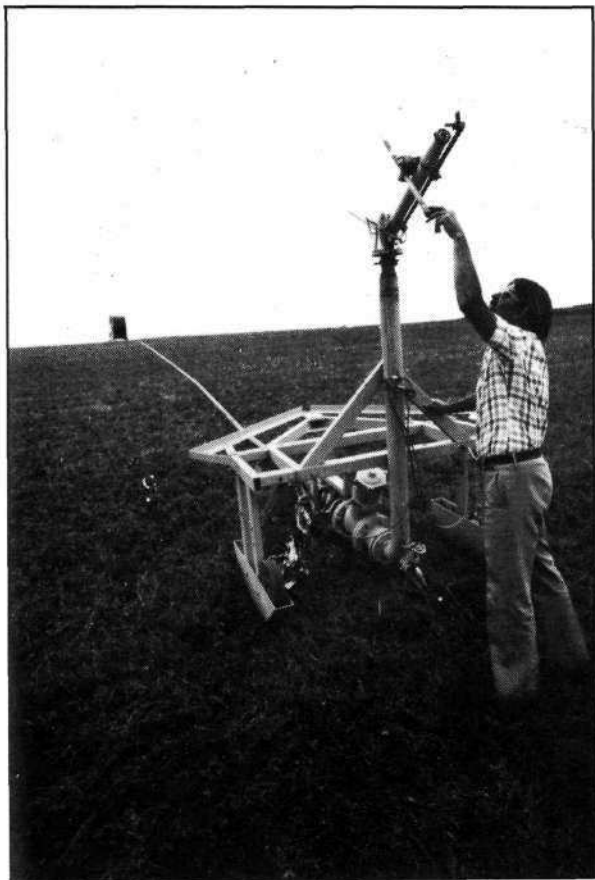
Actuellement les prélèvements totaux pour l'irrigation sont chiffrés à 5 milliards de m^3 /an (dont 1 à partir des eaux souterraines) et la consommation nette globale à 2 milliards de m^3 /an. Les besoins pratiques de prélèvement pour l'irrigation par aspersion varient en gros de 1 000 m^3 /hectare/an pour le maïs à 4 500 m^3 /hectare/an pour le maraîchage intensif, dans le Sud-Ouest de la France.

L'utilisation la plus économe et la plus efficace possible de l'eau pour l'irrigation est donc un impératif qui heureusement se trouve assez largement satisfait par les technologies mises en œuvre dans la construction et l'exploitation des réseaux d'irrigation réalisés en France depuis 25 ans. Nous donnerons un aperçu très synthétique de ces technologies dont l'emploi réduit au minimum les pertes et gaspillages d'eau.

— distribution de l'eau sous pression à la



Irrigation classique par aspersion.



Canon à déplacement continu par enroulement d'un tambour mû hydrauliquement.

demande, et comptage au volume réellement utilisé par chaque exploitant.

— application de l'eau à la parcelle par aspersion ou par les nouveaux systèmes de microirrigation (arrosage localisé ou au "goutte-à-goutte") qui réduisent la percolation en profondeur à des pourcentages très faibles.

— conduite économe des arrosages, grâce aux données de la bioclimatologie et aux résultats des expérimentations sur les besoins en eau des cultures ; utilisation par les agriculteurs des informations diffusées par les stations d'avertissements à l'irrigation qui leur permettent de programmer leur calendrier d'arrosage en fonction des paramètres pédoclimatiques ; asservissement des systèmes de microirrigation à un paramètre représentatif de l'évapotranspiration.

— réduction du nombre de doses d'arrosage de façon à ce que l'essentiel des irrigations se situe autour de la phase critique du cycle végétatif : les volumes d'eau consommés sont ainsi le plus souvent largement inférieurs à l'optimum biologique dans les réseaux d'irrigation à la demande.

— réduction des pertes dans les grands canaux de transport à ciel ouvert par la généralisation des revêtements d'étanchéité et par la régulation des écoulements en commande par l'aval ; la régulation dynamique mise en œuvre par la Société du Canal de Provence permet de régler simultanément en temps réel les niveaux et les volumes d'eau dans les biefs des canaux en fonction d'une demande aléatoire.

— contrôle automatique des stations de pompage et utilisation des groupes à vitesse variable permettant de moduler la hauteur de refoulement en fonction de débit appelé et d'économiser également de façon appréciable l'énergie.

Néanmoins l'irrigation est par nature un important consommateur net d'eau. A partir d'un certain stade de son extension locale, elle appelle toujours la constitution de retenues de stockage et de régularisation des eaux superficielles. La maîtrise de l'eau par l'agriculteur est un élément de la maîtrise générale des eaux au niveau naturel qui permet d'appréhender l'ensemble des problèmes complexes de l'aménagement des ressources en eau : c'est au niveau du bassin hydraulique et de la rivière qui en est l'épine dorsale que cet aménagement des ressources doit être planifié et réalisé.

Les retenues d'eau pour l'aménagement rural et l'irrigation

Le développement des surfaces irriguées, leur extension géographique à des zones nouvelles plus humides sont aujourd'hui

facilités par les possibilités de construire des stockages d'eau superficielle de quelques centaines de milliers à quelques millions de mètres cubes de capacité, à l'échelle des besoins en eau saisonniers, à des coûts acceptables, dans des sites très variés et dans des conditions de sécurité satisfaisante. Ces stockages sont désignés sous la dénomination générale de "Retenues collinaires". Les barrages sont le plus généralement en terre compactée ou en enrochements.

Ils permettent de rapprocher la ressource en eau de son point d'utilisation et rendent en définitive le coût de l'eau accessible à un plus grand nombre d'utilisateurs.

Depuis une vingtaine d'années, des progrès techniques considérables ont renouvelé les méthodes d'étude, de construction et de surveillance spécifiques à ces ouvrages. Ces progrès ont permis d'adapter les conceptions existantes en matière de grands barrages, et de mettre au point des innovations spécifiques pour réaliser des ouvrages plus simples sans sacrifier les exigences de sécurité, dans des sites de caractéristiques hydrologiques et géotechniques souvent défavorables.

Parmi les points qui ont fait l'objet d'études et d'application plus particulières au Ministère de l'Agriculture à ce sujet, on peut citer :

- les méthodes d'évaluation des crues des petits bassins versants, de dimensionnement des évacuateurs de crues et de détermination de leurs caractéristiques de projet, de calcul de propagation de l'onde de crue en cas de rupture.

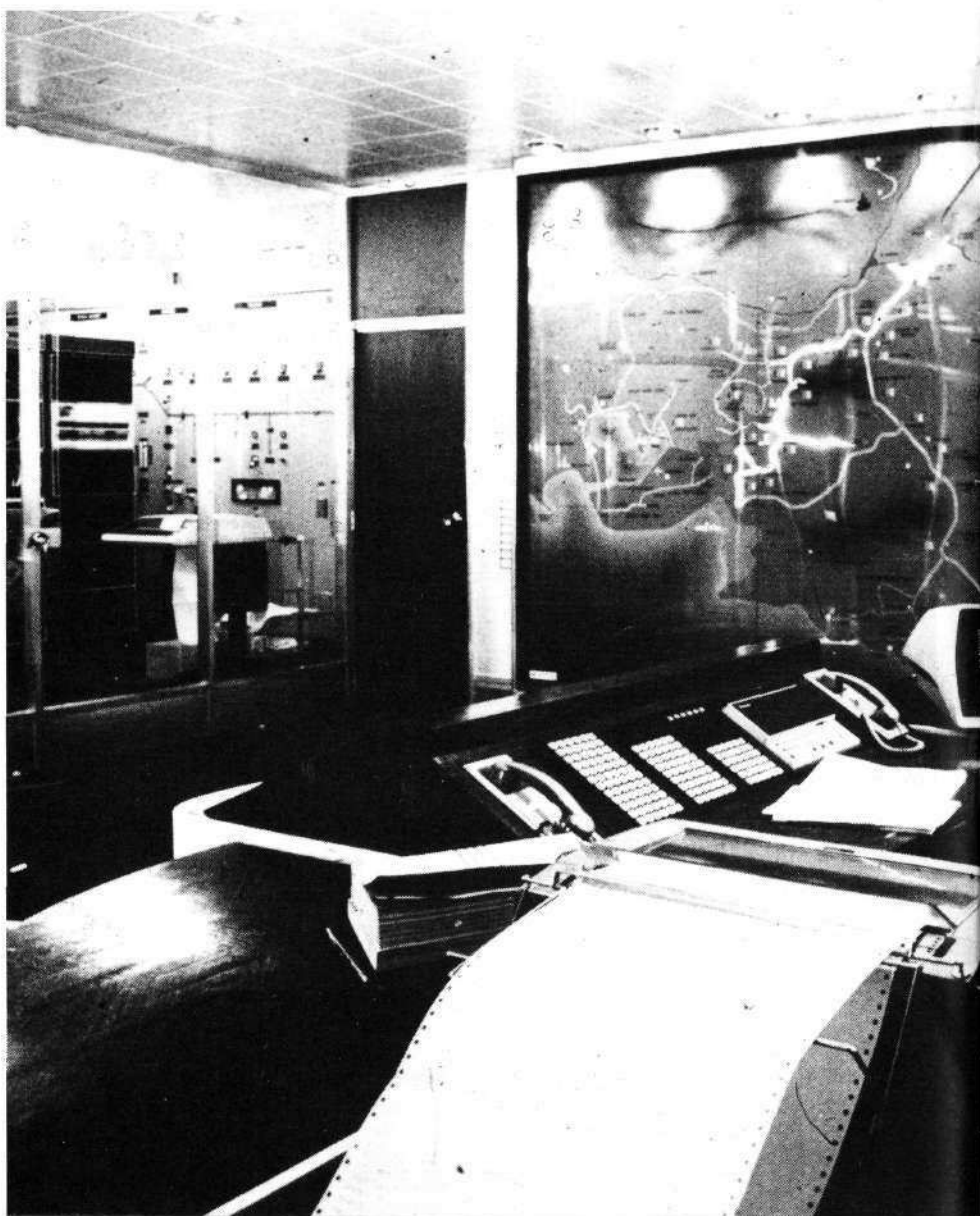
- les calculs de stabilité et de déformation des digues en remblais, la détermination de profils stables malgré la mise en œuvre de matériaux de qualité variée sur des fondations médiocres.

- la mise au point de nouveaux systèmes de drainage interne des digues adaptés au régime de la percolation dans les conditions réelles d'hétérogénéité et d'anisotropie des remblais.

- la conception de digues submersibles et la construction d'un prototype de barrage en terre armée (barrage du Vallon des Bimes dans le massif des Maures).

- les essais et le développement de l'utilisation de matériaux nouveaux : élastomères, bitume armé de fibres synthétiques, géotextiles, protection amont en solciment, etc...

- la valorisation des performances des nouveaux engins de terrassement (et notamment des compacteurs) sans lesquels la mise en remblai de digues de certains matériaux très cohérents, comme les molasses très répandues dans le Sud-Ouest, aurait été impossible.



- les méthodes d'auscultation et de suivi de l'évolution des digues, et notamment la mise au point d'un logiciel pour le diagnostic de l'influence saisonnière de la cote de retenue sur la cote des piézomètres de surveillance de l'infiltration dans le remblai.

- les essais sur modèles réduits, la mise au point et la généralisation d'un ensemble de programmes de calcul sur machine améliorant la validité des choix de solutions techniques retenues au plan de la sécurité et de l'économie.

Le Ministère de l'Agriculture a publié et largement diffusé dans les dernières années un manuel intitulé "Techniques des barrages en aménagement rural", ainsi que plus récemment des documents types (C.C.T.G. et C.C.T.P. provisoires relatifs à la construction des barrages en terre et/ou en enrochements. Des études techniques et notes d'information sur ces sujets sont périodiquement publiées par le C.T.G.R.E.F.

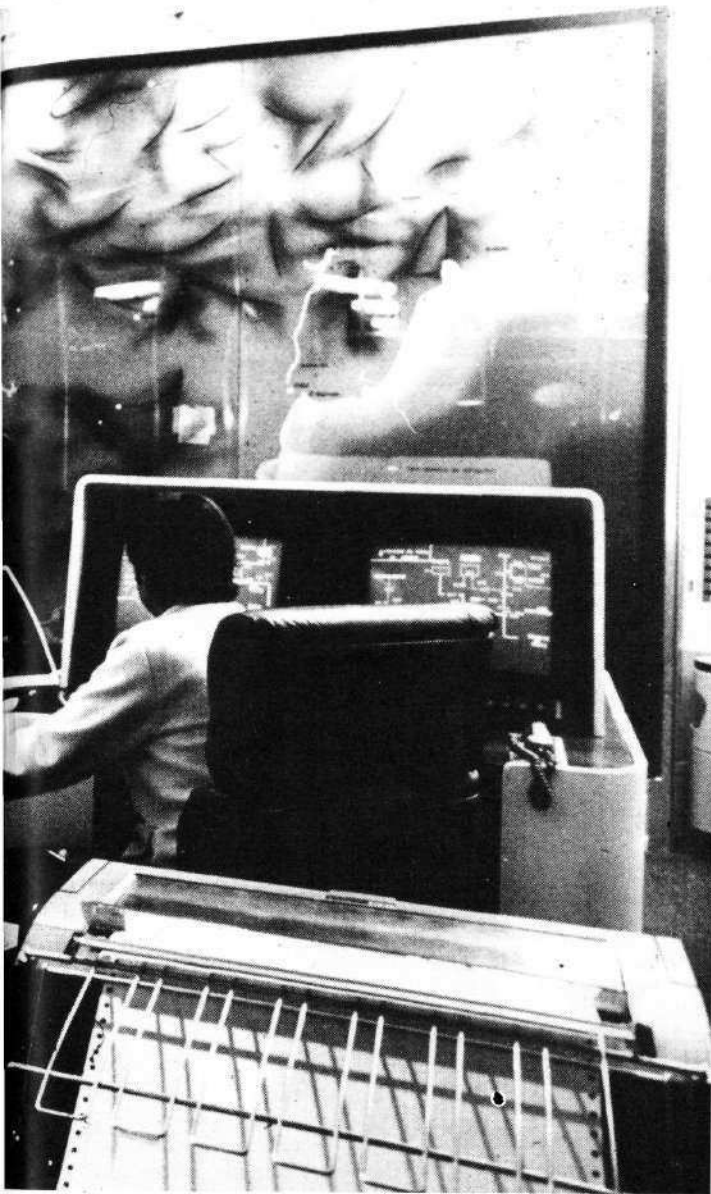
Le domaine d'application de ces techniques ne cesse aujourd'hui de s'élargir : retenues en vue de la création de plans d'eau pour les loisirs, soutien des étiages

en vue de l'aménagement des rivières, alimentation en eau potable, construction de bassins pour la décantation et le stockage des effluents industriels (notamment sucrières), pour le lagunage des effluents domestiques ou industriels, bassins d'orage etc...

Enfin, en dehors de ces très nombreuses Retenues collinaires, qui satisfont des besoins localisés et généralement sectoriels, le Ministère de l'Agriculture réalise, souvent en financement conjoint avec les autres Ministères intéressés, des barrages réservoirs de grande capacité en particulier dans les régions où l'irrigation et la sécurité des approvisionnements en eau potable l'exigent. Ces grands ouvrages, qui permettent d'organiser le régime des écoulements au niveau de bassins importants, ont évidemment des buts multiples.

L'eau et les problèmes de la montagne

L'aménagement hydraulique des bassins versants ne sauraient se concevoir sans



Centre général de télé-contrôle du Tholomet. Canal de Provence.

photo Bornadel.

prendre en considération les zones du domaine montagnard qui les dominent et le maintien des équilibres qui sont nécessaires dans ces zones pour assurer la maîtrise des eaux, la protection des sols et des infrastructures dans les parties aval.

On connaît bien le rôle de la couverture forestière et des pâturages de montagne :

- rôle protecteur contre les érosions des versants, les glissements de terrain, les avalanches.

- rôle régulateur du régime torrentiel des écoulements et de leurs débits solides.

Depuis la fin du 19^e siècle, un travail de longue haleine et à proprement parler colossal (sans exagération aucune), a été réalisé par l'Etat ou avec son aide technique et financière, pour la restauration et la conservation des terrains de montagne, la mise en valeur et l'exploitation raisonnée des pâturages. Ces travaux de formes multiples, confiés à nos forestiers, comprennent essentiellement :

- la fixation et la correction du lit des torrents et des ravins secondaires par des suc-

cessions en "marches d'escalier" de barrages et de seuils.

- le drainage des zones exposées aux risques de glissements de terrains.

- la canalisation des sections aval des torrents, jusqu'à leur confluent avec la rivière principale.

- l'aménagement des versants en gradins et banquettes, leur végétalisation et le reboisement.

Le grand public et les décideurs non spécialistes ont récemment pris conscience des dommages considérables, directs et indirects, liés au défaut d'entretien et à la dégradation du patrimoine du domaine montagnard forestier et hydraulique. Jadis c'était l'abus du pâturage et du déboisement par les populations montagnardes qui étaient en cause. Aujourd'hui ce sont les regressions de la vie rurale en montagne et dans les hautes vallées, la disparition du pâturage, l'abandon des vieux réseaux de canaux et fossés rustiques mais efficaces d'assainissement et d'irrigation des prairies, l'urbanisation de certains sites, la

construction des stations de sports d'hiver et des pistes de ski.

Parmi les mesures conservatrices prises durant ces dernières années à l'initiative ou avec la participation du Ministère de l'Agriculture on peut citer :

- l'étude et la cartographie au 1/20 000 des localisations probables des avalanches.

- la cartographie entreprise sur les zones exposées aux risques naturels en montagne.

- le repérage à plus grande échelle de ces zones en vue de leur intégration dans les P.O.S.

Mais le coût élevé des travaux d'aménagement et d'entretien, la pénurie de main d'œuvre d'exécution de ces travaux, les conditions difficiles d'accès aux chantiers de montagne sont autant d'obstacles à surmonter aujourd'hui.

Le propre d'un torrent stabilisé c'est qu'un œil non exercé ne le voit pratiquement plus dans le paysage auquel il est parfaitement intégré, alors qu'un défaut d'entretien et de réparations des ouvrages ou une modification de l'utilisation des sols peuvent à tout moment faire repartir le cycle de l'érosion torrentielle ! Les riverains des cours d'eau non domaniaux ne sont plus à même, en montagne moins qu'ailleurs, de supporter les charges d'entretien ; l'intervention des collectivités locales qui, avec l'aide de l'Etat, se substituent aux riverains lorsque l'intérêt général le justifie, ne peut à elle seule constituer dans tous les cas une solution à la mesure des problèmes du bassin. C'est pourquoi certaines réflexions s'orientent aujourd'hui vers une prise en charge de l'hydraulique montagnarde dans le cadre des mécanismes de la loi sur l'eau du 16 décembre 1964, en vue de faire jouer à ceux-ci leur rôle dans la solidarité qui lie entre elles toutes les parties d'un bassin versant.

Une vaste étude pluriannuelle à caractère pluridisciplinaire et à financement multiple vient d'être engagée par le C.T.G.R.E.F. en vue de réactualiser les perspectives de la restauration des terrains de montagne. Sous les aspects hydrauliques, cette étude se propose d'évaluer les effets techniques et économiques de l'aménagement des bassins versants de montagne, de préconiser l'utilisation possible de matériaux nouveaux pour la stabilisation des sols et des talus, de rechercher les conditions d'utilisation pour la correction des torrents de structures de béton armé plus légères et mieux protégées contre les sous-pressions, de mécaniser les travaux pour faire face à la pénurie de main d'œuvre, de réduire les coûts d'investissement et d'entretien.

Quoiqu'il en soit si l'aménagement des eaux est la condition de base de la politique interministérielle de la montagne, l'exploitation et le maintien qui en assurent la pérennité supposent l'existence et l'organisation d'une vie rurale et d'activités diversifiées dans les massifs de montagne. ■



L'Ecole des Ponts et Chaussées et la formation dans le domaine de l'eau

par Jacques TANZI
Directeur de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées

Passé et avenir

1. Dès sa fondation, il y a plus de 230 années, l'Ecole des Ponts et Chaussées avait donné une place importante à l'hydraulique. La personnalité de ses premiers directeurs le prouve à l'évidence : d'abord PERRONNET, le père de la conception des Ponts modernes qui a été également un prédécesseur en travaux maritimes, puis LAMBLARDIE, bien connu pour ses réalisations sur le mouvement des galets et la fixation des cotes, de CHEZY, le célèbre hydraulicien et de PRONY resté dans la postérité pour son frein dynamétrique, auteur d'un ouvrage fondamental à son époque sur la nouvelle architecture hydraulique. Cet engouement pour les choses de l'eau est naturel.

L'Ecole qui formait alors les ingénieurs supervisant tous les travaux publics réalisés pour l'Etat, les départements et les communes se devait d'être une pépinière particulièrement fertile pour les spécialistes de toutes les techniques ; celles des ports, des voies navigables et des ouvrages d'alimentation en eau urbaine ou agricole, sans oublier l'assainissement des terres, la défense des côtes et l'aménagement des cours d'eau. On peut citer parmi les plus célèbres de ses professeurs ou de ses anciens élèves, NAVIER en mécanique des fluides, Alexandre SURREL pour la maîtrise des torrents, BAZIN que la légende veut par erreur avoir été le dernier de sa promotion, célèbre pour ses travaux sur l'écoulement et la propagation de l'eau dans les canaux, BREMONTIER qui sut fixer les dunes de Gascogne, CHAMBRELENT dont l'œuvre fut multiple en matière d'assainissement, CHANOINE pour ses bouchures des barrages, FARGUE et GERARDON, inventeurs de méthodes adéquates pour améliorer les conditions de navigation sur les fleuves et rivières, MANGON, assainisseur de la Sologne et BELGRAND créateur de l'hydrologie moderne et promoteur des premiers travaux d'hygiène publique avec ses ouvrages sur l'alimentation en eau et

l'assainissement. On est frappé par la diversité des techniques abordées qui couvraient le champ entier des ouvrages assurant, à cette époque, la maîtrise des eaux pour la ville et pour la campagne. L'Ecole des Ponts, jusqu'à la fin du XIX^e siècle, était, en effet pratiquement la seule avec l'Ecole Polytechnique et l'Ecole Centrale à développer ces spécialités à un moment où le développement du pays, et du monde passait par une industrialisation et une urbanisation grandissante, demandant de plus en plus d'eau.

2. A partir du début du XX^e siècle, la création d'écoles d'ingénieurs spécialisés dans les techniques d'application de l'hydraulique et du génie rural conduisait l'Ecole des Ponts et Chaussées à conserver, certes, ses cours fondamentaux sur la mécanique des fluides, l'hydraulique, la géologie comme formation générale, mais à développer encore plus l'application sur les domaines où ses élèves auraient à opérer de façon privilégiée, comme les ports et les voies navigables, l'hydraulique urbaine, la conception et le calcul des barrages, l'utilisation de l'eau pour la production d'électricité. C'était en effet l'époque où s'illustraient les anciens élèves, tant civils que fonctionnaires dans les techniques portuaires, la construction des canaux et des écluses, l'alimentation en eau et l'assainissement des villes et la réalisation des ouvrages hydroélectriques ; et s'y faisaient un nom comme COYNE, EYDOUX, AUBERT, CHAPOUTHIER pour ne citer que ceux-là.

3. Après la deuxième guerre mondiale, cet effort se poursuivait dans les mêmes directions mais les besoins de la reconstruction des villes et du boom urbain et de l'aménagement du territoire laissait un peu l'enseignement des techniques de l'eau en retrait, la durée limitée de la scolarisation ne permettant pas de tout faire ; cette érosion des techniques très spécialisées, comme l'hydrologie et les barrages correspondant aussi au désir de consacrer plus de temps aux mécanismes de l'aménagement, aux problèmes économiques et de se limiter en contrepartie pour les ouvrages eux-mêmes

aux seuls points essentiels. Cette nouvelle orientation ne touchait pas seulement l'eau mais tous les domaines traditionnels de l'Ecole et ne pouvait que s'accroître, sauf à modifier la structure de l'enseignement. C'est ce à quoi on se résolut, en créant en deuxième année, après l'année d'enseignement général réservée aux ingénieurs civils, un tronc commun d'initiation aux techniques qui comprend uniquement des cours généraux préparant aux options que choisissent les élèves en troisième année.

Parmi celle-ci on retrouve une option travaux hydrauliques destinée à préparer ceux qui la choisissent aux différents domaines de l'eau, ports, navigation intérieure, alimentation en eau et assainissement, mais les rigueurs des horaires obligeaient à distinguer entre des cours de base obligatoires (géologie (1), mécanique des fluides, eau et atmosphère) les autres restant optionnels (navigation intérieure, travaux maritimes, réseaux divers) et choisis à la carte. Une place était également faite à l'eau dans l'option aménagement régional et urbain, les élèves pouvant choisir de suivre le cours réseaux divers.

4. Mais il faut constater qu'au total la formation eau proposée aux élèves était devenue modeste : un cours de base sur la mécanique des fluides et quelques éléments d'hydrogéologie dans le tronc commun et la possibilité d'un approfondissement en troisième année sur quelques techniques touchant à l'eau. Peu d'élèves choisissaient d'ailleurs cette option : 8 à 10 % environ, et parmi les 20 % qui s'orientaient sur l'aménagement régional peu prenaient intérêt aux aspects "eau" pourtant importants pour l'équipement du territoire. Cependant, ceux qui y prenaient goût montraient souvent par la qualité de leur projet technique et de leur travail de fin d'études, auxquels chaque élève consacre 4 mois en dernière année, que les problèmes de l'eau suscitaient encore un très grand intérêt.

En effet, on doit remarquer que dans la vie active, les jeunes ingénieurs sortis de l'Ecole participaient souvent au premier rang, aux côtés de leurs aînés, au mouve-

(1) comportant 2 à 3 leçons sur les eaux souterraines

ment général des techniques de l'eau, aussi bien dans les entreprises que dans l'Administration. Les nombreux succès obtenus à l'étranger par les bureaux d'études d'hydraulique, d'assainissement ou de maîtrise des eaux et par les sociétés spécialisées dans la distribution et la gestion montrent bien que la technique française conserve un niveau de classe internationale. Dans le même temps, les ingénieurs des Ponts, aux côtés de leurs collègues des autres grands corps, prenaient une part de premier plan dans l'élaboration et la mise en œuvre des structures modernes de gestion des eaux issues de la loi de 1964.

Cette nouvelle dimension donnée à la façon dont on doit considérer la ressource en eau, qui a été suivie avec intérêt à l'étranger puis imitée, s'est développée sur d'autres milieux comme l'air et le sol et a donné naissance à une politique de l'environnement. Ce sont ces éléments qui ont amené l'Ecole des Ponts à s'ouvrir à ces nouvelles techniques de gestion des ressources renouvelables.

C'est ainsi que mon prédécesseur à la direction de l'Ecole, M. PASQUET, depuis Président de la section "patrimoine naturel" du Conseil Général des Ponts et Chaussées, a introduit depuis 1979 une nouvelle option, concernant l'environnement et la gestion des ressources naturelles.

Cette option s'articule autour de nouveaux cours scientifiques (ou le développement de cours existants) concernant les aspects de la biologie et des milieux vivants, l'environnement eau atmosphère et sur un ensei-

gnement de gestion des eaux. Elle débouche sur un approfondissement sur les diverses techniques d'application.

La structure de l'option reste analogue à celles existantes avec des cours obligatoires et des cours à la carte, mais la nouveauté est l'ouverture sur les répercussions des actions d'aménagement et de mobilisation de la ressource sur cette même ressource et sur les autres éléments naturels.

Le schéma ci-après établi pour la gestion des eaux donnant le réseau des décisions à prendre pour répondre aux multiples besoins en eau montre les points que l'option cherche à approfondir et à faire passer dans l'esprit des élèves.

5. La brièveté de la scolarité face à l'ampleur des techniques oblige l'école, pour l'eau comme pour tous les autres secteurs, à limiter ses ambitions à donner à ses élèves en même temps qu'une méthode de travail, suffisamment d'ouverture sur les techniques classiques et nouvelles pour qu'ils soient tentés d'approfondir par eux-mêmes immédiatement ou à l'occasion de leur vie professionnelle.

La formation permanente qui permet ce recyclage est donc un complément indispensable au déroulement normal de l'enseignement. Dans ce domaine, l'important effort mené par l'Ecole avec l'appui de l'association des anciens élèves depuis 1974, s'est ouvert très vite sur le secteur de l'eau. Dès 1976, les premiers stages "eau" étaient proposés et pour l'année 1980, une quinzaine de sessions de 3 à 4 jours ont été prévues. En effet, l'intérêt suscité depuis

plusieurs années par ces séminaires a progressivement conduit l'Ecole à développer l'enseignement considéré en organisant sur certains thèmes (alimentation en eau potable, assainissement, traitement des déchets...) des ensembles de plusieurs sessions complémentaires permettant d'étudier de manière exhaustive les divers aspects des problèmes posés.

Ainsi :

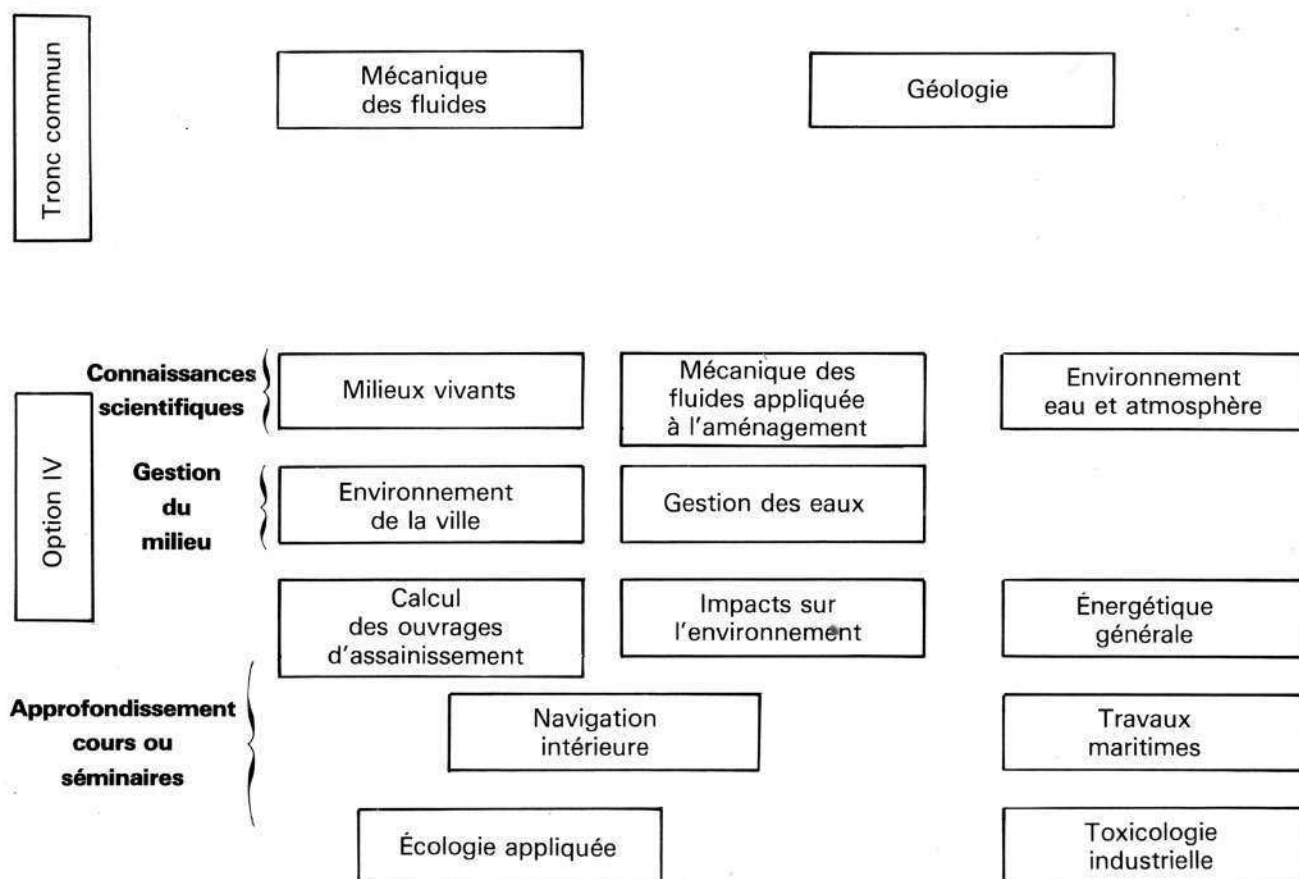
— l'alimentation en eau fera l'objet de deux stages portant respectivement sur "les ressources et le traitement" (février) et sur "les réservoirs, les réseaux et le comptage" (automne) ;

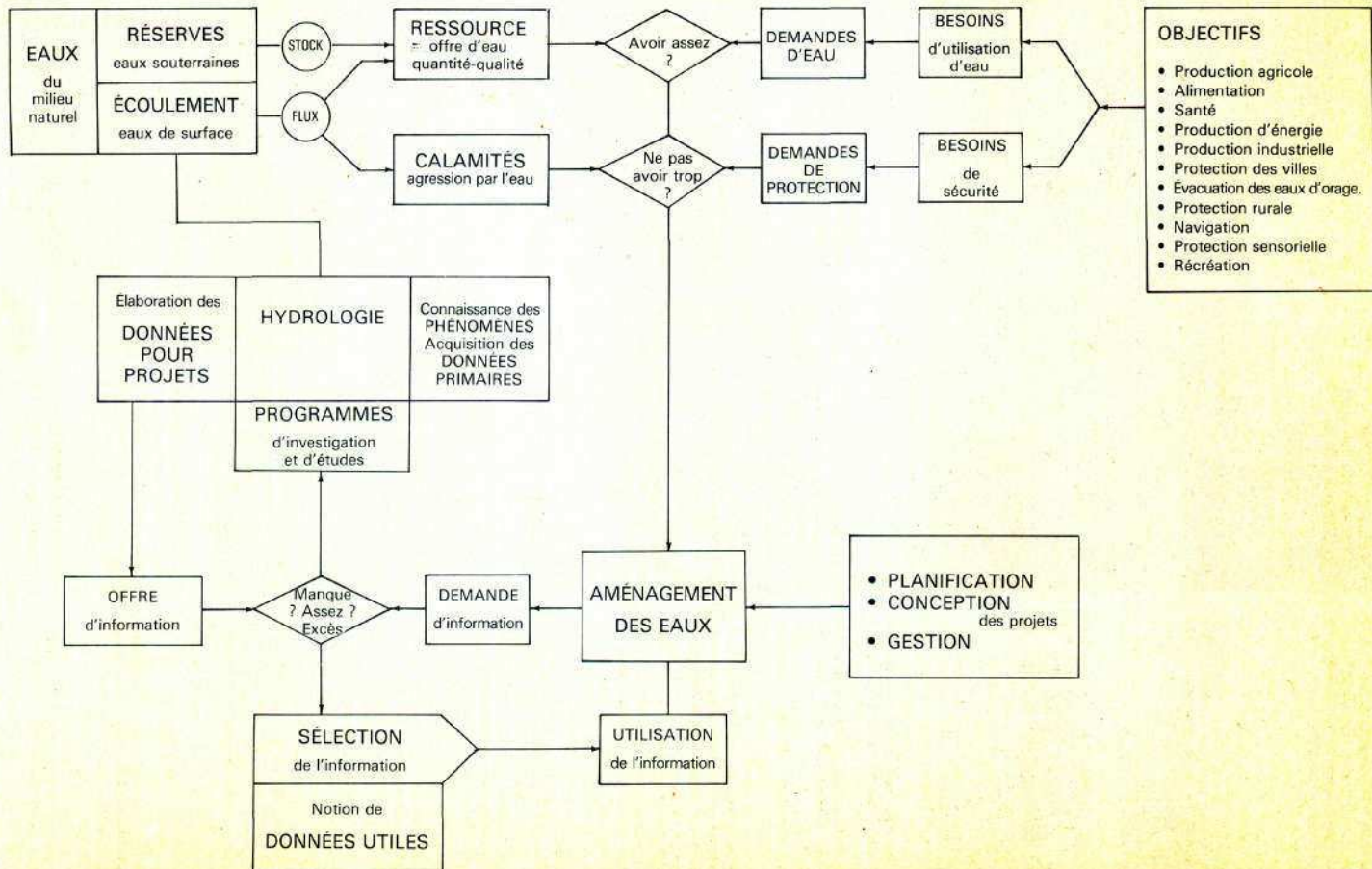
— l'assainissement sera étudié au cours des sessions "l'assainissement en zone de montagne", "la conception des réseaux d'évacuation des eaux pluviales urbaines" (mars) et "l'assainissement individuel" (automne), ainsi que lors des sessions traitant des stations d'épuration : "le traitement et élimination des boues" (avril), "procédés de traitement des eaux usées" (mai) et "l'élimination des matières de vidange" (juin) et enfin "les stations d'épuration littorales" (automne) ;

— les déchets urbains seront étudiés au cours de deux stages sur "la collecte, le stockage et le transport" (février) et "le traitement" (automne).

Par ailleurs, la question plus générale de la quantité et de la qualité des eaux fera l'objet de deux stages : "gestion des eaux" (hiver) et "la qualité des eaux" (automne).

Enfin, deux sessions "horizontales" traiteront respectivement de "l'application de





l'informatique à la conception des travaux de VRD" (mars) et du "rôle des collectivités locales dans le financement des équipements et services collectifs" (avril).

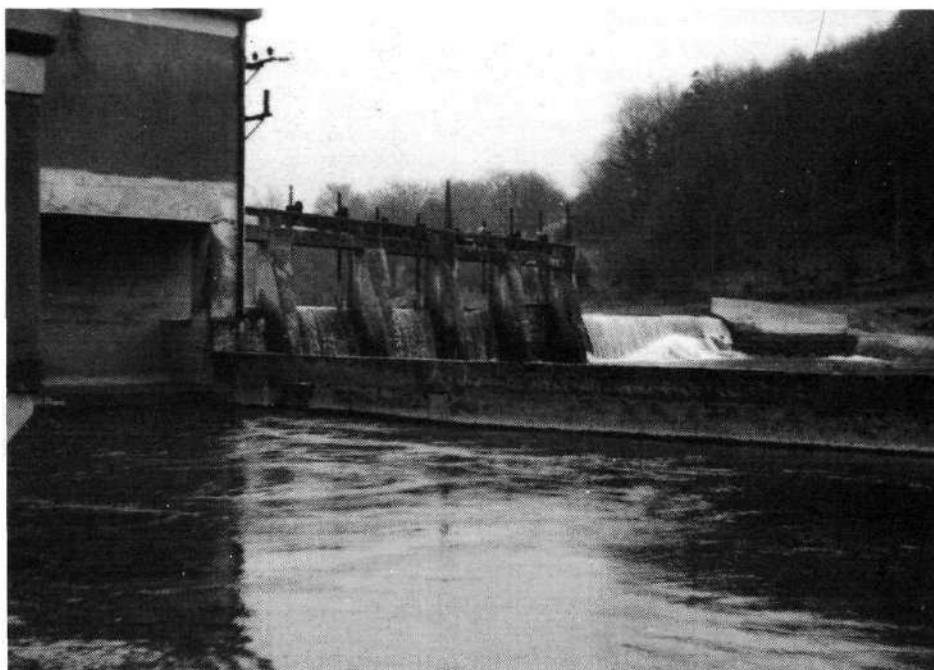
6. Pour parfaire son programme de formation, l'Ecole peut appliquer à l'intention des jeunes ingénieurs diplômés candidats au Doctorat un dispositif post scolaire consistant à attribuer des bourses de recherches pour la préparation de thèses sur des secteurs d'études prévues au programme d'action préscolaire n° 25 du VII^e plan.

Parallèlement à cet effort, l'Ecole a entrepris depuis 1976, avec l'appui financier de la Mission de la Recherche de son Ministère de tutelle, le développement de Centres de Recherche communs avec quelques-uns de ses principaux laboratoires associés : le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, le Laboratoire de Mécanique des Solides de l'Ecole Polytechnique et le Centre de Géologie de l'Ingénieur de l'E.N.S. des Mines de Paris. Ce type d'action a pour effet d'intéresser un nombre croissant de membres du corps enseignant de l'Ecole à l'effort de recherche, tout en augmentant la capacité d'accueil en Laboratoire des "thésards" Elèves-Chercheurs présentés par l'Ecole.

Au cours des cinq dernières années, le nombre des Elèves-Chercheurs de l'Ecole qui ont pu être admis en préparation de thèse a fortement augmenté et de nombreuses thèses ont déjà été soutenues avec succès, dont plusieurs dans le secteur de l'eau.

Mais les inconvénients pour l'Ecole, pour ses élèves et pour ses professeurs, de ne pas disposer de laboratoires propres ont conduit à rechercher des solutions pour constituer néanmoins un lieu de rencontre, pour les chercheurs provenant de différents laboratoires afin de nourrir l'enseignement des résultats de ces recherches et de développer celles-ci par les travaux de thésards de l'Ecole pilotés par les enseignants. Cette action aura comme objectif principal d'accélérer le passage des résultats de recherches aux applications grâce à des stages, des séminaires et des colloques et grâce à des publications de synthèse. Cette initiative rejoint donc l'enseignement de l'Ecole et la formation permanente. Cette action qui commence avec le centre d'enseignement et de recherches en matériaux de construction (CERMAC) va également être développée pour la recherche sur l'environnement et sur l'eau. Seront associés à ces efforts les organismes de bassin, les distributeurs d'eau et d'une façon générale, tous les acteurs opérant dans le développement des techniques de l'eau et de l'assainissement tels que la santé, l'industrie et l'agriculture.

La liaison entre enseignement et recherche s'en trouvera renforcée dans une discipline fondamentale, et l'Ecole y gagnera en crédibilité en matière de recherche de base dans un secteur prioritaire, en associant à son effort d'autres laboratoires, et en veillant à ce qu'il en résulte des "retombées" utiles aux Elèves.



Barrage de la Courbe Cosseville

Au plan des moyens l'Ecole accèdera, ce faisant, à de nouvelles sources de financement, grâce aux contacts qu'elle établira parallèlement avec la Mission des Etudes et de la Recherche de son Ministère de tutelle et avec d'autres organismes tels que le C.N.R.S. et l'INSERM. Ces contacts seront même institutionnalisés dans le cadre d'un groupement d'intérêt scientifique (G.I.S.), qui reste à créer.

7. Sur le plan international, l'Ecole ne reste pas non plus inactive. Elle reçoit de nombreux élèves étrangers qui constituent près de 50 % de ses élèves de troisième année et que parmi les stagiaires de la formation permanente et parmi ses thésards la part prise par les bénéficiaires non français s'accroît d'année en année. L'Ecole des Ponts a contribué avec l'Ecole du Génie Rural et l'Ecole des Mines à la création du Centre de Formation à la Gestion des Ressources en Eau (CEFIGRE) qui est installé à VALBONNE SOPHIA-ANTIPOLIS, et a pour objet d'assurer une formation complémentaire pour des spécialistes étrangers de la gestion des eaux. Elle va d'ailleurs jouer un rôle de plus en plus moteur au CEFIGRE qui après de nombreux colloques et séminaires tenus en 1978 et 1979, groupant au total environ 300 spécialistes de haut niveau, va commencer en 1980 un cycle régulier de formation sur l'alimentation en eau et l'assainissement, la lutte contre la sécheresse et de nombreux sujets techniques de pointe comme par exemple dévasement des barrages, la télédétection et la transmission des données.

Le CEFIGRE sera aussi un point de rencontre entre spécialistes et chercheurs français, les amenant à se grouper et à échanger leurs connaissances. Il complètera ainsi heureusement le centre de "recherches environnement et eau" dont il a été question au paragraphe précédent qui pourra servir aux boursiers et thésards étrangers.

Le dynamisme de l'Ecole et de ses enseignements trouvera dans ces structures

nouvelles d'échanges et de progrès, un terrain particulièrement fécond et propice pour contribuer avec efficacité au développement des techniques nouvelles de l'eau.

BARBER-GREENE
Rénovation de chaussées
RX40 - RX75
Finisseurs toutes largeurs
tous modèles
SA150-SA144-SB131-SB111

TAMPO
Le compactage des enrobés
et des remblais
RS144 - RS166 A - RS188 A

WABCO
Dumpers et graders
Modèles : **777 PF** et **444 PF**
Haulpak 35 à 3200

ETNYRE
Gravillonneurs
Répandeurs à bitume
**Tout le matériel
pour la construction, l'entretien
et la rénovation des chaussées**



STIME
5, avenue montagne 75008 Paris
Tél. 261.51.84 (20 lignes) Téléc. 650004

Philips.

La lumière efficace n'est pas vorace.



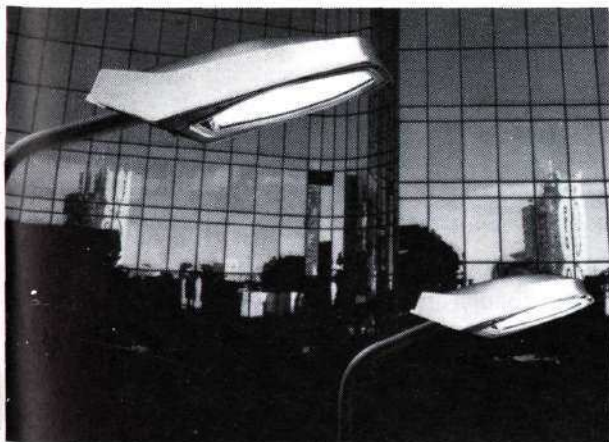
SON 70

Lampes au sodium haute pression.

Alors que l'énergie devient denrée précieuse, Philips travaille à la conception de sources économes. Et cela donne, par exemple, sa gamme nouvelle de lampes au sodium haute pression, qui permettent jusqu'à 40 % d'économie.

La SON 70 de Philips, au sodium haute pression, spécialement recommandée pour les installations de faibles puissances, offre pour une efficacité lumineuse élevée une belle qualité de lumière, agréable et vivante.

La lumière efficace et belle de Philips n'est pas vorace.



Marina 10



PHILIPS

1979

ANNUAIRE DES PONTS ET CHAUSSÉES

INGÉNIEURS DU CORPS - INGÉNIEURS CIVILS

Téléphone : 280.25.33

Téléphone : 280.34.13

ÉCOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSÉES

28, RUE DES SAINTS-PÈRES - PARIS 7^e

Les Ingénieurs des Ponts et Chaussées jouent, par vocation, un rôle éminent dans l'ensemble des Services du Ministère de l'Équipement.

Ils assument également des fonctions importantes dans les autres Administrations, et dans les organismes du Secteur Public, Parapublic et du Secteur Privé, pour tout ce qui touche à l'Équipement du Territoire.

En outre, dans tous les domaines des Travaux Publics (Entreprises, Bureaux d'Études et d'Ingénieurs Conseils, de Contrôle) les Ingénieurs Civils de l'École Nationale des Ponts et Chaussées occupent des postes de grande responsabilité.

C'est dire que l'annuaire qu'éditent conjointement les deux Associations représente un outil de travail indispensable.

Vous pouvez vous procurer l'édition 1979 qui vient de sortir, en utilisant l'imprimé ci-contre.

Nous nous attacherons à vous donner immédiatement satisfaction.



BON DE COMMANDE

à adresser à
OFERSOP — 8, bd Montmartre, 75009 PARIS

CONDITIONS DE VENTE

Prix 180,00 F
T.V.A. 17,60 31,68 F
Frais d'expédition 15,00 F

- règlement ci-joint, réf. :
 règlement dès réception facture.

Veillez m'expédier annuaire(s) des Ingénieurs des Ponts et Chaussées dans les meilleurs délais, avec le mode d'expédition suivant :

- expédition sur Paris
 expédition dans les Départements
 expédition en Urgent
 par Avion

Documents relatifs à un ingénieur des Ponts et Chaussées beau-frère d'Honoré de Balzac

On trouve dans le roman d'Honoré de Balzac : le Curé de Village, une lettre où un ingénieur des Ponts et Chaussées se plaint de son métier et critique son administration

On peut penser que Balzac a été renseigné par son beau-frère qui faisait partie du corps des Ponts et Chaussées, aussi paraît-il intéressant de donner quelques renseignements sur la carrière de ce dernier.

Le dossier qui le concerne est classé aux Archives Nationales sous la cote F14 2283. Nous en donnons ci-après des éléments :

Né en 1790, admis à l'Ecole Polytechnique en 1808, à l'Ecole des Ponts et Chaussées en 1810, il y fut inscrit d'après les registres de l'Ecole sous le nom d'Allain dit Surville. Nommé aspirant en février 1813, il fut affecté au canal de l'Ourcq.

Il se trouvait placé sous les ordres de l'ingénieur en chef Girard. Celui-ci proposait par rapport du 28 décembre 1814 la nomination de Surville au grade d'ingénieur ordinaire de 2^e classe :

"Monsieur Surville aspirant fait le service d'ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées au canal de l'Ourcq depuis le mois de mars 1813 et il a rempli les fonctions de ce grade avec beaucoup d'intelligence d'activité et de zèle.

Au mois de février dernier il fut désigné par Monsieur votre prédécesseur pour remplir les fonctions d'ingénieur militaire et vous avez sans doute reçu Monsieur le Baron des témoignages avantageux sur la conduite qu'il a tenue et le dévouement qu'il a montré.

Permettez-moi de présenter tous ces titres à votre bienveillance en vous priant de vouloir bien comprendre Monsieur Surville au nombre des aspirants qui passeront au grade d'ingénieur ordinaire à l'époque de la première promotion qui sera faite..."

Auparavant, le 19 septembre 1814, Surville avait demandé un supplément à son traitement ou à ses frais fixes en raison des dépenses faites par lui pour son cheval,

indispensable à ses déplacements. Il ne put recevoir satisfaction immédiate par suite du manque de crédits.

Un peu plus tard, un employé dont Surville avait eu à se plaindre se défendit en accusant Surville par lettre du 7 mars d'avoir fait établir des feuilles d'attachement se rapportant à des travaux non exécutés pour toucher des sommes qui ne lui étaient pas dues. L'administration ne s'émou pas, la pièce porte la mention : *"Classer au dossier de Monsieur Surville pour renseignement"*.

En 1815 par lettre du 4 août, Surville demandait un congé de six mois pour se rendre aux Etats-Unis en raison d'affaires "de la plus haute importance pour sa famille et pour lui-même". Ce congé lui fut accordé.

A son retour en 1816, une décision du 27 mai lui accordait des frais fixes d'ingénieur bien qu'il ne fut qu'aspirant. Il fut promu ingénieur de 2^e classe en septembre 1817.

Affecté alors à Rennes, il obtint de différer son départ et demeura en fin de compte au canal de l'Ourcq.

"Je reçois la lettre que vous m'avez fait l'honneur de m'écrire le 30 juin dernier et par laquelle vous m'annoncez que d'après le désir que vous lui avez témoigné et sur la proposition de M. l'ingénieur en chef Coïc, la Compagnie du canal de l'Ourcq vous a choisi pour être sous les ordres de cet ingénieur chargé des travaux du canal dans l'arrondissement de Paris. Avant de prendre aucun engagement avec cette compagnie, vous désirez obtenir mon assentiment, je vous l'accorde volontiers.

Vous serez assimilé pour vos droits à l'avancement et à la retraite aux ingénieurs employés à des fonctions publiques" écrivait à Surville le directeur général des Ponts et Chaussées le 7 juillet 1818.

Le 15 mai 1820, le directeur général donnait son assentiment au mariage de Surville avec Laure Balzac dans les termes suivants : *"Je donne volontiers mon assentiment à cette union et je désire qu'elle vous procure le bonheur que vous méritez. Dans ce sens c'est avec plaisir que je signerai votre contrat de mariage"*.

Le 2 mai de l'année suivante : 1821, Surville écrivait : "je suis désigné sous les noms de Eugène, Auguste, Georges, Louis, Allain dit Surville ; lorsque dans le mois de may 1820 je m'occupais de réunir les papiers qui étaient nécessaires à mon mariage j'appris de ma mère que le 14 ventôse an 2 le tribunal de Rouen avait déclaré constant mon état de fils naturel Midy Delagrenerey et m'autorisait à porter le nom de mon père".

En 1822 Surville fut nommé en Seine et Oise, et deux ans plus tard son ingénieur en chef Polonceau transmettait sa demande de passage à la première classe :

"l'ingénieur (en chef) directeur soussigné chargé du service des Ponts et Chaussées du département de Seine et Oise se fait un plaisir de déclarer que Monsieur Surville depuis son entrée dans le département de Seine et Oise en 1822 a montré beaucoup de zèle et de dévouement à ses devoirs, qu'il a toujours tenu son service en très bon ordre, que sa conduite a été constamment excellente dans toutes ses relations avec son chef, avec ses employés et avec les autorités locales, qu'il est également juste et ferme avec les entrepreneurs et que ses services dans le département ajoutés à ceux qui sont énumérés dans l'état ci-joint et à ses droits à l'ancienneté, lui paraissent suffisants pour appuyer la demande formulée par cet ingénieur au grade d'ingénieur ordinaire de première classe et par ces motifs prie Monsieur le directeur général de vouloir bien prendre cette demande en considération".

L'avis du préfet était favorable. Surville obtint son avancement en 1828.

Entre-temps Surville avait été autorisé en plus de son service à Versailles à apporter ses conseils à la compagnie du canal de l'Essonne, affaire privée.

Toutefois, en février 1829, Surville était invité à ne pas négliger son service à Versailles dont il était trop souvent absent.

Le 21 avril de la même année, Surville demandait à être autorisé à quitter son poste "pour se livrer aux études du canal latéral à la Loire en me considérant comme placé en service extraordinaire de manière que tous mes droits tant à l'avancement qu'à la retraite me soient conservés". Il obtint satisfaction.

"Je vous accorde volontiers cette autorisation. Vous cesserez en conséquence de recevoir votre traitement et vos frais fixes sur les fonds des Ponts et Chaussées à partir du 16 mai..."

Au mois de juillet de la même année, une

lettre invitait Surville à remettre entre les mains de l'Ingénieur en chef d'Astier des documents appartenant à l'administration qu'il avait conservés et qui se rapportaient à divers projets.

Placé dans la réserve sans traitement, Surville demandait en 1832 à être promu ingénieur en chef.

Sa demande n'obtint pas satisfaction. Le directeur général lui écrivit :

"Monsieur, j'ai reçu la lettre que vous m'avez fait l'honneur de m'écrire et par laquelle vous me demandez à être élevé au grade d'ingénieur en chef. Vous pensez qu'il doit être plus facile de vous accorder ce grade parce que vous êtes attaché à une compagnie et que ne recevant pas de traitement de l'administration, il n'en résulterait aucune augmentation de la dépense de personnel..."

Il n'a pas été possible quant à présent d'accueillir votre demande et cela est tout à fait indépendant de votre position... (la distribution des grades ne peut se faire selon qu'elle coûte ou non à l'Etat), elle est une récompense des services rendus ; au reste je ne perdrai pas de vue les titres que vous faites valoir et lorsque je m'occuperai de promotions, j'y donnerai toute l'attention convenable. Je serai fort aise de pouvoir réaliser vos vœux".

La compagnie de la Basse-Loire dut cesser son activité, mais Surville continua à travailler dans le secteur privé élaborant différents projets. L'un d'entre eux concernait la liaison par fer de Paris à Orléans. Le projet de Surville qui adoptait le tracé projeté par lui pour le canal de l'Essonne fut examiné par le Conseil Général des Ponts et Chaussées en même temps que ceux de MM. Polonceau, Desfontaines, et Seguin frères (séances des 10, 17, 20, 23, 24, 27 février et 3 et 6 mars 1835).

Surville poursuivit des activités privées sur lesquelles son dossier est muet. Sa mise à la retraite lui fut notifiée par la lettre suivante du 22 juin 1841 :

"Je vous annonce avec regret qu'il ne m'a pas été possible de vous maintenir plus longtemps dans le cadre de la réserve et que Monsieur le Ministre des Travaux Publics a décidé que vous seriez admis à la retraite.

Il a dû être en conséquence procédé au règlement de votre pension, je vous en adresse ci-joint le brevet, (elle montait à 1 528F par an).

Après la révolution de février, Surville écrivait au Ministre des Travaux Publics :

Citoyen ministre :

Le soussigné entré à l'Ecole des Ponts et Chaussées en 1810 et nommé aspirant ingénieur en 1813, donne dès lors des preuves de son patriotisme en faisant comme lieutenant provisoire du génie attaché au quartier impérial la campagne de 1814 ; à cette occasion il fut obligé de s'exiler momentanément de la France mais à son retour en 1816 il fut réintégré dans le Corps des Ponts et Chaussées.

Il était ingénieur de 1^{ère} classe chargé de l'arrondissement de Versailles lorsqu'en

1829 il fut engagé par le Directeur Général à quitter le service ordinaire pour se livrer à une entreprise de haute utilité publique qui venait d'être concédée par l'Etat.

Survirent bientôt les événements de 1890 auxquels il participa et cette nouvelle manifestation de ses sentiments patriotiques indisposa contre lui le chef de l'administration des Ponts et Chaussées nouvellement nommé.

C'est ce motif du moins qui fut allégué pour justifier les passe droits et le mauvais vouloir auxquels le soussigné fut constamment en butte depuis cette époque.

C'est pour cela qu'il fut maintenu dans le cadre de la disponibilité et qu'on refusa de le réintégrer dans le service actif après la ruine de l'affaire du canal de la Basse-Loire quoiqu'il en ait fait une condition expresse de sa participation à cette affaire.

C'est pour cela qu'on lui refusa l'avancement auquel son rang d'ancienneté lui donnait droit quoique d'autres ingénieurs dans la même position que lui eussent obtenu des avancements.

C'est pour cela qu'il fut mis à la retraite aussitôt que le règlement le permit sans qu'il en ait formulé la demande et sans que rien justifiait cette mesure.

Aujourd'hui que les sentiments républicains ne peuvent plus être des motifs de disgrâce et d'ostracisme, le soussigné se présente avec confiance devant vous Citoyen Ministre pour demander réparation des torts qu'il a éprouvés jusqu'ici.

Il réclame en conséquence de votre justice sa réintégration dans le Corps National des Ponts et Chaussées comme inspecteur divisionnaire ou au moins comme ingénieur en chef de 1^{ère} classe, position occupée par la plupart de ses contemporains".

Cette lettre signée Midy de la Greneraye-Surville porte la mention "à joindre au dossier". Elle n'eut semble-t-il aucune autre suite. Il en alla de même des deux lettres de l'agent de change Christin datées du 1^{er} juin 1848 adressées l'une au Ministre des Travaux Publics, l'autre au Ministre de l'Intérieur, que ce dernier transmit au Ministre des Travaux Publics.

"Au nom de deux de mes clients qui ont le plus grand intérêt à être fixés sur la moralité et la solvabilité d'un sieur Midy de la Greneraye-Surville se disant ingénieur, rue des Martyrs n° 47 à Paris et concessionnaire de plusieurs ponts dans diverses localités par exemple vers Dole (Jura), soit à Surène près de Paris, soit ailleurs..."

Il a obtenu près de Niort l'adjudication de trois petits ponts et à cette occasion il a en ce moment des difficultés avec son fournisseur..."

Veillez de grâce, Monsieur le Ministre, me dire surtout si comme on le prétend, il est toujours en guerre avec ses fournisseurs et avec l'administration des Ponts et Chaussées".

Le dossier ne contient quant à ces lettres, ni réponse, ni commentaire.

Ultérieurement dans sa séance du 28 juillet 1851, le Conseil Général des Ponts et Chaussées délibéra sur une contestation

entre Surville concessionnaire et les Ingénieurs du Jura au sujet des frais et honoraires qui leur étaient dus et le Conseil : "Considérant que les états dont il s'agit n'ont rien d'exagéré (751 F et 273 F) est d'avis qu'il y a lieu d'approuver ces états et d'inviter Monsieur le Préfet à en faire poursuivre le paiement par Monsieur Surville concessionnaire".

Cet incident montre que les relations de Surville avec ses collègues restés au service de l'Etat n'étaient pas bonnes.

Le dossier ne fait pas connaître les motifs qui ont conduit à la décision de mise à la retraite de Surville. Furent-ils purement administratifs, ou s'agissait-il d'une sanction déguisée. Nous ne pouvons le dire après les pièces que nous avons eues entre les mains.

Nos recherches nous ont conduits à un autre dossier qui peut éclairer les propos prêtés par Balzac à son personnage ; celui de Polonceau, constructeur remarquable, qui fut à Versailles l'ingénieur en chef de Surville. Le dossier classé aux Archives Nationales sous la cote F14 2302 contient un rapport du 22 septembre 1829 où Polonceau s'exprimait comme suit :

"... Toutes les fois que j'ai proposé des améliorations dans diverses parties du service, j'ai éprouvé les plus grandes difficultés et la plupart du temps des désagréments sans pouvoir obtenir l'autorisation nécessaire pour en faire les applications. Ainsi j'ai proposé en 1816... un modèle d'abri simple et peu dispendieux pour les cantonniers et... on n'a rien fait.

En 1818 je présentai à l'administration un modèle de classement méthodique et uniforme des papiers dans tous les bureaux... un inspecteur général l'a gardé et n'a pas fait le rapport.

J'ai proposé en 1818 le projet d'un instrument fort simple destiné à faire les terrassements des accotements. Le projet a été enterré.

J'ai proposé l'exécution d'un cylindre de compression. (Le Conseil Général de Seine et Oise a payé).

(J'ai proposé un nouveau type de bordures...)

(J'ai proposé de nouvelles dispositions pour les ponts à bascule).

J'ai résumé ces exemples pour prouver qu'il y a dans la marche administrative quelque chose qui repousse et arrête les améliorations et que celles qui exigent des changements dans la marche et les habitudes établies ne peuvent se réaliser suivant les formes ordinaires mais seulement par les effets d'une volonté ferme et soutenue du chef de l'administration qui, pouvant s'affranchir des entraves de toutes natures qu'éprouvent en général les innovations, peut seul vaincre les obstacles moraux et physiques et est indispensable pour assurer des résultats utiles".

Surville avait déjà quitté la Seine et Oise depuis quelques mois quand ce rapport fut adressé, mais selon toute vraisemblance il connaissait les vues de son ingénieur en chef et put les transmettre à son beau-frère.

André BRUNOT
IGPC retr.

Lu pour vous

Les routes dans la Brie et la Champagne occidentale : histoire et techniques

La Revue générale des routes et des aérodromes a publié, d'avril 1979 à mars 1980, sept articles de M. Mesqui, ingénieur des Ponts et Chaussées et historien à ses heures, sur l'évolution des cheminements routiers dans la Brie et la Champagne occidentale.

Cette publication a obtenu un vif succès chez nos lecteurs, par l'originalité de la documentation comme par la richesse du sujet lui-même : la Brie et la Champagne, au cœur de la France d'autrefois, furent profondément marquées par leur situation privilégiée au sein du réseau routier, devenant des moteurs pour l'économie nationale, voire internationale au moment des foires de Champagne, des greniers pour le ravitaillement de la capitale...

En cette année 1980, qui est celle du "patrimoine", nous envisageons de réunir l'ensemble de ces articles en un livre que nous éditerons, si nous recevons un nombre suffisant de souscriptions, et dont la parution est prévue le 15 novembre 1980.

Ce livre, abondamment illustré par photographies et gravures inédites, ainsi que cartes et plans détaillés, reprendra les sujets traités dans la **Revue générale des routes et des aérodromes** ces derniers mois. L'auteur nous entraînera tour à tour sur le réseau gallo-romain, suivant pas à pas ces anciennes artères que nos ancêtres tracèrent au mépris du relief, sur les chemins du Moyen Age, animés par les foules bigarrées de commerçants qui se pressaient aux foires de Champagne, comme sur les routes du XVIII^e siècle que nous parcourons encore sans bien soupçonner leur âge ; et, au fil des événements, successions féodales, guerres et mariages entre grands, l'on suit, pas à pas, l'évolution de ces cheminements qui modelèrent nos campagnes avant le grand renouveau amené par Trudaine. Des réalisations elles-mêmes, il reste bien peu, mais l'auteur nous guide, loin des grandes voies de notre époque, à la découverte de quelques témoins chargés d'histoire, en particulier ces jolis ponts romains ou médiévaux.

Prix de vente de l'ouvrage (format, 155 x 230 mm, 224 pages) : broché 70F, relié toile 90 F, relié cuir 200 F, TVA incluse, port en sus.

Si vous désirez acquérir ce livre, nous vous prions de nous retourner le bon de souscription ci-dessous avec votre signature. Ne pas envoyer de règlement pour le moment.

Bon de souscription

à renvoyer à R.G.R.A. - 9, rue Magellan 75008 Paris

Je souscris à :

- exemplaire (s) de cet ouvrage broché
 - exemplaire (s) de cet ouvrage relié toile
 - exemplaire (s) de cet ouvrage relié cuir
- que je réglerai dès réception.

Nom

Prénom

Rue n°

Ville

Code postal

Date

Signature



Journées de travail sur

"Les études d'impact, pour mieux gérer l'environnement"

9 et 10 juin 1980

MAISON DE LA CHIMIE

A l'initiative de Michel d'ORNANO, Ministre de l'Environnement et du Cadre de Vie, deux journées de travail auront lieu à Paris, les 9 et 10 juin, à la Maison de la Chimie, 28 bis, rue Saint-Dominique à Paris.

Elles sont ouvertes aux décideurs et responsables d'aménagement (élus, fonctionnaires, aménageurs publics et privés, industriels) à tous ceux concernés par l'élaboration des études d'impact (scientifiques, bureaux d'études, architectes, paysagistes... juristes...), au public (associations, administrés, etc.)

12 groupes de travail à caractère technique seront l'occasion, à partir d'exemples concrets, de mettre en évidence une meilleure gestion de l'environnement en France et à l'étranger, dans les domaines tels que routes, aménagements agricoles et industriels...

Deux tables rondes, présidées par M. Jean-Claude COLLI, Délégué à la Qualité de la Vie, seront l'occasion de discussions à caractère plus général et ouvertes à un public plus large.

DEUX JOURNEES POUR FAIRE LE POINT SUR 30 MOIS D'APPLICATION DES ETUDES D'IMPACT.

Renseignements et inscription :
DELEGATION A LA QUALITE DE LA VIE
Téléphone : 747 12 13
758 12 12 Poste 3076

mouvements

DÉCISIONS

M. Emile **QUINET**, I.C.P.C. à l'Institut de Recherche des Transports, est, à compter du 1^{er} mars 1980, en sus de ses attributions actuelles, chargé par intérim des fonctions de Chef du Service d'Analyses Economiques.
Arrêté du 28 février 1980.

M. Guy **BENATTAR**, I.P.C., au Service d'Analyses Economiques, est, à compter du 1^{er} mars 1980, chargé de mission auprès du Directeur des Transports Intérieurs.
Arrêté du 28 février 1980.

M. Claude **DESGRANDCHAMPS**, I.C.P.C., D.D.E. des Hautes-Alpes, est, à compter du 8 mars 1980, réintégré dans son corps d'origine et mis à la disposition du Premier Ministre — Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale.
Arrêté du 12 mars 1980.

M. Dominique **SCHWARTZ**, I.P.C. à l'Institut de Recherche des Transports, est, à compter du 1^{er} janvier 1980, mis à la disposition du Commissariat Général du Plan, pour être chargé de mission.
Arrêté du 21 mars 1980.

M. Jacques **DUPAIGNE**, I.C.P.C., en service détaché auprès du Ministère de la Coopération, est, à compter du 1^{er} avril 1980, affecté à l'Administration Centrale, Direction du Personnel.
Arrêté du 27 mars 1980.

M. Léon de **PAULOU-MASSAT**, I.G.P.C. est, à compter du 1^{er} avril 1980, chargé de la 1^{ère} (Région NORD PAS-DE-CALAIS) circonscription territoriale d'Inspection Générale des Services Extérieurs de l'Equipement et de l'Environnement.
Arrêté du 31 mars 1980.

M. Georges **CREPEY**, I.P.C., adjoint au D.D.E. de la Seine-Maritime, est, à compter du 16 avril 1980, muté à la Direction de l'Urbanisme et des Paysages en qualité d'Adjoint au Directeur.
Arrêté du 31 mars 1980.

Les I.G.P.C. dont les noms suivent sont, à compter du 20 février 1980, chargés des circonscriptions d'Inspection Générale Territoriale des services maritimes ci-après :
M. Pierre **ANDRAU** : 26^e circonscription d'inspection maritime Atlantique Sud (littoral des régions Poitou-Charentes et Aquitaine).

M. Pierre **DESBAZEILLE** : 25^e bis circons-

cription d'inspection générale maritime Bretagne-Loire (littoral des régions Bretagne et Pays de la Loire).

M. Maurice **RICHARD** : 25^e circonscription d'inspection générale maritime Normandie (littoral des régions Haute-Normandie et Basse-Normandie).

M. Gilbert **BALLAND**, I.C.P.C., Adjoint au D.D.E. du Val d'Oise, est, à compter du 1^{er} juin 1980, affecté à l'Inspection Générale de l'Equipement et de l'Environnement pour recevoir une mission d'Inspection Générale.
Arrêté du 14 avril 1980.

M. Jean-Paul **ALDUY**, I.P.C., en service détaché auprès du Ministère de la Coopération, est, à compter du 16 avril 1980, réintégré dans son administration d'origine et affecté à la Direction des Affaires Economiques et Internationales pour y être chargé du Service des Actions Internationales.
Arrêté du 14 avril 1980.

M. Jean **MILLIER**, I.G.P.C. est, à compter du 1^{er} avril 1980, affecté au Conseil Général des Ponts et Chaussées.
Arrêté du 18 avril 1980.

M. Pierre **CALAME**, I.P.C., à la Direction Départementale de l'Equipement du Nord, est, à compter du 16 avril 1980, muté à la Direction de l'Urbanisme et des Paysages.
Arrêté du 18 avril 1980.

NOMINATIONS

M. Michel **DELHOMMEZ**, I.P.C. à la Direction Départementale de l'Equipement du Calvados, est, à compter du 10 mars 1980, nommé D.D.E. des Vosges, en remplacement de M. SERRIER.
Arrêté du 19 mars 1980.

M. René **AUGIER**, I.C.P.C., D.D.E. de la Loire, est, à compter du 1^{er} février 1980, mis à la disposition de la Ville de Marseille en vue d'y exercer les fonctions de Directeur Général des Services Techniques.
Arrêté du 26 mars 1980.

M. André **TALMANT**, I.C.P.C. au Service de la Navigation du Nord et du Pas-de-Calais, est, à compter du 1^{er} avril 1980, nommé Chef du Service Régional de l'Equipement "CHAMPAGNE-ARDENNES".
Arrêté du 31 mars 1980.

M. Guy **LADOUCETTE**, I.P.C., chargé de la branche "Infrastructures" à la Direction Départementale de l'Equipement de la Moselle, est, à compter du 1^{er} avril 1980, nommé Adjoint au Directeur, chargé de l'Infrastructure.
Arrêté du 31 mars 1980.

M. Bernard **FAUVEAU**, D.D.E. des Pyrénées-Orientales, est, à compter du 21 avril 1980, nommé D.D.E. du Finistère, en remplacement de M. **ETIENNE**.
Arrêté du 3 avril 1980.

M. Jacques **DUPAIGNE**, à la Direction du Personnel, est nommé D.D.E. de la MARTINIQUE, en remplacement de M. de **KORSAK**.
Arrêté du 3 avril 1980.

M. Pierre **LEFORT**, Directeur de la mission d'Etudes pour l'Aménagement de la Basse Vallée de la Seine, est, à compter du 1^{er} mars 1980, nommé Conseiller Technique au Cabinet du Ministre de l'Environnement et du Cadre de Vie.
Arrêté du 14 avril 1980.

MUTATIONS

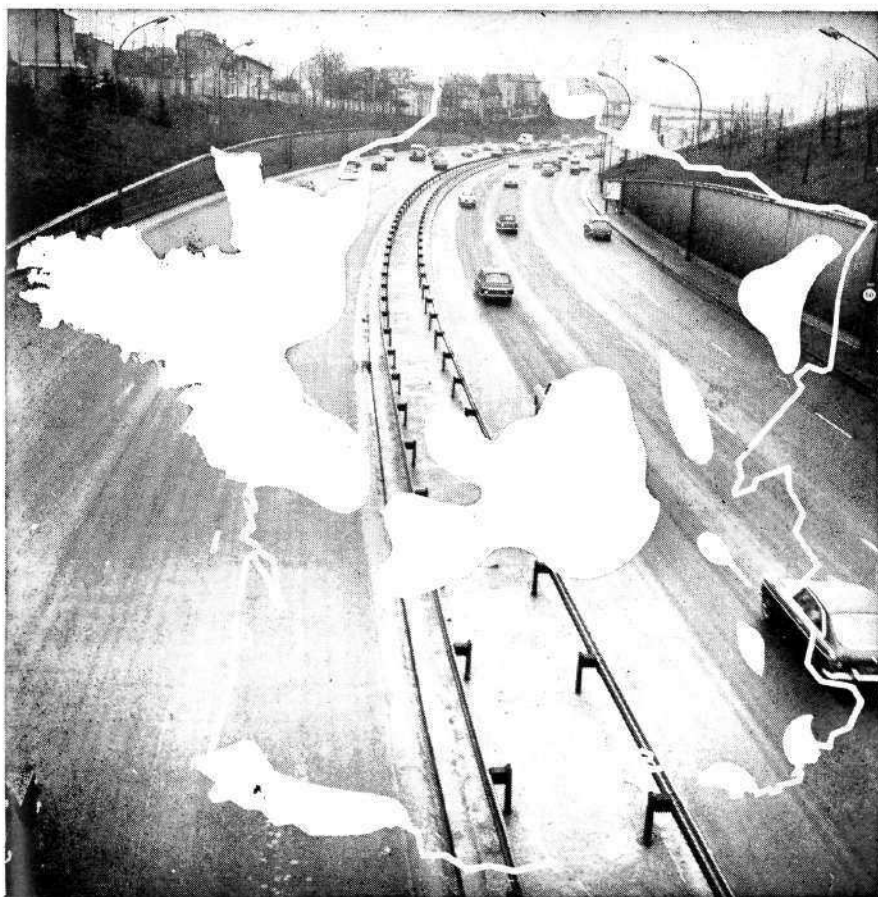
M. Alain **BAUDRY**, I.P.C. à la Direction Départementale de l'Equipement des Deux-Sèvres, est, à compter du 1^{er} mars 1980, muté comme chargé de mission auprès du Préfet de la Région "Languedoc-Roussillon".
Arrêté du 12 mars 1980.

M. François **LE PICARD**, I.P.C., Directeur de l'Ecole Nationale des Techniciens de l'Equipement d'Aix-en-Provence, est, à compter du 1^{er} avril 1980, muté à la Direction Départementale de l'Equipement de l'Oise en qualité d'Adjoint au Directeur.
Arrêté du 25 mars 1980.

M. Guy **MAUGIS**, I.P.C., à la Direction de la Construction, est, à compter du 16 mars 1980, muté à la Direction Départementale de l'Equipement des Yvelines en qualité d'Adjoint au Chef du Groupe "Urbanisme Opérationnel et Construction".
Arrêté du 26 mars 1980.

M. Daniel **LADRET**, I.P.C., affecté à l'Administration Centrale — Direction du Personnel —, est, à compter du 1^{er} avril 1980, muté à la Direction Départementale de l'Equipement de la Moselle, en qualité d'Adjoint au Directeur, chargé de l'Aménagement.
Arrêté du 31 mars 1980.

M. Jean-René **BRUNETIERE**, I.P.C., mis à la disposition du Ministère de la Santé et de la Sécurité Sociale est, à compter du 1^{er} avril 1980, muté à la Direction Départementale de l'Equipement des Pyrénées-Orientales pour y être chargé du service Logement-Aménagement.
Arrêté du 31 mars 1980.



**partout en France
la qualité
c'est notre affaire**

GESTION PUBLICITAIRE PHOTON G.P.

SYNDICAT NATIONAL DES
**PRODUCTEURS DE MATERIAUX D'ORIGINE ERUPTIVE,
CRISTALLOPHYLLIENNE ET ASSIMILES**

3, rue Alfred-Roll - 75849 PARIS CEDEX 17
Tél. : 766.03.64

Un tiers du sol national recèle des gisements de valeur.

USINOR réalise des cadres de soutènement TH, qui répondent aux exigences des charbonnages de France, suivant la norme française **A 45.256**



Nous disposons d'un catalogue de 3 000 types de cintres pour des soutènements coulissants ou rigides.

Notre rôle de constructeur est en effet d'être en mesure de répondre aux exigences des utilisateurs.

usinor

seul fabricant français de cadres de soutènement T.H.

Département Pieux et Soutènements

B.P. 4-177 - 59307 VALENCIENNES - Tél. (20) 47.00.00
Télex : 110.700 Usinor-Valci - 110.822 Usinor-Valci