

PEM



recherche; le bilan

Propre ou usée, l'eau c'est notre métier.



Qu'il s'agisse d'une ville ou d'un village, la Société Lyonnaise des Eaux prend en main, soit totalement, soit partiellement vos problèmes d'eau.

Il faut pouvoir, en effet, transformer, distribuer, rejeter un élément que la nature nous livre. L'eau en tant que produit fini doit présenter toutes les qualités que l'utili-

sateur est en droit d'exiger. L'eau après usage doit respecter les normes qui protègent la nature de la pollution. Et ceci pour un prix modeste.

Les différentes formules de contrats mises au point par la Lyonnaise des Eaux visent à répondre aux besoins exacts de vos collectivités.

Une structure décentralisée met partout

en France des interlocuteurs responsables face aux élus locaux. Derrière eux toute la logistique de la Lyonnaise des Eaux: laboratoires, centres de calcul, bureaux d'études, etc...

Potable ou non, si vous avez un problème d'eau, n'hésitez pas à nous consulter: nos spécialistes vous feront bénéficier d'une longue expérience acquise sur le terrain.



Société Lyonnaise des Eaux

45, rue Cortambert - 75769 PARIS CEDEX 16 - Tél.: 504.30.70.

3500 spécialistes de l'eau au service des collectivités.



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

Directeur de la publication :

Jacques TANZI
Président de l'Association

Rédacteur en chef :

Olivier HALPERN
Ingénieur
des Ponts et Chaussées

Assistante de rédaction :

Brigitte LEFEBVRE DU PREY

**Promotion et
administration :**

28, rue des Saints-Pères
Paris-7^e

Bulletin de l'Association des Ingénieurs des Ponts et Chaussées, avec la collaboration de l'Association des Anciens Elèves de l'Ecole des Ponts et Chaussées, 28, rue des Saints-Pères, 75007 Paris. Tél. 260.25.33.

Abonnements :

- France 150 F.
 - Etranger 150 F. (frais de port en sus)
- Prix du numéro : 18 F.

Publicité :

Responsable de la publicité :
Jean FROCHOT
Société Pyc-Editions :
254, rue de Vaugirard
75015 Paris
Tél. 532-27-19

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.

Dépôt légal 4^e trimestre 1976
N° 5198
Commission Paritaire N° 55.306

IMPRIMERIE MODERNE
U.S.H.A.
Aurillac

sommaire

Albert CAQUOT 1881-1976 13

dossier

La sécheresse de 1976 16
J.-F. SAGLIO

Les problèmes de la production électrique 17
A. GOUBET

Le département du Finistère 20
F. BOURGIN

L'aide apportée par l'armée 23

L'eau en région parisienne 27
F. VALIRON

Les eaux souterraines 34
G. CASTANY et J. MARGAT

Le département de l'Allier 40
B. VERDON

Le bassin de la Loire 45
F. KOSCIUSKO-MORIZET et J.-P. KRYN

L'incidence du déficit de pluie sur l'écoulement des rivières 49
R. BREMOND

La sécheresse 1976 : aspect climatologique 59
P. BROCHET

rubriques

Sagittaire 67

Formation continue 69

Courrier des lecteurs 71

Mouvements 72

Qualité de la vie 76

Couverture : RAPHO

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
"éléphone : 359.61.10



La Compagnie de Prospection Géophysique Française

est à votre service pour toutes études

EAU SOUTERRAINE

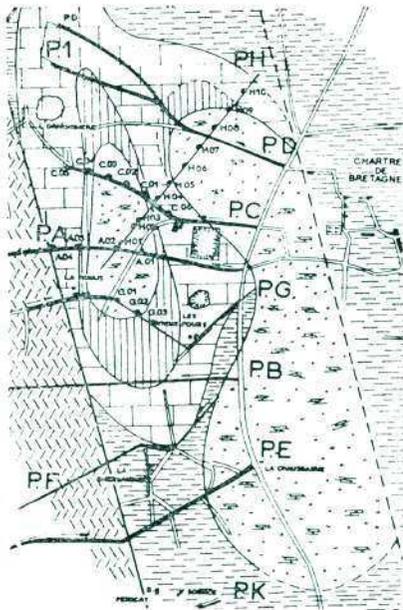
- hydrogéologie
- géophysique

BARRAGES ET RETENUES COLLINAIRES

- géologie
- géophysique
- géotechnique

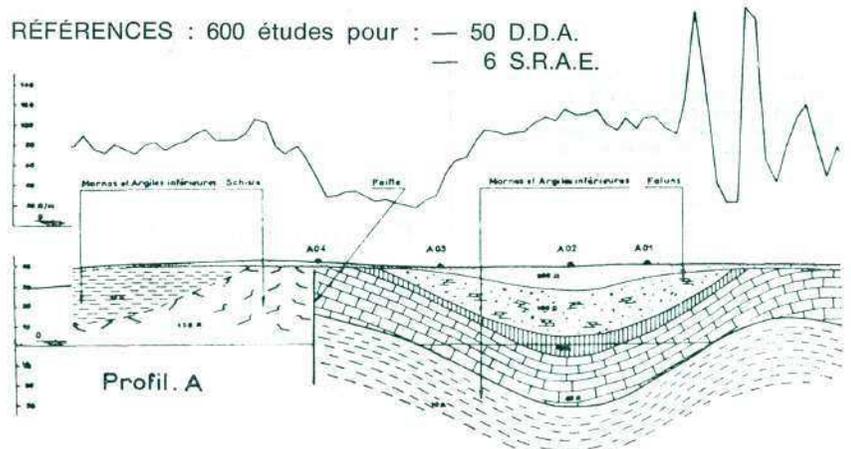
RÉFÉRENCES : 600 études pour :

- 50 D.D.A.
- 6 S.R.A.E.



77-79, avenue Victor-Hugo
92500 RUEIL-MALMAISON

Tél. : 749.65.77 (lignes groupées)





TECHNOSOL

BUREAU D'ETUDES
SOLS ET FONDATIONS

SONDAGES

PENETROMETRES

PRESSIOMETRES

LABORATOIRE

153, AV. VICTOR HUGO. 75116 PARIS
B.P. N° 3 - 91620 LA VILLE DU BOIS
TELEPHONE : 909.14.51+

pub. r. franco

Les raccords et
robinets universels

HUOT

tiennent
encore
lorsque

la canalisation plastique,
rigide ou semi-rigide,
éclate, à 5 ou 6 fois
sa pression d'utilisation

**Essais simultanés
en traction et en pression**

Sur conduit Ø 32 extérieur, prévu pour 6 kg

essai jusqu'à 35 kg.



une hernie apparaît...



... et c'est la rupture,
mais les raccords ont tenu.



Tous diamètres de 16 à 250 mm.
Tous conduits: Polyéthylène, P.V.C.
amiante ciment, Fer, Fonte

HUOT
S. A.

57 A 61, RUE DE LA ROQUETTE 75011 PARIS
TEL. 700.86.12
SIEGE: 55300 SAINT MIHIEL TEL. 88.00.48

LE TUBE D'ACIER à revêtement intérieur de mortier de CIMENT centrifugé.



est une synthèse de techniques éprouvées de l'Acier qui permet de réaliser des canalisations de transport et de distribution d'eaux potables ou industrielles

- incassables - étanches par des joints soudés - souples -
- inaltérables - économiques.

Le revêtement intérieur en mortier de ciment possède une très bonne inertie à l'agressivité des eaux véhiculées, et de plus n'est pas altéré par les opérations de soudures, coupes ou piquages.

stecta

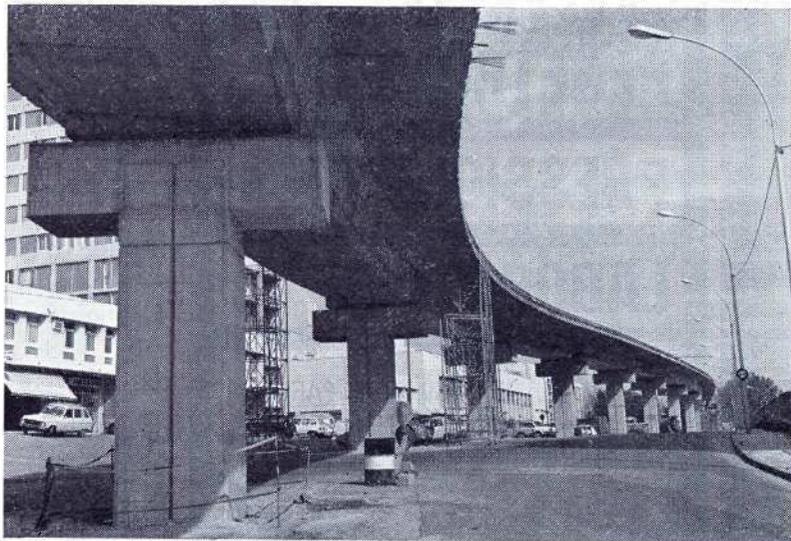
108-110, avenue Jean-Moulin
78170 La Celle-St-Cloud
Tél. 969.64.11/969.65.56/969.60.50



STECTA c'est encore :

- les tubes PVC ARMOSIG à joints «AS» ou «Collés»
- les vannes papillon AMRI
- la protection cathodique de structures métalliques enterrées
- la robinetterie-fontainerie Sté METALLURGIQUE HAUT-MARNAISE
- les compteurs EYQUEM

TERRASSEMENTS
TRAVAUX PUBLICS
BÉTON ARMÉ
ET PRÉCONTRAIT
BATIMENTS
TRAVAUX SOUTERRAINS
FLUVIAUX et MARITIMES



Métro de Marseille (en participation).
Viaduc de la Rose (exécution Moinon).

Agence : Provence - Alpes
Côte d'Azur
B. P. 23
13130 BERRE L'ÉTANG
Tél. : 91 - 85 - 42 - 37

Entreprise **MOINON**
57, rue de Colombes 92003 Nanterre Cedex
Télex : 691 755
Tél. : 769-92-90 (9 lignes)

ENTREPRISE

BOURDIN & CHAUSSE

S.A. au Capital de 21 000 000 F

NANTES :

Rue de l'Ouche-Buron - Tél. : 49.26.08

PARIS :

36, rue de l'Ancienne Mairie

92 - BOULOGNE-BILLANCOURT - Tél. : 604 13-52

**TERRASSEMENTS
ROUTES
ASSAINISSEMENT
RÉSEAUX EAU et GAZ
GÉNIE CIVIL
SOLS SPORTIFS**

**Un grand spécialiste
des terrassements**

55 000 CV
7 000 000 m³/an



Entreprise Valerian

**TERRASSEMENTS
TRAVAUX PUBLICS**

S.A. au Capital de 1 500 000 F.

84350 COURTHEZON

Tél. 70.72.61 - Télex 432582

**EN FAISANT PLEUVOIR SUR COMMANDE,
VOUS SUPPRIMEZ LA CORVÉE D'ARROSAGE.**



La qualité de l'arrosage conditionne la beauté des espaces verts.

TORO a conçu une gamme complète d'arroseurs automatiques programmés, enterrés.

Ils s'adaptent parfaitement à la dimension et à la forme des terrains que vous avez à entretenir : jardins privés et publics, golf, stades, espaces verts ceinturant une entreprise, etc.

Non seulement TORO supprime la corvée d'arrosage, mais encore vous pouvez programmer votre installation pour qu'elle fonctionne la nuit : vous évitez ainsi une déperdition importante par

évaporation, vous faites des économies de matière première et de main-d'œuvre.

Les spécialistes TORO sont à votre disposition pour étudier votre installation, en fonction de la nature du sol de votre terrain.

Des références? Nous en avons dans le monde entier.

Sadimato - Route de Chevreuse, 78320 Le Mesnil-Saint-Denis
Tél. 050.61.31 + - Télex 690 770



**ARROSAGE AUTOMATIQUE TORO :
SUPPRIMEZ UNE CORVÉE**



**Société
Armoricaïne
d'Entreprises
Générales**

S.A. au Capital de 2 000 000 F



**TRAVAUX PUBLICS
ET PARTICULIERS**



Siège social :
7, rue de Bernus - VANNES
Téléphone : 66.22.90

**SOCIÉTÉ ANONYME
DES ENTREPRISES**

Léon BALLOT

au Capital de 25 500 000 F

**TRAVAUX
PUBLICS**

155, boulevard Hausmann, 75008 PARIS

**Compagnie générale
de travaux d'hydraulique**

sade

**Sondages géotechniques
Sondages hydrogéologiques
et forages d'eau
Fondations spéciales**

Succursale de Lille :

**4, rue Gambetta
59350 - SAINT-ANDRÉ**

Tél. 55.24.69
55.24.32

**LE TRAITEMENT
DES ORDURES
MÉNAGÈRES
C'EST**

triga La

33, avenue Maréchal-Joffre
92000 NANTERRE
Téléphone : 769-33-80
Télex : SAGETOL 600 302 F



COMPOSTAGE :
21 USINES
4 000 tonnes/jour

INCINERATION :
40 FOURS
2 300 tonnes/jour



**15 USINES EN CONSTRUCTION
ACTUELLEMENT**



- constructions métalliques
- constructions mécaniques
- constructions nucléaires
- constructions off-shore
- aéroréfrigérants
- menuiserie métallique
- façades-murs-rideaux
- chaudronnerie-réservoirs
- ponts fixes et mobiles
- ouvrages hydrauliques
- entreprise générale

Compagnie Française d'Entreprises Métalliques

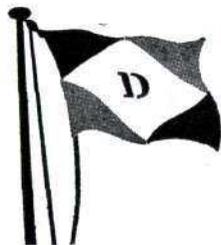
57, bd de Montmorency - B.P. 31816 - 75781 Paris Cedex 16 - Tél. 524 46 92 - Telex Lonfer Paris 620512

CFEM

SFEDTP

SOCIÉTÉ FRANÇAISE
D'ENTREPRISE DE DRAGAGES
ET DE TRAVAUX PUBLICS

Tour Eve - Quartier Villon,
1, place du Sud - 92806 PUTEAUX
Tél. : 776.42.36



Travaux à la Mer
Dragages et Terrassements
Aménagements Hydro-Électriques
Barrages et Canaux - Routes
Ouvrages d'art
Assainissement et Adduction d'eau
Fondations Spéciales
Bâtiments et Usines

SOUR

14 DIRECTIONS RÉGIONALES,
AU SERVICE DES COLLECTIVITÉS

études, construction,
exploitation,
de services publics
de distribution d'eau potable,
d'irrigation, d'assainissement,
et d'ordures ménagères.



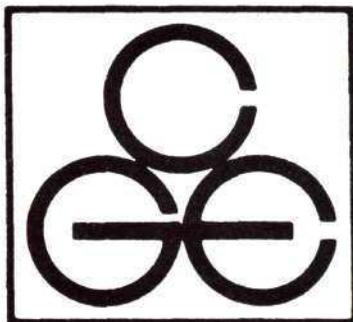
SOCIÉTÉ D'AMÉNAGEMENT URBAIN ET RURAL

siège social : 5, rue de Talleyrand
75007 Paris - Tél. 550.32.11

SOUR

14 directions régionales
Filiales en France et à l'étranger

Construction électrique et électronique
• Télécommunications • Informatique •
Bâtiment et travaux publics
• Electroménager •



Compagnie Générale d'Électricité

Société Anonyme au capital de 504.427.500 Francs

Siège Social

75382 PARIS CEDEX 08 - 54, rue La Boétie

Tg Électricité, Paris 8^e

Tél. : 266.54.60 - Tx 280 953

En vous apportant un service complémentaire d' « engineering financier »
dans la réalisation de vos Grands Projets

Le groupe de la **BANQUE NATIONALE de PARIS**

premier Groupe Bancaire Français
présent dans plus de soixante pays
confirme sa vocation internationale
en créant une nouvelle Société de Services



LA SOCIÉTÉ DE PROMOTION DES GRANDS PROJETS INTERNATIONAUX

Direction Générale : B.N.P., 1, boulevard Haussmann - 75009 PARIS

ÉDITION 1976

de

L'ANNUAIRE OFFICIEL DU MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT (ET DU LOGEMENT) encore disponible

Commandez-le à :

Annuaire Officiel du Ministère
de l'Équipement
254, rue de Vaugirard
75740 PARIS Cedex 15
C.C.P. Paris 508-59

PRIX : 160 F TTC Franco

CRÉPINES, DRAINS ET TUBES

POUR SONDAGES,
FORAGES D'EAU,
RABATTEMENT DE NAPPES

TUBES POUR PIEUX .

diamètres: 100 mm à 2 m.
épaisseurs: 2 à 15 mm
aciers: ordinaire, semi-inox
inoxydable.

FABRICATION "SUR MESURE"
DÉLAIS RÉDUITS
ET RESPECTÉS



ANCIENS ÉTS DUPONT-VANHAESBROUCK

(20) 74 24 32 ET 33
USINE : 425, RUE DE LA MARTINOIRE
B. P. N° 58 - 59393 WATTRELOS CEDEX (FRANCE)
TELEX : 120137 PAR NORTELEX CODE 108





*96 ans d'entreprise
210 millions de m³ de terrassements
510 kilomètres de plateforme autoroutière
5900 kilomètres de plateforme routière
37 barrages, digues ou canaux
810 kilomètres de tranchée d'oléoduc
33 plateformes industrielles
44 pistes d'envol
103 ouvrages d'art.*

ENTREPRISE RAZEL FRÈRES

Christ de Saclay. (Essonne)
Boîte Postale 109 - 91403 ORSAY Cedex
Adresse Télégraphique RAZELFRER ORSAY - Télex 692538 F
Téléphone 941 81 90 +

TERRASSEMENTS OUVRAGES D'ART GENIE CIVIL



L'ENTREPRISE INDUSTRIELLE

Entreprises électriques
et travaux de génie civil

Siège social 29, rue de Rome. 75008 Paris
Téléphone 387 50 90,

LOOK



LE GASPILLAGE VIENT A BOUT DES PLUS SOLIDES FORTUNES

Autant alors redoubler de vigilance et préserver ses ressources. Il en est de même pour les richesses naturelles qu'il s'agit d'exploiter à bon escient. Si l'eau par exemple était stockée, bien des catastrophes seraient évitées. Quoi de plus simple avec le COVITOIT, membrane souple à base d'élastomère, que de rendre étanche une cuvette naturelle, une fouille creusée dans la terre. Et rien de moins coûteux. Les qualités mécaniques du COVITOIT, sa résistance chimique ainsi que son excellent comportement aux divers agents atmosphériques en font un matériau de choix dans les réalisations d'étanchéité de réserves d'eau. N'hésitez pas à nous consulter pour toute information complémentaire.



Bon à retourner à :

GERLAND ETANCHEITE 13, rue de la Montjoie - 93212 LA PLAINE ST DENIS

NOM _____ SOCIÉTÉ _____

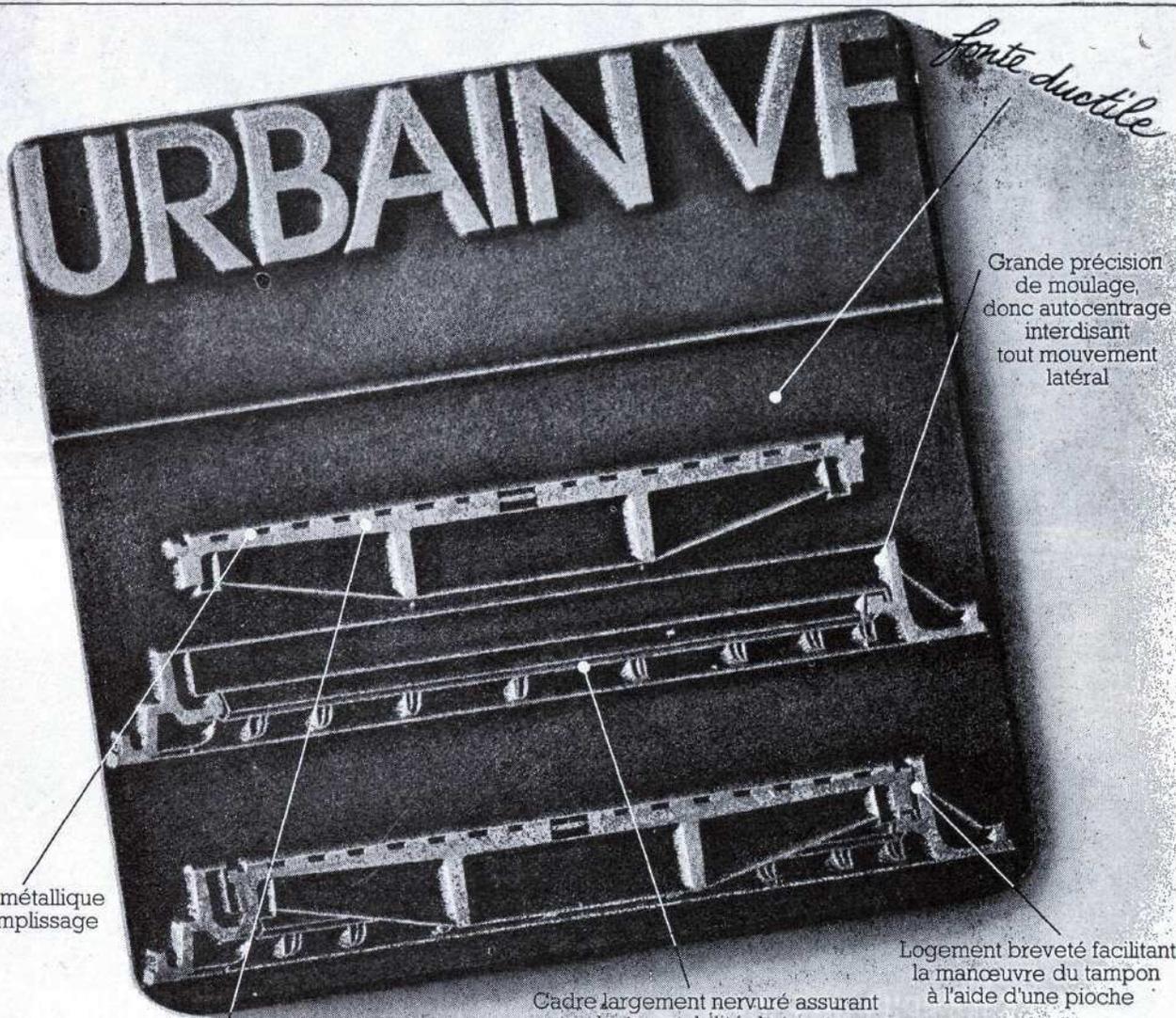
ADRESSE _____ Tél. _____

- Souhaite recevoir :
- une documentation sur la technique d'étanchéité COVITOIT
 - la visite d'un représentant



NOUVEAU

URBAIN VF, le regard de chaussées à grand trafic,
a été choisi pour équiper le taxiway de Concorde à l'aéroport de Toulouse-Blagnac.



fonte ductile

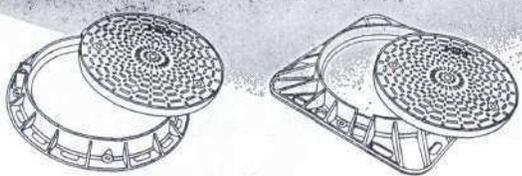
Grande précision de moulage, donc auto-centrage interdisant tout mouvement latéral

Surface métallique sans remplissage

Solidité de la fonte ductile

Cadre largement nervuré assurant une bonne stabilité du tampon

Logement breveté facilitant la manœuvre du tampon à l'aide d'une pioche



52 kilos de fonte ductile dans une feuille de 50 mm, ça tient, et c'est encore manœuvrable (article R 233/1 du Code du Travail)

LA FONTE DUCTILE, C'EST L'INTELLIGENCE DE L'ADAPTATION.



PONT-A-MOUSSON S.A.

11 agences à votre service : Bordeaux, Bourges, Caen, Lille, Lyon, Marseille, Nancy, Nantes, Paris, Strasbourg, Toulouse.

Bon à retourner au Service Publicité PONT-A-MOUSSON S.A. 4 X 54017 - NANCY CEDEX.

Je désire recevoir une documentation sur le regard Urbain VF.

Nom _____ Société _____
Adresse _____ Téléphone _____

nécrologie

En Albert Caquot le Corps des Ponts et Chaussées perd son doyen et l'un de ses membres les plus éminents.

Né en 1881 à Vouziers, ville qui ne possédait ni lycée, ni collège, Albert Caquot ne commença ses études secondaires au lycée de Reims qu'à l'âge de quinze ans. Il n'en fut pas moins admis à l'Ecole polytechnique, à dix-huit ans, en 1899, après une seule année de préparation. Il en sortit dans le Corps des Ponts et Chaussées et fut, après l'Ecole d'application, nommé Ingénieur ordinaire à Troyes en 1905.

Il se fit remarquer dans ce premier poste d'une part en réalisant l'assainissement difficile des bas quartiers de la ville, d'autre part par l'intérêt qu'il porta aux techniques nouvelles : emploi du goudron dans la construction des chaussées, béton armé. Dès 1912 il se consacrait entièrement à ce dernier, un congé lui ayant permis d'apporter son concours à CONSIDERE, mais peu après la première guerre mondiale l'orientait vers d'autres activités.

Capitaine d'aérostiers, Caquot fit d'abord substituer pour la manœuvre des treuils le moteur à explosion à la machine à vapeur que sa fumée faisait repérer par l'ennemi. Puis il inventa, pour



KE-VA photo D. Chicault

remplacer le ballon sphérique trop sensible au vent, des ballons allongés à stabilisateur arrière qui se révélèrent excellents. Caquot sut vaincre tous les obstacles et ses « saucisses » fabriquées en grand nombre rendirent les plus grands services sur terre et sur mer.

Il fit don de toutes ses inventions aux armées alliées, elles lui valurent les plus hautes distinctions britanniques : D.S.O. (distinguished service order), Commandeur de St-Michel et St-George ; et américaines Service Medal, etc..., et des remerciements personnels des grands chefs alliés.

Les résultats obtenus firent que Caquot promu commandant fut chargé de la direction technique de l'aéronautique militaire, à laquelle il fit faire de substantiels progrès quant à la quantité et la qualité des appareils fabriqués. Aussi était-il tout naturel que le ministère de l'Air, lorsqu'il fut créé en 1928, fit appel à lui. Chargé de la direction de la produc-

tion aéronautique il institua une politique de construction de prototypes. Celle-ci ayant été rendue impossible par des restrictions de crédits Caquot démissionna.

Il ne reprit sa tâche dans ce domaine que lorsqu'il fut appelé à la présidence des différentes sociétés nationales d'aéronautiques. Il parvint à faire augmenter sensiblement la production mais il était trop tard.

Les tâches ainsi assumées n'empêchèrent pas Albert Caquot de poursuivre après la première guerre mondiale son activité de constructeur. Employant le béton armé il réalisa entre autres ouvrages le viaduc des Ussès, arc de 148 m de portée et le pont Lafayette, dont les poutres en treillis présentent une portée de 75 m, pour franchir les voies du chemin de fer de l'Est, ouvrage exécuté sans arrêt de l'exploitation de la voie ferrée. Nous devons aussi à Caquot le môle de Verdon avec des piles de 30 m de hauteur descendues par havage, le barrage à voûtes multiples de la Selune, le barrage du Sautel premier barrage à voûte épaisse construit en France. Puis après l'interruption due à la seconde guerre mondiale étaient réalisés, selon les conceptions de Caquot, la forme de construction horizontales de Saint-Nazaire, le barrage de Mantsoa à Madagascar, les

barrages de la Girotte, de Bort, de Donzère-Mondragon, l'aménagement de la chute de Cordeac, puis le captage des glaciers du massif du Mont Blanc.

Mais pour Albert Caquot l'activité du constructeur était intimement liée à la recherche et à l'enseignement, aussi s'efforça-t-il de développer et de perfectionner les sciences appliquées qu'il utilisait : résistance des matériaux et mécanique des sols. Il s'attacha tout particulièrement à cette dernière qu'il fit notablement progresser sur divers points. En particulier partant de la courbe qu'il avait proposé d'appeler courbe intrinsèque de résistance d'un sol il énonça le théorème des états correspondants et calcula les tensions admissibles dans les sols, sur les fondations et les écrans, la stabilité des talus, la pression à la clé des souterrains. Par ses nombreuses publications, par ses livres, par ses cours à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines et à l'Ecole des Ponts et Chaussées, il faisait bénéficier les Ingénieurs et les futurs Ingénieurs du fruit de son expérience, de ses travaux et de ses recherches.

Enfin l'action de Caquot si elle s'exerça uniquement dans le domaine scientifique et technique, dépassa largement le cadre professionnel.

Tout d'abord à l'Académie des sciences où il fut élu en 1934, après avoir reçu dix ans auparavant le prix Caméré. Il la présida en 1952 et la représenta notamment au Conseil de perfectionnement de l'Ecole Polytechnique, et aussi par son rôle dans les diverses associations qu'il présida : Société des Ingénieurs Civils de France, Société d'encouragement à l'Industrie nationale, Conseil National des Ingénieurs français, qu'il créa, Association française de normalisation, International Standard Organisation, CEGOS.

Il fut nommé membre du Conseil économique et administrateur à l'E.D.F..

Partout ses avis étaient écoutés.

Des distinctions nationales consacrèrent ses mérites : nommé chevalier de la Légion d'honneur sur le champ de bataille au cours de la première guerre mondiale, titulaire du grade d'Inspecteur Général honoraire des Ponts et Chaussées, la Grand' Croix de la Légion d'honneur lui était décernée en 1952, et lui était remise par le Président du Conseil, couronnement justifié d'une carrière vouée à l'intérêt public et au cours de laquelle Caquot porta très haut le prestige français dans tous les domaines où s'exerça son action. Les vingt-cinq dernières années de sa vie furent utilisées par lui à l'étude de problèmes économiques (il publia un livre intitulé les techniques et l'économie), énergétiques et techniques. Dans ce dernier domaine signalons la construction du souterrain à double voie du chemin de fer de Bildstock dans la Sarre en zone active d'affaissements miniers, la définition de la courbe d'extrados optimum des souterrains qu'il proposa à l'Electricité de France à propos de la galerie de Curbans (appelée depuis la Caquoidé). Dans le domaine énergétique il se passionna jusqu'à la fin de sa vie pour les usines marémotrices. Pour les Malouins et les Dinardais il était celui qui avait réussi grâce aux caissons Caquot — mis au point par lui — à stopper le flot de la Rance; et toutes ses dernières années furent occupées par l'étude de l'usine marémotrice de la baie du Mont Saint-Michel. Il pensait à cette mer qui à chaque marée introduit des millions de mégawatts dans la Manche et qui peut assurer à la France son indépendance énergétique. Bien qu'originnaire de l'Est où ses parents étaient exploitants agricoles, c'est près de cette mer dans le cimetière de Dinard qu'il a été inhumé après que les honneurs militaires eussent été rendus à Paris à sa dépouille mortelle.

C'était aussi à Dinard qu'il profitait chaque été, comme l'hiver à

Paris du remarquable cadre familial créé autour de lui à la fin de sa vie par sa fille qui eut pour lui un dévouement de tous les instants, par son gendre notre Camarade Jean Kerisel qui fut pour son beau-père un collaborateur et un continuateur hors de pair, par ses petits-enfants, dont notre Camarade Thierry Kerisel, et ses arrière petits-enfants plein pour lui de respect et d'affection.

C'est dans ce cadre que ce grand Français acheva son œuvre créatrice dans tant de domaines allant du plus léger au plus lourd que l'air, de la technique à la science et à l'énergétique, œuvre marquée par des inventions de tous ordres aussi bien par le capteur de la pression d'eau dans le sol que par le parechoc d'accostage des navires que par les réservoirs bulle pour hydrocarbures qu'aux ballons et avions.

Les ingénieurs des Ponts et Chaussées dont il illustra le Corps lui doivent un hommage mérité. Mieux que par cette note insuffisante il peut être donné par le rappel des multiples publications d'Albert Caquot qui témoignent de son extraordinaire activité :

Note sur l'emploi en Belgique du goudronnage superficiel et des liants dans la construction des chaussées empierrées (avec A. Mahieu, I.C.P.C.). A.P.C. 1911.

Note sur l'épaisseur à donner aux hourdis en béton armé et sur le diamètre maximum des armatures. **Rapport des membres français et belges de l'Association internationale pour l'essai des matériaux (1911).**

Cours de résistance des matériaux professé à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines.

Etude élastique des voûtes épaisses à forte courbure. **A.P.C.**, 1926. Le pont en béton armé sur la Canche. **Génie Civil**, 1926.

Examen des problèmes de flambement des arcs. **Génie civil**, avril 1929.

Idées actuelles sur la résistance des matériaux. **Génie civil**, 1930.

Définition du domaine élastique dans les corps isotropes. **Comptes rendus du Congrès international de mécanique de Cambridge**, 1931.

Le béton armé et ses applications. **A.P.C.**, 1931.

Cours de procédés généraux de construction professé à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines, 1932. Les procédés de fondation et leur évolution. **Science et industrie**, 1933.

L'exploitation par l'Ingénieur de la résistance de la matière. **S.I.C.**, 1933.

Equilibre des massifs à frottement interne, Stabilité des terres pulvérulentes ou cohérentes. Paris, Gauthier-Villars, 1934, 1 vol. in-8°.

Définition du domaine élastique dans les corps isotropes. Courbes intrinsèques de résistance apparente et de résistance élastique vraie (endurance). Cambridge University Press, 1935.

Discours prononcé à l'inauguration des laboratoires du bâtiment et des travaux publics, 21 juin 1935.

Etudes entreprises sur la plasticité de mise en œuvre du béton en construction en béton armé. Influence des principaux facteurs en jeu. **Revue des matériaux de construction et des travaux publics**, décembre 1937, janvier, février 1938. La situation actuelle de l'industrie française. **Génie civil**, 1938.

Tendances des fabrications aéronautiques. **La technique moderne**, 1938.

Sur la loi de gonflage des pneumatiques d'avion géométriquement semblables. **C. R. Ac. Sc.**, 1938.

Cours de résistance des matériaux professé à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

Les cintres et les procédés de décintrement. **Travaux**, 1941.

Souffleries aérodynamiques avec réservoir aspirateur. **C. R. Ac. Sc.**, 1941.

Poncelet, Pierson, Perrin, Plumay, Camère, Darracq. **C. R. Ac. Sc.** (commission du prix Montyon de mécanique), 1941.

Sur la quantité des eaux pluviales à écouler dans les agglomérations urbaines modernes. **C. R. Ac. Sc.**, 1941.

Sur la puissance d'entraînement d'un flot liquide à débit variable. **C. R. Ac. Sc.**, 1941.

Le rôle de l'Ingénieur et la conception actuelle de l'habitation humaine. **S.I.C.**, 1941.

La propriété scientifique. **S.I.C.**, 1941.

Fourmeyron, Boileau, de Tarville, Plumey, Camère, Muteau, Darracq. **C. R. Ac. Sc.** (commission du prix Montyon de mécanique), 1942. Exposé sur cinquante ans de béton armé. **Travaux**, 1943.

Matière et résistance, **Technique moderne**, 1944.

Les conditions techniques de la renaissance française. **Génie civil**, 1945.

Le problème des réservoirs pour combustibles liquides. **L'Ossature métallique**, 1946.

L'Ecole Polytechnique et la Nation. **S.I.C.**, 1946.

L'Ingénieur dans la recherche scientifique. **S.I.C.**, 1946.

Stabilité d'un régime économique. **C. R. Ac. Sc.**, 1947.

Caquot et Kérisel. Théorie générale de la force portante des pieux. **Travaux**, juin 1948.

Caquot - Kérisel. **Tables de butée et de poussée.** Paris, Gauthier-Villars, 1948.

Action sur un massif limité à un plan d'une charge distribuée sur une droite de ce plan, normalement à celui-ci et de densité constante par unité de longueur. **A.P.C.**, 1948. Foundation pressure and settlements of buildings on footing and rapfs. **Proceedings record, international conference on soil mechanics**, cf. VI, 1948.

Rétablissement de la puissance de la nation française et amélioration du niveau de vie par la modification du régime économique. **C. R. Ac. Sc.**, 1948.

Le tunnel routier sous le Mont Blanc, aspect technique.

Problèmes d'actualité, fasc. IV. Union routière de France, 1948.

Problèmes techniques de percement d'un tunnel routier sous le Mont-Blanc. **Via**, 1949.

Les bases scientifiques de la précontrainte. **Travaux**, 1949.

Les grandes possibilités de l'équipement hydro-électrique français. Conférence à la Société d'encou-

agement à l'Industrie Nationale, 1949.

Les besoins, les ressources de la France en énergie. **Génie civil**, 1949.

Caquot - Kérisel. **Traité de mécanique des sols.** Paris, Gauthier-Villars, 1949.

Naissance du béton armé. **Science et Industrie**, 1950.

Dans cent ans de béton armé. **Science et Industrie**, 1950.

Précontrainte et fluage. **Travaux**, 1951.

L'évolution de la route moderne. **Via**, 1951.

La fonction d'Ingénieur des Ponts et Chaussées. **Bulletin du P.C.M.** Octobre 1952, supplément.

Note sur la torsion d'une poutre droite encastrée à l'une de ses extrémités et libre à l'autre. **A.P.C.**, 1952.

Conceptions nouvelles des cales de radoub et des écluses. **Annales I.T.B.T.P.**, 1952

L'évolution dans l'industrie des Travaux publics. **Le Moniteur**, N° du cinquanteaire, 1953.

Sur le terme de surface dans le calcul des fondations en milieu pulvérulent. **C. R. du 3^e congrès de mécanique des sol**, Zurich, 1953.

Progrès technique et conséquences sociales. **Génie civil**, 1953.

Caquot - Kérisel, Courbe de glissement du sol sous la poussée des pieux. **Annales I.T.B.T.P.**, 1953.

Méthode exacte pour le calcul de la rupture d'un massif par glissement cylindrique. **A.P.C.**, 1954

Allocution prononcée au Jubilé d'E. Freyssinet. **Travaux**, 1954.

Publications sur A. Caquot

Remise à Albert Caquot de son épée d'académicien, discours de M. Riboud. **A.P.C.**, 1935.

Le jubilé scientifique de M. Albert Caquot. **Travaux**, 1948. **Génie civil**, 1948.

Albert Caquot, Grand Croix de la Légion d'Honneur. **Travaux**, 1952.

A.P.C. : Annales des Ponts et Chaussées.
C. R. Ac. Sc. : Comptes rendus de l'Académie des Sciences.

S.I.C. : Mémoires de la Société des Ingénieurs Civils.

I.T.B.T.P. : Institut technique du bâtiment et des travaux publics.

la sécheresse de 1976

J.-F. SAGLIO

Directeur de la Prévention des Pollutions et Nuisances

Les problèmes de l'eau se sont rappelés à nos esprits de façon aiguë pendant l'été 1976.

Le dossier réalisé par la revue P.C.M. évoque quelques-unes des multiples conséquences de la récente sécheresse.

Cette crise a montré à quel point les différentes activités d'une société comme la nôtre sont interdépendantes (à titre d'exemple, on se souviendra des ascenseurs qui se sont arrêtés à Paris du fait de la sécheresse : faute d'eau la production d'énergie électrique était rendue plus difficile, et toutes les économies possibles devaient être recherchées, ce qui conduisit à abaisser temporairement la tension des réseaux basse tension et donc aux difficultés de fonctionnement de quelques ascenseurs !).

Au lieu de faire peser les conséquences de « l'accident » sur les seules régions touchées et les seuls agents économiques directement concernés, cette interdépendance traduit assez rapidement en termes économiques les pertes subies et les répartit entre tous.

Le climatologue et l'historien nous apprennent que le phénomène de sécheresse constaté en 1976 est relativement rare. Le premier trouvera dans ses archives une sécheresse équivalente dans le passé. Son collègue en aura certainement conservé la trace, car les sociétés de l'époque en ont considérablement souffert.

Il faut en effet estimer à leur juste valeur les efforts d'organisation et de solidarité déployés pendant cette période.

Quelques éléments doivent être rappelés :

- ce sont près de 10 000 hommes et plusieurs milliers de véhicules que les Armées ont mis en œuvre pour aider les transports de paille d'une région à l'autre,
- grâce à une action de prévention

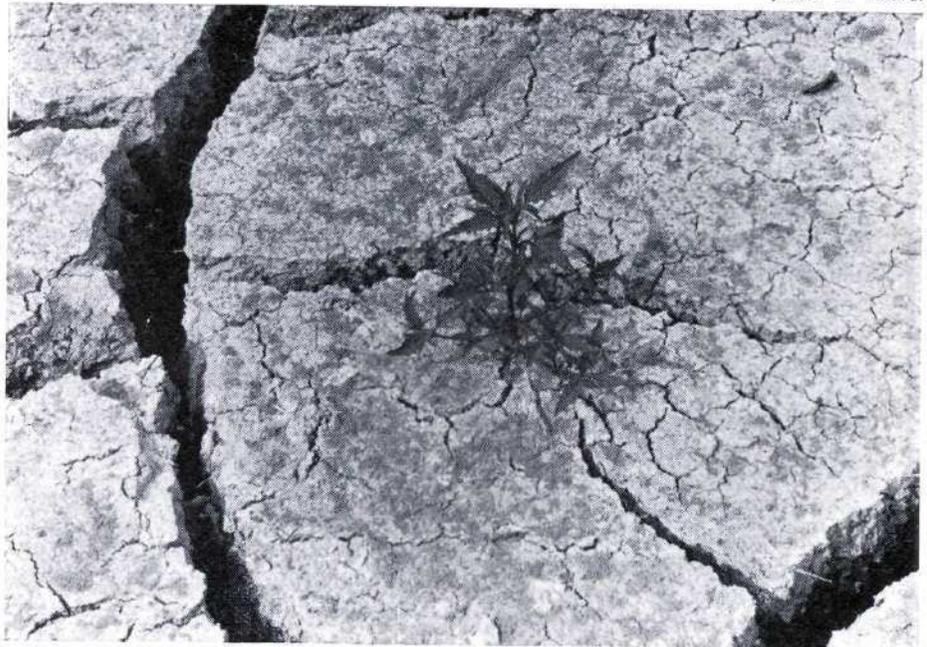


photo B. Allard.

et à des moyens d'intervention perfectionnés, les services chargés de la lutte contre l'incendie ont limité à 109 000 le nombre d'hectares brûlés cette année, alors que l'année 1949, comparable du point de vue pluviométrique, avait vu 300 000 hectares de forêts brûlées,

— par suite du développement des interconnexions de réseaux d'alimentation en eau et de la meilleure gestion des réserves (barrages notamment), par suite également des multiples travaux d'urgence exécutés ici et là, les coupures d'eau, nombreuses en 1949, ont été exceptionnelles en 1976 bien que les prélèvements aient été considérablement accrus dans l'intervalle.

L'eau a en tout cas été perçue comme un bien rare dans nombre de régions. Ainsi, plusieurs actions semblent s'imposer à la suite des difficultés de cette période. Il s'agit de :

— Promouvoir auprès des usagers de l'eau une politique d'économie d'eau et de lutte contre le gaspillage de-

vient nécessaire, certains modes d'utilisation n'étant plus adaptés aux concentrations industrielles et urbaines et aux productions agricoles que nous connaissons.

— Poursuivre la construction de réserves d'eau de surface dans les bassins hydrographiques permettant une régularisation des débits au cours de l'année et la satisfaction des besoins de l'irrigation, des industries et des communes.

— Développer l'utilisation saisonnière, notamment des eaux souterraines, moins exploitées en France que dans certains pays étrangers.

— Assurer une sécurité meilleure aux systèmes de production et de distribution d'eau notamment par interconnexion de réseaux voisins.

— Développer les moyens des Services de l'Etat et des Collectivités Locales, qui ont à faire face aux difficultés entraînées par la sécheresse.

Ces axes devront être les fondements de la politique de l'eau dans les prochaines années.

les problèmes de la production électrique

par André GOUBET

Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées

Chef du service technique de l'énergie électrique et des grands barrages

Après avoir fourni pendant de longues années environ 50 % des besoins français en électricité, les aménagements hydroélectriques produisent encore — en année moyenne — 30 % de ceux-ci. La sécheresse exceptionnelle de 1976 ne pouvait donc manquer d'avoir des conséquences importantes en matière électrique.

Toutefois, et assez paradoxalement, les difficultés ont autant trouvé leur origine dans la limitation de puissance des centrales thermiques, limitation causée autant par les débits faibles que par les températures élevées qui ont régné fin juin et début juillet. Ces températures ont également limité la puissance susceptible d'être transportée par les lignes électriques et ont, de ce fait, provoqué de légères difficultés supplémentaires. Il en est résulté pour la clientèle un certain nombre d'inconvénients dont la presse a largement fait état en son temps. Nous allons examiner successivement chacun de ces 4 points.

Production hydraulique

L'on a assisté en 1975-76 à un phénomène très exceptionnel : 12 mois de suite, d'octobre 1975 à septembre 1976, les indices d'hydraulicité (1) mensuels ont été inférieurs à la normale. En année moyenne, l'ensemble de l'équipement hydroélectrique français produit 60 milliards de kWh (pour une consommation totale qui sera voisine en 1976 de 195 milliards de kWh). Le déficit, pendant ces 12 mois, a atteint 15,6 milliards de kWh : 14,3 ont été fournis en remplacement par les centrales thermiques françai-

ses et, pour une faible part, par les pays voisins, tandis que l'énergie stockée dans les grands réservoirs hydroélectriques diminuait de 1,3 milliard. Pendant l'année mobile constituée par ces 12 mois, l'indice d'hydraulicité a donc été égal à 0,74 ; les statistiques couramment présentées se réfèrent à l'année civile et masqueront donc pour partie la gravité du phénomène : si la fin de 1976 est normale, l'indice de l'année sera supérieur à 0,77. Un survol de la chronique, tenue depuis un peu plus de cinquante ans, permet de relever l'indice 0,71 en 1949 et l'indice 0,82 en 1964, les indices 0,85 et 0,86 apparaissant respectivement 2 fois et 3 fois.

Cette sécheresse a eu évidemment une conséquence financière importante : les 15 milliards de kWh que l'eau n'a pas apportés ont dû être fournis par des combustibles fossiles en France ou à l'étranger et correspondent à un supplément de dépenses de l'ordre de 1,2 à 1,3 milliard. Par ailleurs, fin juillet, le remplissage des grands réservoirs présentait un retard de 2 milliards de kWh par rapport à la situation normale et provoquait des inquiétudes très sérieuses quant aux possibilités de fournir sans défaillance l'énergie électrique appelée pendant les pointes de l'hiver suivant. Heureusement, l'évolution enregistrée depuis lors et, en particulier, les apports précieusement stockés pendant le mois de septembre, ont permis de retrouver courant octobre une situation plus normale.

Production thermique

Les quelques chiffres cités ci-dessus permettent de constater que si les

apports d'eau dans les aménagements hydroélectriques ont été très faibles, la défaillance correspondante ne présente toutefois pas le caractère séculaire dont on a parlé à propos de la sécheresse de 1976.

En fait, les indices d'hydraulicité caractérisent les écoulements dans la moitié sud-est du pays où sont concentrés la plupart des aménagements hydroélectriques alors que la sécheresse a surtout frappé la moitié nord-ouest où se trouvent la plupart des centrales thermiques.

Habituellement, la température naturelle des cours d'eau français de plaine approche l'été de 25° C, cette valeur pouvant être dépassée quelques jours aux environs du 15 juillet ; les centrales peuvent donc l'échauffer de 5° C.

Cette année l'on a largement dépassé 26° C et l'élévation de température possible se trouvait ainsi amputée de 25 % environ.

En outre, l'élévation de température ne pouvait intéresser que des débits qui atteignaient parfois à peine 1/3 des valeurs usuelles.

Pour éviter les graves inconvénients qu'auraient présentés des coupures de courant, l'on a augmenté légèrement les températures de rejet en surveillant attentivement les conséquences nuisibles qu'aurait pu causer ce dépassement.

Il est néanmoins arrivé pendant cette période que la charge des centrales thermiques ait été volontairement diminuée de 4 millions de kW pour évi-

(1) l'indice d'hydraulicité d'une zone géographique, pour une période déterminée et pour l'équipement hydraulique de cette zone, est le rapport entre la quantité d'énergie que permettraient de produire ou de stocker les apports naturels pendant cette période et la quantité moyenne déterminée sur le plus grand nombre d'années possible.

ter un échauffement excessif des cours d'eau (cette valeur de 4 millions de kW est à rapprocher de la puissance maximale appelée par la clientèle qui est en juin d'environ 25 millions de kW). La défaillance des moyens de production thermique a été analogue à celle des moyens de production hydraulique.

Réseau de transport

Les différentes circonstances énumérées ci-dessus ont conduit à utiliser au maximum de leurs possibilités les centrales thermiques munies de réfrigérants atmosphériques ou installées au bord de la mer ; certaines régions — comme le Nord de la France par exemple dont toutes les centrales appartiennent à ces deux catégories — ont donc été très fortement exportatrices. Malheureusement, leur production (ou les possibilités d'importation des pays voisins) s'est trouvée limitée non par la capacité des centrales mais par la puissance susceptible d'être transportée par les lignes, puissance diminuée par les très fortes températures de l'époque.

Certes, les réductions apportées de ce chef sont restées modestes par rapport aux précédentes mais n'étaient pas négligeables à une époque où tout kilowatt-heure supplémentaire produit était précieux.

Inconvénients supportés par la clientèle

La presse a largement fait état, à l'époque, des gênes imposées à la clientèle par la limitation de la production électrique. Elles ont été de deux ordres : la suspension de l'alimentation de clients interruptibles et la baisse de 5 % de la tension d'alimentation de la majorité de la clientèle.

Quelques clients importants ont souscrit, pour couvrir une partie de leurs besoins, des contrats dits interruptibles : en contre-partie de dispositions tarifaires avantageuses, E.D.F. se réserve la possibilité, dans des circonstances exceptionnelles, de suspendre

la fourniture pendant des périodes d'une durée limitée.

E.D.F. a utilisé cette possibilité en juin dernier, mais l'on doit noter, pour en apprécier l'effet, que la diminution de puissance correspondante est de l'ordre du pour-cent de la puissance totale appelée.

Par ailleurs, la majorité de la clientèle a vu la tension du courant qui lui était livré diminuer de 5 %. Il convient tout d'abord de remarquer que, contrairement à ce qui a parfois été affirmé, une telle mesure ne diminue en rien l'énergie consommée. Elle peut, par contre, atténuer légèrement la puissance appelée au moment de la pointe ; encore cet effet est-il difficile à mettre en évidence et à préciser numériquement. Il est toutefois possible que, dans la situation extrêmement difficile qui existait fin juin ou début juillet, cette mesure ait permis, au prix d'une gêne très limitée apportée à la clientèle, d'éviter quelques coupures dont les conséquences auraient été plus graves.

Finalement, les coupures de courant ont pu être évitées au cours de la sécheresse intense de 1976 grâce à la fois aux dispositions exceptionnelles mises en œuvre en France et à la solidarité étroite qui lie les producteurs d'électricité européens, solidarité qui a joué, cette fois, en faveur de notre pays.

Mais bien des journées ont débuté sans que l'on soit sûr de les terminer sans interruption de l'alimentation de la clientèle et certains en ont conclu que les moyens techniques mis à la disposition d'E.D.F. étaient insuffisants.

En toutes choses, le juste niveau ne peut s'apprécier que par comparaison... et l'utilisateur d'électricité a été finalement mieux traité que certains consommateurs d'eau.

Il n'est d'ailleurs pas anormal qu'à la suite de circonstances naturelles tout à fait exceptionnelles l'homme subisse dans ses activités ou son comportement un certain nombre de dommages ou, plus simplement de contraintes. Il a trop tendance à oublier que, s'il a réussi à se protéger contre la plupart des phénomènes naturels courants et à proscrire totalement la famine, tout au moins dans les pays développés, les phénomènes exceptionnels continuent à provoquer des ravages, voire des morts... les pluies d'octobre dernier nous le confirment.

Paris Maison de la Chimie 24 - 25 et 26 Mai 1977

sous le patronage

de la Direction pour l'Aménagement Foncier et de l'Urbanisme et de la Direction des Ports Maritimes et des Voies Navigables

3 Journées Techniques Nationales "EAU"

sont organisées par :

- Le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées
- Le Service Régional de l'Équipement d'Ile-de-France
- Le Laboratoire Régional de l'Ouest Parisien

sur les thèmes :

- QUALITÉ DES EAUX SUPERFICIELLES
- ÉPURATION
- HYDROLOGIE URBAINE

Parmi les sujets traités :

- Possibilités modernes de détermination des flux polluants
- Stations automatiques de contrôle de la qualité des eaux de rivières
- Utilisation des traceurs radioactifs
- Objectifs de qualité des eaux de surface
- Assistance technique au fonctionnement des stations d'épuration
- Pollution des eaux de ruissellement en zone urbanisée
- Méthodologie des mesures en collecteurs et pluviographes
- Méthodologie d'étude et de mesures sur grands bassins versants
- Calculs et gestion de réseaux - applications de l'informatique
- Modèles de propagation de l'écoulement

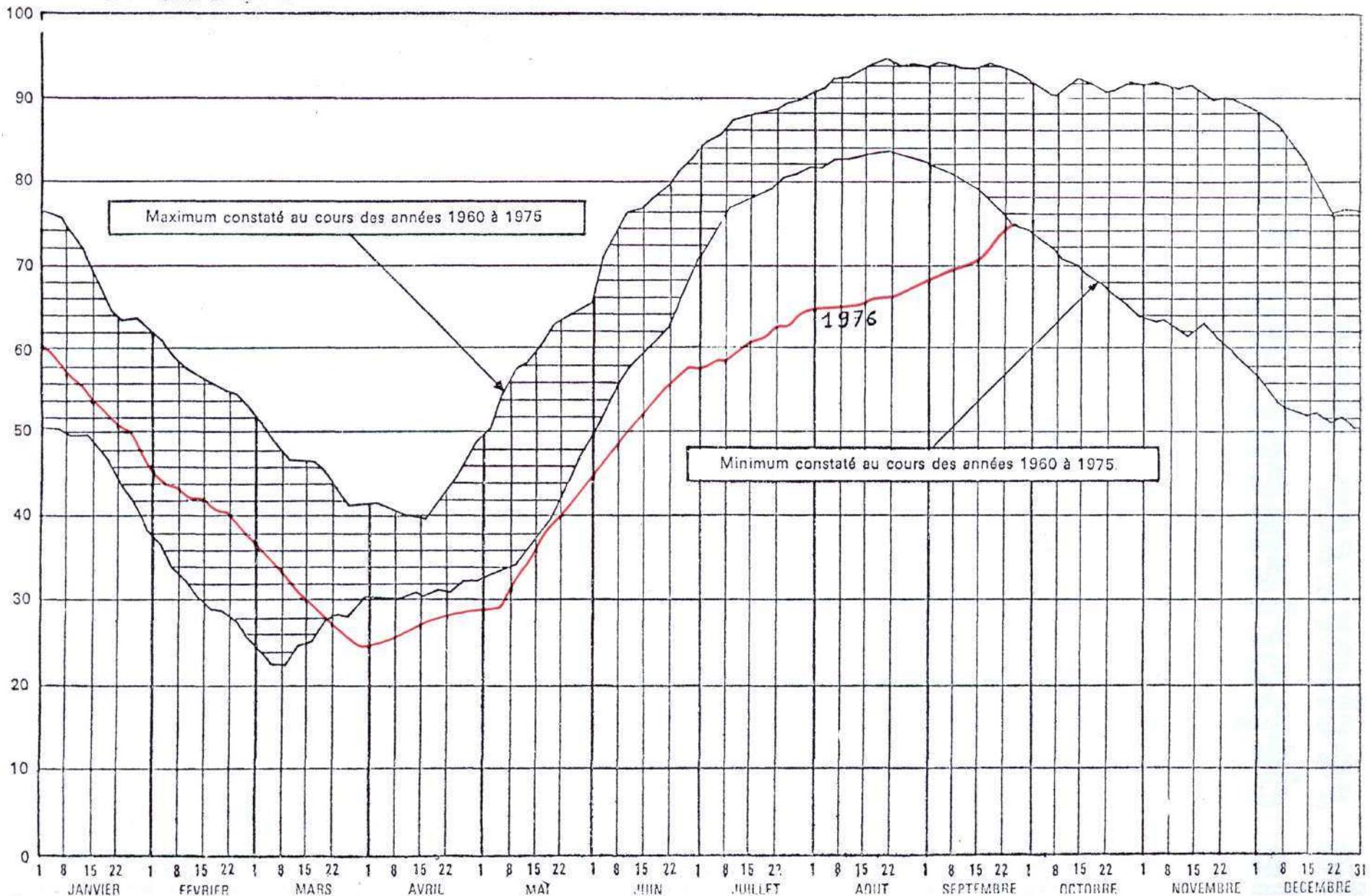
RENSEIGNEMENTS :

**Laboratoire Régional
de l'Équipement
de l'Ouest Parisien**
12, rue Teisserenc de Bort
B.P. 108
78190 TRAPPES
Tél. : 050.09.27

REPLISSAGE DES RÉSERVOIRS SAISONNIERS EN 1976

La courbe relative à l'année 1976 explique les vives inquiétudes exprimées entre le 15 juin et le 15 septembre

Valeurs en % de la capacité maximale en énergie des réservoirs,
 100% = 8957 GWh au 1-1-76



La sécheresse dans le département du Finistère

par François BOURGIN
Préfet du Finistère

La sécheresse particulièrement persistante qui a sévi cette année sur la France entière n'a pas épargné le département du Finistère, malgré sa situation géographique.

Dans ces circonstances difficiles, l'Administration, dans son ensemble, s'est efforcée de faire face à une situation très inhabituelle et de résoudre les problèmes quotidiens, variés et graves qui se posaient.

Dans un premier temps, mon souci a été de prévoir et de mettre en place une organisation susceptible de coordonner les actions pendant tout le cours de l'été. Il m'a fallu ensuite intervenir de façon progressive dans les différents domaines de ma compétence pour répartir selon les priorités, les moyens dont dispose l'Administration.

Les causes

Les causes de la sécheresse dans le département du Finistère, résultent de la conjonction de différents facteurs. Tout d'abord, les données pluviométriques ont fait apparaître des déficits très souvent supérieurs à 50 %. D'autre part, la configuration géographique et géologique du Finistère a aggravé cette situation : nature du sous-sol, relief, régime des cours d'eau, ont rendu le département très sensible au déficit des précipitations. Enfin, la structure humaine n'a fait qu'ajouter à ces caractéristiques (dispersion de l'habitat, évolution des productions et des techniques agricoles, ainsi que l'augmentation plus considérable encore que chaque été de la population dès le début de la période d'étiage, le Finistère étant un département d'accueil).

La prévision

Dès le début du mois de mai, l'analyse des premières données pluviométriques laissait penser que l'on risquait de se trouver rapidement en face d'une situation difficile. Peu nombreux étaient donc ceux qui craignaient qu'elle soit durable.

Pourtant, les différents services de la Préfecture ont dès ce moment procédé à une étude attentive et défini une série de moyens pour faire face, de façon graduelle, aux événements prévisibles.

L'organisation administrative

Il a également été procédé à une mobilisation de tous les moyens administratifs disponibles. Des structures adaptées ont été créées afin d'assurer le contrôle d'une situation très évolutive.

Commençant, hélas, à avoir l'habitude des catastrophes et de la mise en vigueur des plans ORSEC ou POLMAR, j'ai aussitôt installé une cellule opérationnelle permanente, dite « Secours-Sécheresse » ; celle-ci a eu pour rôle de résoudre les problèmes qui pouvaient naître, de diffuser les informations et de coordonner les moyens à notre disposition. Sur instructions du Premier Ministre deux instances spécialisées, se réunissant à espace régulier, ont également été mises en place : un groupe de travail chargé d'étudier les problèmes, un Comité Départemental à vocation financière pour des secours.

La sensibilisation du public

Par une campagne d'information, affichage, presse et autres moyens audiovisuels, le public avait été sensibilisé au problème. Les appels au civisme ont donné des résultats satisfaisants.

La réglementation

Sur le plan réglementaire, j'ai été appelé à prendre une série de décisions permettant de résoudre, au fur et à mesure, les problèmes posés. Ainsi, dans un premier temps, j'avais interdit les usages abusifs de l'eau. Toutefois, ce n'est que lorsque les difficultés sont réellement apparues que j'ai, bassin par bassin, interdit les pompages directs sur les rivières pour des usages autres que l'alimentation humaine ou animale.

Dans l'ensemble, ces interdictions, fort contraignantes, ont été respectées ; quelques tournées d'hélicoptères ont permis de ramener à la raison les contrevenants.

Alimentation en eau

La principale préoccupation a été de veiller à toujours assurer le minimum d'eau potable nécessaire à l'alimentation humaine.

La capacité de la production globale d'eau potable a été portée, au cours du VI^e Plan, de 99 000 m³/jour à 174 000 m³/jour, mais il est vite apparu que, dans certains secteurs, il se-

rait très difficile de répondre à la demande. Aussi, une des premières tâches prescrites a été le recensement des citernes utilisables.

Pour faire face aux difficultés de production d'eau potable durant l'été, plusieurs mesures d'ordre technique ont été décidées et réalisées par les Syndicats ou les communes intéressées, avec le concours des différentes administrations compétentes. C'est ainsi qu'un certain nombre de réseaux d'eau potable ont été interconnectés, des travaux d'urgence de captages ont été effectués, des travaux en cours ou programmés pour les prochains mois ont été accélérés. D'une façon générale, la recherche des points d'eau nouveaux a été intensifiée et ceux qui se sont révélés productifs ont été mis en exploitation et raccordés aux réseaux. De très nombreux particuliers ont réalisé des forages pour leurs besoins propres et il est à souhaiter que la réglementation soit à cet égard améliorée dans l'avenir.

Avec le concours des maires et des présidents des différents syndicats, il a été possible de satisfaire les besoins en alimentation humaine et animale. Pour l'alimentation en eau potable, les seules difficultés graves ont été rencontrées en pays bigouden.

Le secteur du tourisme social, que constituent les colonies de vacances, a fait l'objet d'une sollicitude toute particulière. Des achats groupés de citernes et un système de distribution quotidienne d'eau ont été organisés à leur intention.

L'agriculture

En ce qui concerne les cultures, le déficit en eau a particulièrement été ressenti. Au début, j'avais toléré des prélèvements d'eau effectués sans autorisation, compte tenu de la faible longueur de nos cours d'eau et du fait que l'eau non utilisée allait se perdre dans la mer. J'ai dû, par la suite, chaque fois qu'apparaissaient des difficultés pour l'alimentation des hommes, intervenir en réglementant son usage. C'est donc l'agriculture qui a eu le plus à souffrir de cette période de sécheresse.

Les cultures légumières destinées habituellement à la vente en frais ont beaucoup souffert de la sécheresse et les céréales ont connu une baisse de rendement d'environ 30 %. Les

cultures fourragères ont été également atteintes et c'est de ce fait sur la production du lait et de viande bovine, que la sécheresse aura, en raison du déficit qu'il faut compenser (paille, céréales, tourteaux ou aliments complets), les conséquences les plus graves sur l'agriculture départementale. La production de lait, qui était supérieure à l'année précédente, sera du même ordre qu'en 1975, mais avec des charges d'alimentation considérablement accrues.

Dans le domaine des productions animales, si la situation ne paraît pas particulièrement préoccupante au niveau des gros bovins, veaux et porcs, par contre un abattage supérieur à 10 % par rapport à l'année précédente est à constater. Cette situation a eu des conséquences directes dans les entreprises liées à l'agriculture, notamment chez les fabricants et négociants d'engrais où la consommation a baissé.

Pour aider à résoudre les problèmes de l'alimentation du bétail, le brûlage de la paille a été interdit dans les départements céréaliers. Des recommandations ont été publiées et l'opération dite « Opération Paille » a été réalisée avec le concours de l'Armée (homme et matériel).

Bien que difficile dans certains secteurs du département, l'alimentation en eau des animaux n'a pas présenté de problèmes majeurs.

Néanmoins, la sécheresse a eu des conséquences sur l'emploi dans le secteur agro-alimentaire, notamment dans les entreprises d'expédition de conditionnement et dans les conserveries. Leurs difficultés se sont traduites par le chômage partiel de leurs employés.

Il s'en est fallu de très peu que la situation n'ait des incidences importantes sur les industries, grosses consommatrices d'eau telles que les papeteries. Toutefois, l'Administration a eu à suivre de façon encore plus attentive les problèmes de pollution, les eaux rejetées moins diluées accentuant la concentration de produits toxiques.

Le tourisme

Sur le plan touristique, le département a accueilli cette année un nombre jamais égalé de vacanciers, et, à part quelques difficultés très localisées, la

saison touristique a pu se dérouler dans d'assez bonnes conditions, le beau temps ayant incité les citadins à choisir le Finistère.

Les incendies

Une autre conséquence de la sécheresse a été la multiplication des incendies dont certains ont été très importants.

Nous avons eu, en effet, à déplorer des feux de forêts et de landes en particulier à la fin du mois de juin et début juillet, ainsi que durant le courant du mois d'août. Les feux ont été d'origines très diverses, souvent par imprudence, quelquefois par accident, voire par malveillance.

Chaque année, un certain nombre d'incendies se déclarent dans le centre du département. J'avais donc, dès que la situation de sécheresse avait été constatée, pris un certain nombre de mesures de nature à limiter les risques : interdiction de tous les genres de feux et prescription aux autorités de police de dresser procès-verbal pour toute infraction constatée.

Sur le plan de l'information, il a été procédé à des diffusions d'affiches et à la publication de communiqués.

Parallèlement, il a été possible, dans des délais extrêmement brefs, de réunir sur les lieux de sinistres un matériel très important.

D'une façon générale, tous les moyens disponibles des centres de secours du département, tant humains que matériels, ont été engagés dans les opérations. On doit aussi noter que le concours des habitants, ainsi que des 650 militaires mis à la disposition du département, a été déterminant dans de très nombreux cas.

A de nombreuses reprises, j'ai dû procéder à des réquisitions de matériel tel que bulldozers et citernes de grande capacité. De gros moyens aériens ont été également mis en œuvre : les hélicoptères de la Protection Civile et de l'Armée, les canadiens dont l'intervention a été particulièrement efficace.

Si les dégâts ont été importants — en effet 1 000 ha de forêts, 400 ha de jeunes plantations et 6 600 ha de landes ont été brûlés — on peut quand

même se féliciter qu'aucune vie humaine n'ait été perdue, que peu de biens immobiliers aient été détruits et que peu de matériel ait été sinistré ou endommagé au cours des opérations.

Les enseignements recueillis en matière d'eau potable

L'examen de la situation dans laquelle s'est trouvé le département a mis en évidence qu'il était indispensable qu'une politique volontariste de l'eau soit définie, mais il convient de préciser que, sans les travaux qui ont été accomplis au cours du VI^e Plan, la situation déjà critique aurait été dramatique.

La capacité de production d'eau potable des installations existantes pouvant progressivement être portée à 300 000 m³/jour, ce dernier chiffre est à rapprocher des besoins en année sèche estimés à 340 000 m³/jour, qui devraient atteindre vers l'horizon 1980-2000 : 680 000 m³/jour. Une utilisation rationnelle de toutes les possibilités, notamment au niveau des forages et des captages, devrait permettre d'envisager la situation dans les années à venir avec un certain optimisme. Toutefois, en ce qui concerne les eaux superficielles un déficit demeure qui pourrait être comblé par la construction de barrages d'accumulation ayant une capacité globale de 20 millions de m³.

Les projets en voie de réalisation (Pont-l'Abbé, Elorn, Guerlesquin) ont une capacité de 11 millions 800 000 m³. Les projets en étude porteront cette capacité à 20 millions de m³, soit au total 32 millions de m³.

Il importerait de choisir le type d'équipement à mettre en place, soit par l'utilisation de tous les sites possibles, soit par le choix sélectif des sites permettant la construction de retenues importantes et la mise en place d'une interconnection quasi-générale des réseaux. Cette dernière solution est celle qui permettrait de suivre l'évolution de la consommation tout en présentant le maximum de souplesse pour être adaptée aux différents types



photo B. Allard.

de besoins. La réalisation et le financement de travaux si importants nécessitent la création de structures juridiques mieux adaptées, notamment le développement de Syndicats Mixtes et la réunion de ceux-ci au sein d'une Fédération Départementale.

Les enseignements recueillis en matière d'agriculture

Dans le domaine agricole, cette période a mis en évidence l'importance de l'eau du fait de l'évolution rapide au cours des dernières décennies des techniques culturales. Les agriculteurs ont d'ailleurs commencé à investir dans l'achat de matériel d'irrigation. Il faudra discipliner les utilisateurs (agriculteurs, pisciculteurs, industriels et également les communes pour l'alimentation humaine), dont les intérêts sont parfois divergents et concurrentiels.

Les enseignements recueillis en matière d'industrie

Les industries sont, par définition, grosses consommatrices d'eau. Dans le Finistère, les besoins sont surtout importants en agro-alimentaire et pour les papeteries, mais les plus grandes difficultés proviennent des rejets. Ces derniers, en période d'étiage, sont très difficilement absorbables par le milieu naturel, le phénomène de dilution ne jouant plus. Il importe donc que l'effort pour assainir les rejets soit poursuivi.

Dans les aides accordées par l'Agence de Bassin, l'amélioration déjà constatée devrait s'accroître dans les prochaines années.

Le département a supporté l'épreuve dans des conditions qui, sans être satisfaisantes, n'ont pas été dramatiques en raison notamment des équipements réalisés au cours des dernières années et grâce à l'action menée par l'ensemble des services publics et des collectivités du Finistère. Si certains moyens et certains équipements n'ont pas paru parfaitement adaptés, il faut reconnaître que nous nous sommes trouvés en face d'une situation exceptionnelle de caractère centenaire. Nul ne peut dire à ce jour quelle sera l'évolution du climat dans les prochaines années, aussi l'analyse de la sécheresse ne doit-elle pas nous pousser à mettre en œuvre une politique conduisant à la réalisation d'équipements surdimensionnés risquant de peser très lourdement sur les finances départementales et qui seraient par la suite sous-utilisés.

Ce qui m'a le plus frappé au cours de cette difficile période a été le sentiment d'une prise de conscience collective, d'un concours de tous facilement obtenu, enfin le respect assez général des restrictions imposées ou conseillées.

L'aide apportée par l'armée

Service d'Information et de Relations publiques des armées

Au cours de l'été dernier, les Armées ont pris une part importante à la lutte contre la sécheresse et ses méfaits.

L'action des Armées s'est étendue à 78 départements et a revêtu des formes diverses en fonction des demandes locales :

- ramassage et transport de fourrage
- transport de matériel agricole
- surveillance et prévention des incendies
- lutte contre les incendies
- alimentation en eau
- facilités accordées aux exploitants agricoles soumis aux obligations du service militaire.

Plus de trois cents régiments ou formations des Armées de Terre et de l'Air, de la Marine et de la Gendarmerie, c'est-à-dire la presque totalité des unités de métropole et de nombreuses unités des forces françaises stationnées en République Fédérale d'Allemagne ont participé aux opérations. Effectué de façon continue, même les dimanches et jours fériés, et ayant culminé du 15 juillet au 20 août, le concours des Armées s'est matérialisé jusqu'au 9 octobre 1976 par :

- 550 000 journées de travail
- 100 000 journées de véhicule
- plus de 16 000 000 de kilomètres parcourus.

L'aide militaire a cessé officiellement le 9 octobre. Nous venons d'en voir le bilan global, examinons maintenant les principaux domaines concernés.

Le ramassage et le transport du fourrage

Cette action est la plus connue car baptisée du nom « d'opération paille », elle a fait l'objet de multiples articles dans la presse écrite. Par ailleurs, nécessitant le déplacement sur



route et en période de vacances de très nombreux véhicules, elle a été particulièrement remarquée.

Elle a consisté à collecter de la paille et du fourrage puis à les transporter en liaison avec la S.N.C.F. vers les régions d'élevage les plus touchées par la sécheresse. A noter que cette opération a dépassé le cadre de nos frontières puisque les Forces Françaises d'Allemagne ont acheminé dans les Vosges plusieurs centaines de tonnes de fourrage mises à la disposition de la France par une commune du pays de Bade.

L'activité en ce domaine représente plus de 95 % de l'aide des armées à la lutte contre la sécheresse. A la période de pointe 15 000 hommes par jour étaient engagés, ce qui signifie que la quasi-totalité des régiments de métropole ont été concernés par cette prestation.

Au total plus de :

- 510 000 journées/homme
- 95 000 journées/véhicules transport de fourrage,

soit 15 000 000 de kilomètres parcourus au titre de cette forme d'aide.

On peut estimer que près de 900 000 tonnes de fourrage ont été « manipulées » par les Armées sur les chantiers de ramassage, ceux de chargement et ceux de déchargement.

Le transport de matériel agricole

Cette opération a permis de transporter des matériels agricoles, presses, tracteurs et remorques depuis les zones sinistrées jusque dans les régions céréalières qui fournissaient la paille, puis de ramener à leur point de départ ces mêmes matériels une fois le ramassage terminé.

Ce transport a représenté à lui seul 1 350 journées/véhicules et s'est effectué sur de longues distances par exemple entre la Bretagne et la Brie ou la Normandie et la Beauce.

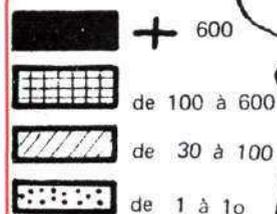
La carte ci-après indique les départe-

ments ayant bénéficié de ces déplacements de matériels..

La surveillance et prévention des incendies

Les risques d'incendie, nombreux en période d'été, étaient multipliés cette année en raison de la sécheresse persistante. Aussi, le gouvernement a-t-il demandé la participation des Armées à la surveillance préventive des incendies. Celle-ci s'est traduite par les mesures suivantes :

- Un potentiel hebdomadaire d'aéronefs légers (hélicoptères et avions) a été mis à la disposition des préfets de zone de défense. Les aéronefs utilisés appartenaient à l'aviation légère de l'Armée de Terre, à l'Armée de l'Air, à l'Aéronavale et à la Gendarmerie.
- Des patrouilles de surveillance de la forêt, à pied ou motorisées, ont été exécutées à la demande des préfets de zone de défense.
- Sur la presque totalité du territoire national, la Gendarmerie a effectué des patrouilles à cheval permanentes. 172 chevaux ont été ainsi engagés dans ce type d'activité.



NOMBRE DE VÉHICULES (chiffres cumulés)

A la fin des opérations, 360 heures d'aéronefs légers avaient été consacrées à la surveillance de la forêt et plus de 540 patrouilles terrestres avaient été effectuées.

L'ensemble représente :

- 5 400 jours/hommes,
- 540 jours/véhicules.

La lutte contre les incendies

Sur le front des incendies, les militaires ont lutté au côté des pompiers et ont effectué 210 interventions dans 40 départements notamment dans le Gard, le Finistère, le Morbihan et le Maine-et-Loire.



Ces interventions ont mis en jeu :

- 15 000 jours/hommes
- 120 jours/engins spéciaux
- 60 heures de vol d'aéronefs légers.

La carte ci-après indique les départements où ont eu lieu les interventions militaires.

Alimentation en eau des populations

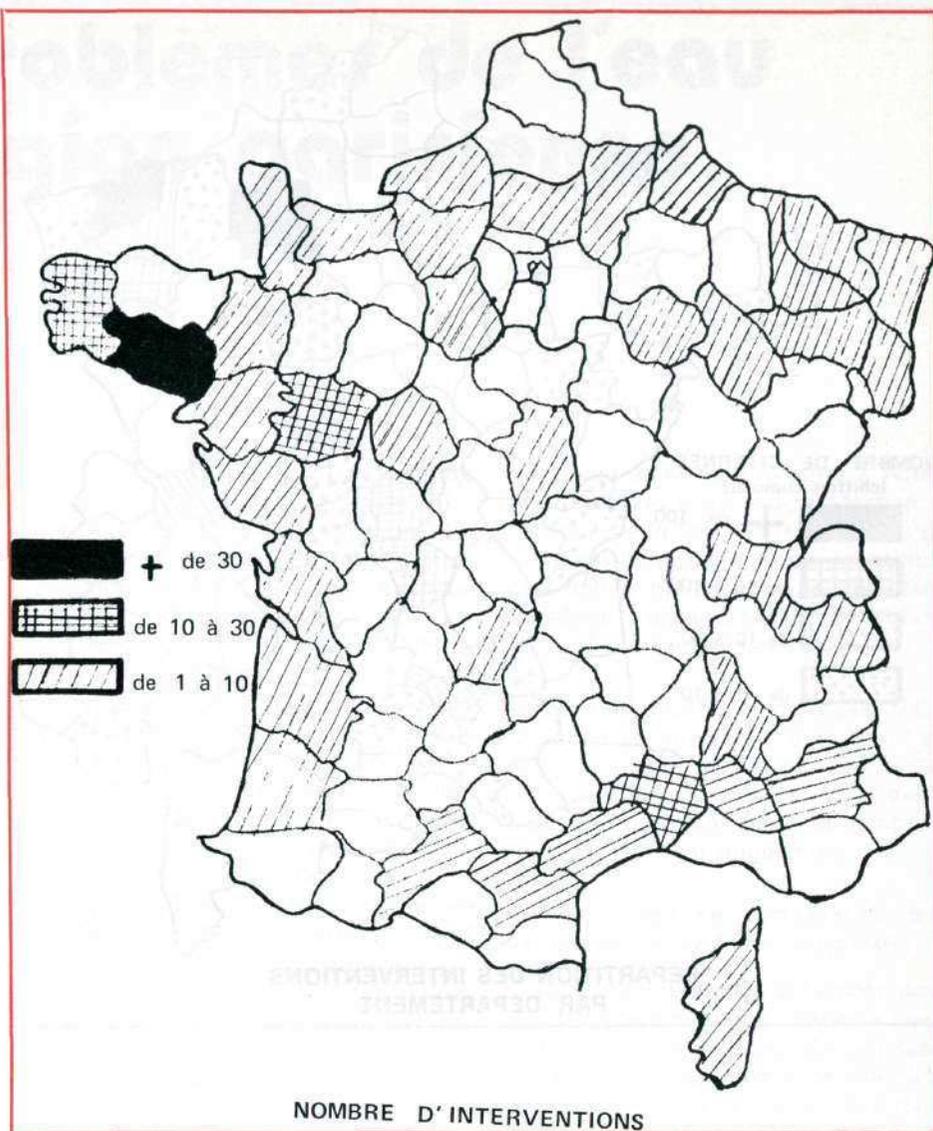
Les moyens militaires de transport d'eau ont participé à l'alimentation en eau des collectivités et des particuliers sur près de la moitié des départements français métropolitains. Parmi les départements qui ont le plus bénéficié de l'intervention des Armées, il faut citer la Moselle, le Tarn-et-Garonne, la Marne, la Creuse et les Vosges.

Le total des journées de camions-citernes atteint 1 550, ce qui représente environ 600 000 m³/km transportés.

La carte ci-contre indique la répartition des interventions par département.

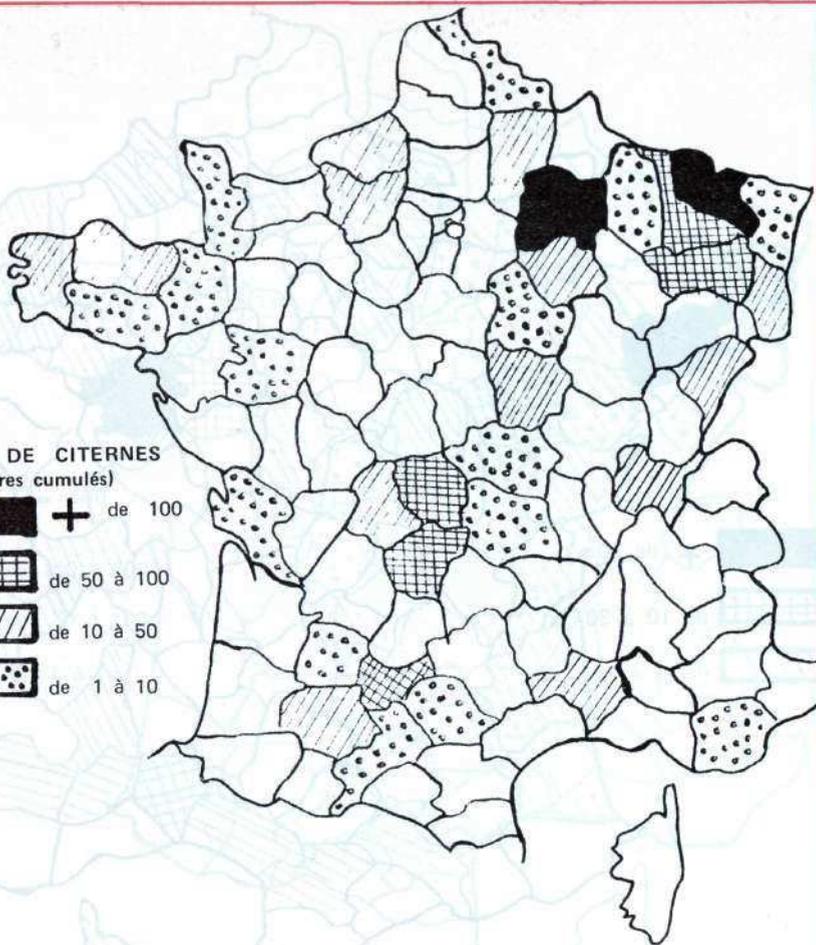
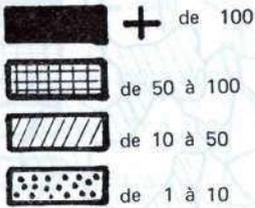
Aux prestations principales précédemment exposées, il convient d'ajouter d'autres formes d'aides, moins spectaculaires mais aussi importantes pour les bénéficiaires :

- prêt aux agriculteurs de matériel de couchage (lits, tentes, couvertures), d'ameublement, de cuisine, d'éclairage... ;
- mise à disposition de bouchers dans certains abattoirs ;
- lutte contre la pollution des rivières ;
- oxygénation du lac de Nantua (Ain) ;
- ouverture de sentiers vers les alpages.



Facilités accordées aux exploitants agricoles soumis aux obligations militaires

NOMBRE DE CITERNES
(chiffres cumulés)



RÉPARTITION DES INTERVENTIONS
PAR DÉPARTEMENT

Le Ministre de la Défense a pris un certain nombre de mesures en faveur des exploitants agricoles soumis aux obligations militaires :

- rappel de la faculté donnée aux exploitants agricoles présents sous les drapeaux de demander le bénéfice de leurs droits normaux à permission pendant la période de leur choix ;
- octroi d'une permission supplémentaire de huit jours ;
- possibilité de bénéficier d'une permission exceptionnelle de 15 jours au maximum sous réserve d'accepter une prolongation correspondante du temps de service ;
- libération de la fraction du contingent 76/08 le 16 juillet 15 jours avant la date normale de libération ;
- possibilité pour les jeunes gens incorporables en août de demander un décalage d'appel de deux mois.

Ces actions, conduites pendant trois mois sur ordre du Gouvernement, ont permis aux Armées d'apporter leur contribution massive et désintéressée aux opérations de lutte contre les effets de la sécheresse et de donner le témoignage de leur disponibilité au service de la Nation.



N.B. — Les photos sont du Service d'Information et de Relations publiques des Armées.

les problèmes de l'eau en région parisienne

par F. VALIRON

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

L'importance des populations de la Région Parisienne et des activités économiques sur une surface exiguë rend déjà déficitaire, en période de climatologie normale, la couverture des besoins en eau à partir des ressources purement locales.

La sécheresse exceptionnelle de 1976 aurait pu se traduire par une situation catastrophique si de nombreux travaux n'avaient pas été réalisés depuis plusieurs années pour accroître la sécurité du système d'alimentation en eau et si, parallèlement, les barrages et les stations d'épuration réalisés à l'amont n'avaient pas amélioré les débits et diminué les charges polluantes.

Pour faciliter la compréhension des répercussions de la sécheresse, on trouvera d'abord quelques indications indispensables sur les installations existantes ; puis, après une rapide description des conséquences de la sécheresse sur les débits et les consommations, on évoquera les moyens mis en œuvre pour en diminuer les effets et les inconvénients. En guise de conclusion, seront évoqués les enseignements que l'on peut tirer de cette expérience pour les programmes de travaux à venir.

- Les besoins en eaux de l'agglomération parisienne ont donné lieu en 1973 aux prélèvements suivants :
en millions de m³

La carte ci-dessous montre de façon schématique le système d'alimentation en eau des populations qui dépend principalement de trois grands distributeurs, Syndicat de la banlieue de Paris et CGE, Lyonnaise des eaux et les syndicats affermés à celle-ci, et la Ville de Paris ainsi que de quelques systèmes indépendants (Eaux de Versailles, Saint-Maur, etc...). Les deux tiers environ des eaux nécessaires sont prélevés dans la Seine (Morsang, Viry, Vigneux, Orly, Choisy, Ivry, Surresnes), dans la Marne (Neuilly, Saint-Maur) et dans l'Oise (Méry).

Les usines de traitement sont souvent situées en aval d'importants rejets d'eaux usées de l'agglomération parisienne, car l'ensemble des usines d'épuration n'est pas réalisé (notamment Valenton) et le réseau de collecte, qui a un débit insuffisant, laisse s'écouler vers les rivières des rejets d'eau usées permanents ou intermittents en cas de pluie au travers des déversoirs d'orage ou des exutoires des réseaux pluviaux.

Le tiers restant provient de nappes souterraines captées pour la plus grande partie très à l'extérieur de l'agglomération et transporté par de longues conduites d'adduction (Vanne, Loing, Lunain, Avre, etc...).

Pour les besoins industriels directs, il s'agit de prélèvements en rivière ou en nappe au droit des usines. Les rejets se font en partie importante au travers du réseau d'assainissement, le

rejet final étant reporté alors à Achères très à l'aval de l'agglomération. Le débit de la Seine à la traversée de Paris est donc diminué de l'ensemble des débits prélevés et rejetés dans le réseau d'assainissement à Achères à l'aval de l'agglomération.

Les usines d'E.D.F. (Montereau, Vitry, Champagne) prélèvent et rejettent au droit de chacun des sites. Il n'y a pas de répercussion sensible sur le débit, sauf l'évaporation, mais la température de l'eau est augmentée.

On doit noter les particularités suivantes de ce système complexe :

- Les débits prélevés à l'amont pour les besoins humains, rejetés à l'aval à travers le réseau d'assainissement, sont de l'ordre de grandeur du débit d'étiage naturel des rivières (Seine, Marne, Oise) et si ceux-ci n'étaient pas grossis par des lâchures de barrages situées à l'amont, le débit résiduel ne suffirait pas aux besoins de la navigation et de l'hygiène.
- Cette situation serait encore aggravée si des eaux souterraines n'étaient pas captées à l'amont pour les besoins des populations.
- La qualité des eaux des rivières, déjà influencée par les apports polluants de l'amont, est encore perturbée par les rejets propres à l'agglomération et non encore traités et par ceux des calories provenant des centrales EDF.

Les schémas eaux et assainissement approuvés en 1971, mais encore loin d'être réalisés, avaient insisté sur la nécessité d'accélérer la réalisation des barrages-réservoirs pour la Seine ne 350 millions de m³ - Aube 175 mil

| | eau de rivières | eau de nappe |
|--|-----------------|--------------|
| réseaux publics | 635 | 394 |
| industries prélevant directement | 237 | 151 |
| refroidissement des centrales E.D.F. | 3 500 | — |
| Total | 4 372 | 645 |

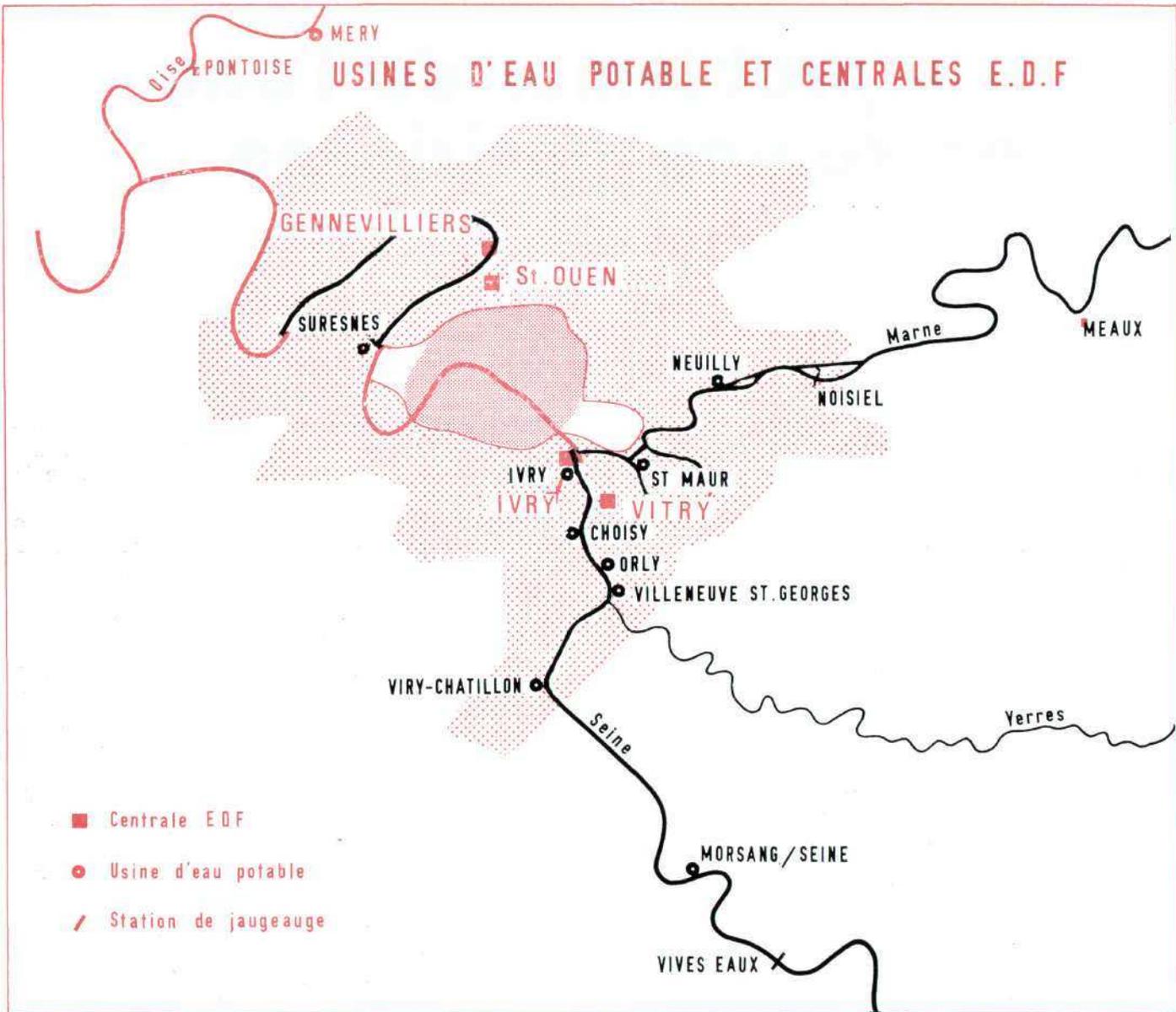


FIG. N° 1

lions de m³ - Oise 170 millions de m³) et sur la protection des prises d'eau contre les pollutions amont et locales. Ils préconisaient la réalisation de grands collecteurs et le développement des usines d'épuration (Achères III et IV, Noisy, Evry, Valenton, Achères-ouest) ainsi que sur la diversification des ressources en eau entre rivières et nappes (nouvelles dérivations de Montereau, de l'Essonne et de Boran) et l'interconnexion entre les réseaux de distribution.

II - La sécheresse de 1976 a eu des effets importants sur les débits des rivières provenant de l'amont et sur la température.

1) Les débits ont été de l'ordre du

tiers de la normale et parfois inférieurs à l'étiage connu le plus sévère, malgré les lâchures opérées à partir des barrages-réservoirs amont (Marne et la Marne (aucun barrage n'existe encore sur l'Oise) (figures 1 à 3). Malheureusement, les réservoirs réalisés à l'amont n'étaient pas pleins (Seine 80% - Marne 50%) à cause du déficit pluviométrique et d'incidents sur les digues du barrage Marne achevé depuis un peu plus d'une année.

Pour des raisons de sécurité, la programmation des lâchures a été modulée de façon à assurer les prélèvements indispensables aux habitants et aux industries jusqu'au milieu de décembre pour le cas où, comme cela

est déjà arrivé, l'étiage se serait prolongé jusque-là. Evidemment, la contrepartie de cette sécurité était l'impossibilité, vu les volumes accumulés derrière les barrages, d'augmenter les débits pour mieux diluer les pollutions.

2) Le deuxième effet provient de la canicule qui a augmenté très sensiblement la consommation en eau de la population alors que la sécheresse avait réduit les ressources disponibles. Les records de prélèvements ont été pulvérisés entre le 25 juin et les premiers jours de juillet où les usines de traitement d'eau ont toutes fonctionné à leur capacité maximale (près de 30 m³/s), certains réservoirs de sé-

RESSOURCES EN EAU ACTUELLES ET FUTURES

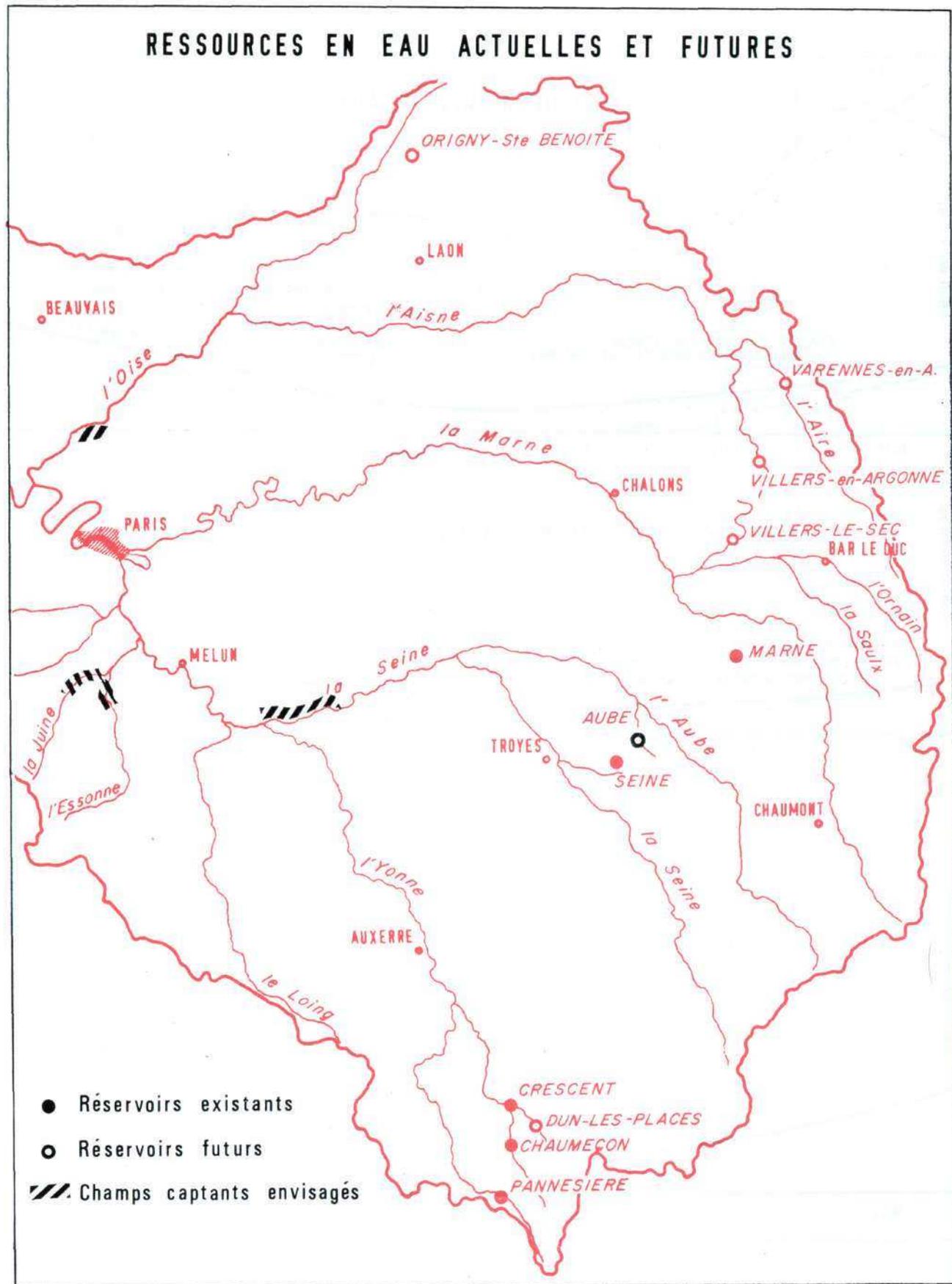


FIG. N° 2

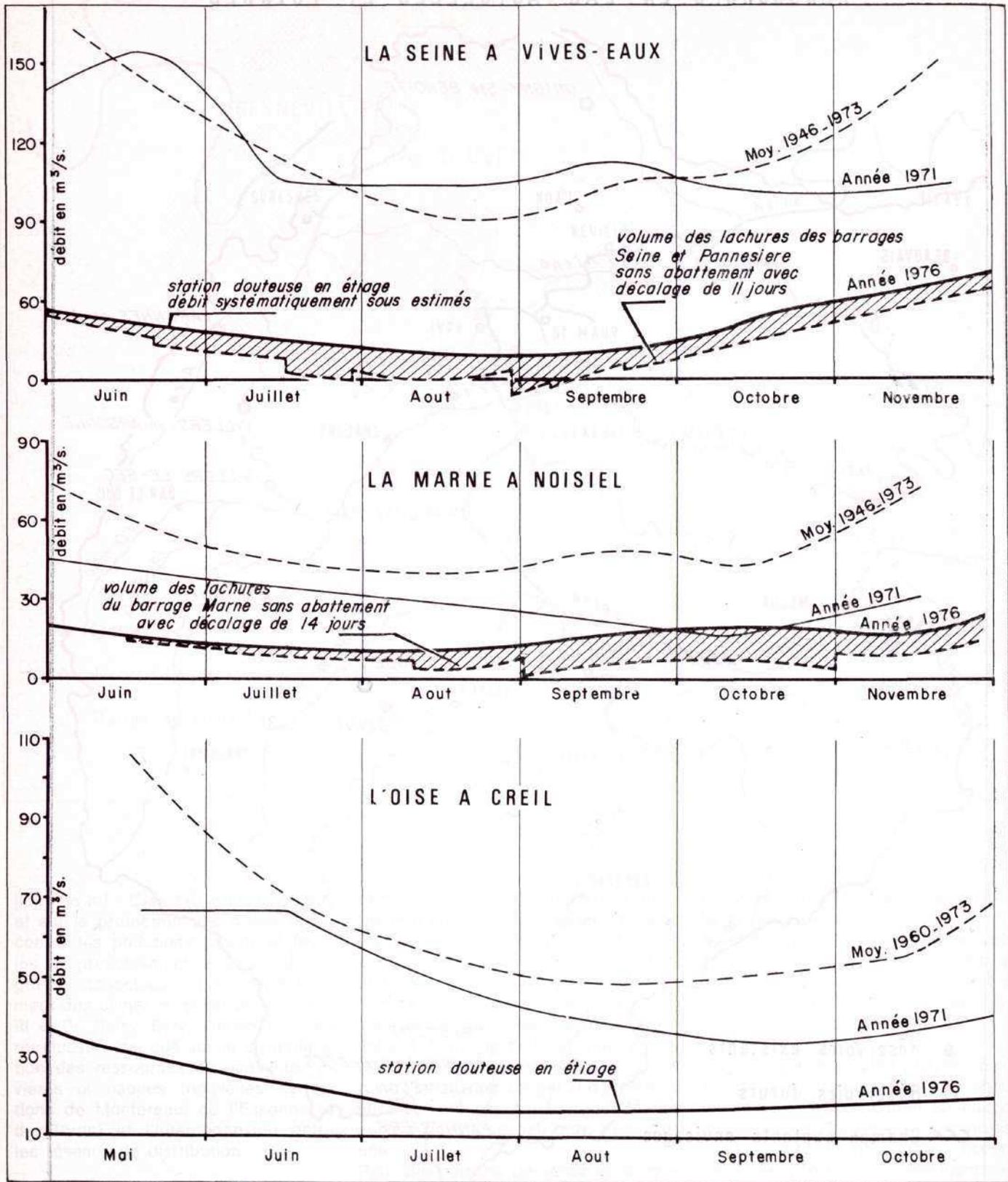


FIG. N° 3

curité commençant à se vider pour couvrir les besoins de l'aval.

Il semble qu'on peut parler d'une augmentation de plus de 2 % des prélèvements par degré au-dessus de 23° de température moyenne journalière.

Si l'ensemble des consommateurs avait été branché sur les rivières ou si les nappes dont le débit est resté important avaient été touchées par la sécheresse, il est certain que des coupures d'eau auraient été impossibles à éviter. On retrouve ici l'intérêt d'une alimentation faite à partir des nappes et des rivières, l'étiage de ces deux ressources étant presque toujours décalé de quelques mois. Les échanges d'eau par les interconnexions réalisées ont également joué leur rôle.

Sur le plan de la quantité, les dispositions prises ont donc pu assurer la couverture des besoins essentiels des populations (les arrosages publics et ceux des jardins privés ont été réduits ou supprimés). Il en a été de même pour l'ensemble des besoins industriels et de ceux de la navigation grâce à des mesures de lutte contre le gaspillage telles que réduction des lavages de sol ou diminution du nombre d'éclusées.

A noter que grâce aux lâchures des barrages, l'agriculture a pu opérer des pompages importants pour l'irrigation et multiplier par plus de trois les volumes prélevés sans qu'aucune interdiction ne s'y oppose.

3) Sur le plan de la qualité de l'eau des rivières, le niveau très réduit des débits ramené à environ 40 % de la normale saisonnière ne pouvait pas ne pas avoir de répercussions importantes puisqu'à pollution rejetée égale, il multipliait les teneurs des charges véhiculées par 2,5. Ceci ne pouvant que se traduire par une diminution considérable du taux d'oxygène dissous et par l'accroissement des teneurs en amonium et nitrates, ceci d'autant plus que la température de l'eau s'accroissait simultanément de façon sensible (courbe 4).

On voit sur la courbe 5 l'effet de la photosynthèse qui fait passer de 0,5 mg/l à 1,5 mg/l la teneur en oxygène.

Les quantités d'algues ont également progressé de façon spectaculaire, provoquant divers inconvénients pour

les traitements des eaux potables dont on parlera plus loin.

Pour limiter la diminution de l'oxygène dont la teneur s'est tenue entre 1,5 et 0,5 mg/l et les mortalités de poissons, on a dû réduire l'échauffement dû au fonctionnement de certaines centrales électriques. Cela a été le cas de l'usine de Vitry dont la production a été déplafonnée pour que la température ne dépasse pas 29° juste à l'aval, soit un degré de moins que la norme habituelle.

De même des consignes très strictes ont été données à l'industrie pour éviter toutes pollutions accidentelles pendant cette période. Celle-ci a bien respecté les consignes et les mortalités de poissons qui se sont produites sur la Seine à la traversée de Paris pendant deux ou trois jours en juin-juillet-août et septembre ont une origine différente. Chaque fois, il y a eu conjonction entre une diminution d'oxygène provoquée par une tempé-

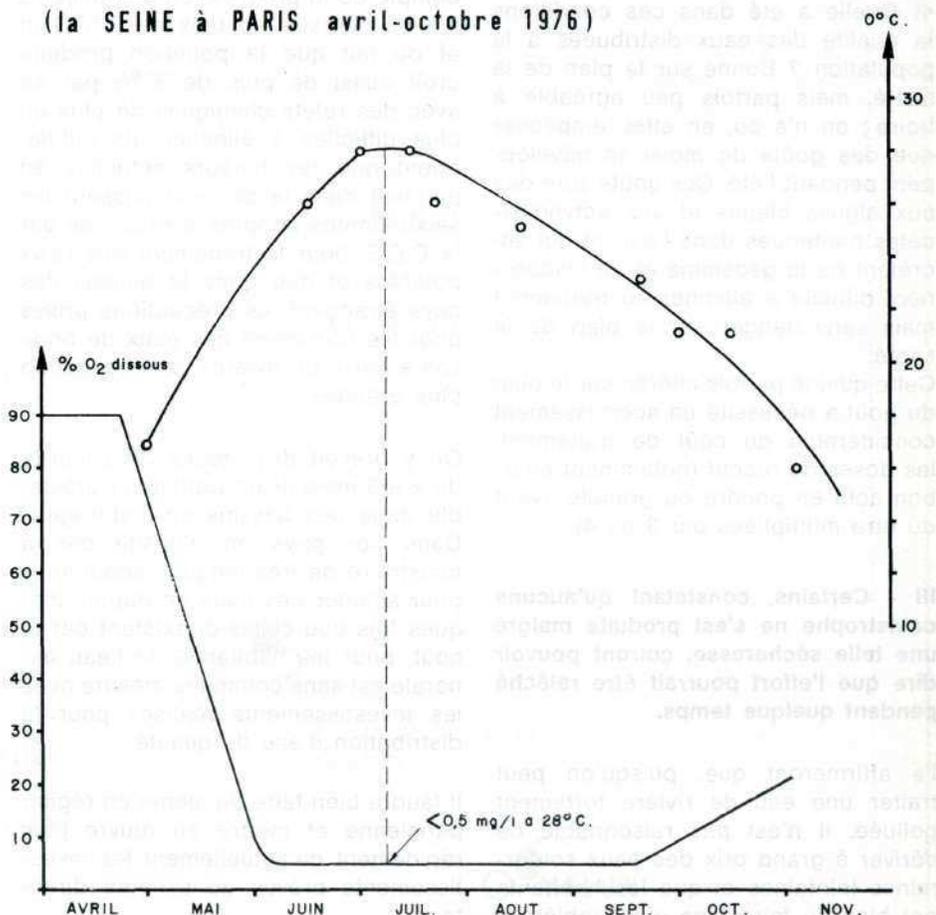
rature d'eau élevée et une pluie qui a ramené à la Seine aux droits des déversoirs d'orage de l'Orge et de l'Essonne, les eaux de lavage des sols et les importantes charges polluantes correspondantes. Quatre ou cinq jours plus tard, le temps à la charge polluante de se dégrader et de consommer tout l'oxygène, les morts de poissons se manifestaient.

Cette situation aurait été catastrophique si, depuis sept années, on n'avait pas, à l'amont de la région parisienne, diminué de plus de 20 à 25 % la pollution déversée. Mais elle aurait été bien meilleure si tous les ouvrages prévus au plan directeur avaient été réalisés ; en particulier la station de Valenton qui est essentielle pour supprimer une pollution de près de un million d'habitants et éviter de transformer une eau presque stagnante dans Paris en une eau d'égout où commençaient à fermenter en pro-

FIG. N° 4

VARIATION DE LA TEMPÉRATURE ET DE L'OXYGÈNE DISSOUS

(la SEINE à PARIS avril-octobre 1976)



VARIATION EN %, ENTRE JOUR-NUIT, DE L'OXYGENE DISSOUS

(La SEINE à PARIS le 30.7.1976)

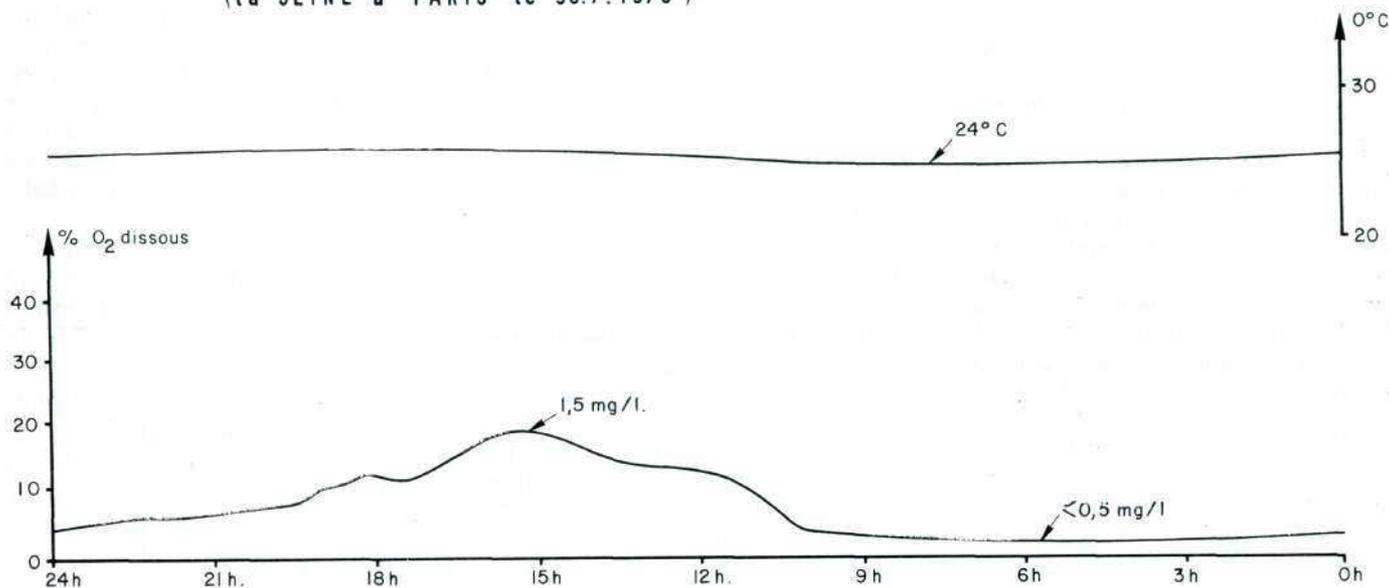


FIG. N° 5

cessus anaérobie les vases travaillées par la température.

4) Quelle a été dans ces conditions la qualité des eaux distribuées à la population ? Bonne sur le plan de la santé, mais parfois peu agréable à boire ; on n'a pu, en effet, empêcher que des goûts de moisi se développent pendant l'été. Ces goûts sont dus aux algues bleues et aux actinomycètes contenues dans l'eau et qui secrètent de la géosmine et de l'isobornéol difficile à éliminer au traitement mais sans danger sur le plan de la santé.

Cette qualité parfois altérée sur le plan du goût a nécessité un accroissement considérable du coût de traitement, les doses de réactif (notamment charbon actif en poudre ou granulé ayant dû être multipliées par 3 ou 4).

III - Certains, constatant qu'aucune catastrophe ne s'est produite malgré une telle sécheresse, coïront pouvoir dire que l'effort pourrait être relâché pendant quelque temps.

Ils affirmeront que, puisqu'on peut traiter une eau de rivière fortement polluée, il n'est pas raisonnable de dériver à grand prix des eaux souterraines lointaines et que les habitants ont bien su faire face aux problèmes

de goût des eaux distribuées en dévalisant les stocks d'eau minérale.

Leurs affirmations ne tiendraient pas compte de la progression des besoins qui se poursuit au taux de 2 % l'an et du fait que la pollution produite croît aussi de plus de 3 % par an avec des rejets chimiques de plus en plus difficiles à éliminer. Ils oublieraient que les teneurs actuelles en polluant dans la Seine dépassent les seuils limites adoptés à Bruxelles par la C.E.E. pour le traitement des eaux potables et que dans la plupart des pays étrangers les précautions prises pour les traitements des eaux de boisson à partir de rivières sont beaucoup plus grandes.

On y prévoit des stocks de sécurité de 2 à 3 mois et un traitement préalable dans des bassins de « storage ». Dans ces pays on n'hésite pas à construire de très longues adductions pour amener des eaux de nappe quelques fois que celles-ci existent car le coût, pour les habitants, de l'eau minérale est sans commune mesure avec les investissements réalisés pour la distribution d'eau de qualité.

Il faudra bien faire de même en région parisienne et mettre en œuvre plus rapidement qu'actuellement les investissements prévus au schéma directeur ;

- Barrages à l'amont sur l'Aube et l'Oise.
- Stocks de sécurité et interconnexion.
- Politique d'objectifs de qualité sur les rivières amont avec l'accélération de la réalisation des ouvrages d'épuration.
- Protection des nappes souterraines et dérivation de celles-ci le moment venu pour faire face à l'accroissement des besoins.



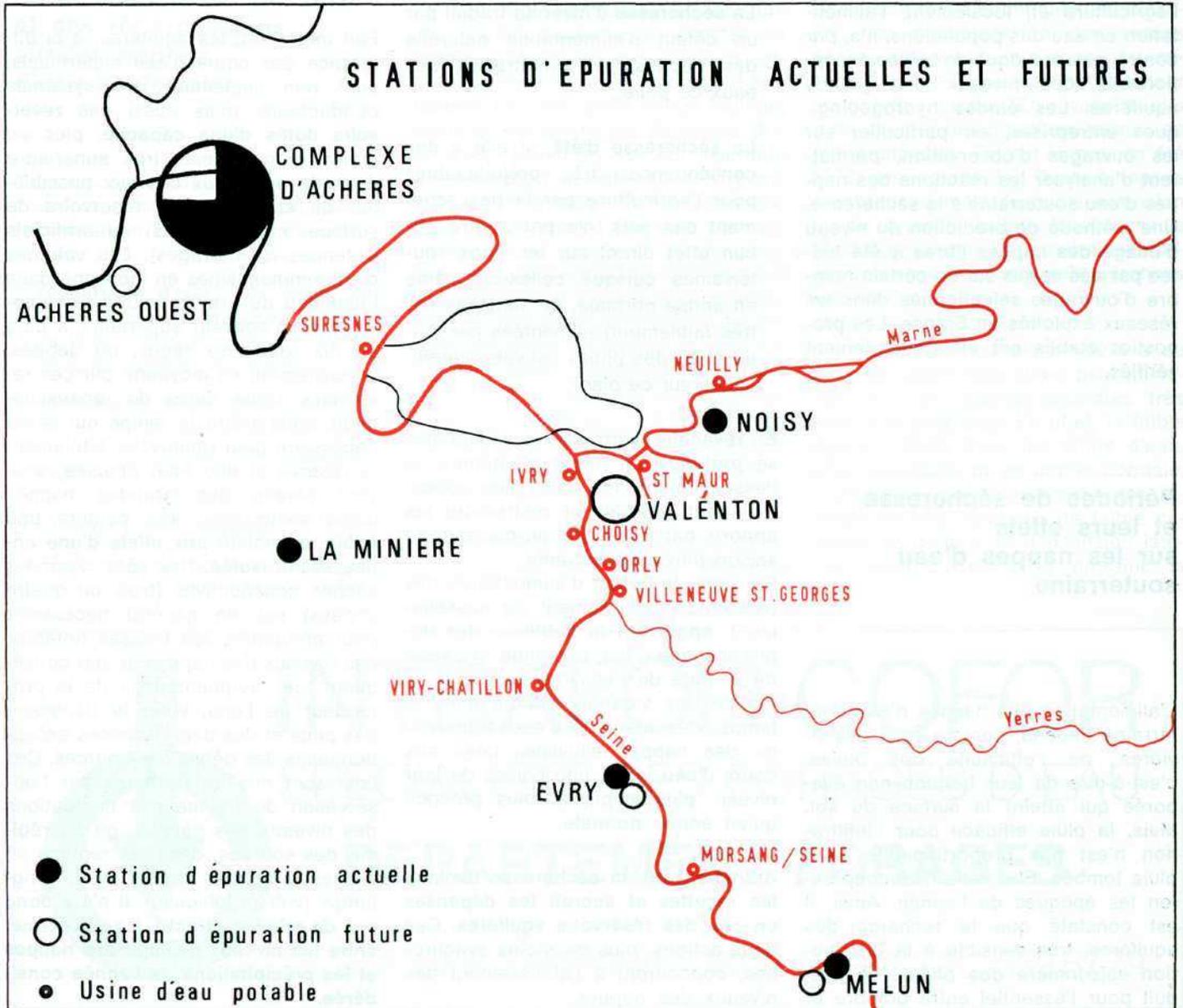
- Programmes d'assainissement de la région parisienne avec la réalisation de Valenton et la maîtrise des rejets pluviaux.

Ce vaste programme passe par une gestion rationnelle des eaux esquissée pendant la sécheresse par la Mission Déléguée de Bassin. Sans doute fau-

dra-t-il, avec les pouvoirs de police nouvellement dévolus au Ministère de la Qualité de la Vie, accroître le rôle de cet organisme où cohabite l'ensemble des Administrations compétentes dans le domaine de l'eau. L'Agence, avec ses moyens financiers, appuiera évidemment la politique qui pourra y être décidée.

Souhaitons qu'elle se décide rapidement et qu'on n'oublie pas que si il faut agir sur la ressource, on peut aussi en réduisant les gaspillages d'eau (fuites chez les habitants et dans les réseaux, mauvais usages dans l'industrie), diminuer fortement les besoins.

FIG. N° 6



La sécheresse de 1976 et les eaux souterraines

par G. CASTANY et J. MARGAT

Service Géologique National.

Introduction

La sécheresse de 1976, si elle a eu des conséquences préjudiciables sur les débits d'étiage des cours d'eau, l'agriculture et, localement, l'alimentation en eau des populations, n'a, par contre, pas provoqué de baisse exceptionnelle des niveaux des grands aquifères. Les études hydrogéologiques entreprises, en particulier sur les ouvrages d'observation, permettent d'analyser les réactions des nappes d'eau souterraine à la sécheresse. Une méthode de prédiction du niveau d'étiage des nappes libres a été testée par des essais sur un certain nombre d'ouvrages sélectionnés dans les réseaux exploités en France. Les pronostics établis ont été généralement vérifiés.

Périodes de sécheresse et leurs effets sur les nappes d'eau souterraine

L'alimentation des nappes d'eau souterraine dépend, comme celle des rivières, de l'efficacité des pluies, c'est-à-dire de leur fraction non évaporée qui atteint la surface du sol. Mais, la pluie efficace pour l'infiltration n'est pas proportionnelle à la pluie tombée. Elle varie beaucoup selon les époques de l'année. Ainsi, il est constaté que la recharge des aquifères, très sensible à la distribution saisonnière des pluies, se produit pour l'essentiel entre octobre et

mars. Il en résulte que la sécheresse, définie comme un déficit des précipitations par rapport à la normale, a sur le régime des nappes d'eau souterraine deux effets bien distincts selon la saison durant laquelle elle sévit.

- La **sécheresse d'hiver** se traduit par un défaut d'alimentation naturelle des nappes par l'infiltration des eaux de pluie ;
- La **sécheresse d'été**, si elle a des conséquences très préjudiciables pour l'agriculture par le dessèchement des sols, n'a par contre aucun effet direct sur les eaux souterraines puisque celles-ci, même en année normale, ne sont pas (ou très faiblement) alimentées par l'infiltration des pluies estivales (inefficaces sur ce plan).

En revanche, surtout si la sécheresse se prolonge en début d'automne, le dessèchement des sols, plus accentué, peut retarder et restreindre les apports par infiltration au cours de la saison pluvieuse suivante.

En outre, le défaut d'alimentation des rivières par tarissement du ruissellement, aggravant la faiblesse des débits d'étiage d'été, accentue la baisse de la cote de l'eau de leur lit. Il en résulte une vidange, accrue dans le temps, des réserves d'eau souterraine des nappes alluviales liées aux cours d'eau, donc une baisse de leur niveau, plus ample et plus précoce qu'en année normale.

Autrement dit, **la sécheresse diminue les recettes et accroît les dépenses en eau des réservoirs aquifères**. Ces deux actions, plus ou moins synchrones, concourent à l'abaissement des niveaux des nappes.

Rôle régulateur des réservoirs aquifères et vulnérabilité des nappes d'eau souterraine à la sécheresse

Fait important, les aquifères, à la différence des cours d'eau superficiels, sont non seulement des systèmes conducteurs, mais aussi des **réservoirs dotés d'une capacité**, plus ou moins grande, mais très supérieure dans de nombreux cas aux possibilités de stockage des réservoirs de surface, naturels (lacs) ou artificiels (retenues de barrages). Les volumes d'eau emmagasinés en moyenne dans beaucoup de grands aquifères régionaux sont souvent supérieurs à cinq ou dix fois ceux reçus, ou débités, annuellement en moyenne par ces réservoirs. Cette durée de renouvellement, c'est-à-dire le temps qui serait nécessaire pour renouveler totalement la réserve si elle était épuisée, souvent élevée des grandes nappes d'eau souterraine, leur confère une **faible sensibilité aux effets d'une année sèche isolée**. Une série d'années sèches consécutives (trois ou quatre années) est en général nécessaire pour provoquer des baisses notables des niveaux des nappes et, par conséquent, des augmentations de la profondeur de l'eau, voire le dénoyage des puits et des décroissances exceptionnelles des débits des sources. Ces faits sont mis en évidence par l'observation du régime des fluctuations des niveaux des nappes, ou du régime des sources, dans les régions où elle est pratiquée depuis assez longtemps (voir graphiques). **Il n'y a donc pas de relation directe, à court terme, entre les niveaux d'étiage des nappes et les précipitations de l'année considérée.**

Cette sensibilité, ou **vulnérabilité**, des nappes d'eau souterraine à la sécheresse est toutefois variable selon les caractéristiques des réservoirs aquifères : extension, épaisseur, paramètres hydrodynamiques (emmagasinement, perméabilité), degré de liaison avec les cours d'eau, profondeur de la surface libre des nappes, etc.

Les graphiques illustrent le rôle régulateur des grandes nappes de la Craie de l'Artois et de Haute-Normandie et du Calcaire de Beauce. Par contre, les petits aquifères du Massif armoricain, non figurés, très vulnérables par leur faible extension, ont été gravement affectés.

Caractéristiques de la sécheresse de 1976 et ses répercussions sur les nappes d'eau souterraine

La sécheresse de 1976 a présenté deux caractéristiques préjudiciables à l'alimentation des nappes d'eau souterraine :

- **sécheresse d'hiver**, les pluies efficaces ayant été précoces au début de l'hiver 1975-76, puis très faibles dans les régions touchées ;
- **sécheresse d'été** provoquant un dessèchement des sols accentué et des débits d'étiage des cours d'eau très bas.

D'où deux effets cumulés :

- **défaut d'alimentation** de nombreux

aquifères dans le nord de la France, surtout au cours de l'hiver 1975-76 ;

- **retard probable de l'alimentation** lors de la période suivante, soit au cours de l'hiver 1976-77.

Résistance à la sécheresse des grandes nappes, rechargées au cours de la période hivernale excédentaire 1974-75

L'alimentation de l'année précédente, 1974-75, avait été au contraire nettement excédentaire par rapport à la normale après quatre années consécutives déficitaires (1970-71 à 1973-74). En règle générale, les niveaux des nappes souterraines affectés de baisses accentuées par plusieurs années sèches consécutives peuvent être rétablis par une seule année humide, laquelle compense les dépenses des réserves cumulées sur une période d'alimentation déficitaire. C'est pourquoi, en fin d'étiage 1975, les niveaux, des nappes étaient généralement supérieurs à la moyenne (graphiques) et les défauts d'apport de 1975-76 n'ont pas entraîné de baisses exceptionnelles. Les pronostics d'évolution des niveaux au cours de l'automne 1976, qui ont été tentés, n'indiquent pas dans l'ensemble de positions anormalement basses (graphiques et tableau). Les observations récentes ont confirmé dans l'ensemble les prédictions avancées.

Les niveaux d'étiage minimaux, prévisibles en fin 1976, ne sont inférieurs

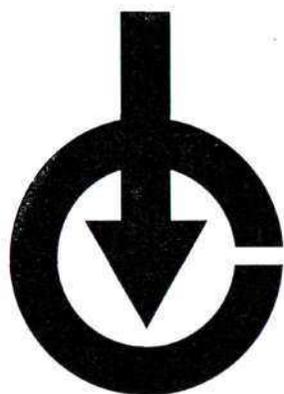
à ceux d'étiage moyen des dix à quinze dernières années que dans 50 % des cas traités, lesquels intéressent les régions très affectées du Nord, de la Normandie et du Centre du Bassin de Paris.

Par contre, la situation, héritée de 1976, rendra les nappes plus vulnérables aux effets d'une sécheresse répétée en 1977 et surtout en cas de pluies d'automne-hiver déficitaires.

Effets de la sécheresse de 1976 sur les nappes de faible capacité ou liées aux rivières

Une sécheresse accentuée, mais isolée, non consécutive à des années sèches antérieures, n'a donc pas provoqué de conséquences notables sur les grandes nappes. En revanche, elle a pu affecter des aquifères locaux, de faible capacité. Tel est le cas, en été 1976, des régions de l'Ouest à nappes nombreuses, mais de faible extension et de capacité limitée. Ainsi, dans le Massif armoricain, de nombreuses petites sources habituellement pérennes ont tari.

La sécheresse estivale de 1976 a eu un effet secondaire mais plus immédiat sur les nappes alluviales très liées à des rivières. En effet, la faible hauteur d'eau dans les cours d'eau, plus accentuée qu'en année normale, a provoqué un abaissement des niveaux de ces aquifères de faible capacité en général et d'extension latérale limitée. Celui-ci a entraîné la



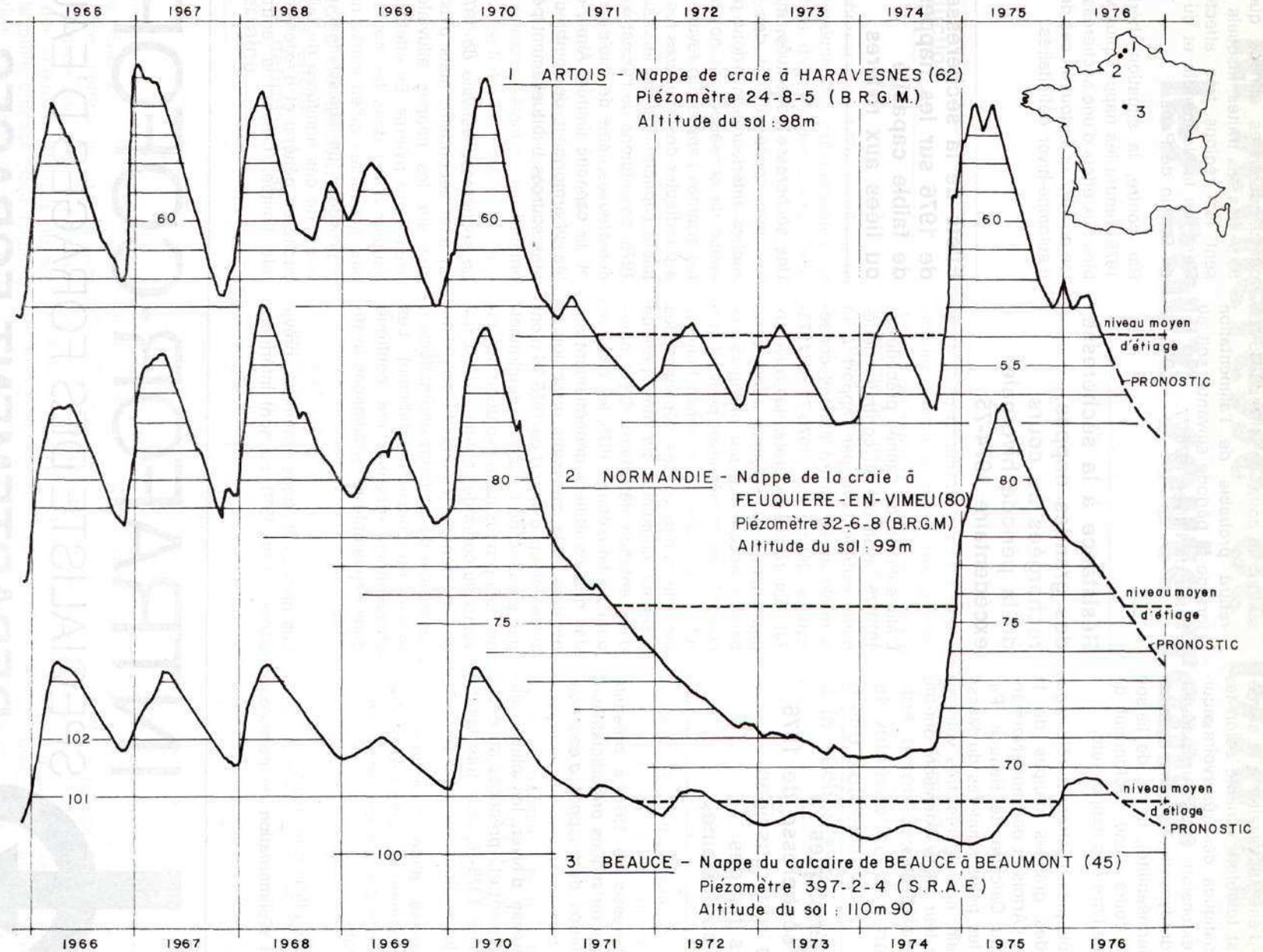
INTRAFOR-COFOR

SPECIALISTE DES FORAGES D'EAU

DEPARTEMENT FORAGES

15, RUE DES SABLONS - 75116 PARIS TEL. 553.57.79

TROIS EXEMPLES DE REGIME NATUREL DE VARIATIONS DE NIVEAU DE NAPPE SOUTERRAINE
(1966-1976), AVEC PRONOSTICS DE NIVEAU MINIMAL EN FIN 1976



décroissance des productivités des nombreux captages exploitant ces aquifères. Cette baisse s'est traduite, soit par une diminution des quantités d'eau fournies, soit par une augmentation du coût de leur production, à débit égal, du fait de la nécessité de pomper à des profondeurs plus grandes.

En quelques cas il a été nécessaire de forer des puits supplémentaires pour prélever le même débit total dans les champs de captage. Citons, par exemple, la vallée de la Loire notamment à Saumur et Angers.

En d'autres cas, plus particuliers, où des rivières rechargent des nappes par leur infiltration, des défauts d'alimentation consécutifs à la sécheresse ont également été constatés. Ils ont entraîné des baisses de niveau en été plus rapides qu'en année normale, comme dans la nappe des alluvions de la plaine d'Alsace sur sa bordure vosgienne.

Effets de la sécheresse de 1976 sur l'exploitation des eaux souterraines

Enfin, une conséquence indirecte de la sécheresse estivale, qui a accru les besoins de l'agriculture, a été d'augmenter en volume et de rendre plus précoce les prélèvements d'eau dans les nappes souterraines, pour irriguer les cultures, voire abreuver le bétail, dans les régions suffisamment équipées pour l'exploitation des eaux souterraines. Ces prélèvements, supérieurs à ceux pratiqués en année normale, ont localement accentué les baisses saisonnières des niveaux des nappes exploitées. Mais, il ne s'agit ici que d'un effet normal de l'utilisation judicieuse des réserves d'eau souterraine, c'est-à-dire de la capacité régulatrice des aquifères, en année déficitaire de pluie. Aussi, ne doit-on pas le considérer, en règle générale, comme un indice de « surexploitation ». Néanmoins, des exploitations trop intensives ont parfois provoqué des influences réciproques entre des forages trop rapprochés, affaiblissant ainsi leur rendement.

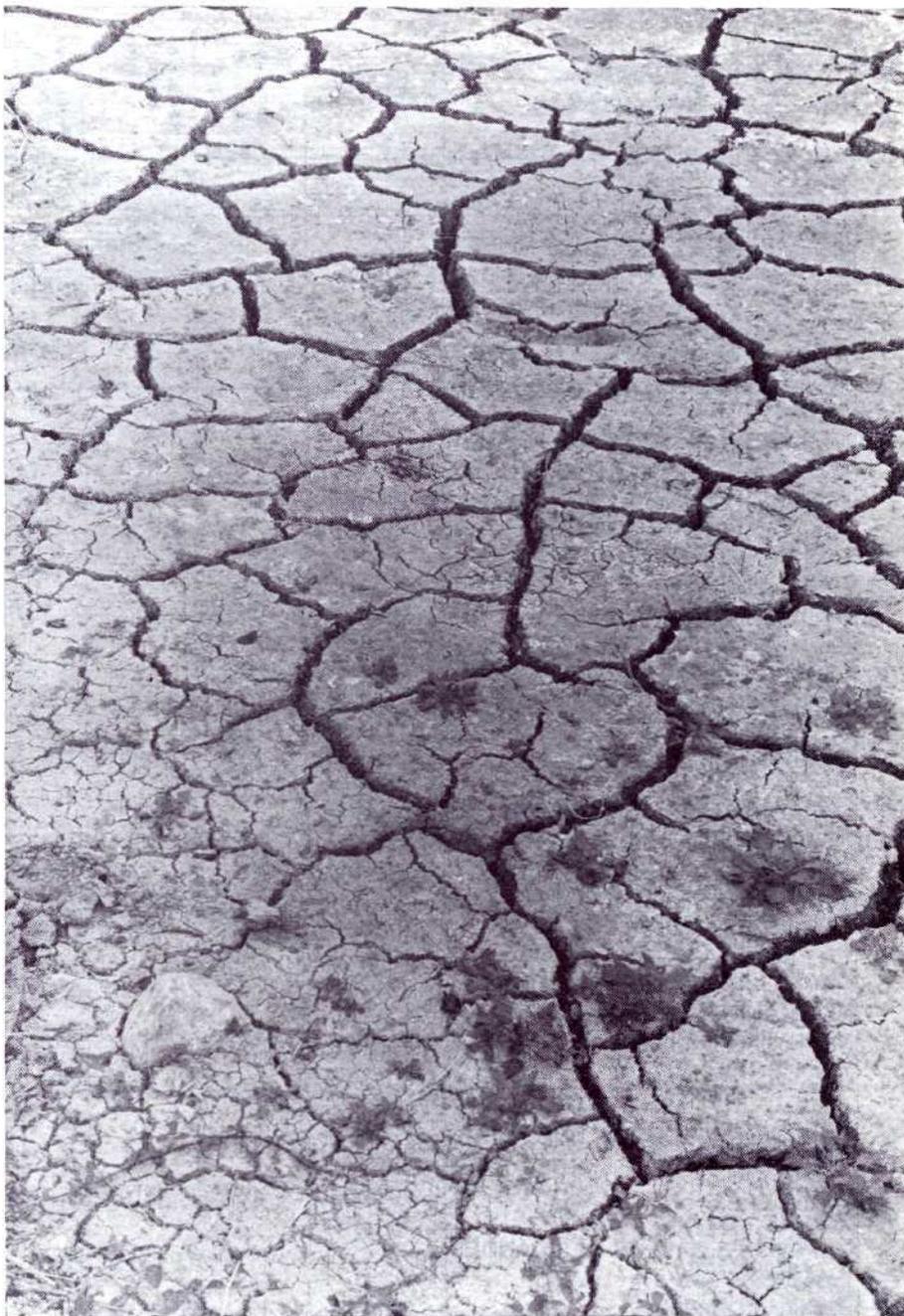


photo B. Allard

Conclusions

La résistance des grandes nappes aux effets de la sécheresse de 1976 a montré l'intérêt des eaux souterraines pour la production d'eau. Celles-ci

constituent des réserves naturelles moins vulnérables au déficit pluviométrique que les rivières et les retenues de surface et de plus grande capacité. L'exploitation rationnelle de leurs ressources permet de pallier aux carences périodiques des précipitations.

DONNÉES SUR LES RÉGIMES INTERANNUELS DE FLUCTUATION DES NIVEAUX DES NAPPES LIBRES EN FRANCE

(Recharges annuelles, niveaux d'étiage, pronostics d'étiage 1976)

| Région | Point d'observation et indice B.R.G.M. | Période d'observation | Recharge annuelle moyenne Δh moyen (m) | Recharge 1976 Δh 1976 (m) | Profondeur d'étiage moyenne P_e moy (m) | Profondeur du niveau le plus bas observé (en m) et année p max | Pronostics étiage 1976 (profondeur en m) | |
|------------------|--|--------------------------|---|--|--|---|--|-----------|
| | | | | | | | au 3/10 | au 31/12 |
| ARTOIS | NAPPE DE LA CRAIE Nort-Leulinghem 5 - 8 - 10 | 1957-76 (19 ans) | 4,0 | 2,5 | 26,4 | 28,2 (1957 et 59) | 26,8 (1) | 27,4 (1) |
| | Haravesnes 24 - 8 - 5 | 1965-76 (11 ans) | 7,4 | 2,4 | 41,8 | 44,9 (1973) | 45,1 (2) | 45,8 (2) |
| | Oppy 27 - 1 - 2 | 1958-76 (18 ans) | 5,4 | 3,8 | 21,0 | 23,6 (1960) | 23,0 (1) | 23,6 (1) |
| BASSIN DE PARIS | NAPPE DU CALCAIRE DE BEAUCE (BEAUCE) Cravant (Beaumont) 397 - 2 - 4 (SRAE) | 1965-76 (11 ans) | 1,4 | 1,1 | 10,0 | 10,8 (1975) | 10,3 (1) | 10,5 (1) |
| | NAPPE DU CALCAIRE DE CHAM- PIGNY (BRIE) Saint-Martin-Chennetron 260 - 3 - 9 | 1967-76 (9 ans) | 5,1 | 0,7 | 16,0 | 23,0 (1973) | 22,2 (1) | 23,1 (2) |
| | NAPPE DE LA CRAIE (PICARDIE) Feuquières-en-Vimeu 32 - 6 - 3 | 1965-76 (11 ans) | 5,7 | 1,0 | 23,3 | 28,5 (1974) | 24,8 (1) | 25,5 (1) |
| | Beauval 34 - 6 - 11 | 1965-76 (11 ans) | 4,1 | 1,4 | 32,6 | 34,2 (1972) | 33,4 (1) | 33,9 (1) |
| | NAPPE DE LA CRAIE (HAUTE- NORMANDIE) Motteville 16 - 2 - 4 | 1968-76 (8 ans) | 4,0 | 1,5 | 34,2 | 35,9 (1972) | 34,8 (1) | 35,4 (1) |
| | Rocquemont 77 - 3 - 2 | 1968-76 (8 ans) | 7,5 | 1,2 | 39,9 | 45,8 (1973 et 74) | 41,2 (1) | 42,0 (1) |
| BASSIN AQUITAINE | NAPPE DE L'EOCENE SUPERIEUR (MEDOC) Lustrac 778 - 8 - 14 | 1965-76 (11 ans) | 3,0 | 3,0 | 3,2 | 3,7 (1975) | 4,2 (2) | 4,7 (2) |
| | NAPPE DES SABLES DES LANDES (LANDES) Bassin du Bouron SRAE | 1968-76 (8 ans) | 1,8 | 1,0 | 5,9 | 6,2 (1973) | > 6,2 (2) | > 6,2 (2) |
| PLAINE ALSACE | NAPPE DES ALLUVIONS Habsheim 413 - 7 - 18 | 1964-76 (12 ans) | 3,5 | 1,8 | 10,1 | 11,30 (1973) | 11,2 (1) | 11,5 (2) |
| | Merxheim 378 - 6 - 24 | 1967-76 (9 ans) | 4,5 | 1,3 | 6,4 | 8,40 (1974) | 9,3 (2) | > 9,5 (2) |

(1) pronostic avec $p > p_e$ moy.

(2) pronostic avec $p > p$ max.

et des graphiques Commentaire du tableau

Le tableau et les graphiques présentent les résultats des études effectuées sur quelques ouvrages de mesures piézométriques, répartis dans quelques grandes nappes libres de la France, nappe de la Craie de l'Artois, de Picardie et de Haute Normandie, nappe du Calcaire du Beauce, nappe du Calcaire de Champigny-en-Brie, nappe du Dogger (Jurassique) en Basse Normandie, nappe de l'Eocène supérieur et des Sables des Landes dans le Bassin d'Aquitaine et nappe des alluvions de la plaine d'Alsace. Les périodes d'observations, de 8 à 11 ans, exceptionnellement 18 et 19 dans le Nord, permettent d'effectuer des calculs de moyennes valables.

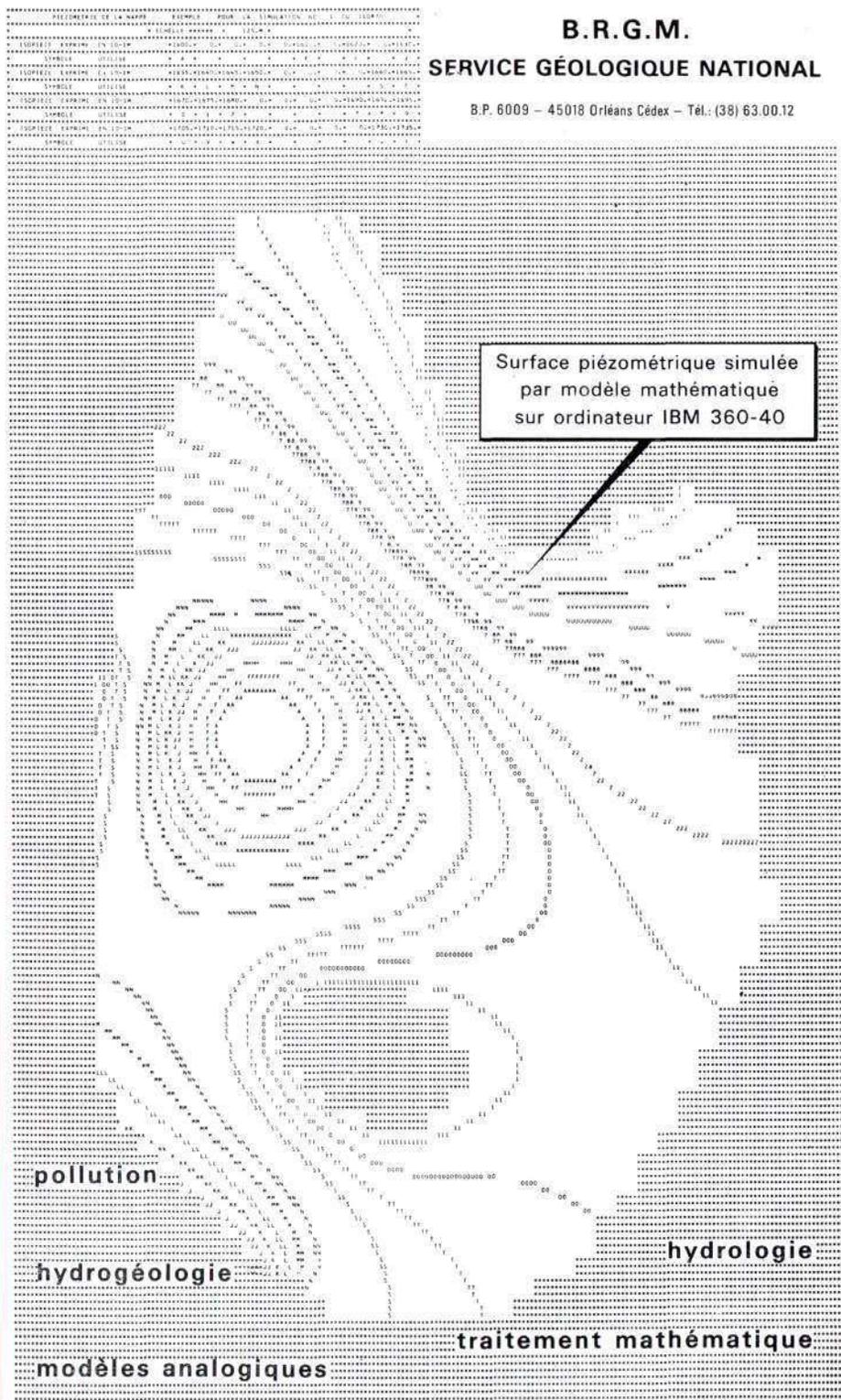
Les valeurs de recharge annuelle moyenne montrent que les recharges de l'année 1976 sont inférieures à la normale. C'est la conséquence du défaut d'alimentation de la période hivernale 1975-76. Les niveaux des nappes en fin d'été 1975 sont généralement supérieurs à la moyenne. Toutefois, début 1976, le niveau des nappes est dans l'ensemble plus haut que celui des étages les plus bas, correspondant aux années 1972-74 (graphiques). L'alimentation de la seule période hivernale 1974-75, excédentaire, a reconstitué les réserves, les niveaux des nappes atteignent une cote élevée début 1975.

Les pronostics sur les profondeurs des niveaux fin 1976, vérifiés récemment, ne donnent pas pour les grands aquifères de valeurs anormalement basses.

B.R.G.M.

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

B.P. 6009 - 45018 Orléans Cédex - Tél. (38) 63.00.12



la sécheresse dans le département de l'Allier

par Bruno VERDON

*Ingénieur des Ponts et Chaussées
à la direction départementale de l'Équipement.*

Le Département de l'Allier, situé dans la Région Auvergne, au Nord du Massif Central (château d'eau de la France), traversé par deux rivières importantes, le Cher à l'Ouest, l'Allier au Centre, et bordé à l'Est par la Loire, ne semblait pas devoir être un département affecté un jour par la sécheresse. Et pourtant, le 16 juin se réunissait le groupe de travail agricole, le 2 juin le Conseil Général siégeait en session extraordinaire, le 8 juillet le Préfet prenait un arrêté déclarant le département sinistré pour les prairies et les cultures fourragères, le 23 juillet, le Conseil Général siégeait une seconde fois en session extraordinaire et le 25 août le Préfet prenait un second arrêté déclarant sinistré le département pour les cultures céréalières de printemps. Ainsi le Bourbonnais, dont la principale richesse est l'élevage et l'agriculture, s'est vu, dans ces deux domaines, sérieusement atteint par cette période de sécheresse à l'instar de bien d'autres régions.

Pluviométrie

Après des précipitations et des chutes de neige hivernales relativement faibles, le printemps a été très sec si bien qu'au 30 juin le déficit cumulé sur le département depuis le 1^{er} janvier atteignait 190 mm, soit environ 50 % de la hauteur d'eau moyenne des 30 dernières années.

Le mois de juin a présenté le plus grand déficit pluviométrique : en effet, les moyennes départementales, sur 47 postes d'observation, nous donnent les résultats suivants :

| Mois | Années | 1975 | 1976 | Moyenne |
|---------|--------|------|------|---------|
| Mai | | 84 | 59 | 81 |
| Juin | | 57 | 5 | 80 |
| Juillet | | 40 | 50 | 60 |
| Août | | 62 | 63 | 82 |

A la fin du mois de juin, la situation était donc pratiquement la suivante :

- les débits des cours d'eau, non alimentés par les pluies, étaient très faibles,
- les niveaux des nappes phréatiques étaient bas,
- les réserves du sol utilisables par les plantes étaient pratiquement nulles.

Mais, à partir du 7 juillet et surtout des 17 et 18 juillet, les précipitations se rapprochèrent de la normale et la situation se stabilisa en septembre.

Hydrologie

Le Val d'Allier et le Val de Cher forment deux entités géographiques, économiques et humaines très différentes. D'un côté se trouve Montluçon, la ville industrielle située au Sud du Berry, de l'autre s'étend la Limagne, réunissant Vichy, riche de son thermalisme et de son tourisme, à Moulins, la préfecture.

L'Allier

Généralement, la période d'étiage de la rivière (niveau zéro des échelles) se déroule du mois de mai au mois

d'octobre. Cette année, elle a débuté le 6 mars, par conséquent avec deux mois d'avance. Dès le 15 juin, l'échelle de Moulins indiquait une cote de $-0,40$, ce qui correspond à un débit de l'ordre de $20 \text{ m}^3/\text{s}$. Si l'on compare ce débit à celui d'un mois de juin normal, soit $120 \text{ m}^3/\text{s}$, nous avons donc 6 fois moins d'eau dans la rivière.

L'Allier coule dans une plaine alluviale de plusieurs kilomètres de large et constituée de sable ; c'est une rivière de type à fond mobile qui se modifie en permanence et, en particulier, s'approfondit d'année en année (notamment du fait des exploitations de sable). D'après nos archives remontant à 1850, on n'avait jamais connu en juin des cotes aussi basses, ce qui ne veut pas dire que le débit n'ait jamais été aussi faible mais, par contre, que le niveau de la nappe alluviale, en liaison directe avec celui de la rivière, n'avait jamais été aussi bas. Nous étions en fait déjà dans une situation analogue aux périodes d'étiage maximal rencontrées généralement entre le 25 août et le 15 septembre, pour lesquelles la cote minimale moyenne sur les 5 dernières années est de $-0,46$, soit un débit de l'ordre de $15 \text{ m}^3/\text{s}$.

Cette année, le débit le plus faible a été inférieur à $10 \text{ m}^3/\text{s}$ du 10 août au 15 août ($-0,53$ à Moulins).

- pompage dans les nappes phréatiques de la Loire, de l'Allier et du Cher,
- prises d'eau en rivières,
- captages sous basaltique (Sioule et Bouble),
- captages granitiques superficiels (Montagne Bourbonnaise - Les Collettes - Combrailles).

Les deux premiers types représentent 90 % du total de la consommation, c'est dire l'étroite dépendance de la ressource en eau avec le niveau des rivières.

En zone rurale

A la mi-juin, les 15 syndicats ruraux d'adduction d'eau potable du département accusaient un accroissement de la consommation par rapport à 1975 de 40 %, ce qui posait des problèmes sérieux pour 6 d'entre eux. La décision d'exécuter d'urgence des travaux exceptionnels, pour améliorer les situations les plus compromises, fut alors prise à concurrence de 2 500 000 F. Il s'est agi de travaux susceptibles d'être exécutés très rapidement et d'avoir une répercussion immédiate sur les ressources ou sur les conditions de distribution de l'eau dans les syndicats. Trois types de mesure ont été prises :

- Construction de petits barrages, relevant le niveau de la rivière de 1 m à 1,50 m et maintenant le niveau de l'eau dans les puits à 1 m au-dessus du niveau naturel. Cette solution, appliquée chaque été sur le Cher par les syndicats de la rive gauche à Saint-Victor et de la région minière à Estivareilles, a été mise en œuvre par le S.I.A.E.P. du Val d'Allier à Billy.
- Construction de forages de petits diamètres équipés d'un groupe d'exhaure permettant de prélever de 50 à 100 m³/h, injectés directement dans le réseau. Cette technique qui revient à multiplier les points de prélèvement de l'eau a un avantage : les débits pris en chaque point sont moins importants et peuvent plus facilement être obtenus en période d'étiage, elle a par contre un inconvénient : elle multiplie les points sensibles que sont les captages et augmente corrélative-

ment les charges de surveillance. Elle a été appliquée pour trois syndicats : Rive gauche Allier, Sologne Bourbonnaise et Vallée de la Besbre.

- Interconnexion de réseaux, retenue pour le S.I.A.E.P. d'Arpueillles, Saint-Priest, Ronnet, Terjat, dont les sources granitiques étaient pratiquement tarées et dont le réseau a pu être raccordé à la station de pompage du Syndicat du Haut Cher grâce à la pose de 4 km de canalisations. Une solution analogue a été adoptée pour le Syndicat de la Vallée du Sichon : des aménagements internes au réseau ont permis, en modifiant les circuits, l'arrivée plus rapide d'eau aux points de forte consommation.

Parallèlement, nous avons assisté à une multiplication des pompages sauvages en rivière pour l'irrigation des terres qu'il a fallu tolérer mais pour lesquels nous contrôlions les débits consommés. Un certain nombre d'étangs artificiels furent créés et des puits inutilisés depuis un certain temps retrouvèrent leur activité. Dès juin, et pendant deux mois environ, des transports d'eau ont été organisés afin d'abreuver certains troupeaux.

En milieu urbain

| Mois | Année | 1975 | 1976 | Différence |
|-----------|-------|--------|--------|----------------|
| Mai | | 11 888 | 15 080 | + 3 192 (27 %) |
| Juin | | 12 700 | 20 000 | + 7 300 (57 %) |
| Juillet | | 14 600 | 19 135 | + 4 535 (31 %) |
| Août | | 12 903 | 14 109 | + 1 206 (9 %) |
| Septembre | | 11 966 | 14 066 | + 2 100 (18 %) |
| Moyenne | | 12 811 | 16 478 | + 3 667 (29 %) |

Consommation, en m³/jour, d'eau potable à Montluçon

- La consommation en eau potable de l'agglomération montluçonnaise est assurée par une usine située au « Gourd du Puy » en aval de Montluçon où une prise d'eau directe dans le Cher assure une capacité de production de 22 000 m³/j. D'une part les 22 000 m³/j ayant été assurés du fait des 110 000 m³/j restitués par le barrage de Rochebut et d'autre part la consommation de pointe ayant rarement dépassé les

22 000 m³/j, l'agglomération a toujours été pourvue en eau. Par contre de sérieux problèmes de qualité de l'eau sont apparus à cause de la pollution de la rivière, ainsi que des baisses de pression aux points les plus élevés de l'agglomération. Une nouvelle usine est actuellement en cours de construction et devra traiter 25 000 m³/j dans un premier temps puis 32 000 m³/j ultérieurement, ce qui permettra de mieux faire face aux éventuelles sécheresses à venir. Une seule situation critique a été notée : celle de la commune de Désertines, dont le réseau autonome ne produit que 1 000 m³/j alors que la demande a été de 1 500 m³ certains jours. Cette commune devrait dans l'avenir être branchée sur le réseau de Montluçon.

- La consommation journalière de l'agglomération moulineoise est de 11 000 m³/j avec une capacité de stockage de 15 000 m³. La production actuelle est assurée par 6 puits de 150 m³/h et 2 puits de 450 m³/h mais, du fait de leur mauvais état (colmatage, éboulement, drains bouchés, etc...) ceux-ci ne tournent qu'à moitié de leur capacité nominale. Cet état de fait était déjà préoccupant en période normale et, du fait de l'été 1975 et de l'hiver 75-76 déjà relativement secs, une campagne de sondages électriques et de

forages était lancée dès mars 1976 afin d'étudier les possibilités d'accroissement de la capacité de pompage. Pendant la période de sécheresse de cet été, 2 forages réalisés ont été mis à profit pour y installer des pompes électriques refoulant l'eau dans les anciens puits défectueux, ce qui a permis une production supplémentaire de 5 000 m³/j et, par conséquent, a évité la pénurie.

L'avertissement de cet été devrait accélérer la réalisation des nouveaux captages à drains filtrants.

- La consommation moyenne en période estivale à Vichy, qui est de 20 000 m³/j, a été cette année pratiquement équivalente à celle de 1975. Seules quelques pointes ont été remarquées, comme celle du 14 juin, au cours de laquelle 29 000 m³ ont été consommés. La capacité de production qui est de 24 000 m³/j a permis de faire face à la demande et la nouvelle prise d'eau en rivière, qui sera prochainement mise en service, permettra de doubler cette capacité et de mettre l'agglomération à l'abri de toute pénurie tant que la rivière ne sera pas à sec ; mais ce risque-là est faible car Vichy a aussi l'avantage de posséder un plan d'eau sur l'Allier qui, outre sa vocation touristique, permet de maintenir de bonnes possibilités de pompage pour l'alimentation.

Comme à Montluçon, il a fallu faire face à des problèmes de qualité : 7 grammes de chlore par m³ ont été nécessaires pour traiter des eaux plus chaudes que d'ordinaire et favorisant par conséquent l'apparition de plancton et d'algues.

De façon générale, il n'y a donc pas eu de gros problèmes d'alimentation en eau, les transports d'eau pour dépasser certains écarts ou abreuver du bétail ont été limités : les travaux réalisés, les consignes données par les Maires ou la Préfecture pour contenir l'accroissement de la consommation, la fermeture des usines et les nombreux départs en vacances ont permis de franchir cette période délicate sans trop de dommages. Aucun ralentissement d'activité n'est intervenu dans les usines ou les ateliers à cause d'un manque d'eau. Par contre, il faut noter les interventions nombreuses des pompiers essentiellement pour circonscrire des incendies de bois et de broussailles (4 371 sorties en quatre mois, soit 79 % de plus qu'en 1975) et aussi pour abreuver certains troupeaux (150 sorties).

Agriculture et élevage

Productions végétales

Les 530 000 hectares de surface agri-



L'Allier en août 1976 : un filet d'eau.

cole utilisée dans le département de l'Allier se décomposent comme suit : 125 000 ha de céréales, 280 000 ha d'herbe naturelle, 100 000 ha de fourrages cultivés, 3 000 ha de colza, 3 000 ha de vigne, 2 000 ha de pommes de terre, 1 000 ha de betterave industrielle, 1 000 ha de tournesol, 300 ha de vergers et pépinières et le reste en cultures diverses.

- Les récoltes de céréales, comparées aux productions moyennes de ces cinq dernières années, ont donné :

| | |
|-------------------|---------------------------|
| blé d'hiver | 31 q/ha, perte de 8 q/ha |
| orge d'hiver | 40 q/ha, gain de 6 q/ha |
| orge de printemps | 21 q/ha, perte de 11 q/ha |
| maïs | 40 q/ha, perte de 4 q/ha |

Ces moyennes départementales montrent clairement que ce sont surtout les céréales de printemps qui ont été

les plus touchées. De plus, les maïs en grains, médiocres, ont été transformés en ensilage et fourrage pour environ 40 % de la surface cultivée (à comparer à une moyenne de 5 à 10 %).

Cette pénurie a conduit à une hausse du prix des céréales de printemps de 15 à 20 % alors qu'une hausse normale aurait dû se situer entre 8 et 10 %.

- En ce qui concerne l'herbe, des écarts importants ont été constatés par rapport aux rendements moyens :

prairie artificielle : perte de 20 à 30 %
 prairie temporaire : perte de 40 %
 prairie naturelle : perte de 60 %
 cependant un rattrapage reste possible car les pluies d'arrière-saison sont très favorables à une troisième coupe.

- Colza : 24 q/ha, soit un gain de 4 q/ha.
- Vigne : la production est voisine de la normale, soit 35 à 40 hl par ha, la qualité du vin devrait être bonne.
- Betterave industrielle : 350 q/ha semblable à la moyenne mais il faut s'attendre à une baisse du taux de sucre.

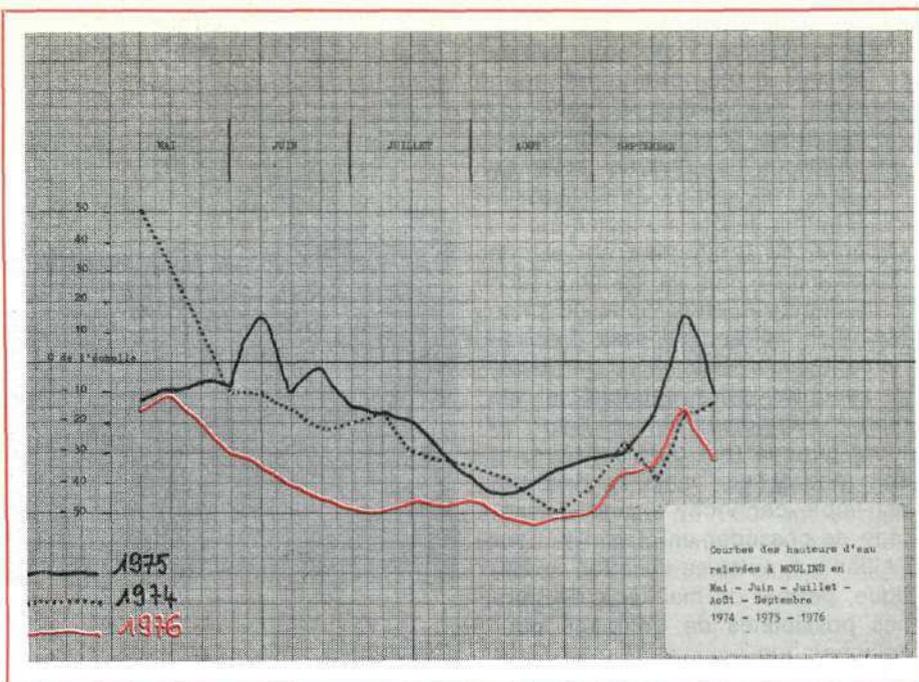
Production animale

- Le point est encore difficile à faire. En ce qui concerne la production bovine, la décharge des herbages a été très importante en juin, environ 20 à 30% supérieure à celle de 1975 ; elle s'est poursuivie en juillet et en août pour décroître en septembre, où l'augmentation était de 10%. Il ne devrait cependant pas y avoir de décapitalisation du cheptel s'il s'agit d'une anticipation sur les ventes et donc si un ralentissement était constaté dans la période à venir, ce qui semble probable car ce sont des bœufs de plus de deux ans destinés à la viande qui ont été vendus et non des vaches, mais par contre il y aurait bien amputation du cheptel si on retrouvait simplement les taux normaux.

Malgré la baisse des prix en juin (de 1 à 2 F/kg), l'intervention de l'O.N.I.B.E.V. a permis la reprise des cours dès le mois d'août vers des niveaux en septembre et octobre encore jamais atteints.

La production laitière a subi une baisse de 10% en juin et 23% en juillet mais est redevenue normale en octobre.

Le bilan fourrager, nettement déficitaire (30 à 40 % de déficit en unité fourragère), a eu pour conséquence d'une part un approvisionnement supplémentaire en aliments du bétail et en paille, d'autre part un ralentissement de la croissance des animaux qui manquent donc de poids. En outre, une préoccupation subsiste : en effet, l'hivernage peut présenter des problèmes pour l'alimentation du bétail et de sérieuses difficultés sont à prévoir si l'hiver est précoce et long car la valeur nutritive du mélange foin + paille est relativement faible. Le bilan des transports de paille cet été fait ressortir une importation de l'ordre de 10 000 t en provenance essentiellement du département du Cher qui ont été acheminées soit par la



S.N.C.F., soit par les transports routiers, publics et privés, et l'armée fut mobilisée plusieurs fois pour décharger des trains.

- Si la production bovine ne semble pas être trop perturbée, il n'en est pas de même de la production ovine, sérieusement touchée. Les abatages importants depuis juin continuent à un rythme soutenu et un éleveur sur cinq a réduit son cheptel de souche. Dans une conjoncture médiocre, les prix se sont aggravés et se situent actuellement autour des prix seuils alors que le prix des aliments ne cesse de croître.

Le département de l'Allier, frappé par la sécheresse de cette année, a bénéficié d'un certain nombre d'interventions financières décidées tant par l'Etat que par le Conseil Général. Pour sa part, après un premier acompte de 150 F par Unité de Gros Bétail, l'Etat a décidé de fixer l'indemnité définitive à 280 F/UGB, ce qui représente une somme de 80 000 000 F environ à répartir entre 11 000 exploitants, qu'ils soient éleveurs ou agriculteurs, en fonction de l'importance de leurs dommages, à estimer par une commission. De plus, l'Etat a subventionné les transports de paille ; quant au Conseil Général il a décidé de porter à son budget un crédit de 1 700 000 F destiné à subventionner

les transports, aider les éleveurs à maintenir leur cheptel, sous forme de subvention ou d'avance, contribuer à certains travaux urgents et nécessaires pour permettre l'alimentation en eau du bétail.

Les problèmes dus à la sécheresse étaient à peine résolus que les pluies diluviennes d'octobre engendraient de graves inondations...

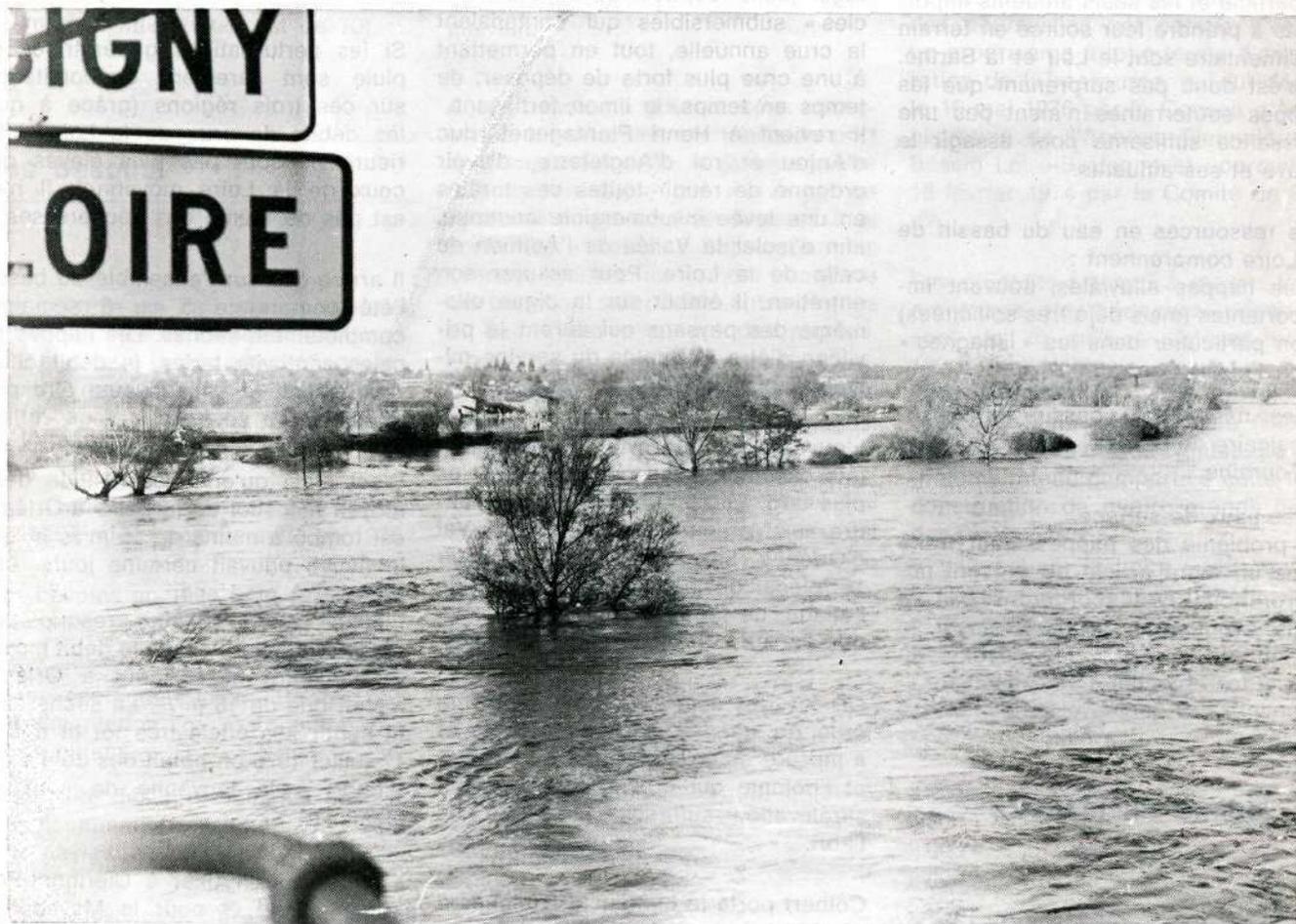
Voyage professionnel 1977

Après l'Amérique, après l'Afrique, c'est vers l'Asie que nous vous conduirons du 24 mars au 5 avril 1977.

A l'occasion de l'exposition organisée à Jakarta par le Comité Français des Manifestations Economiques à l'étranger, nous participerons aux rencontres officielles et visiterons des réalisations techniques, terminées ou en cours. Un programme touristique permettra également de découvrir l'île de Java et celle de Bali.

Si ce voyage vous intéresse, inscrivez-vous avant le 31 janvier 77 ou téléphonez à Mme Luce Amouzieg, au 705.70.15.

l'amélioration de la ressource en eau dans le bassin de la Loire



La Loire en crue le 11 novembre 1976.

par François **KOSCIUSKO-MORIZET**

*Directeur départemental de l'Équipement du Loiret,
Chef du Service Hydrologique Centralisateur du Bassin de la Loire.*

et Jean-Pierre **KRYN**

*Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées
(Service Hydrologique Centralisateur du Bassin de la Loire).*

Plus long fleuve de France avec 1 008 km, la Loire possède un bassin extrêmement vaste qui couvre environ le cinquième du territoire français.

S'étendant en effet sur 117 000 km², depuis le Languedoc à 90 km de Nîmes jusqu'à la Normandie à 50 km de Caen, le bassin de la Loire prend la France en écharpe du Massif Central au Massif Armoricain. Les massifs anciens y occupent plus de 50 % de la superficie et les seuls affluents importants à prendre leur source en terrain sédimentaire sont le Loir et la Sarthe. Il n'est donc pas surprenant que les nappes souterraines n'aient pas une puissance suffisante pour assagir le fleuve et ses affluents.

Les ressources en eau du bassin de la Loire comprennent :

- les nappes alluviales, souvent importantes (mais déjà très sollicitées) en particulier dans les « limagnes » du Massif Central,
- les nappes du bassin parisien : calcaire de Beauce, Cénomaniens de Touraine... ;
- les eaux de surface.

Le problème des nappes étant traité dans un autre article du présent numéro, nous ne l'aborderons pas et nous évoquerons successivement le régime de la Loire, les besoins en eau et les objectifs d'aménagement.

Le régime de la Loire

Capricieuse comme un oued, a-t-on pu dire de la Loire, et imprévisiblement violente, de plus en plus violente à mesure que les siècles passent, semble-t-il.

Sans réserves nivéales comme le Rhin et le Rhône, sans nappes aquifères puissantes comme la Seine, elle est soumise sans atténuation aux aléas des précipitations et présente des maigres prolongés puis des crues brusques et passagères.

Mais si elle peut se montrer très violente, c'est aussi parce que, depuis des siècles, l'homme cherche à lui soustraire une bonne moitié de son lit majeur.

1 - Les levées de la Loire et les crues

L'histoire des crues de la Loire est l'histoire des digues entre lesquelles on essaie de l'enfermer.

Dès le haut Moyen Age les paysans avaient commencé à édifier, pour protéger leurs récoltes, de petites « turcies » submersibles qui contenaient la crue annuelle, tout en permettant à une crue plus forte de déposer, de temps en temps, le limon fertilisant. Il revient à Henri Plantagenet, duc d'Anjou et roi d'Angleterre, d'avoir ordonné de réunir toutes ces turcies en une levée insubmersible continue, afin d'isoler la Vallée de l'Authion de celle de la Loire. Pour assurer son entretien, il établit sur la digue elle-même des paysans qui eurent le privilège d'être exemptés du service militaire.

L'ouvrage semble avoir eu les résultats escomptés puisque, trois siècles plus tard, Louis XI ordonna de l'étendre aux Varennes de Tours et au Val d'Orléans. Les levées devaient avoir 15 pieds de hauteur au-dessus de l'étiage, de façon à être plus élevées que les plus grandes crues connues.

Ce fut dès lors la course entre la crue, qui gagnait en hauteur au fur et à mesure qu'on lui prenait en largeur, et l'homme qui croyait qu'une petite surélévation suffirait à le mettre à l'abri.

Colbert porta la hauteur des digues à 18 pieds ; à partir de 1707 elle fut fixée à 22 pieds. L'endiguement s'étendit peu à peu à tout le cours de la Loire, du Bec d'Allier à Nantes, et les crues n'en devinrent que plus brutales.

Les crues de 1846, 1856 et 1866 sont restées tristement célèbres par l'importance des destructions qu'elles ont provoquées en ravageant 90 000 hectares de terres. Les digues ont été ensuite reconstruites et renforcées ; des déversoirs ont été aménagés dans certains vals, afin de faire la « part de l'eau ». Il n'en reste pas moins qu'une crue analogue ferait aujourd'hui 300 000 sinistrés et provoquerait plus de deux milliards de francs de dégâts.

2 - Les étiages

Les affluents de la Loire forment trois groupes bien distincts :

- Loire Supérieure et Allier, issus des Cévennes,
- Cher et Vienne, issus du plateau de Millevaches,
- Maine, venant de Normandie et de Bretagne.

Si les perturbations génératrices de pluie sont rarement concomitantes sur ces trois régions (grâce à quoi les débits de crue de la Loire inférieure ne sont pas plus élevés que ceux de la Loire moyenne), il n'en est pas de même des sécheresses.

Il arrive que sur l'ensemble du bassin l'été comprenne 5 ou 6 semaines complètement sèches. Les nappes locales sont vite tarées, le débit chute rapidement, et l'étiage peut être particulièrement sévère.

C'est ainsi qu'en août 1949 le débit moyen mensuel de la Loire à Orléans est tombé à moins de 15 m³/s et que le fleuve pouvait certains jours, être traversé à pied sec.

L'étiage de l'été 1976 fut presque aussi catastrophique puisque le débit moyen de la Loire le 18 août à Orléans n'était que de 18 m³/s. La sécheresse fit sentir ses effets très tôt et dès le 1^{er} juillet 1976 on notait des débits par rapport à la moyenne de (voir tableau 1) :

- 10 % pour l'Allier à Clermont-Ferrand et pour la Mayenne à Laval ;
- 15 % pour la Loire à Nevers ;
- 25 % pour la Loire à Orléans.

La carte jointe représente les débits d'étiage de fréquence décennale. On y a observé en juillet 1976 un débit inférieur à 2 m³/s, et le 11 novembre de la même année 1 600 m³/s (le module interannuel est 70).

Bien souvent, c'est une crue qui met fin brutalement à un étiage.

La station de jaugeage de Roanne nous fournit un exemple typique de l'irrégularité de la Loire : en juillet 1976 on y a relevé des débits inférieurs à 2 m³/s alors que le 11 novem-

| Utilisation | Durée (mois) | Prélèvement | | Consommation nette | |
|------------------------------|--------------|---------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| | | Mm ³ (1) | m ³ /s | Mm ³ | m ³ /s |
| Alimentation en eau potable | 5 | 210 | 16 | 83 | 3,2 |
| Industries | 4 | 165 | 16 | 28 | 1 |
| Irrigation | 3 | 40 | 5 | 25 | 3,2 |
| Navigation | 5 | 130 | 10 | — | — |
| Centrales nucléaires (2) ... | 5 | 1 555 | 120 | — | — |

bre de cette même année on vient d'y observer un débit de 1 630 m³/s (le module interannuel est de 70).

Les besoins

Les besoins en eau sont très variés et doivent être appréciés en s'intéressant surtout à la période d'étiage (environ 5 mois) et aux consommations nettes après déduction des quantités d'eau rejetées.

Les besoins en eau pendant l'étiage étaient évalués comme suite en 1975 :

Les besoins en 1990 sont évalués sur les bases suivantes :

- progression de 4 % par an, soit un coefficient 1,8 en 15 ans, pour l'alimentation en eau potable et l'irrigation ;
- stabilité des prélèvements et de la consommation des industries et de la navigation ;
- les nouvelles centrales nucléaires ajoutent un prélèvement de 75 m³/s et une consommation de 12,7 m³/s (3).

Le tableau des prélèvements et consommation pour 1990 s'établit comme suit.

A ces besoins s'ajoutent ceux nécessaires à l'entretien des fonds du port de Nantes. En effet, la Loire apporte lors de ses crues des matériaux en suspension qui vont se déposer à la limite de l'estuaire. Repris par les grandes marées, ils forment une sorte de bouchon qui oscille entre Nantes et Saint-Nazaire au gré des marées. Pendant les étiages le bouchon remonte et se dépose dans le port de Nantes, ce qui oblige à des dragages.

Cet envasement ne peut être évité que si le débit de jusant de morte-eau est suffisant pour expulser le bouchon, ce qui nécessite un débit fluvial minimal de 180 m³/s.

| | Puissance (MW) | Prélèvement (m ³ /s) | Consommation (m ³ /s) |
|----------------------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Belleville-sur-Loire | 5 200 | 25 | 3,6 |
| Dampierre-en-Burly | 3 600 | 25 | 2,5 |
| St-Laurent-des-Eaux | 2 000 | — | 1,5 |
| Chinon | 2 000 | — | 1,5 |
| Le Pellerin | 5 200 | 25 | 3,6 |
| | 18 000 | 75 | 12,7 |

| Utilisation | Durée (mois) | Prélèvements | | Consommation nette | |
|-----------------------------|--------------|-----------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| | | Mm ³ | m ³ /s | Mm ³ | m ³ /s |
| Alimentation en eau potable | 5 | 378 | 29 | 149 | 5,8 |
| Industries | 4 | 165 | 16 | 28 | 1 |
| Irrigation | 3 | 72 | 9 | 45 | 5,8 |
| Navigation | 5 | 130 | 10 | — | — |
| Centrales nucléaires | 5 | 2 527 | 195 | 165 | 12,7 |
| Total | | 3 272 | 259 | 387 | 25,3 |

(1) Mm³ = millions de m³.

(2) Les centrales nucléaires de Saint-Laurent et Chinon sont à circuit ouvert.

(3) Site.

Les objectifs d'aménagement

La maîtrise de l'eau suppose à la fois une amélioration des ressources en période d'étiage et une protection contre les crues.

Dès ses premières réunions, le Comité de Bassin a souligné l'insuffisance des disponibilités en eau. Les études poursuivies ont permis d'établir un programme à long terme d'amélioration de la ressource, qui fut décidé le 16 mai 1973 par le Conseil d'Administration de l'Agence Financière de Bassin Loire-Bretagne et approuvé le 18 février 1974 par le Comité de Bassin.

Les objectifs retenus à moyen terme en étiage de fréquence décennale sont de 70 m³/s à Orléans et de 180 m³/s à Nantes.

Pour les atteindre, il faut pouvoir stocker 400 Mm³ en amont de Gien et 500 Mm³ en amont de Nantes. Le programme retenu comporte à cette fin la construction de quatre grands barrages-réservoirs :

- Villerest sur la Loire : 110 Mm³.
- Naussac sur l'Allier : 190 Mm³.
- Serre-de-la-Fare sur la Loire (ou

Cublaise) : 100 Mm³.

- Chambonchard sur le Cher : 80 à 100 Mm³.

Le programme est, bien entendu, complété par diverses autres opérations de moindre envergure. Des dépenses importantes ont déjà été engagées sur le plan budgétaire pour la réalisation des barrages de Naussac et de Villerest. La maîtrise d'ouvrage de ce dernier a été confiée à l'Institution Interdépartementale pour la Protection des Vals de Loire contre les inondations, qui regroupe la quasi totalité des départements intéressés.

ÉCRÊTEMENT PAR LES BARRAGES DE LA CRUE DE 1866 AU BEC D'ALLIER

Certains de ces grands barrages auront également un rôle en matière d'écrêtement des crues.

En effet, comme il est impossible d'exhausser les levées sans relever encore le niveau des crues et que l'on ne peut pas non plus les déplacer car elles protègent d'importantes zones urbanisées ou agricoles, la seule solution consiste à écrêter les crues **avant** leur entrée dans les Vals au moyen de barrages-réservoirs, tout en renforçant les levées.

Le barrage de Villerest pourra retenir à cette dernière fin 110 Mm³. L'ouvrage du Veurdre sur l'Allier, consacré à l'écrêtement aura également une capacité de 110 Mm³.

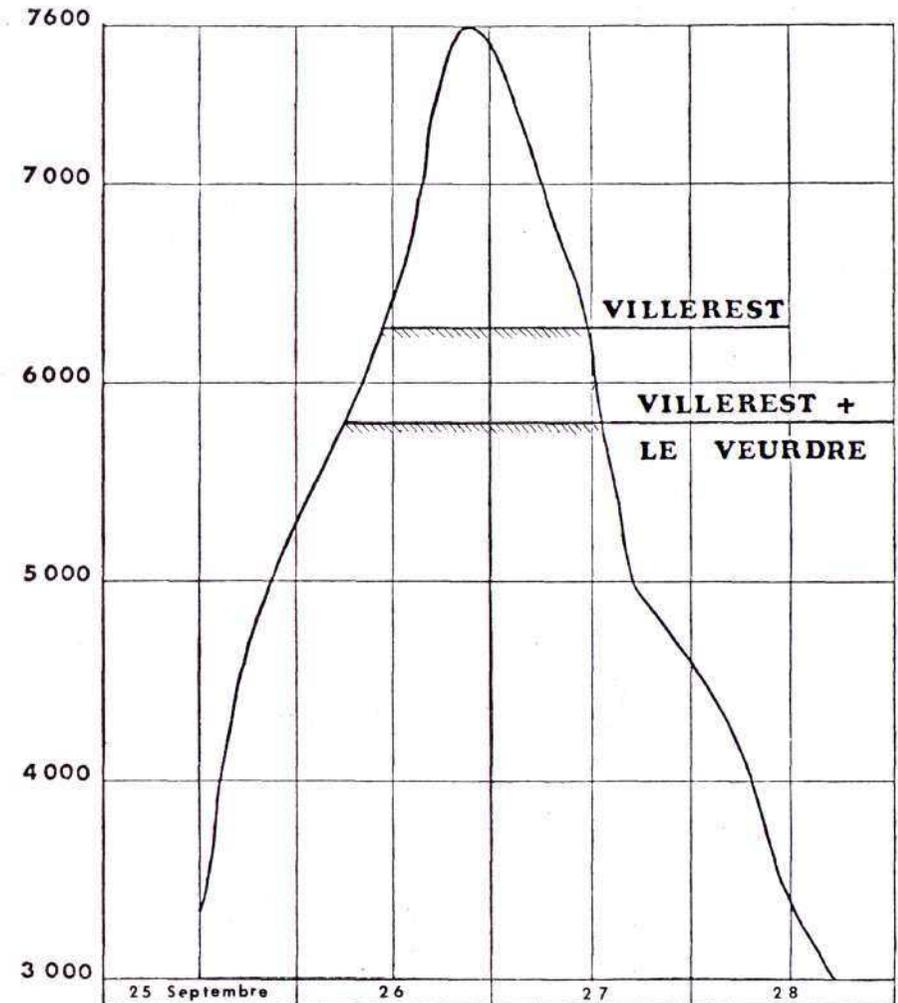
Les deux ouvrages permettront d'écrêter les crues extraordinaires du type de celle de 1866 — la plus forte connue — en ramenant le débit maximum en dessous de 6 000 m³/s (cf. graphique). Ceci permettra d'éviter la submersion des levées.

Encore faut-il qu'il n'y ait pas rupture de ces dernières. C'est pourquoi le Ministre de l'Équipement a approuvé dès 1970 un programme de renforcement des levées. Ces travaux, assez spéciaux, ont pour maître d'ouvrage l'État, avec un concours financier important des départements et de l'Établissement Public de la Région Centre.

Telles sont, très brièvement, les grandes lignes du programme d'aménagement que mettent en œuvre, à un rythme de plus en plus soutenu, l'État et les collectivités du bassin ligérien.

Il existe bien d'autres projets pour ce fleuve royal et capricieux qui fut trop longtemps négligé par les pouvoirs publics. Au premier rang de ceux-ci, on doit citer l'effort prévu dès le VII^e Plan pour le développement d'un tourisme fluvial.

Sans aller jusqu'à retrouver en amont d'Angers l'importante navigation commerciale qui subsistait au XIX^e siècle ou jusqu'à revoir à Orléans le coche d'eau cher à Madame de Sévigné qui



(m³/s)

assurait encore vers 1900 la correspondance avec la ligne de chemin de fer de Paris à Orléans, nous pouvons légitimement souhaiter une nouvelle jeunesse à notre « fleuve de sable et de gloire », cher à Charles Péguy.

l'incidence du déficit de pluie sur l'écoulement des rivières

par **R. BREMOND**

*Ingénieur principal des Mines,
Chef du département des Réseaux et Fichiers et de la documentation.*

Les conditions météorologiques qui ont régné sur la France depuis la fin de l'année 1975 ont entraîné un déficit de pluie et un déficit d'enneigement qui ont eu une incidence particulière sur les débits écoulés.

Le déficit de pluie ne s'est pas manifesté sur toute la France et partout de la même façon. Le tableau n° 1 portant le cumul des précipitations du 1-12-1975 au 31-08-1976 ainsi que l'écart à la normale 1931-1960 et la carte n° 1 qui traduit ce tableau, illustrent les divergences. On remarque pour l'essentiel :

- une absence de déficit de pluie dans la région méditerranéenne ;
- un déficit important, de l'ordre de 50 % au moins, dans la moitié nord de la France, au 31 août 1976.

L'enneigement des Alpes et des Pyrénées contribue à l'écoulement des rivières et notamment au soutien du débit d'étiage des rivières du sud de la France. Cette année, l'enneigement a disparu plus tôt que d'habitude et les rivières comme le Rhône et la Garonne ont été affectées par ce fait. Le tableau n° 2 portant les débits mensuels de certaines stations de jaugeage de certaines rivières comparés à des débits mensuels moyens calculés sur une longue période permet d'apprécier les déficits d'écoulement. C'est dans les bassins de Loire-Bretagne, de Seine-Normandie et de Rhin-Meuse que les déficits d'écoulement sont les plus importants. Cette constatation est évidemment en relation avec la faiblesse de la pluie enregistrée dans la moitié nord de la France. Celle-ci a d'ailleurs aussi une incidence sur l'écoulement des rivières Saône et Lot.

Dans le Bassin Loire-Bretagne, c'est la région Bretagne qui a été la plus touchée puisque des rivières ont été

pratiquement asséchées : Vilaine, Penzé, Scorff. Dans les bassins de Seine-Normandie et Rhin-Meuse, dès le mois d'avril 1976, les débits écoulés ne représentaient plus que les 20 à 30 % des débits moyens normaux.

Dans le bassin Artois-Picardie, il y a une étroite interdépendance entre les écoulements superficiels des rivières et les écoulements provenant des nappes souterraines. Ces dernières sont alimentées par les pluies d'automne et d'hiver et le niveau de ces nappes est la résultante des pluies de l'hiver passé et même de l'hiver précédent (1974-1975). Aussi, le débit des rivières est soutenu par le débit de ces nappes et cela, en conséquence, atténue la faiblesse de la pluie. Il est à noter que la situation changerait si les pluies d'automne de 1976 arrivaient en retard, c'est-à-dire au delà du mois d'octobre. Ce n'est pas le cas.

Dans le bassin Rhône-Méditerranée-Corse, le déficit de pluie a marqué singulièrement les écoulements de la Saône où dès le mois d'avril le déficit atteignait 70 à 80 %. Il en est de même pour le Rhône où se manifeste la fonte prématurée de la neige. La période pluvieuse qui a couvert le sud de la France et plus particulièrement la région méditerranéenne, est caractérisée par les débits du Var.

Enfin, dans le bassin Adour-Garonne le déficit de pluie a marqué les écoulements du Lot. L'épisode pluvieux qui a couvert le sud de la France a permis des écoulements qui, bien qu'inférieurs à la moyenne, sont d'une valeur à peu près satisfaisante sur le bassin sud de la Garonne et le bassin de l'Adour.

Devant la situation critique posée par la diminution des débits des rivières

de la moitié nord de la France et l'incertitude dans laquelle on se trouvait au mois de juillet sur l'évolution à court terme de la climatologie, un certain nombre de mesures ont dû être prises, et en particulier, du point de vue hydrologique il a été demandé, par le canal des Préfets, de rechercher partout où la sécheresse ferait sentir ses effets, des moyens pour en atténuer les conséquences, notamment pour l'alimentation en eau des collectivités et des industries effectuant des prélèvements importants en rivière.

Nous allons décrire très succinctement trois exemples d'approche pour tenter de résoudre ces problèmes.

Etude de la prévision de l'étiage des rivières dans le bassin Loire-Bretagne

Les pluies intervenues pendant le mois de juillet, assez peu différentes des précipitations normales pour la période, n'ont pas permis à beaucoup de cours d'eau de retrouver un débit du même ordre que le débit moyen du mois. En effet, ces précipitations n'influencent que peu les débits observables, en particulier dans les grands bassins. L'évapotranspiration et la reconstitution de la réserve en eau du sol consomment pendant l'été pratiquement l'intégralité des quantités d'eau précipitées.

On peut tirer de ces remarques la conclusion que les conditions météorologiques d'août et de septembre ne changeront pas beaucoup les conditions hydrologiques générales et qu'il est possible, dès maintenant, de faire

CUMUL DES PRÉCIPITATIONS DU 1-12-1975 AU 31-8-1976

écart à la normale 1931-1960 exprimé en millimètre

| | * CUMUL * | * ECART * | * RAPPORT ** | | * CUMUL * | * ECART * | * RAPPORT ** | | * CUMUL * | * ECART * | * RAPPORT ** |
|--------------------|-----------|-----------|--------------|-----------------------|-----------|-----------|--------------|-----------------------|-----------|-----------|--------------|
| * BLOUAGNE | * 189 | * -202 | * .48 | ** ANGERS | * 216 | * -219 | * .50 | ** BORDEAUX | * 524 | * -113 | * .82 |
| * ADDEVILLE | * 202 | * -328 | * .38 | ** LE MANS | * 196 | * -294 | * .40 | ** AGEIL | * 379 | * -164 | * .69 |
| * DUPIKERQUE | * 193 | * -245 | * .44 | ** TOURS | * 238 | * -252 | * .49 | ** GOURDON | * 364 | * -235 | * .61 |
| * LILLE | * 230 | * -227 | * .50 | ** ORLEANS | * 243 | * -201 | * .55 | ** HILLAU | * 455 | * -85 | * .84 |
| * CAMBRAI | * 184 | * -291 | * .39 | ** BOURGES | * 281 | * -218 | * .56 | ** MONTLIMAR | * 529 | * -98 | * .84 |
| * CHERBOURG | * 219 | * -419 | * .34 | ** NEVERS | * 243 | * -327 | * .43 | ** ORANGE | * 385 | * -134 | * .74 |
| * CAEN | * 211 | * -267 | * .44 | ** AUXERRE | * 232 | * -247 | * .48 | ** LUS-LA-CROIX-HAUTE | * 497 | * -295 | * .63 |
| * DEAUVILLE | * 210 | * -320 | * .40 | ** CHATEAU-CHINON | * 420 | * -475 | * .47 | ** SAINT-AUBAN | * 533 | * -12 | * .98 |
| * ROUEN | * 191 | * -291 | * .40 | ** CHATILLON | * 290 | * -306 | * .49 | ** EHORUN | * 398 | * -192 | * .61 |
| * DIEPPE | * 199 | * -317 | * .39 | ** DIJON | * 278 | * -253 | * .52 | ** BIARRITZ | * 419 | * -191 | * .81 |
| * DEAUVAIS | * 161 | * -333 | * .33 | ** LANGRES | * 257 | * -420 | * .38 | ** MONT DE MARSAN | * 613 | * -75 | * .89 |
| * SAINT-QUENTIN | * 241 | * -249 | * .49 | ** BESANCON | * 516 | * -278 | * .65 | ** PAU | * 675 | * -175 | * .79 |
| * REIMS | * 167 | * -278 | * .38 | ** LUXEUIL | * 438 | * -222 | * .66 | ** SAINT-GIRONS | * 610 | * -145 | * .81 |
| * METZ | * 289 | * -217 | * .57 | ** BELFORT | * 417 | * -351 | * .54 | ** TOULOUSE | * 339 | * -160 | * .65 |
| * CREIL | * 226 | * -259 | * .47 | ** DALE-NULHOUSE | * 278 | * -247 | * .53 | ** CARCASSONNE | * 377 | * -139 | * .74 |
| * BREST | * 323 | * -474 | * .41 | ** POITIERS | * 256 | * -219 | * .54 | ** SETE | * 329 | * -77 | * .81 |
| * ROSTREHEN | * 243 | * -479 | * .34 | ** CHATEAURoux | * 295 | * -241 | * .55 | ** MONTPELLIER | * 596 | * 152 | * 1.34 |
| * BREHAT | * 176 | * -287 | * .38 | ** VICHY | * 338 | * -214 | * .61 | ** NIMES-GARONS | * 482 | * 25 | * 1.04 |
| * DINARD | * 209 | * -311 | * .40 | ** SAINT-YAN | * 355 | * -215 | * .62 | ** SALON | * 466 | * 95 | * 1.26 |
| * RENNES | * 226 | * -255 | * .47 | ** MONT-SAINT-VINCENT | * 378 | * -279 | * .58 | ** MARSEILLE-MARIGNAN | * 445 | * 104 | * 1.35 |
| * ALENCON | * 222 | * -306 | * .42 | ** MACON | * 356 | * -231 | * .61 | ** TOULON | * 530 | * 97 | * 1.22 |
| * CHARTRES | * 143 | * -276 | * .34 | ** COGNAC | * 326 | * -208 | * .61 | ** LE LUC | * 1034 | * 439 | * 1.74 |
| * VILLACOMBLAY | * 235 | * -204 | * .54 | ** LIMOGES | * 528 | * -154 | * .77 | ** SAINT-RAPHAEL | * 642 | * 138 | * 1.27 |
| * PARIS LE BOURGET | * 179 | * -256 | * .41 | ** CLERMONT-FERRAND | * 337 | * -103 | * .77 | ** NICE | * 505 | * -27 | * .95 |
| * ORLY | * 187 | * -269 | * .41 | ** LE PUY | * 406 | * -25 | * .94 | ** PERPIGHAN | * 328 | * -107 | * .75 |
| * TROYES | * 213 | * -223 | * .49 | ** SAINT-ETIENNE | * 353 | * -135 | * .72 | ** CAVALLO | * 334 | * -11 | * .97 |
| * SAINT-DIZIER | * 275 | * -281 | * .49 | ** LYON | * 408 | * -155 | * .72 | ** AJACCIO | * 379 | * -54 | * .87 |
| * NANCY | * 274 | * -257 | * .52 | ** AMBERIEU | * 491 | * -303 | * .62 | ** SOLENZARA | * 652 | * 127 | * 1.24 |
| * STRASBOURG | * 263 | * -203 | * .56 | ** GRENOBLE-ST-GEORIS | * 473 | * -222 | * .68 | ** PERTUSATO | * 419 | * 89 | * 1.27 |
| * COLMAR | * 285 | * -154 | * .65 | ** CHAMBERY | * 467 | * -323 | * .59 | ** CAP CORSE | * 489 | * 179 | * 1.53 |
| * LORIENT | * 249 | * -421 | * .37 | ** BOURG-ST-AURICE | * 315 | * -377 | * .46 | ** BASTIA | * 879 | * 414 | * 1.89 |
| * NANTES | * 250 | * -301 | * .45 | ** CAZAUX | * 409 | * -233 | * .64 | ** | * 0 | * 0 | * 0.00 |

RENSEIGNEMENTS HYDROLOGIQUES SUR L'ÉTIAGE 1976

Service des Problèmes
de l'Eau

| Bassin | Rivière | Station de mesure | Mois concerné | Années de référence | Débit mens. moyen sur année de référence m ³ /s | Débit mensuel 1976 m ³ /s | Déficit du débit (%) |
|-----------------------|---------|-------------------|---------------|---------------------|--|--------------------------------------|----------------------|
| Artois-Picardie | Canche | Brimeux | Avril | 11 ans | 13,6 | 9,77 | 28,1 |
| | | | Mai | | 12,9 | 8,61 | 33,2 |
| | | | Juin | | 11,6 | 8,38 | 27,7 |
| | | | Juillet | | 10,7 | 7,30 | 31,7 |
| | | | Août | | 9,66 | 5,76 | 40,3 |
| | Aa | Wizernes | Avril | 9 ans | 5,90 | 4,57 | 22,5 |
| | | | Mai | | 5,09 | 3,40 | 32,2 |
| | | | Juin | | 4,39 | 2,55 | 41,9 |
| | | | Juillet | | 3,78 | 2,30 | 39,1 |
| | | | Août | | 3,17 | 2,05 | 35,5 |
| Seine-Normandie | Seine | Suresnes | Avril | 20 ans | 296 | 95,5 | 67,7 |
| | | | Mai | | 206 | 30,0 | 85,4 |
| | | | Juin | | 140 | 25,3 | 81,9 |
| | | | Juillet | | 99,8 | 16,4 | 83,5 |
| | | | Août | | 85,6 | 13,4 | 84,4 |
| Rhin-Meuse | Meuse | Chooz | Avril | 20 ans | 151 | 47,8 | 68,3 |
| | | | Mai | | 112 | 36,9 | 67,0 |
| | | | Juin | | 74 | 25 | 66,2 |
| | | | Juillet | | 55,5 | 15 | 72,9 |
| | | | Août | | 56,5 | 12 | 78,7 |
| | Moselle | Hauconcourt | Avril | 17 ans | 147 | 36,1 | 75,4 |
| | | | Mai | | 114 | 30,9 | 72,8 |
| | | | Juin | | 83 | 16,3 | 80,3 |
| | | | Juillet | | 56,5 | 16,2 | 71,7 |
| | | | Août | | 67,5 | 10,8 | 84,0 |
| | Meurthe | Saint-Dié | Avril | 5 ans | 14,5 | 3,67 | 74,6 |
| | | | Mai | | 11 | 2,81 | 74,4 |
| | | | Juin | | 8,6 | 1,76 | 79,5 |
| | | | Juillet | | 4,8 | 1,4 | 75,5 |
| | | | Août | | 4,5 | 1,12 | 75,1 |
| Loire-Bretagne | Loire | Blois | Avril | 100 ans | 493 | 170 | 65,5 |
| | | | Mai | | 375 | 169 | 54,9 |
| | | | Juin | | 280 | 83,4 | 70,2 |
| | | | Juillet | | 169 | 53 | 68,6 |
| | | | Août | | 119 | 45,2 | 62,0 |
| Septembre | 135 | 126 | 6,0 | | | | |
| Octobre | 228 | | | | | | |

| Bassin | Rivière | Station de mesure | Mois concerné | Années de référence | Débit mens. moyen sur année de référence m ³ /s | Débit mensuel 1976 m ³ /s | Déficit du débit (%) |
|---------------------|--------------------|-------------------|---------------|---------------------|--|--------------------------------------|----------------------|
| | Loir | Durtal | Avril | 14 ans | 39,7 | 10,2 | 74,30 |
| | | | Mai | | 24,3 | 5,2 | 78,60 |
| | | | Juin | | 18,5 | 4,5 | 75,67 |
| | | | Juillet | | 12,0 | 5 | 58,3 |
| | | | Août | | 12,4 | 5 | 59,2 |
| | | | Septembre | | 14,7 | 7,8 | 46,9 |
| | | | Octobre | | 16,7 | | |
| | Mayenne | Chambellay | Avril | 5 ans | 29,5 | 9,3 | 68,4 |
| | | | Mai | | 24,7 | 5,6 | 77,3 |
| | | | Juin | | 15,9 | 1,0 | 93,7 |
| | | | Juillet | | 6,2 | 1,2 | 80,6 |
| | | | Août | | 6,1 | 1,3 | 78,6 |
| | | | Septembre | | 5,05 | 3,8 | 24,7 |
| | Scorff | Pont Kerlo | Avril | 17 ans | 6,65 | 2,0 | 69,9 |
| | | | Mai | | 5 | 1,55 | 69 |
| | | | Juin | | 3,25 | 0,83 | 74,4 |
| | | | Juillet | | 2,01 | 0,45 | 77,6 |
| | | | Août | | 1,63 | 0,18 | 88,9 |
| Septembre | | | 2,07 | | 0,45 | 78,2 | |
| Penzé | Penoat | Avril | 4 ans | 2,52 | 0,36 | 85,7 | |
| | | Mai | | 1,82 | 0,57 | 68,6 | |
| | | Juin | | 1,65 | 0,26 | 84,2 | |
| | | Juillet | | 1,05 | 0,10 | 90,5 | |
| | | Août | | 0,77 | 0,05 | 93,5 | |
| | | Septembre | | 0,615 | 0,26 | 57,7 | |
| Vilaine | Malon | Avril | 6 ans | 30,5 | 4,48 | 85,3 | |
| | | Mai | | 12,6 | 2,55 | 79,7 | |
| | | Juin | | 8,7 | 0,65 | 92,5 | |
| | | Juillet | | 4,32 | 0 | 100,0 | |
| | | Août | | 2,48 | 0,03 | 98,7 | |
| | | Septembre | | 3,31 | 1,02 | 69,1 | |
| Adour-Garonne | Garonne | Mas d'Agenais | Avril | 30 ans | 695 | 588 | 15,3 |
| | | | Mai | | 645 | 604 | 6,3 |
| | | | Juin | | 505 | 256 | 49,3 |
| | | | Juillet | | 225 | 164 | 27,1 |
| | | | Août | | 147 | 80 | 45,5 |
| | | | Septembre | | 171 | 150 | 12,2 |
| Adour | St-Vincent-de-Paul | Avril | 20 ans | 92 | 90,2 | 2 | |
| | | Mai | | 78 | 78,5 | 0 | |
| | | Juin | | 64,5 | 33,8 | 47,5 | |
| | | Juillet | | 32,4 | 21,8 | 32,7 | |
| | | Août | | 24,8 | 17,9 | 27,8 | |
| | | | | | | | |

| Bassin | Rivière | Station de mesure | Mois concerné | Années de référence | Débit mens. moyen sur année de référence m ³ /s | Débit mensuel 1976 m ³ /s | Déficit du débit (%) | |
|------------------------------------|-----------|-------------------|----------------------|---------------------|--|--------------------------------------|----------------------|------|
| | | | Septembre Octobre | | 30,3 38,3 | | | |
| Rhône - Méditerranée - Corse | Saône | Mâcon | Avril | 21 ans | 458 | 80 | 82,5 | |
| | | | Mai | | 301 | 87 | 71 | |
| | | | Juin | | 215 | 46,25 | 78,4 | |
| | | | Juillet | | 144 | 46 | 68 | |
| | | | Août | | 166 | 44 | 73,4 | |
| | | | Septembre | | 228 | 90 | 60,5 | |
| | | | Octobre | | 273 | | | |
| | | | Avril | | 7 ans | 1744 | 950 | 45,5 |
| | | | Mai | | | 1733 | 750 | 56,7 |
| | | | Juin | | | 1540 | 531 | 65,5 |
| | Juillet | 1250 | 560 | 55,2 | | | | |
| | Août | 950 | 480 | 49,4 | | | | |
| | Septembre | 1020 | 1205 | supérieur | | | | |
| | Octobre | 1130 | | | | | | |
| | Avril | 20 ans | 62,5 | 57 | | 8 | | |
| | Mai | | 40,6 | 22,7 | | 44 | | |
| | Juin | | 30,3 | 9,6 | | 68 | | |
| | Juillet | | 9,44 | 5 | 47 | | | |
| | Août | | 8,42 | 22,8 | supérieur | | | |
| | Septembre | | 22,30 | 94,5 | supérieur | | | |
| Octobre | 60,6 | | | | | | | |
| Avril | 3 ans | | 60,40 | 68 | supérieur | | | |
| Mai | | | 83,30 | 85,5 | supérieur | | | |
| Juin | | | 71,0 | 81,6 | supérieur | | | |
| Juillet | | 40,4 | 48,9 | supérieur | | | | |
| Août | | 28,80 | 34,6 | supérieur | | | | |
| Septembre | | 32,00 | 45 | supérieur | | | | |
| Octobre | | 29,30 | | | | | | |

quelques prévisions sur ce que seront les débits à la période d'étiage.

On doit conserver, présent à l'esprit, que ces prévisions sont fondées sur l'hypothèse que les précipitations interviennent peu sur les débits. Ceci n'est pas vérifié dans les bassins très imperméables ou à forte pente dans lesquels les épisodes pluvieux se traduisent par un ruissellement important. Dans ces cas, les pointes de débit pendant les périodes de l'ordre de 15 jours peuvent suivre de fortes précipitations. On revient ensuite à un hydrogramme de décrue classique. Celui-ci est caractéristique de l'écoulement des eaux souterraines en l'absence de réalimentation.

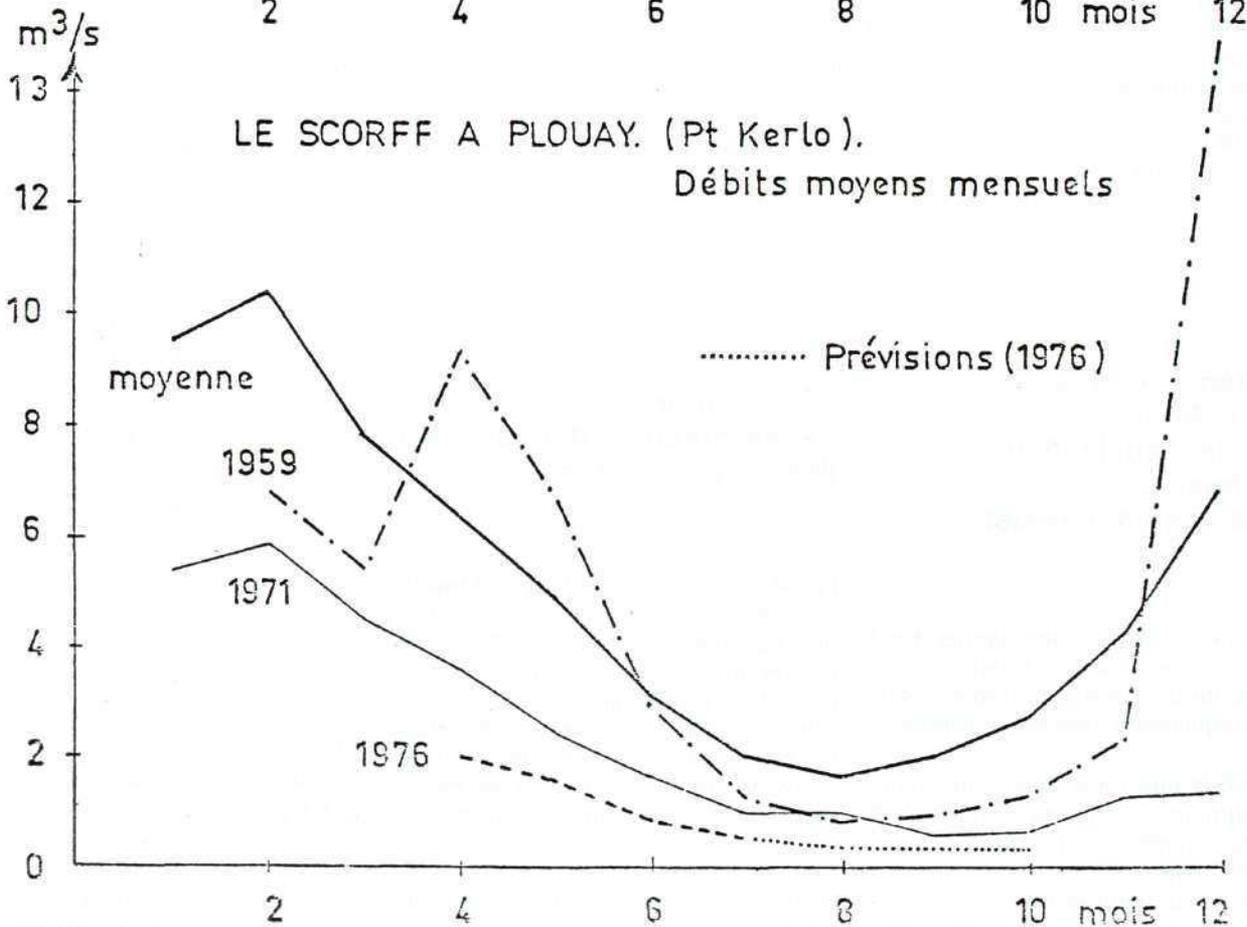
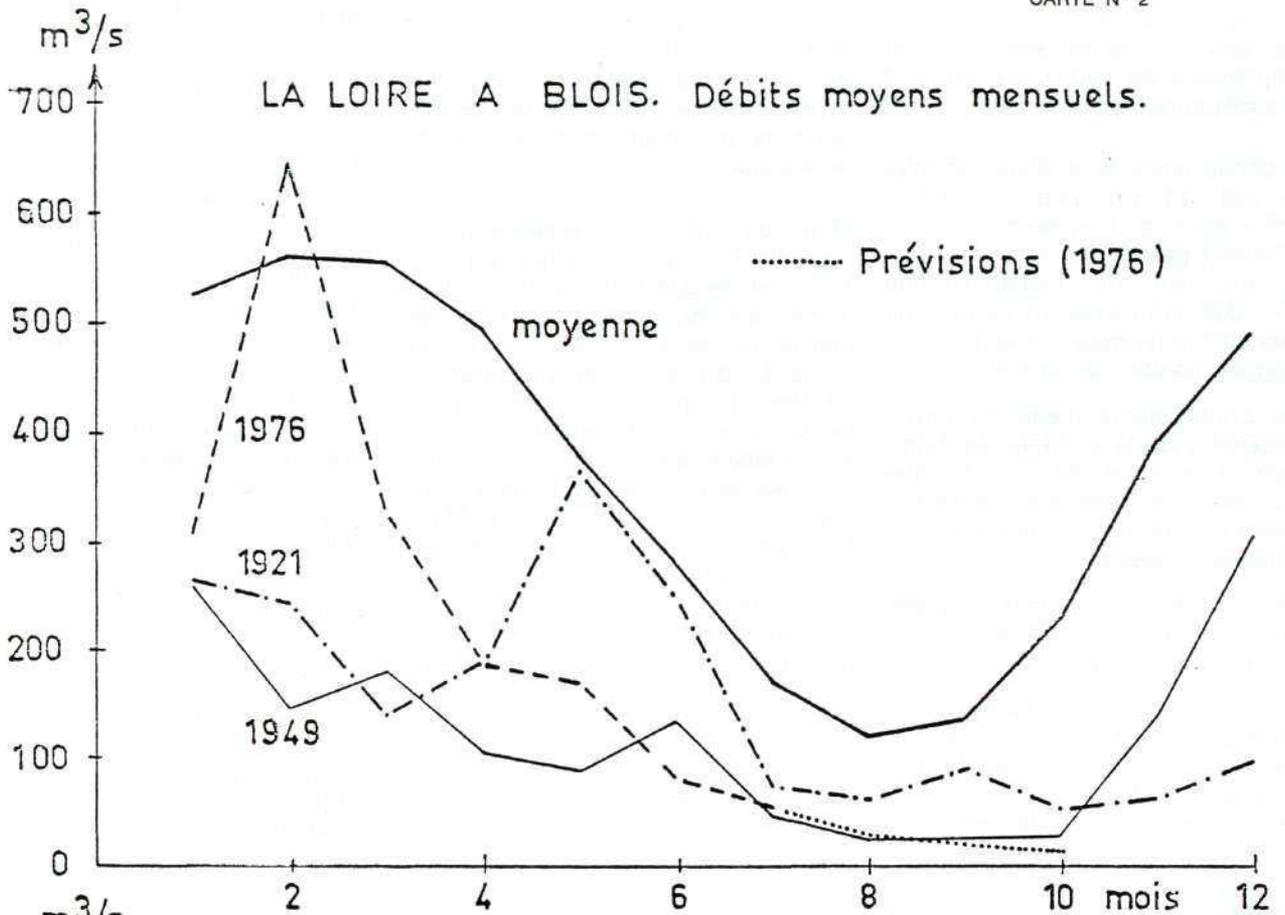
On admet généralement une décroissance exponentielle (courbe de Maillet) de la forme $Q(t) = Q_0 e^{-\alpha t}$ qui donne le débit à l'instant t en

fonction de Q_0 à un instant t_0 arbitraire pris comme origine. En coordonnées semi-logarithmiques, l'hydrogramme de tarissement est représenté par une droite de pente α . Ce coefficient, caractéristique du bassin, peut être évalué graphiquement en étudiant les hydrogrammes afférents à des périodes antérieures non « influencées », c'est-à-dire sans précipitations significatives. Pour estimer la valeur de ce paramètre pour une station, il convient donc de recenser, dans les relevés de débit que l'on possède, les périodes non influencées de durée suffisante et de calculer pour chacune un coefficient de décrue. Une valeur moyenne de ces coefficients pourra être utilisée pour les prévisions de débit. L'expérience montre cependant que le coefficient de décrue est légèrement plus faible aux bas débits.

La décroissance extrêmement rapide des débits qui résulte de l'application de la loi exponentielle ne peut naturellement pas être prolongée sans précaution pendant de longues périodes.

Des pluies, même très faibles, auront en effet sur les bas débits une importance relative assez considérable. Au delà d'une période de six semaines, il s'agit surtout de déterminer à quelle date le minimum absolu déjà observé sera atteint ou le tarissement complet à redouter.

Deux exemples sont donnés. On trouvera, dans la carte n° 2, les débits moyens mensuels de la Loire à Blois et du Scorff à Pont-Kerlo. Les prévisions s'appuient en particulier sur l'examen de l'évolution des débits pendant les années sèches antérieures (1949 et 1921 pour la Loire — 1959 et 1971 pour le Scorff). Les va-



leurs pronostiquées pour le mois d'octobre sont relativement pessimistes, mais peuvent être constatées si les précipitations de septembre ne sont pas supérieures à la normale.

Les débits calculés à Blois (33 m³/s pour août, 21 m³/s pour septembre, 13 m³/s pour octobre) ne mettent naturellement pas en cause les possibilités en eau de l'agglomération (0,15 - 0,20 m³/s avec en période de pointe 0,23 m³/s) mais laissent prévoir un certain nombre de problèmes :

- les prélèvements d'eau de refroidissement de la centrale de Saint-Laurent-des-Eaux (58 m³/s lorsque les deux tranches fonctionnent à pleine charge) devront être considérablement réduits ;
- les niveaux de l'eau dans la nappe seront très bas et certains puits deviendront inutilisables ;
- la largeur très importante du lit implique une baisse considérable des niveaux et une grande difficulté pour pomper l'eau pour les usines de traitement d'eau potable.

En ce qui concerne les cours d'eau de Bretagne, l'exemple du Scorff peut être utilisé pour des agglomérations comme Quimper dont les besoins (100 l/s en juillet 1976, mais seulement 70 l/s en avril 1976) sont à comparer au débit du Steir (300 l/s en juillet). Des travaux sont d'ailleurs en cours pour effectuer des pompages complémentaires dans l'Odet.

Soutien de l'étiage de la Seine pour la satisfaction des besoins de la région parisienne

La chute générale des débits peut être atténuée quand il existe sur les rivières du bassin des barrages-réservoirs, régulateurs des écoulements.

C'est ainsi que dans le bassin Seine, le programme entrepris depuis 1925 pour la constitution de grands barrages-réservoirs aux fins de lutter contre les inondations et relever les étiages, a permis la constitution d'une

réserve en eau qui peut atteindre 600 millions de m³ : réservoir de Pannecières (Morvan) 80 millions de m³, Seine (Aube) 200 millions de m³ et Marne (Haute-Marne) 350 millions de m³, pour ne citer que les principaux.

Mais, du fait de la sécheresse, la capacité de ces réservoirs était au 1^{er} juillet de 379 millions de m³ dont il convient de déduire les tranches mortes et les volumes évaporés au cours de l'été, soit approximativement 42 Mm³. Le volume disponible pour les lâchures de l'été aux fins de soutenir l'étiage de la Seine pour satisfaire les besoins de la Région Parisienne a donc été d'environ 337 Mm³. Un programme de lâchures a été décidé en tenant compte de la période de vacances et par conséquent des fermetures d'usines, de la date de reprise de l'économie et d'un prolongement éventuel de la sécheresse jusqu'en décembre. Ce programme a fait l'objet de révisions au cours de l'été. Il est donné ci-après les prévisions décidées à compter du 1^{er} août 1976 :

| | |
|---------------------------------------|------------------------|
| • 1 ^{er} au 16 août | 17,2 m ³ /s |
| • 17 au 20 août | 24,2 m ³ /s |
| • 21 août au 5 septembre | 32,2 m ³ /s |
| • 6 sept. au 30 novembre | 26,9 m ³ /s |
| • 1 ^{er} déc. au 15 décembre | 14,1 m ³ /s |

Ainsi, dans le bassin parisien, la satisfaction des besoins a été assurée grâce à la politique de construction des grands barrages entrepris depuis 1925, une commission décidant du programme de lâchures utiles aux besoins définis et acceptés d'accord parties.

Un programme de satisfaction des besoins liés à la Moselle

Le déficit d'écoulement de la Moselle a posé le problème de la satisfaction des besoins de Nancy, de Toul, des usines Solvay à Dombasle et du canal de la Marne au Rhin.

Sur la figure n° 1 sont schématisés les principaux prélèvements d'eau. Ils correspondent à un besoin de pointe pour Nancy et aux besoins de la navigation pour un enfoncement réduit à 1,80 m sur le canal de la Marne au Rhin. Il s'agit des débits qui ont été effectivement observés durant la pé-

riode chaude et sèche de fin juin et début juillet.

On distingue les points critiques et sensibles suivants :

a) **La Moselle à Flavigny** : doit fournir l'eau pour l'agglomération de Nancy, des derniers biefs du canal de l'Est et l'embranchement de Nancy (canal de jonction entre canal de l'Est et canal de la Marne au Rhin). Les besoins sont de :

- 1,5 m³/s pour Nancy (besoin de pointe) ;
- 0,5 m³/s pour l'embranchement de Nancy, dont 0,3 m³/s transite vers le canal de la Marne au Rhin (ce débit est refoulé dans le bief de partage).

b) **La Moselle à Toul** : alimente le canal de la Marne au Rhin :

- 1) Par pompage à Valcourt pour le bief de Pagny-sur-Meuse.
- 2) Par prise directe pour le dernier bief du canal de l'Est qui se déverse dans le canal de la Marne au Rhin.
- 3) Par la rigole de Gondreville qui alimente le canal de la Marne au Rhin à l'aval de Toul.

Cette alimentation se fait comme suit : Point 1 : A Valcourt est prélevé le complément nécessaire au prélèvement dans la Meuse, le besoin total du bief de Pagny-sur-Meuse étant d'environ 1 m³/s. Début juillet le débit pompé à Valcourt était de 0,5 m³/s. Il peut atteindre 1 m³/s lorsque la Meuse ne permet plus de prélèvement (environ 0,6 m³/s sont repris dans le bief de Pagny-sur-Meuse et refoulés dans le bief de partage de Mauvagnes, alimenté normalement par l'Ornain) ; Points 2 et 3 : 1,0 m³/s pour le canal de l'Est et le canal de la Marne au Rhin (secteur Toul - Fouard) : 0,5 m³/s à Toul (2) et 0,5 m³/s à Gondreville (3) (les prélèvements pratiqués par les moulins de Toul qui, en temps normal s'ajoutent à ce besoin, sont supposés arrêtés en cas de sécheresse prolongée).

c) **La Meurthe à Damelevières** : doit alimenter le canal de la Marne au Rhin et les usines Solvay à Dombasle. Les besoins minimaux sont de :

- 1,6 m³/s pris dans la Meurthe par Solvay, après travaux divers pour réduire les prélèvements (notamment recyclage de 0,5 m³/s sur le canal et recyclage sur la Meurthe) ;

- 1,2 m³/s pour le canal dont 0,2 m³/s pour la prise secondaire de Solvay dans la rigole d'alimentation du canal.

d) **Le bief de partage des Vosges** est suffisamment alimenté par la Sarre et les étangs du Stock et de Gondrexange. Les réserves, estimées à 25 millions de m³ le 24 juillet 1976, permettraient de durer 5 mois à raison d'un prélèvement de 2 m³/s. Un prélèvement supplémentaire permettrait donc de diminuer le prélèvement dans la Meurthe à Damelevières. Cependant, on prendrait alors le risque de ne pas remplir à nouveau les réservoirs dans le courant de l'hiver et de ne pas disposer d'une réserve suffisante en 1977.

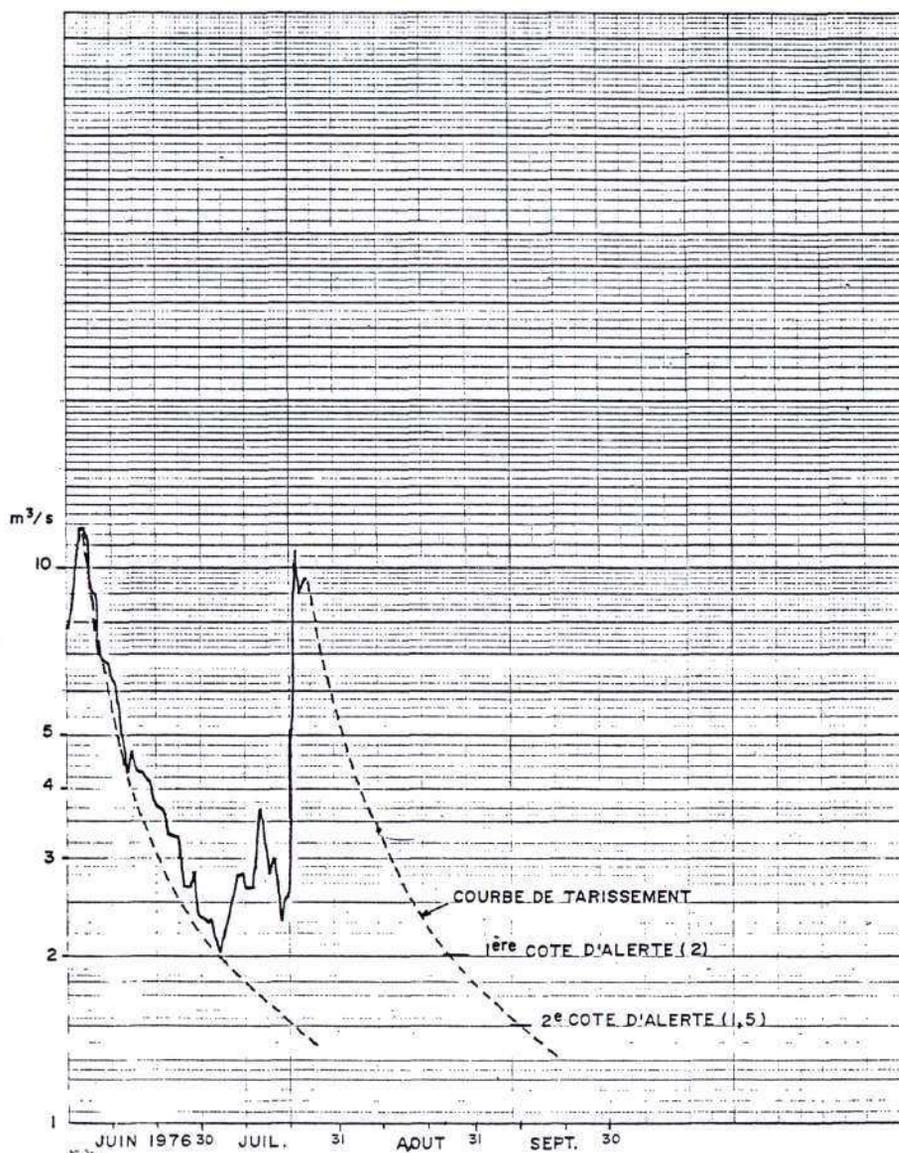
Les risques de défaillance et leurs échéances peuvent être estimés comme suit :

Ces risques se déduisent de la confrontation des besoins avec les écoulements dans les rivières :

a) **Au niveau de Flavigny** le besoin total est de 2 m³/s qui correspond donc à la cote d'alerte. En dessous de ce niveau il faudra arrêter le pompage pour l'alimentation du bief de partage de l'embranchement de Nancy, c'est-à-dire arrêter la navigation sur ce bief.

A partir de 1,5 m³/s l'eau devrait sans doute être réservée en priorité à l'agglomération de Nancy. Il est prévu d'arrêter la prise d'eau à Remiremont qui alimente le réservoir de Bouzey (celui-ci dessert le bief de partage du canal de l'Est), ce qui ne donnerait qu'un léger gain dans la Moselle au niveau de Flavigny (de l'ordre de 0,1 m³/s). Lorsque le réservoir de Bouzey et les prises en Moselle ne pourraient plus fournir les besoins du canal, il serait nécessaire de diminuer l'enfoncement puis, à la limite, d'arrêter la navigation et de vidanger successivement les biefs afin de permettre l'alimentation en eau de Nancy. Il faut cependant noter que le canal de l'Est est utilisé par d'autres usagers.

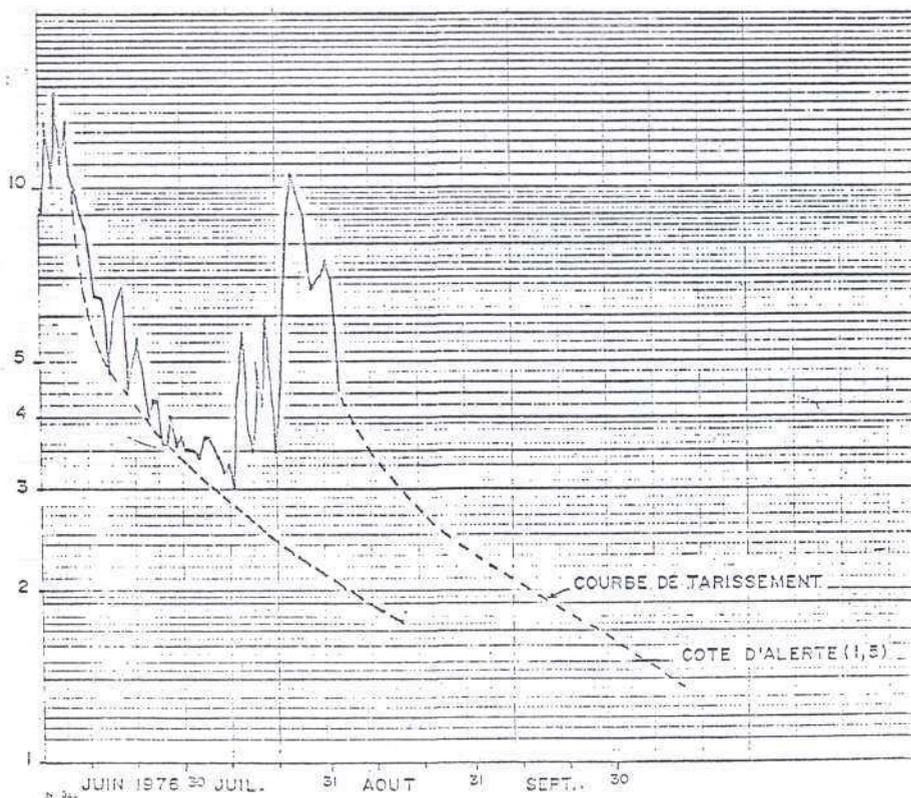
D'après la courbe prévisible de tarissement la première cote d'alerte (2 m³/s) pourrait être atteinte vers le 24 août. La cote de 1,5 m³/s serait atteinte vers le 10 septembre (carte n° 3).



b) **Au niveau de Toul**, le besoin est de 2,0 m³/s dont 1,5 à l'amont de la station de jaugeage (la date de défaillance de la Meuse devrait précéder celle de la Moselle). Il faut de plus maintenir un débit minimum dans la Moselle à l'aval de Gondreville, qui est fixé à 0,5 m³/s, ce qui donne un besoin total de 2,5 m³/s. Le débit minimum au niveau de la station de jaugeage de Toul est dans ces conditions de 1 m³/s. Le débit correspondant à la cote d'alerte est de 1,5 m³/s, résultat de la somme des trois débits suivants : débit sanitaire de 0,5 m³/s à l'aval de Gondreville, débit de 0,5 m³/s pour l'alimentation du canal à Gondreville

et 0,5 m³/s nécessaire au supplément à Valcourt pour compenser la défaillance de la Meuse (il s'agit du supplément par rapport à un prélèvement de l'ordre de 0,5 m³/s). D'après la courbe de tarissement, ce débit sera atteint vers le 6 octobre (carte n° 4).

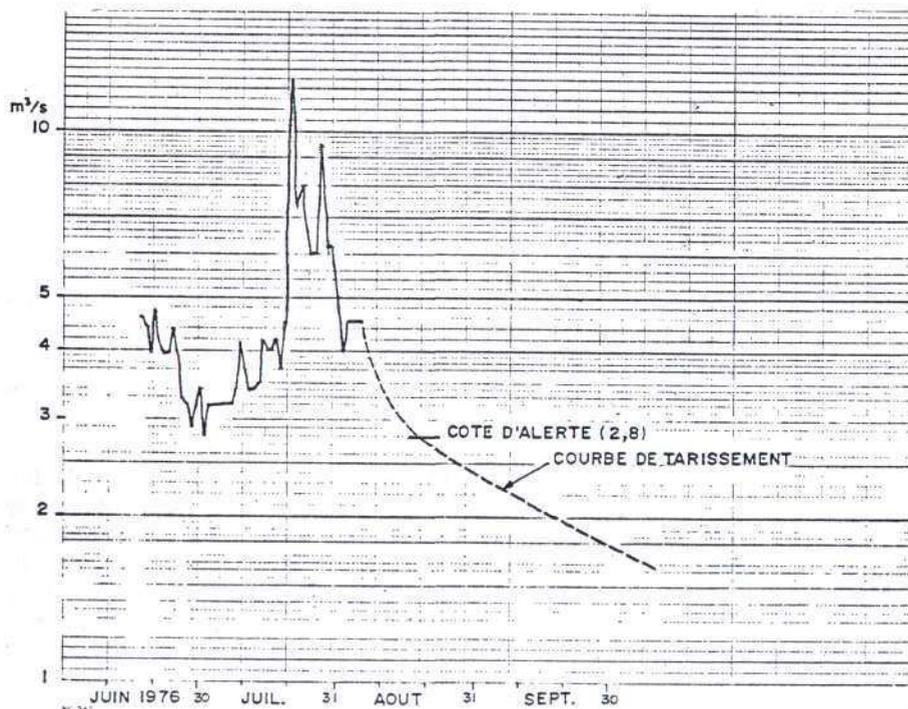
c) **Au niveau de Damelevières**, le besoin total, y compris celui de Solvay est de 2,8 m³/s. Ce débit correspond à la cote d'alerte qui pourrait être atteinte vers le 20 août. Il faudrait alors soit diminuer les prélèvements de Solvay (par des mesures appropriées ou en réduisant la production), soit réduire l'enfoncement de la navigation



dans le canal. Il est cependant probable que le bief de partage des Vosges puisse alimenter correctement le canal jusqu'à ce niveau pendant un certain temps. En conclusion, si l'on peut définir assez correctement un seuil d'alerte, il n'en est pas de même des mesures à prendre qui devraient faire l'objet d'un examen approfondi et, le cas échéant, d'un arbitrage (carte n° 5).

En résumé, en cas de prolongation d'une sécheresse très sévère et dans l'hypothèse d'une bonne précision concernant les tarissements, les seuils d'alerte pourraient être atteints vers :

- le 24 août à Flavigny avec nécessité d'arrêter la navigation sur l'embranchement de Nancy, puis à partir du 10 septembre utilisation de l'eau du canal pour alimenter Nancy ;
- le 6 octobre à Toul avec nécessité de réduire l'enfoncement puis d'arrêter la navigation entre l'Ornain et Toul ;
- le 20 août à Damelevières avec nécessité de réduire les prélèvements de Solvay ou l'enfoncement de la navigation.



la sécheresse 1976 : aspect climatologique

par Patrick BROCHET

Ingénieur général de la Météorologie

Direction de la Météorologie.

La sécheresse est un phénomène complexe résultant en fait d'une combinaison de facteurs climatiques, pédo-logiques et biologiques dont l'ensemble conditionne un bilan de l'eau caractérisant le degré de cette sécheresse. Il s'agit, de plus, d'un événement relatif dont on ne peut définir le caractère que par rapport à une situation habituelle, fonction de la saison et de la zone climatique. Les conséquences apparentes de la sécheresse ne se manifestent pas simultanément mais suivant un ordre chronologique déterminé par la sensibilité des activités qui en subissent les effets.

Les données climatiques de base et leur analyse

Deux catégories d'observation atmosphérique ont été utilisées pour analyser les conditions climatiques de l'épisode de sécheresse 1976 :

- les informations provenant des 150 stations météorologiques du réseau synoptique, dans lesquelles un personnel spécialisé assure une veille permanente du temps et où sont relevés les paramètres physiques de l'atmosphère permettant d'évaluer les termes du bilan hydrique ;
- les mesures pluviométriques relevées par des auxiliaires bénévoles de la Météorologie, dans une sélection de 700 postes du « Réseau Climatologique National » où les séries disponibles ont été jugées suffisantes pour évaluer une normale rapportée à la période de référence 1931-1960 (référence recommandée par l'Organisation Météorologique Mondiale).

L'ensemble de ces deux réseaux a permis de disposer d'une densité de 7 à 10 sites de mesures pluviométriques par département.

A l'aide des données ainsi recueillies on a exprimé un certain nombre de valeurs significatives des échanges hydriques :

a) pour les stations du réseau synoptique ont été calculés :

- les rapports pluviométriques afférents à diverses séquences (mois, saison, période totale) : rapports des précipitations mesurées à la moyenne de la période 1931-1960 ;
- les évapotranspirations potentielles (ETP) accumulées au cours de la période végétative (1^{er} avril au 31 juillet), calculées par la méthode du bilan énergétique de Penman ;
- le bilan potentiel (pluies moins ETP) accumulé pendant cette même période, corrigé d'une réserve facilement utilisable de 500 mm au 1^{er} avril.

b) pour les 700 postes climatologiques sélectionnés, ce sont les rapports pluviométriques relatifs à plusieurs périodes qui ont été utilisés :

- du 1^{er} décembre 1975 au 30 avril 1976 ;
- du 1^{er} décembre 1975 au 31 juillet 1976 ;
- du 1^{er} avril 1976 au 31 juillet 1976.

Aspects climatologiques de la sécheresse 1976

Après un automne normal du point de vue pluviosité, le début de la sécheresse peut être fixé à la première

décade de décembre 1975. Depuis cette date, en effet, et jusqu'en août 1976, tous les mois ont été plus ou moins déficitaires en pluie sur la majeure partie du territoire national et plus spécialement sur une grande moitié nord-ouest, en particulier décembre 1975, janvier, mai et surtout juin 1976 qui a été l'un des moins arrosés de ces dernières décennies (cf. fig. 1). Dès la fin avril on pouvait percevoir les premiers symptômes de cette sécheresse, mais la situation n'était pas alarmante, des pluies de printemps ne serait-ce que normales, pouvant facilement corriger cette tendance. Dans les régions montagneuses et notamment en Savoie et Haute-Savoie l'enneigement ayant été très faible, l'approvisionnement ultérieur des barrages alpestres s'en est trouvé sensiblement réduit.

Les conditions climatiques du printemps et du début de l'été n'ont fait qu'accentuer cette tendance et l'absence quasi totale de précipitations en juin a finalement conduit à la situation que nous avons connue. Les isolignes des rapports pluviométriques entre le 1^{er} décembre et le 31 juillet, rendent assez bien compte de l'aspect global de la sécheresse en France. D'autre part la période avril-juillet est plus représentative de l'impact de la sécheresse sur l'agriculture, qui fut sans conteste l'activité qui en a le plus vivement ressenti les effets.

A l'examen de ces documents, il apparaît que si la majeure partie du territoire national a été soumise à un déficit pluviométrique notable, il y a cependant des différences sensibles entre les régions. Ainsi au nord-ouest d'une ligne approximative Arcachon-Mulhouse, les pluies accumulées des huit mois n'ont pas atteint la moitié

RAPPORTS PLUVIOMÉTRIQUES MENSUELS

(références : normales 1931-1960)

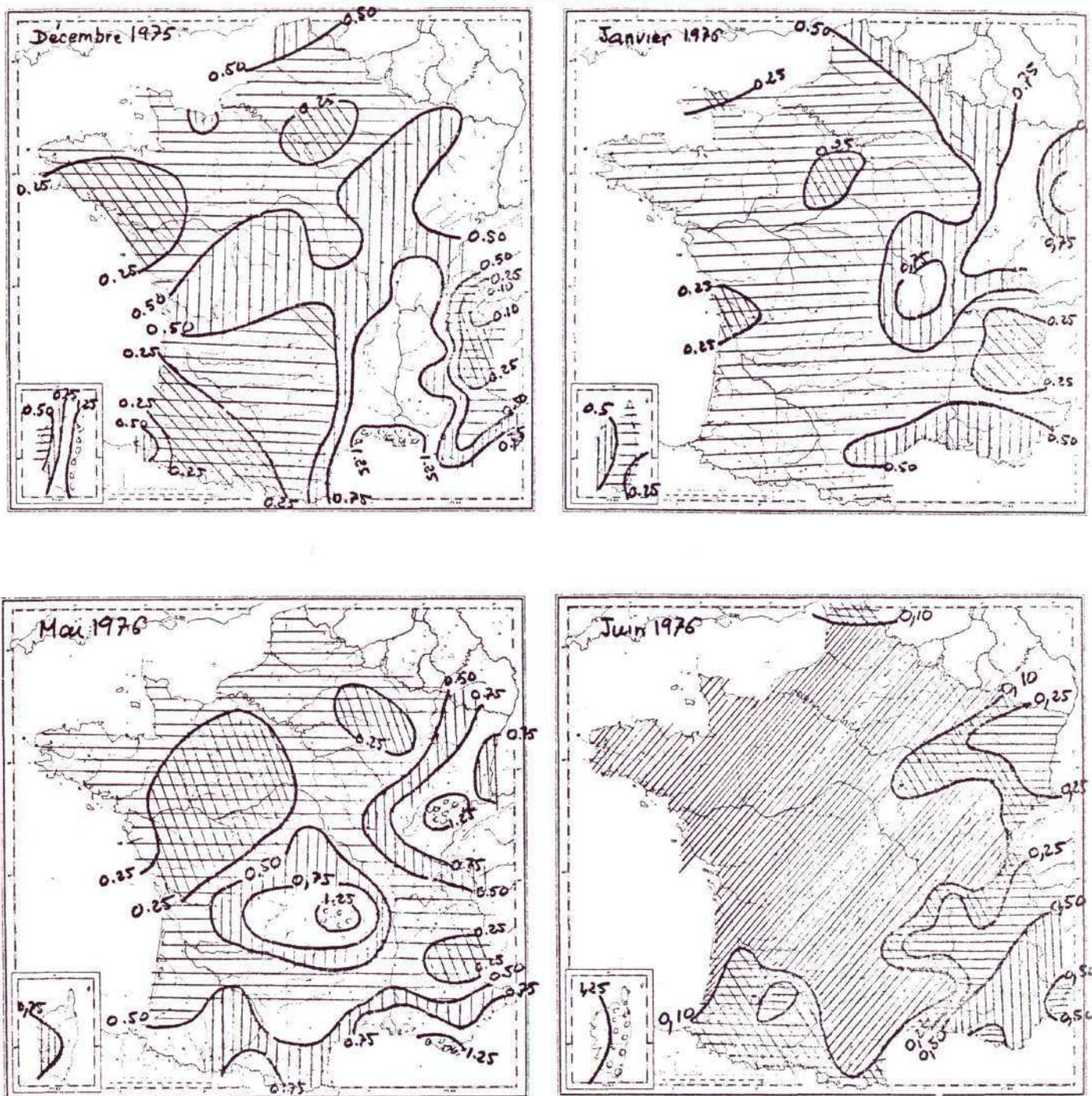


FIG. N° 1

de leur niveau habituel. Il en est de même dans quelques secteurs de la moitié sud-est de la France : Corrèze, Cantal, Alpes du Nord, bien que dans ces dernières régions les pluies de printemps aient généralement apporté une certaine amélioration. C'est dans les zones où le déficit pluviométrique a atteint 60 % (rapport pluvio-

métrique $\leq 0,40$) que la sécheresse a été ressentie comme une véritable calamité dans nombre de domaines d'activité. C'est le cas d'une fraction importante des Pays de Loire, de la Bretagne, de la Basse et Haute-Normandie, de la Picardie, du Nord ainsi que du Limousin. Par contre les régions plus méridionales ne présentent

que des déficits quasi normaux tels qu'ils peuvent résulter de la variabilité interannuelle habituelle des pluies (cas des rapports pluviométriques supérieurs à 0,60). De nombreux secteurs du pourtour méditerranéen et de Corse ont même reçu des précipitations excédentaires.

Afin de mieux apprécier le caractère exceptionnel de la sécheresse 1976, on s'est efforcé d'étalonner les rapports pluviométriques relatifs à la période décembre 1975-juillet 1976, en durée moyenne de retour. Dans cette optique, vingt-cinq échantillons pour lesquels on dispose de cent années consécutives de mesures (1873-1973) ont été ajustés à des lois de distributeur théorique (Gauss et Galton). On peut émettre quelques doutes sur la parfaite homogénéité de ces séries ou sur la validité de la concordance rapport pluviométrique - durée de retour pour des régions climatiques très différenciées telles que le midi méditerranéen. Toutefois les résultats auxquels on aboutit pour la moitié nord de la France sont suffisamment cohérents pour que l'on puisse les prendre en considération. Le tableau ci-dessous exprime cette correspondance approchée :

| Rapports pluviométriques | Durée moyenne de retour |
|--------------------------|-------------------------|
| $\leq 0,40$ | > 100 ans |
| $\leq 0,50$ | > 50 ans |
| $\leq 0,60$ | > 20 ans |

Les résultats de l'analyse des rapports pluviométriques sont confirmés par l'examen de la distribution spatiale, soit des rapports ETP (1976)/ETP (moyenne) (carte n° 4) soit des écarts entre le bilan potentiel 1976 et le bilan potentiel moyen (carte n° 5). Dans l'un et l'autre cas c'est bien sur la moitié nord de la France que se localisent les anomalies. Ces dernières informations, plus explicites que les rapports pluviométriques, du point de vue hydrologique et agricole, ne sont disponibles que pour les stations du réseau synoptique et leur densité serait insuffisante pour identifier seules, à fine échelle, les événements décrits.

La carte n° 6 montre bien que notre pays n'a pas été le seul en Europe à subir la sécheresse. En fait l'« épiceutre » du phénomène se situe au voisinage de la Manche ; ainsi le sud de la Grande-Bretagne a été très affecté. Quelques autres secteurs des pays de la Communauté ont également connu des déficits pluviométriques notables : nord des Alpes et du Piémont, pays du Bade, Palatinat, sud de la Bavière. En revanche la majeure partie de l'Italie et principalement la

zone péninsulaire, ont été abondamment arrosées.

Traits caractéristiques concomitants de la circulation atmosphérique

Durant toute cette période de sécheresse, soit de décembre 1975 à août 1976, deux types d'anomalies flagrantes de la circulation atmosphérique ont alterné avec une fréquence exceptionnelle sur le proche Atlantique et l'Europe.

Le premier est illustré par le champ moyen de pression en surface de décembre 1975 (fig. 7) sur lequel on a

figuré, en grisé, le lit moyen de perturbations du front polaire. On note un décalage d'une dizaine de degrés vers le nord de la position moyenne de l'anticyclone atlantique dit des Açores (centré ici, en fait, au large de l'Irlande) ainsi que le rejet en latitude du courant perturbé qui évite de ce fait notre pays. Un tel aspect de la circulation a prévalu en décembre, janvier, avril, juin, juillet et août.

La seconde situation type est caractérisée (fig. 8 : champ moyen de pression en mars 1976) par l'existence d'un « col barométrique » sur l'Europe occidentale séparant l'anticyclone des Açores renforcé et un anticyclone asiatique se prolongeant sur l'Europe centrale. Il en résulte une diffluence du courant perturbé atlantique sur l'Europe, avec comme conséquences un affaiblissement marqué de l'activité des perturbations et une réduction sensible des pluies. On retrouve également de tels aspects de la circulation en février et mai.

D'une façon globale, on peut dire que la situation météorologique générale

a présenté au cours de ces huit mois deux caractères marquants :

- 1° importance particulière de l'amplitude des anomalies de pression,
- 2° persistance remarquable de ces anomalies.

Conclusions

Comme on vient de le voir, la sécheresse qui a prévalu de l'hiver à l'été 1976, plus particulièrement sur la moitié nord-ouest de la France, peut être qualifiée d'exceptionnelle, sa probabilité moyenne de retour dans ces régions paraissant dépasser largement le siècle.

Comme dans toute société évoluée, la demande en eau ne cesse de croître dans notre pays, alors que les approvisionnements pluviométriques demeurent, en moyenne constante, de l'ordre de 380 milliards de mètres-cubes par an. L'expérience de cette année montre combien il devient indispensable de gérer avec de plus en plus de rigueur l'ensemble des ressources hydriques y compris les nappes aquifères.

Certains se sont demandés si la mise en œuvre à grande échelle d'opérations de pluies provoquées n'aurait pas été un moyen de lutter efficacement contre la sécheresse. Il convient de se montrer circonspect quant aux perspectives actuelles des procédés de stimulation des pluies, car les connaissances acquises dans le domaine de la microphysique des nuages (nucléation, croissance des gouttes, coalescence, teneur en eau liquide, etc...) sont encore trop fragmentaires, malgré les progrès des dernières décennies, pour espérer maîtriser les processus d'évolution interne des divers types de systèmes nuageux. Aussi, doit-on exprimer les plus grandes réserves au sujet de la validité des principes mis en avant pour justifier les tentatives opérationnelles de pluie provoquée. Jusqu'à présent, au cours de toutes les expériences entreprises dans le monde, les échecs ont été beaucoup plus nombreux que les succès, ces derniers étant souvent ambigus par suite de la difficulté de réaliser un contrôle ob-

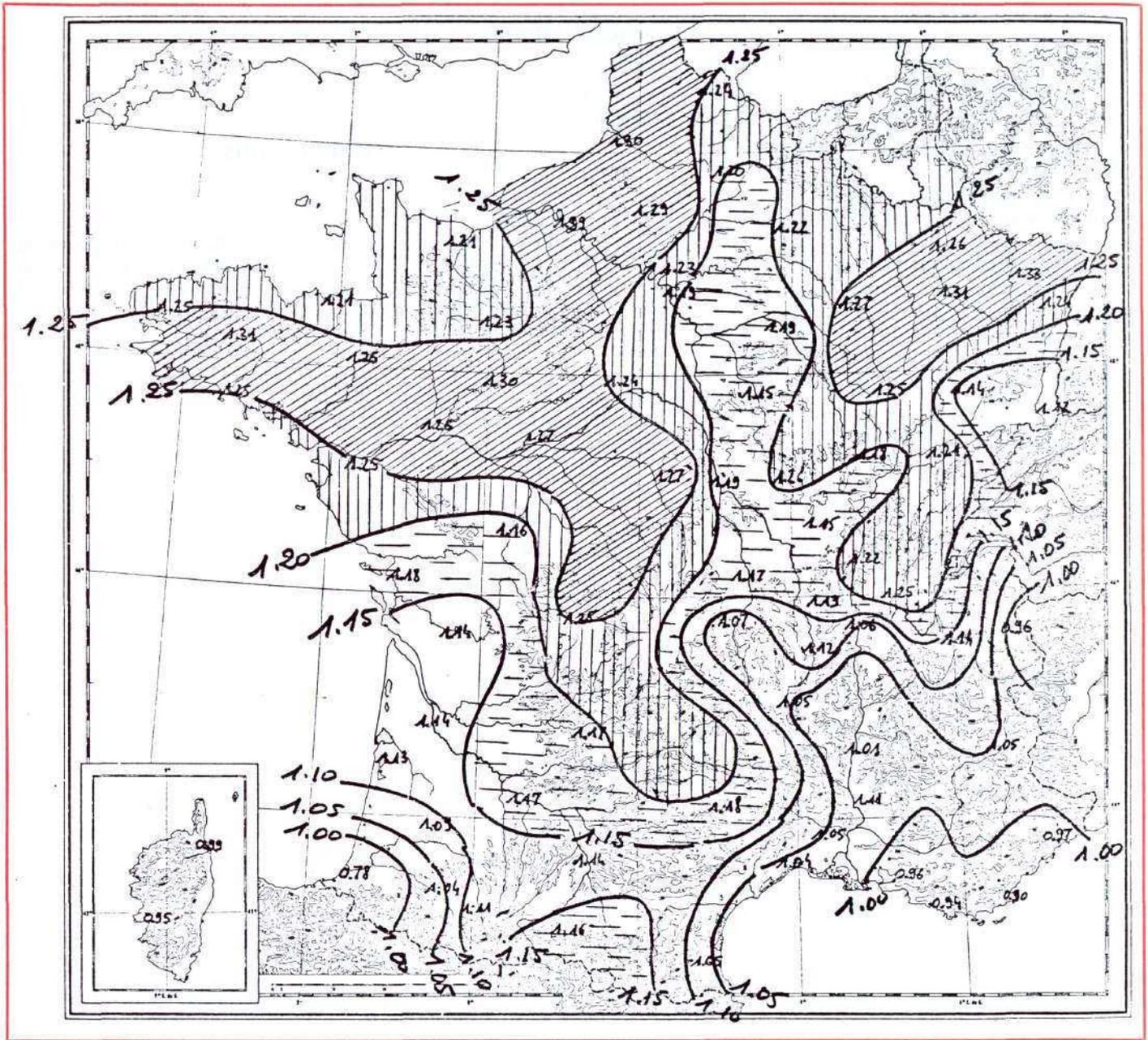


FIG. N° 4

jectif. Des développements scientifiques sont encore nécessaires avant d'espérer déboucher sur des procédures pratiques efficaces.

Autre question que l'on peut se poser, la sécheresse que nous avons connue constitue-t-elle un événement fortuit, ou peut-elle être associée à une quelconque tendance persistante du climat ? Peut-on relier cette sécheresse

d'Europe à des événements identiques qui se sont manifestés cette année au Brésil ou en Australie et il y a quelque temps au Sahel ?

On doit tout d'abord noter qu'à toutes époques de l'ère historique, on a observé de tels accidents climatiques. Il y a une cinquantaine d'années, en 1921, notre pays a déjà connu une sécheresse comparable à celle de

1976 ; les chroniques plus anciennes font état d'événements de cette nature ayant entraîné pertes agricoles et souvent famines, en particulier en 1857, 1822, 1785, 1719, 1681, 1605, etc...

Dans ce domaine des fluctuations significatives et durables du climat, on doit constater que raisonnablement on ne peut proposer de prévisions satisfaisantes. En dépit de déclarations

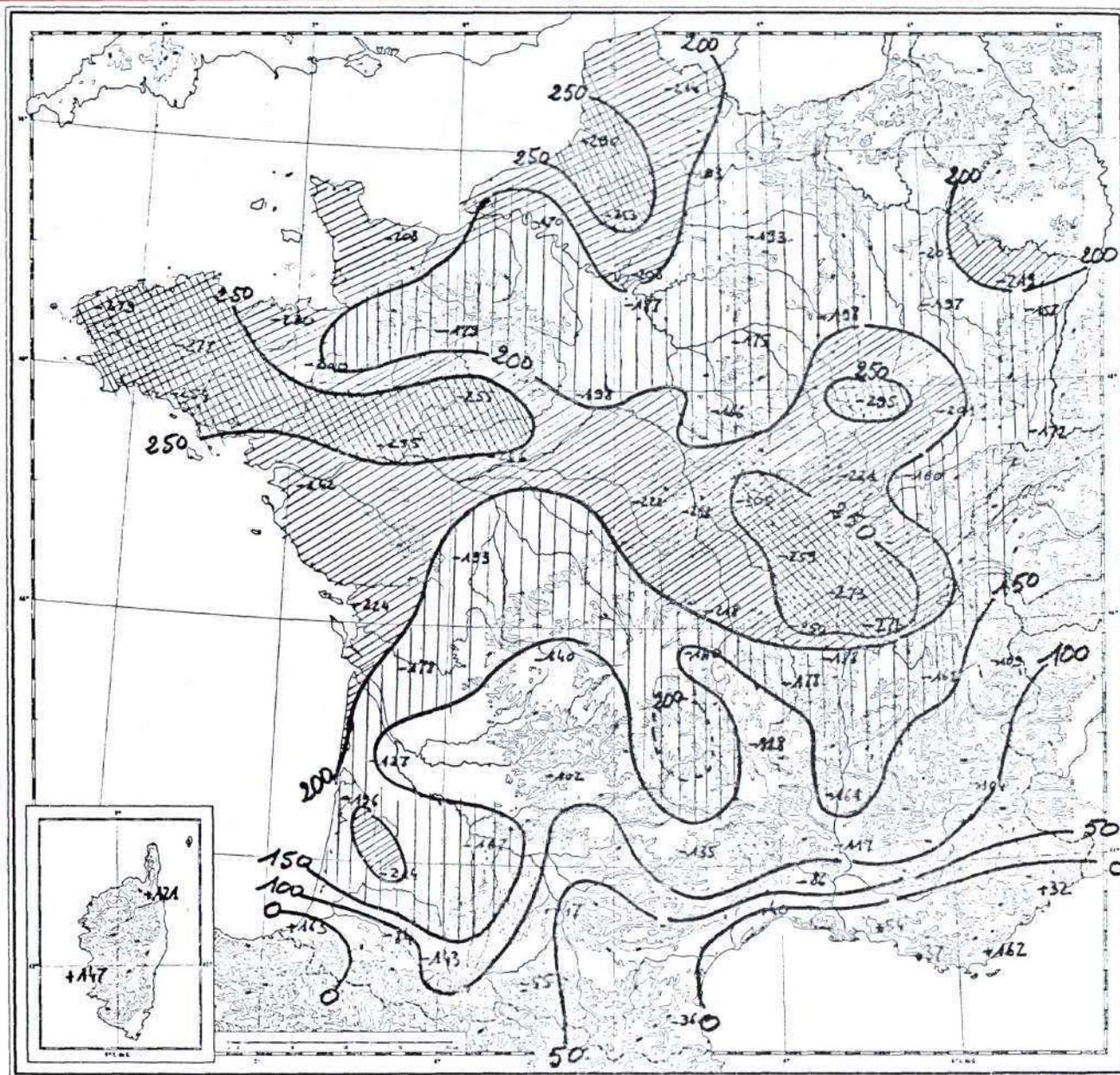


FIG. N° 5

spectaculaires, dont la presse mondiale s'est fait l'écho, aucun élément objectif ne permet d'affirmer que le climat évolue, à court terme, c'est-à-dire à échéance de quelques décennies, dans un sens plutôt que dans un autre. Par contre, dans un avenir beaucoup plus lointain, quelques millénaires ou dizaines de millénaires, les paléoclimatologues paraissent unanimement convaincus d'une orientation vers une nouvelle ère glaciale... conviction basée sur des

oscillations de climat, depuis environ un million d'années, mises en évidence par des procédés d'analyses indirects. Mais quels seront au cours des quelques siècles à venir les aléas accidentels de cette tendance ? Personne ne saurait actuellement l'avancer. D'autant plus qu'à côté d'une éventuelle mutation naturelle du climat, on doit envisager une intervention de l'homme qui peut totalement bouleverser, au moins à court terme, l'évolution attendue.

L'accroissement du taux moyen de gaz carbonique dans l'atmosphère (de l'ordre de 10% depuis le début du siècle) par suite de la progression de consommation des carburants fossiles, l'altération de la couche d'ozone de la stratosphère ou encore les modifications volontaires ou non des propriétés de surface des sols sont susceptibles de modifier voire d'inverser le cours naturel de cette évolution.

RAPPORTS PLUVIOMETRIQUES DES PLUIES CUMULEES
 du 1er décembre 1975 au 31 juillet 1976
 (Référence: normale 1931-1960)

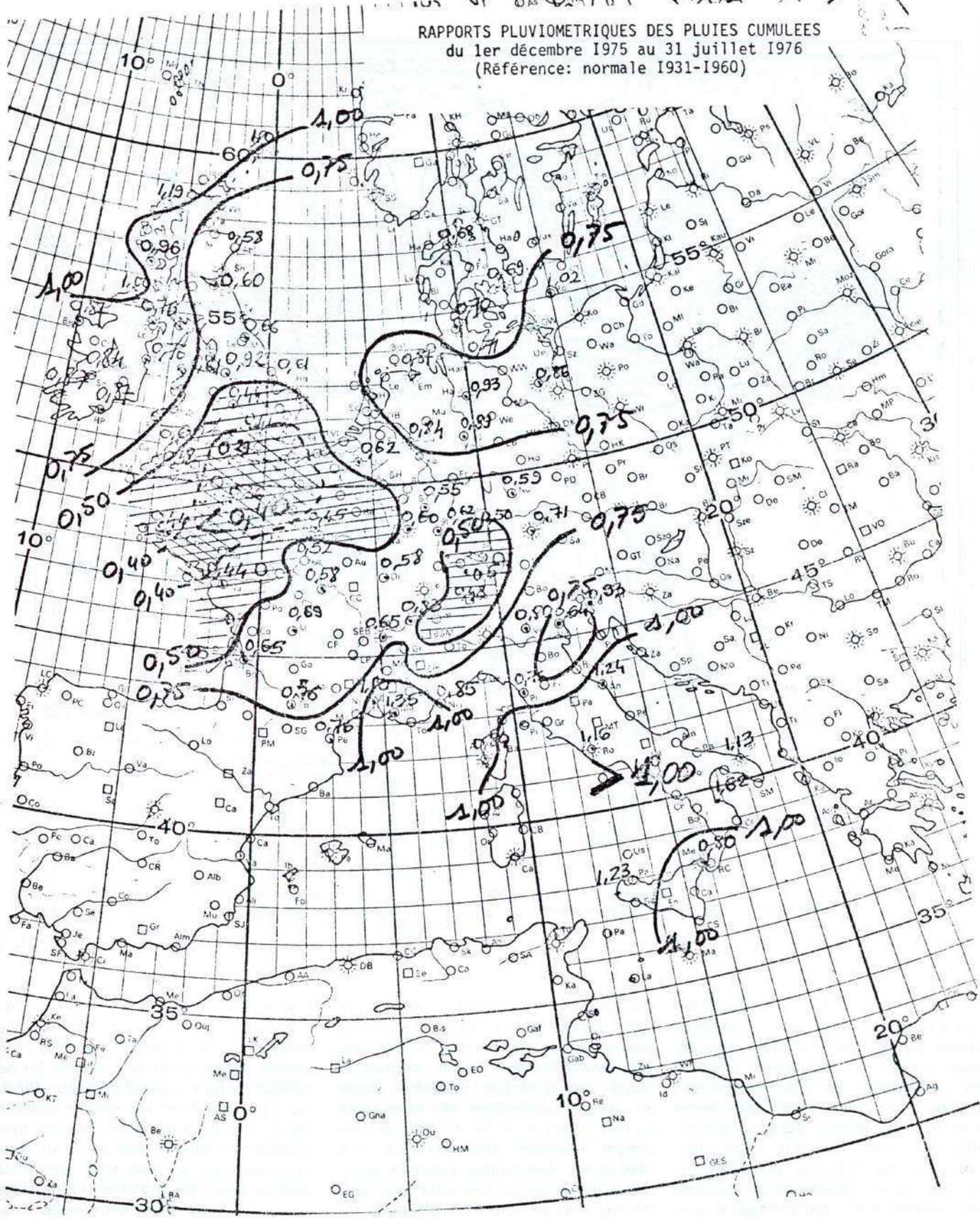
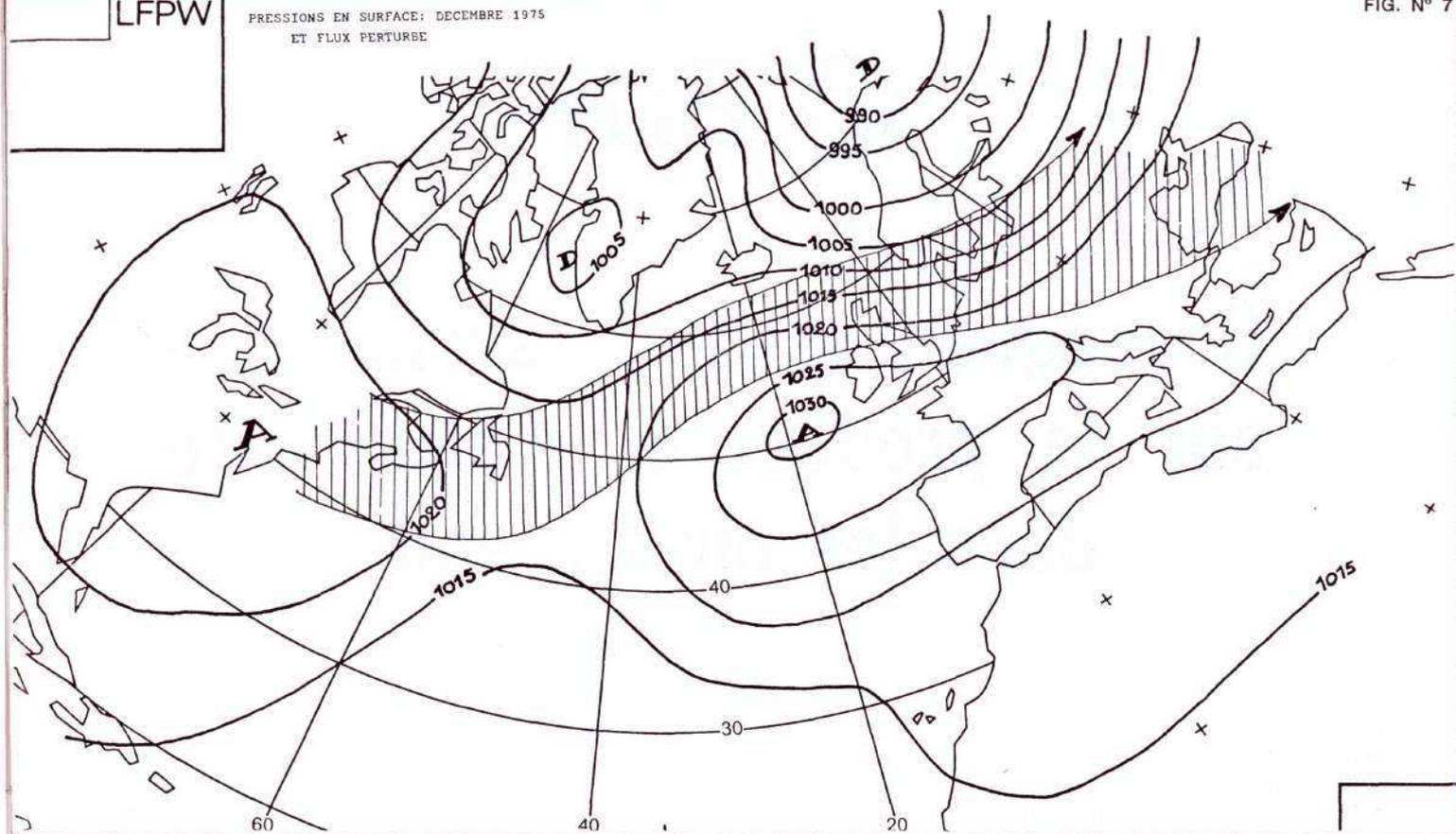


FIG. N° 6

LFPW

PRESSIONS EN SURFACE: DECEMBRE 1975
ET FLUX PERTURBE

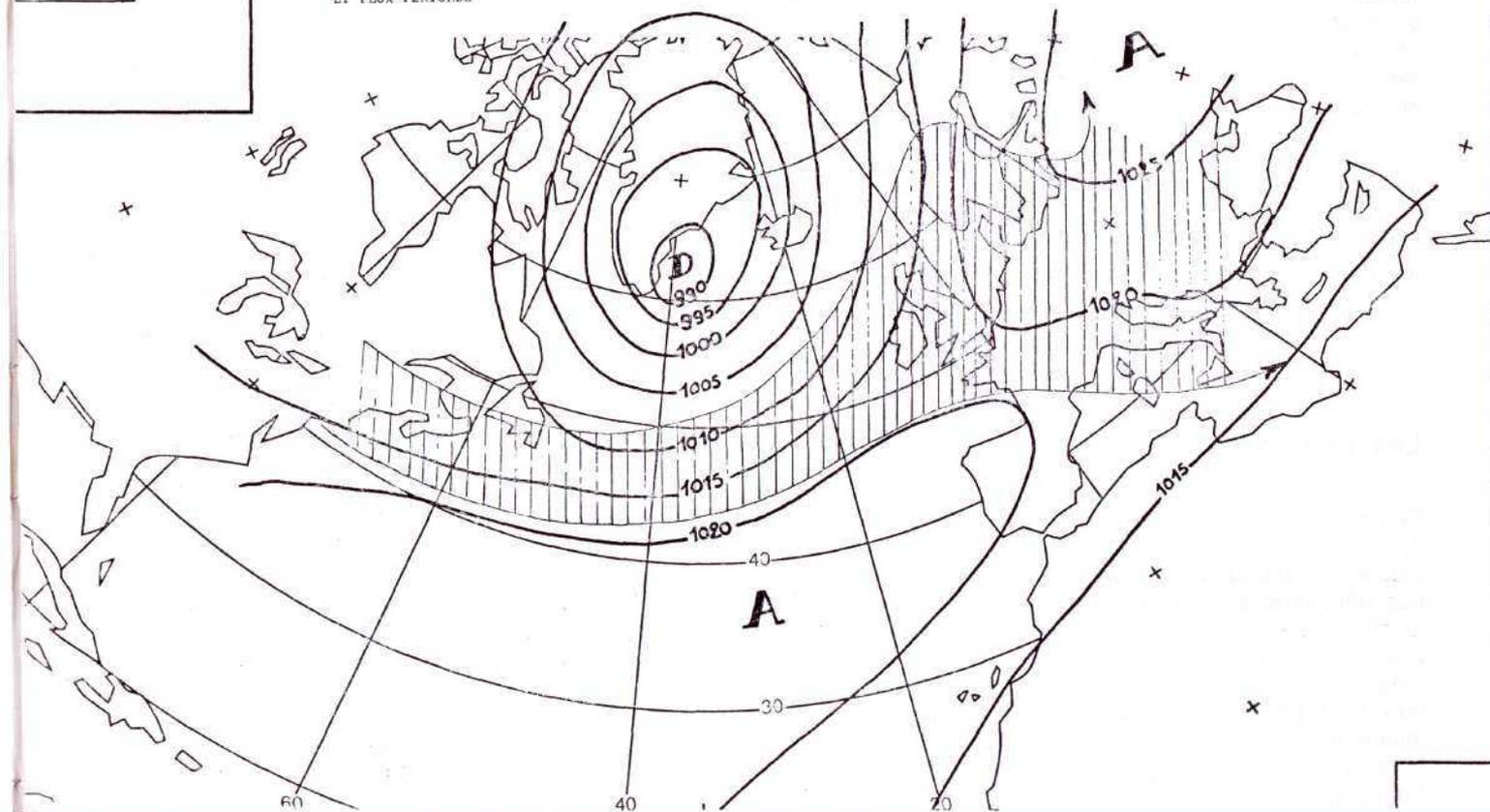
FIG. N° 7



LFPW

PRESSIONS EN SURFACE: MARS 1976
ET FLUX PERTURBE

FIG. N° 8





Conséquences de la sécheresse sur la production d'électricité dans les mois à venir

Les coefficients d'hydraulicité des mois de juin (0,63), juillet (0,61) et août (0,53) sont restés très inférieurs à la moyenne. Malgré un coefficient moins mauvais en septembre (0,93), le taux de remplissage des réservoirs saisonniers était, début octobre, de quelque 15 % inférieur à ce qu'il devrait être en année moyenne (soit 75 % au lieu de 90 %). Cependant, les pluies d'automne ont fait remonter ce coefficient qui, début décembre, atteignait 80 %. Cette bonne hydraulicité permettra de combler avant l'hiver une part du déficit mais, bien entendu, une part seulement, les réservoirs de haute altitude, alimentés par les fontes de neige, ne pouvant pratiquement rien emmagasiner à cette époque de l'année.

Les centrales

Ces derniers mois, l'énergie des usines de lacs a été utilisée avec parcimonie — exclusivement pour éviter des défaillances dans la desserte de la clientèle — tandis qu'était utilisée pratiquement en permanence, tout au long des heures pleines, la puissance maximale possible du matériel thermique disponible, y compris les turbines à gaz. En outre, on a eu recours fréquemment au fonctionnement en

surcharge des groupes de 250 MW. Ces appels à l'ensemble du matériel thermique étaient dus, bien sûr, principalement à la sécheresse, mais également à une consommation d'électricité soutenue.

Parmi les conséquences de la sécheresse, signalons la baisse de puissance des centrales thermiques, dans le but d'éviter un échauffement anormal des rivières. Les puissances indisponibles de ce fait se sont élevées jusqu'à plus de 4 000 MW fin juin et elles étaient encore de 1 400 MW dans les premiers jours de septembre.

Les stocks de combustibles

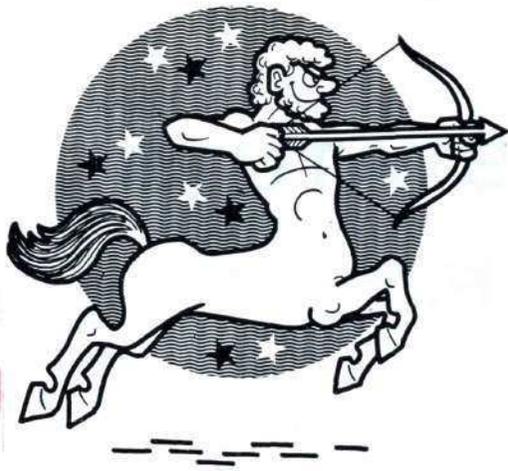
Bien que la sécheresse ait privé EDF, depuis le début de l'année, d'une production hydraulique de plus de 13 milliards de kWh, qui représente un équivalent de 3,5 Mt de fuel, le niveau des stocks de combustibles est peu inférieur à celui considéré comme normal au début septembre. Indépendamment des achats d'électricité à l'étranger, de l'appel important aux centrales des houillères, ce résultat a été obtenu par des achats massifs de charbon et de fuel. Cette politique est poursuivie, afin d'obtenir

une situation des stocks satisfaisante en fin d'année.

Il faut noter que la consommation de charbon par les centrales EDF, qui était de 5,2 Mt en 1974 et de 7,2 Mt en 1975, sera vraisemblablement de l'ordre de 12 Mt en 1976.

La production au cours des prochains mois

Avec le handicap que constituent les réservoirs, notamment ceux de haute montagne, insuffisamment remplis, le passage de l'hiver prochain sera sans aucun doute difficile. Afin d'améliorer la garantie de desserte au cours de cette période, mais également en vue de faciliter l'étalement des entretiens de matériel en 1977, il a été décidé, le 12 août dernier, de préparer la remise en service des centrales thermiques anciennes inscrites « déclassées-réserve ». Dans le même esprit, il a été demandé aux Charbonnages de France de rendre disponible la puissance qu'ils tenaient en réserve. Compte tenu des mesures prises, les résultats des études menées sur le passage de l'hiver 1976-77 laissent prévoir une situation comparable à celle rencontrée l'hiver dernier, c'est-à-dire des conditions d'exploitation très tendues, mais avec une faible probabilité de défaillance.



la page du sagittaire

Dans le Nouveau Larousse Universel on trouve :

SAGITTAIRE : n.m. Archer auxiliaire dans l'armée romaine.

— n.f. Plantes aquatiques des régions tempérées, à rhizome traçant d'où naissent plusieurs feuilles, les unes longues et submergées, d'autres flottantes, d'autres aériennes en forme de flèche...

— Astr. Constellation Zodiacale, représentée par un Centaure qui tient un arc bandé et armé d'une flèche. Signe du Zodiaque, correspondant à la période du 22 nov. au 22 déc.

Sous cette rubrique une équipe de camarades choisi par le Conseil d'Administration de notre Association va s'efforcer au moins une fois par an de grouper les avis recueillis tant au sein qu'à l'extérieur du corps des Ponts et Chaussées sur tel ou tel sujet qui nous tient à cœur.

Il est convenu, pour garder au maximum la liberté d'expression de chacun que le nom des auteurs, connu seulement du groupe de travail, ne sera pas reproduit, et que ce dernier s'efforcera comme les instituts de sondage et d'enquête, de résumer au mieux, en les groupant au besoin par tranche d'âge, les avis exprimés.

Notre ballon d'essai d'aujourd'hui aura pour thème l'image de marque de notre Corps. Il importe en effet pour tous de voir comment nous sommes jugés, tant par les supérieurs qui nous emploient, que par nos pairs et aussi, pourquoi pas par les agents qui travaillent sous nos ordres. Trois portraits sont donc aujourd'hui livrés aux flèches de vos critiques.

Le premier, très caricatural est un bref condensé de l'opinion exprimée par l'une ou l'autre des hautes personnalités qui ont choisi de faire appel à la collaboration d'un ingénieur des Ponts et Chaussées (IPC). A dessein il fait apparaître quelques-uns de nos défauts... à côté de nos immenses qualités. L'Association attend impatiemment les remarques et critiques de ce portrait-robot beaucoup trop sec et trop court, elles seront les bienvenues auprès de l'équipe du Sagittaire, surtout si elles émanent de membres extérieurs.

Malgré ses apparences et son humour un peu noir, le second est plus grave et méritera un examen plus attentif. Ce n'est pas un auto-portrait

mais une profonde réflexion d'un de nos anciens, parvenu en fin de carrière. Il essaye, avec quelque lucidité de comparer le rêve de sa jeunesse avec la réalité d'aujourd'hui ; on devine dans son propos une légère déception. Que pensent à ce sujet les jeunes camarades ?

Le troisième n'est pas particulier à notre corps ; il correspond à la vision de nous-mêmes que nous risquons d'offrir autour de nous si nous ne prenons pas quelques précautions.. en nous habituant à surveiller davantage notre comportement.

Le coup d'envoi est lancé ; l'équipe du Sagittaire est prête à recevoir vos remarques ; elle serait ravie d'être criblée de flèches...

QUALITÉS ET DÉFAUTS DES INGÉNIEURS DES PONTS ET CHAUSSEES

Portrait-Robot établi par ceux qui nous observent :

- 1) L'IPC est capable de faire les études techniques et économiques les plus brillantes et les plus audacieuses, seule l'imagination lui manque parfois.
- 2) L'IPC sait calculer et justifier ses calculs ; il n'a pas toujours à lui seul l'art de les présenter au public.
- 3) L'IPC est infatigable et persévérant ; si nécessaire il sait compléter et mettre au point ses études ; il accepte rarement d'en modifier la présentation pour des raisons d'opportunité ; il n'aime pas prendre ainsi des options politiques.
- 4) L'IPC est un organisateur, il sait animer une équipe dont il conservera la tête ; il a parfois du mal à déléguer ses pouvoirs, à moins d'y être forcé par les circonstances...
- 5) L'IPC est presque trop bien informé... il a tendance à accumuler les renseignements et les statistiques... son souci de la précision le gêne pour présenter en quelques mots l'essentiel d'un sujet. Sur ce point, il est souvent distancé par les énarques.

REFONTE DES STATUTS DU C. N. I. F.

1. En Octobre 1973, au Congrès de Lille, le vœu suivant avait été adopté en séance plénière :

« voir constituée au niveau national une organisation représentative de l'ensemble des ingénieurs, à laquelle pourraient adhérer, sans organisme intermédiaire, les associations d'ingénieurs et les sociétés scientifiques et techniques ».

2. Le but visé était d'une part de rassembler directement les associations d'ingénieurs dans un seul organisme à caractère fédératif. Il était espéré de cette mesure un fonctionnement plus simple et plus efficace que celui de l'organisation existante, dans laquelle le C.N.I.F. n'était qu'un organisme de coordination et avait donc peu de pouvoirs.

D'autre part, nos interlocuteurs, pouvoirs publics entre autres, ne comprenaient pas pourquoi ils avaient affaire tantôt au C.N.I.F., tantôt à la F.A.S.F.I.D., tantôt à l'U.A.S.I.F. ou à la Société des I.C.F., lorsqu'ils étaient en rapport avec les organisations d'ingénieurs ; il était donc souhaitable pour obtenir un meilleur rendement de nos contacts de simplifier les structures.

3. Une autre raison engageait à modifier les statuts du C.N.I.F. Ceux-ci avaient été établis de façon pragmatique en 1957 lors de la constitution du C.N.I.F. Ils donnaient à cet organisme une structure très originale : l'organe d'exécution était le comité de direction, sorte de conseil d'administration élargi comprenant une cinquantaine de membres. Il n'y avait pas d'Assemblée Générale délibérative, l'Assemblée Générale étant seulement un organe consultatif. Envisageant de demander la reconnaissance d'utilité publique il était nécessaire de se conformer au modèle de statuts proposés par les pouvoirs publics.

SIGLES :

F.A.S.F.I.D. (Fédération des Associations et Sociétés Françaises d'Ingénieurs Diplômés).

I.C.F. (Ingénieurs Civils de France).
U.A.S.I.F. (Union des Associations Scientifiques et Industrielles Françaises).

U.R.G.I. (Union Régionale de Groupements d'Ingénieurs).

4. L'opération de restructuration avait déjà été envisagée dans le passé. Elle fut difficile à réaliser, car les différentes associations à fédérer ont des caractères divers :

- les unes — associations de la F.A.S.F.I.D. — sont constituées presque exclusivement d'ingénieurs diplômés, et portent leur action sur les intérêts généraux et professionnels de leurs membres,

- les autres — associations de l'U.A.S.I.F. et société des I.C.F. — sont constituées d'ingénieurs et de personnalités scientifiques de haut niveau qui ne sont pas toutes ingénieurs. Elles mettent l'accent sur l'évolution de la culture scientifique, spécialisée ou générale, de leurs membres.

5. Par ailleurs, la structure à mettre sur pied devait prendre en compte un aspect particulier des groupements d'ingénieurs. L'existence des « Unions Régionales de Groupements d'Ingénieurs » qui groupent, dans toutes les régions de programme (hors région parisienne) les sections régionales des associations nationales constituant le C.N.I.F. Ces Unions, qui exercent souvent une action très efficace sur le plan régional, regroupent, en une articulation différente, les ingénieurs faisant déjà partie des associations nationales et qui résident hors région

parisienne, c'est-à-dire, en fait, environ la moitié de l'ensemble des ingénieurs. Elles assurent une représentation régionale des ingénieurs.

6. De longues conversations entre les parties prenantes ont abouti au texte des statuts adoptés le 26 juin 1976. dont la forme est tout à fait classique.

6.1. Une Assemblée Générale délibérative, constituée par :

6.1.1. les représentants des associations nationales au prorata de leurs effectifs

6.1.2. les représentants des unions régionales, au nombre de un par union

6.2. Un Conseil d'Administration constitué par :

6.2.1. vingt-quatre représentants des associations nationales élus par l'Assemblée Générale, répartis en deux groupes égaux de douze :

6.2.1.1. un groupe constitué par les représentants des associations d'ingénieurs diplômés (associations F.A.S.F.I.D.)

6.2.1.2. un groupe constitué par les représentants des associations scientifiques et industrielles (société des I.C.F. et associations U.A.S.I.F.).

6.2.2. un représentant spécifique des Unions Régionales élu par les représentants de celles-ci.

6.3. Le Conseil élit son Bureau, où la parité est respectée entre les deux groupes définis ci-dessus, et où figure de droit, en tant que vice-président, le représentant spécifique des unions régionales.

7. Cette structure équilibrée doit permettre d'améliorer l'efficacité et la représentativité du C.N.I.F. Elle sera mise en application progressivement.

FORMATION CONTINUE 1977

école nationale des Ponts et Chaussées association amicale des ingénieurs anciens élèves

TECHNOLOGIES ET ÉNERGIES NOUVELLES APPLIQUÉES AU CHAUFFAGE DES BATIMENTS

11 au 13 janvier

Chantilly

Responsable :

M. Trichard, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Chef de la Division des Etudes et de la Politique Energétique, Direction de la Construction, Ministère de l'Equipement

Conférenciers :

MM. Bertrand (SNEC), Chemillier (Ministère de l'Equipement), Choffe (Agence pour les Economies d'Energie), Clain (COSTIC), Cubaud (Centre National d'Etudes Techniques HLM), David (Ministère de l'Equipement), Gil (COSTIC)

REMBLAIS SUR SOLS COMPRESSIBLES

18 au 21 janvier

Toulouse

Responsable :

M. Bourges (Ingénieur ENSM de Nantes, Chargé de Mission auprès du Chef du Département des Sols et Fondations du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC), Maître de Conférences de Mécanique des Sols à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (ENPC)

Conférenciers :

MM. Legrand (CETE d'Aix-en-Provence), Magnan (LCPC), Mieussens (LRPC de Toulouse), Peignaud (LRPC d'Angers), Puig (LRPC de Toulouse), Queyroi (LRPC de Bordeaux), Vautran (LRPC de Rouen)

CHAUSSÉES EN BÉTON DE CIMENT

24 au 27 janvier

Paris

Responsables :

M. Paray, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Directeur des Programmes et Applications au Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC)
M. Villemagne, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, Conseiller Technique à SCETAUROUTE

Conférenciers :

Mme Brachet (LCPC)
MM. Chantereau (SETRA), Charonnat (LCPC), Chanchot (GAILLED RAT), Christory (LRPC de Trappes), Deligny (DDE de Seine-et-Marne), Jeuffroy (WIMPEY FRANCE), Le Bel (Ciments LAFARGE), Moreau (SECB), Nissoux (LCPC)
Mme Paillère (LCPC)
MM. Poilane (LRPC d'Autun), Ponchon (BEUGNET), Ray (LCPC), Rouques (LCPC), Roussel (Autoroute Paris-Lyon), Tavernier (DDE de Seine St-Denis)

ADMINISTRATION ET GESTION FINANCIÈRE DES AÉROPORTS

25 au 27 janvier

Paris

Responsables :

M. Marty, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, Directeur du Service Technique des Bases Aériennes
M. Korfan, Ingénieur en Chef de l'Aviation Civile, Sous-Directeur de l'Exploitation Direction des Bases Aériennes
M. Brun, Ingénieur de l'Aviation Civile, Chef de l'Arrondissement « Etudes Générales », Service Technique des Bases Aériennes

Conférenciers :

MM. Artru (Chambre de Commerce et d'Industrie de Lyon), Baumgart (Direction des Bases Aériennes) Carre (Chambre de Commerce et d'Industrie de Nice), Carrese (Direction des Bases Aériennes), Lorieux (Chambre de Commerce et d'Industrie de La Rochelle), Meary (Direction Départementale du Rhône), Peyrelevade (Crédit Lyonnais)

LA DÉFENSE DES COTES

Phénomènes et conception des ouvrages

31 janvier au 2 février

Paris

Responsable :

M. Tenaud, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, Chef du Service Central Technique des Ports Maritimes et des Voies Navigables, Ministère de l'Équipement

Conférenciers :

MM. Delorme (D. D. E. des Pyrénées-Atlantiques), Graillot (Service Central Technique des Ports Maritimes et des Voies Navigables), Lepetit (Laboratoire National d'Hydraulique), Mignot (Laboratoire Central d'Hydraulique de France), Perdreau (SOGREAH), Sauzay (Commissariat à l'Énergie Atomique), Simeon (BCEOM)

LA RÉFORME DES MARCHÉS PUBLICS DE TRAVAUX

21 au 24 février

Responsable :

M. Moreau, Administrateur Civil, Sous-Directeur de la Commande Publique, Direction du Bâtiment et des Travaux Publics et de la Conjoncture (DBTPC), Ministère de l'Équipement

Conférenciers :

MM. Buisson-Mathiolat (Ministère de l'Économie et des Finances), Estrade (Ministère des Armées), de Gery (Ministère de l'Économie et des Finances), Herfray (DBTPC), Nau (Fédération Nationale des Travaux Publics)

STATIONS D'ÉPURATION DES EAUX USÉES URBAINES

1^{er} au 4 février

Lille

Responsable :

M. Fouquet, Ingénieur Général des Ponts et Chaussées, Inspecteur Général de l'Équipement

Conférenciers :

MM. Asezat (Agence de Bassin « Artois-Picardie »), Bernard (Degrémont S.A.), Blanc (Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne), Boutin (Ecole Nationale de la Santé Publique à Rennes), Brouzes (IRCHA), Delbart (SPCU de Lille), Divet (Omnium d'Assainissement S.A.), Lefrou (Ministère de la Qualité de la Vie), Moreau (Agence de Bassin « Artois-Picardie »)

L'ANALYSE DE LA VALEUR

Une méthode de conception et d'analyse d'un bâtiment

22 au 24 février

Chantilly

Responsable :

M. Bertière, Ingénieur des Ponts et Chaussées à la Direction du Bâtiment, des Travaux Publics et de la Conjoncture (DBTPC)

Conférenciers :

MM. Besnard (CEGOS), Janneteau (APTE), Jouineau (CETEGE), Litaudon (Ingénieur Consultant)

L'AUTOMATISATION DU DEVIS, DU PILOTAGE ET DU CONTRÔLE DES COÛTS

8 au 10 février

Région Parisienne

Responsable :

M. Pigeon, Professeur d'Informatique à l'École Nationale des Ponts et Chaussées, Directeur du Centre de Calcul de l'ENPC

Conférenciers :

MM. Blaisé (Bati-Programmes), Lejay (SNBATI), Prins (Bâti-Programmes), Zemor (Centre d'Études et de Réalisation des Gestion)

Renseignements et inscriptions :

École Nationale des Ponts et Chaussées - Direction de la Formation Continue - 28, rue des Saints-Pères, 75007 Paris - Tél. : 260.34.13 et 260.14.80 - poste 308

« LA PEDALE JOYEUSE »

Fondée en 1901
Huit fois Champion de France

Monsieur le Rédacteur en Chef
de la revue
Ponts et Chaussées et Mines
28, rue des Saints-Pères,
75007 - Paris.

Monsieur le Rédacteur en Chef,

Le hasard, qui fait parfois de grandes choses mais aussi de toutes petites (c'est ici le cas), vient de faire passer sous mes yeux un article intitulé « associations, usagers et pouvoir » signé de M. A. Villaret, Directeur départemental de l'Équipement du Var (revue PCM n° 6 de juin 1976). J'y lis au troisième alinéa (je cite) : « Il y a les associations de ceux qui veulent pratiquer ensemble leur passe-temps favori. Ce sont : la joyeuse pédale, le Club des aquariophiles, les joueurs de pétanque, les amis de Spirou, etc.. C'est naturel et sympathique, et le pouvoir n'entend parler d'elles que pour les inévitables subventions ».

Mis à part le piquant qu'il y a à entendre parler M. Villaret de Joyeuse (pédale !) — l'amiral Louis Thomas, oui, celui du combat naval d'Ouessant — a dû en remuer dans sa tombe — il y a là une interversion (je ne dis pas une inversion : qu'allez-vous penser ?) qui me trouble. Car M. Villaret était encore marseillais jusqu'à une époque assez récente pour ne pas avoir ignoré l'existence de la Pédale Joyeuse. Alors ? S'agit-il d'un lapsus ? Ce serait un peu vexant : nous nous croyions plus connus. Ou bien est-ce volontaire pour ne pas nous désigner nommément ? En pareil cas ce serait enfantin : c'est un peu comme si quelqu'un citait les commères joyeuses de Windsor en prétendant ne pas évoquer Shakespeare — ou la musique d'Otto Nicolai — Et la « Lustige

Wittve » de Franz Lehar n'est-elle pas devenue une Veuve Joyeuse ?

Quoi qu'il en soit, mis en cause directement ou indirectement, je ne me considère tout de même pas comme gravement offensé : je n'en verrai donc pas mes témoins à M. Villaret, et pas davantage ne tomberai-je dans le ridicule qui consisterait à vous demander la publication par votre revue d'une rectification dans les formes réglementaires (n'est-ce pas l'article 13 de la loi du 29 juillet 1881 qui s'applique là ?). Mais je voudrais — pour le cas où dans votre rédaction quelqu'un (et après tout pourquoi pas vous ?) s'intéresserait de près ou de loin aux choses du cyclisme, et éventuellement pour l'édification de M. Villaret — Je voudrais, dis-je, vous donner quelques indications sur ce qu'est la société aux destinées de laquelle j'ai l'honneur de présider — encore que son véritable « patron » soit en fait cet incomparable animateur qui s'appelle Georges Coupry et qui voici quatre décennies et plus (pardon Georges !) enthousiasmait par ses déboulés le public du défunt Vél d'Hiv et de bien d'autres pistes : 350 licenciés cette année dont une ribambelle de jeunes, élèves de notre école du cyclisme : je ne dispose pas de statistique officielle qui me permette d'affirmer que notre club est le premier de France : disons qu'il ne doit pas être très loin dans le classement par ordre d'importance. « Inévitables subventions », dit M. Villaret. Je n'ai pas sous la main le budget de notre société pour 1977, mais, de mémoire, je crois pouvoir dire que nous touchons royalement dans les 500 ou 600 F de la direction des sports, et à peu près autant de la ville de Marseille : en tant que budgétivores, on fait pire...

Je ne vous imposerai pas la lecture de tout notre palmarès et je me bornerai à vous citer quelques faits que

même un profane devrait pouvoir apprécier.

Notre distingué vice-président Fernand Decanali fut authentiquement champion olympique : médaille d'or de la poursuite par équipes aux Jeux de Londres en 1948. En connaissez-vous beaucoup en France, dans toutes disciplines sportives ?

J'ai eu il y a quelque temps la curiosité de rechercher les « présences » françaises à l'arrivée de Milan/San-Remo depuis la guerre de 14-18. Il y eut sauf erreur quatre vainqueurs (1) et douze places d'honneur parmi lesquelles figurent deux ressortissants de notre Pédale Joyeuse. Et dans quelles circonstances !

- Francis Anastasi, 2° en 1954 derrière Rik Van Steenbergen après avoir fait perdre Fausto Coppi soi-même en étant le seul à lui résister dans le Capo Berta ;
- Guy Sibille, 3° en 1975 derrière Eddy Merckx (qui n'est plus à présenter) et Francesco Moser, l'actuel champion du monde de poursuite : excusez du peu !

Dans les deux cas, il a fallu vraiment du beau monde pour venir à bout de nos marseillais...

Il en est d'autres (j'en passe et des meilleurs) qu'il ne faut pas oublier.

- Raoul Rémy, notre « flahute », sur la brèche pendant vingt ans et plus, avec tout son courage et aussi toute sa verve d'enfant de La Capelette, et qui, lorsqu'il s'est reconverti en directeur sportif, a tout simplement réussi à faire triompher Frederico Bahamontes dans le Tour de France 1959. Pas mal pour un directeur sportif néophyte, non ?

(1) Louison Bobet en 1951, puis le tiercé René Privat 1960, Raymond Poulidor 1961 et Joseph Groussard 1962.

PROMOTIONS

Les Ingénieurs en Chef des Ponts et Chaussées dont les noms suivent sont promus Ingénieurs Généraux des Ponts et Chaussées à compter des dates ci-après indiquées :

- M. Pierre Protat**, 5 septembre 1976.
- M. Pierre Filippi**, 5 septembre 1976.
- M. Jacques Bonitzer**, 5 septembre 1976.
- M. François Fernique**, 30 octobre 1976.
- M. François Parfait**, 30 octobre 1976.
- M. Marcel Gerbier**, 30 octobre 1976.
- M. Guy Grattesat**, 10 novembre 1976.
- M. Marcel Fuzeau**, 12 novembre 1976.
- M. Michel Bonnet**, 14 novembre 1976.

NOMINATIONS

M. Michel Legreneur, I.C.P.C., à la D.D.E. de la Charente-Maritime, est, à compter du 1^{er} octobre 1976, nommé Adjoint au Directeur Départemental de l'Équipement de la Charente-Maritime.
Arrêté du 30 septembre 1976.

M. André Herzog, I.G.P.C., Membre attaché au Conseil Général des Ponts et Chaussées, est, à compter du 30 octobre 1976, nommé Président de la 6^e Section du Conseil Général des Ponts et Chaussées, en remplacement de M. Randet.
Arrêté du 6 octobre 1976.

M. Jacques Dreyfus, I.C.P.C., au S.R.E. d'Île-de-France, est, à compter du 1^{er} novembre 1976, nommé Secrétaire de la 6^e Section du Conseil Général des Ponts et Chaussées.
Arrêté du 21 octobre 1976.

DECISIONS

M. Jean-Claude Baillif, I.P.C., à la D.D.E. du Val-de-Marne, est, à comp-

ter du 1^{er} septembre 1976, muté à la D.D.E. de la Seine-Saint-Denis pour y exercer les fonctions de Directeur Départemental Adjoint de l'Équipement.

M. Raymond Collombet, I.P.C., en service détaché auprès de l'Établissement Public pour l'Aménagement de la Défense, est, à compter du 1^{er} novembre 1976, réintégré dans son Administration d'origine et affecté à la Direction de la Construction pour y être chargé de la Division des Opérations de Construction de logements.
Arrêté du 29 octobre 1976.

M. Gérard Massin, I.P.C., Directeur de l'Agence d'Urbanisme pour l'agglomération strasbourgeoise, est, à compter du 1^{er} novembre 1976, mis à la disposition de l'Établissement Public d'Aménagement de la Ville Nouvelle de Cergy-Pontoise, en qualité de Directeur Technique.
Arrêté du 29 octobre 1976.

M. Bruno Fontenaist, I.P.C., Chef de l'Arrondissement Opérationnel à la D.D.E. des Hauts-de-Seine, est, à compter du 1^{er} novembre 1976, chargé à la même Direction du Groupe « Urbanisme - Opérationnel et Construction ».
Arrêté du 29 octobre 1976.

M. Marcel Fuzeau, I.G.P.C., chargé de mission auprès de l'Inspecteur Général chargé des 8^e et 9^e circonscriptions territoriales, est, à compter du 12 novembre 1976, désigné comme membre de l'Inspection Générale de l'Équipement pour y être chargé conjointement avec M. Wennagel, des 8^e et 9^e circonscriptions territoriales d'Inspection Générale des Services Extérieurs de l'Équipement.
Arrêté du 3 novembre 1976.

M. Guy Grattesat, I.G.P.C., Membre de la Mission spécialisée d'Inspection Générale des Ouvrages d'Art « Zone Centre », est, à compter du 10 novembre 1976, désigné comme membre de

l'Inspection Générale de l'Équipement.
Arrêté du 3 novembre 1976.

M. Pierre André, I.P.C., à la D.D.E. des Côtes-du-Nord, est, à compter du 1^{er} novembre 1976, chargé à la même direction de l'arrondissement opérationnel, en remplacement de M. Beylot.
Arrêté du 4 novembre 1976.

M. Jean Giret, I.P.C., affecté provisoirement à l'École Nationale des Ponts et Chaussées, est affecté à la D.D.E. de Seine-et-Marne en qualité de chargé de mission auprès du Directeur pour la période du 1^{er} janvier 1977 au 31 janvier 1977, pour y être chargé, à compter du 1^{er} février 1977 de l'Arrondissement opérationnel N° 1, en remplacement de M. Alibert.
Arrêté du 4 novembre 1976.

M. Yves Camares, I.C.P.C., en service détaché auprès du Ministère de la Coopération pour servir à l'Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar, est, à compter du 1^{er} janvier 1977, réintégré dans son Administration d'origine et affecté à la Direction des Bases Aériennes à Paris en qualité de chargé de mission auprès du Directeur.
Arrêté du 4 novembre 1976.

M. Claude Lancelle, I.P.C., en service détaché auprès de l'Établissement Public d'Aménagement de la Ville Nouvelle de Cergy-Pontoise, est, à compter du 15 octobre 1976, réintégré pour ordre dans son corps d'origine et placé en service détaché auprès de la Régie Nationale des Usines Renault en qualité de Directeur de « Trégie » (Transports, Recherches, Etudes, Groupement d'Intérêt Economique).
Arrêté du 9 novembre 1976.

M. Bernard Félix, I.C.P.C., en disponibilité auprès de la Société Matra, est maintenu dans cette position à compter du 1^{er} novembre 1976, pour une

nouvelle et dernière période de trois ans auprès de ladite Société ainsi que de ses filiales, la Société Interlec et la Compagnie Industrielle de Matériel de Transport afin de lui permettre de continuer à y exercer des fonctions de Direction dans le secteur des activités civiles.

Arrêté du 15 novembre 1976.

M. Michel Croc, I.P.C., en service détaché auprès du Ministère des Affaires Etrangères (Coopération Technique en Algérie), est, à compter du 28 novembre 1976, réintégré dans son administration d'origine et affecté à la D.D.E. des Bouches-du-Rhône pour y être chargé du Service d'Infrastructures urbaines, en remplacement de M. Girard.

Arrêté du 18 novembre 1976.

M. Jean-Loup Girard, I.P.C. à la D.D.E. des Bouches-du-Rhône, est, à compter du 1^{er} novembre 1976, nommé Adjoint au Directeur Départemental de l'Équipement des Bouches-du-Rhône.

Arrêté du 18 novembre 1976.

MUTATIONS

M. Hervé Rolland, I.P.C. à la Direction de la Construction, est, à compter du 1^{er} novembre 1976, muté à la D.D.E. des Côtes-du-Nord pour y être chargé de l'Unité d'Aménagement Foncier et de l'Urbanisme.

Arrêté du 29 octobre 1976.

M. Pierre Garnier, I.P.C., affecté provisoirement à l'École Nationale des Ponts et Chaussées, est, à compter du 1^{er} janvier 1977, muté au C.E.T.E. de Lyon pour y être chargé du Département Etudes et Projets, en remplacement de M. Conruyt.

Arrêté du 4 novembre 1976.

M. Henri Legendre, I.P.C., au S.R.E. d'Ile-de-France, est, à compter du 1^{er} décembre 1976, muté à la D.D.E. de la Haute-Corse, pour y être chargé du Groupe Aménagement (Urbanisme opérationnel et Construction et Groupe d'Etudes et de Programmation).

Arrêté du 12 novembre 1976.

DECES

Nous avons le regret de faire part du décès de notre camarade **Henri Babinet**, Ingénieur Général des Ponts et Chaussées, survenu le 7 septembre 1976.

Nous adressons à sa famille nos sincères condoléances.

On nous prie d'annoncer le décès de **M. Jean Dupin**, I.P.C., survenu le 7 novembre 1976.

Nous adressons à sa famille toutes nos condoléances.

NAISSANCE

Henri Legendre est heureux d'annoncer la naissance de sa fille Vannina, Bastia le 3 octobre 1976.

Suite de la page 71

— *Jean Anastasi, qui eût été capable de gagner n'importe quelle course s'il avait eu la volonté de son frère Francis ; il a tout de même gagné un jour les Boucles de la Seine, ce qui n'est pas tout à fait négligeable ;*

— *Jean Lerda, le rouleur né, au style digne de celui des plus grands : contre lui aussi, il a fallu du vraiment beau monde, Jacques Anquetil en tête, pour le battre dans un certain Grand Prix des Nations (1955) si j'ai bonne mémoire.*

Et je garde pour la bonne bouche le fait que Guy Sibille, déjà nommé, n'est autre que l'actuel champion de France des routiers professionnels... Nous ne prétendons certes pas atteindre aux sommets qu'on connus le Vélo Club de Levallois des années 20, ou plus récemment l'A.C. (2) Boulogne-Billancourt, mais pour un modeste club de province, est-ce que cela ne déborde pas quelque peu de la définition plutôt fantaisiste (encore que nuancée de sympathie) dont nous gratifie M. Villaret ?

*C'est ce qu'en peu de mots j'osai
[dire, et j'estime
Que ce peu que j'ai dit méritait une
[rime...*

*(Vous avez bien sûr reconnu Cinna ;
je précise : acte II scène première).
Et si vous estimez que je perds
(joyeusement) les pédales, vous avez
peut-être raison, mais je vous laisse
méditer sur cette pensée du regretté
Pierre Dac :*

*« Un homme qui perd les pédales est
un homme qui perd ses moyens, et
non un pédéaste qui perd les amitiés
particulières dont il jouissait ».
Il me reste à vous présenter mes
excuses pour avoir si longtemps re-
tenu votre attention sur un sujet à
peine sérieux (mais il faut bien s'amuser
de temps à autre) et je vous prie
d'agréer, Monsieur le Rédacteur en
Chef, l'assurance de ma considéra-
tion distinguée.*

*Jean CLAUSSE,
Ingénieur Civil des Mines.*

(2) Le sigle A.C.B.B. est tellement entré dans les mœurs que je ne sais même plus s'il s'agit de l'Association Cycliste ou de l'Athlétique Club...

Merci, cher Président, pour cette leçon d'humour ! Faut-il donc que j'aie été, pendant quelques années de mon existence, imprégné par la réputation de votre Pédale Joyeuse pour, à dix ans de là, parler innocemment de la joyeuse pédale.

C'est cela la gloire, la transformation d'un nom propre en nom commun (même interverti !).

Longue vie donc, à la Pédale Joyeuse, au palmarès élogieux, qui restera maintenant, à mes yeux, le symbole des associations pacifiques, efficaces... et humoristiques.

Alain VILLARET.

COLLOQUE INTERNATIONAL SUR L'EMPLOI DES TEXTILES EN GÉOTECHNIQUE

Organisé par le Laboratoire Central
des Ponts et Chaussées
et par l'Ecole Nationale
des Ponts et Chaussées

Paris 20 - 21 - 22 avril 1977

But du Colloque

Echange d'informations techniques
et scientifiques
relatives à l'emploi des textiles
dans les ouvrages de Génie civil
où ils peuvent être associés
avec des sols

Durée

3 jours

Date

20 - 21 - 22 avril 1977

Lieu

Paris - Centre International de Paris

Langues

Français - Anglais - Allemand
(traduction simultanée)

Nombre de participants

Limité à 200 personnes environ

Comité des programmes

M. Leflaive
Laboratoire Central
des Ponts et Chaussées - Paris
M. Mc Gown
University of Strathclyde - Glasgow
M. Nieuwenhuis
Rijkswaterstaat - Delft
M. Sotton
Institut Textile de France - Paris

Thèmes

1. Les textiles dans la stabilisation des sols, la construction routière et les terrassements (recherche appliquée, étude de cas de haut niveau technique).

2. Les textiles dans les travaux hydrauliques : drainages - érosion - travaux maritimes, etc. (recherche appliquée - étude de cas de haut niveau technique).

3. La physique de l'ensemble sol + textile - Mécanique - Hydraulique (études théoriques et de laboratoire de l'ensemble sol + textile).

4. La mesure des propriétés des matériaux textiles intéressantes pour le Génie Civil (essais de laboratoire - nomenclature normalisation).

Une présentation de produits et des séances d'information permettant aux producteurs de présenter leurs matériaux, seront adjointes aux sessions techniques.

Les communications traitant d'une façon générale de l'emploi et des performances d'un matériau particulier, ne sont pas considérées comme souhaitables pour les sessions techniques de ce colloque.

Une communication introductive décrivant le contexte général et l'historique du développement des textiles au cours des dernières années sera présentée à l'ouverture du colloque.

Communications

Les personnes qui désirent présenter une ou plusieurs communications au colloque « Sols et textiles » sont priées de remplir et de renvoyer le bulletin-réponse ci-joint dans les meilleurs délais et d'adresser :

— Titre de la communication

— Auteur(s) (nom, titres, fonction, organisme et adresse complète)

— Résumé (200 mots)

avant le 15 octobre 1976 à :

Colloque « Sols et textiles »

Ecole Nationale des Ponts et Chaussées

Direction de la Formation Continue

28, rue des Saints-Pères, 75007 Paris, France.

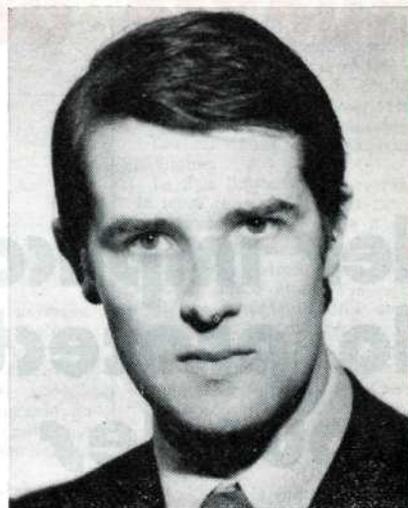
Inscription et renseignements

Les modalités et les frais d'inscription (900 FF environ couvrant la participation, les déjeuners et un exemplaire des comptes rendus) seront précisés dans la circulaire n° 2.

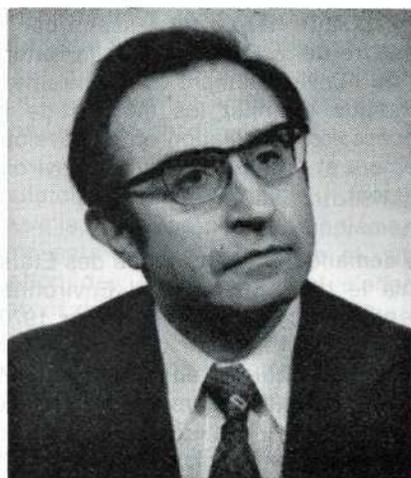
directoire



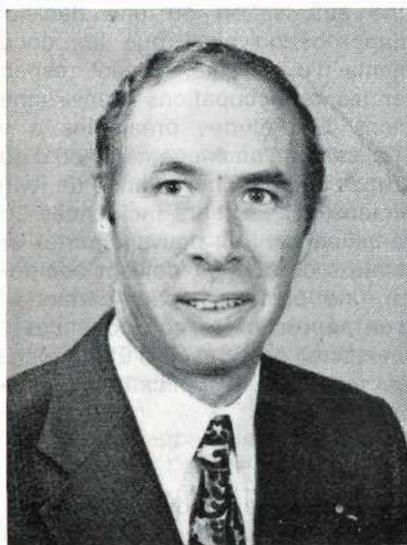
Tanzi, Jacques, 48 ans, marié, 4 enfants. Directeur départemental de l'Équipement des Alpes-Maritimes, 41 rue Gounod, 0600 Nice. Président de l'A.I.P.C. Chevalier Mérite National, Chevalier de la Légion d'honneur, Chevalier du Mérite de la République italienne. Adresse personnelle : 105, quai des Etats-Unis. Tél. 80.08.75.



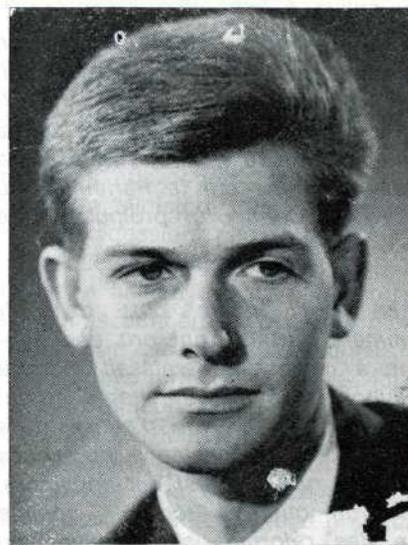
Leclercq, Jacques, 34 ans, marié, 2 enfants. Chef d'aménagement de la Centrale nucléaire du Blayais, Electricité de France. Vice-Président de l'A.I.P.C. Site de l'Etat-Major, B.P. 68, 33390 Blaye. Tél. 42.16.93. Adresse personnelle : 6, rue Urbain-Albouy, 33390 Blaye. Tél. 42.02.11.



Perrin, Jean, 47 ans, marié, 4 enfants. Ministère de l'Équipement DAFAG, avenue du Parc de Passy, 75016 Paris. Tél. 524.52.34. Ordre National du Mérite. Adresse personnelle : 14 bd Henri-Ruel, 94120 Fontenay-sous-Bois. Tél. 873.71.14.



Guéret, Hubert, 47 ans, marié, 2 enfants. Directeur départemental de l'Équipement de la Sarthe, 34, rue Chanzy, 72000 Le Mans. Tél. 84.62.00. Chevalier des Palmes académiques, Chevalier dans l'Ordre national du Mérite. Adresse personnelle : 75, avenue Rubillard, 72000 Le Mans. Tél. 28.02.49.



Poupinel, Jean-François, 36 ans, marié, 2 enfants, employé à la Banque de Paris et des Pays-Bas, 3, rue d'Antin. Tél. 260.35.00. Adresse personnelle : 7, rue de l'Orangerie, 78000 Versailles. Tél. 951.40.34.

les implications de la loi sur la protection de la nature pour les aménageurs

par Pierre CHASSANDE

Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées.

L'auteur de cet article a été conseiller technique au Cabinet de M. Pougade, Ministre de la protection de la nature et de l'environnement, de février 1971 à février 1974, et à celui de M. Granet, Secrétaire d'Etat auprès du Ministre de la Qualité de la Vie (Environnement), de mai 1976 à août 1976.

Ce qui doit nous intéresser dans son exposé, c'est certes une présentation de « derrière les coulisses », pourrait-on dire, de la récente loi sur la protection de la nature, votée à une quasi-unanimité par le Parlement au printemps dernier et promulguée le 10 juillet 1976.

Mais c'est encore plus de voir comment certains ont cru dès l'origine à ce qui apparaissait alors à beaucoup comme de l'utopie et ont participé, certes avec d'autres mais tous avec foi et constance, au succès d'une loi que le Président considère, dans un ouvrage récent, comme une des réformes significatives du début de son septennat.*

Il était bon qu'un Ingénieur des Ponts et Chaussées vienne nous faire part de sa contribution, si modeste soit-elle, au succès de cette entreprise.

A. LOUBEYRE, I.C.P.C.

Dès 1972 le besoin fut ressenti par le Ministre de la Protection de la Nature et de l'Environnement d'un instrument juridique donnant les moyens de la nécessaire conciliation entre développement et préoccupation de l'environnement.

Je demandai à l'Ambassade des Etats-Unis le texte du National Environmental Policy Act du 1^{er} janvier 1970, qui avait institué une telle législation outre atlantique et en proposai à M. Robert Pougade, alors chargé de ce département ministériel, une version française. Elle fut mise en pièces puis réécrite par des plumes diverses, et remise en pièces, pendant deux ans. Curieusement les premières oppositions se manifestèrent au sein même de certains services spécialisés de l'Environnement, inquiets du caractère horizontal et « tous azimuts » des dispositions envisagées. Puis le Ministre de l'Equipement exprima ses craintes d'un alourdissement des procédures d'étude et de décision.

De nuance en compromis, le texte déposé devant le Parlement en avril 1975 ne marquait pas une volonté bien affirmée d'introduire une notion et des exigences nouvelles. Il apparut rapidement que les Parlementaires, au contraire, entendaient faire œuvre novatrice et éprouvaient le besoin d'organiser un contrepois à des for-

mes trop brutales d'équipement et d'aménagement. Après un foisonnement d'amendements, le texte finalement voté est le suivant :

« Les travaux et projets d'aménagement qui sont entrepris par une collectivité publique, ou qui nécessitent une autorisation ou une décision d'approbation ainsi que les documents d'urbanisme, doivent respecter les préoccupations d'environnement. Les études préalables à la réalisation d'aménagements ou d'ouvrages qui, par l'importance de leurs dimensions ou leurs incidences sur le milieu naturel, peuvent porter atteinte à ce dernier, doivent comporter une étude d'impact permettant d'en apprécier les conséquences. Un décret en Conseil d'Etat précise les modalités d'application du précédent article.

« Il fixe notamment :

« D'une part les conditions dans lesquelles les préoccupations d'environnement sont prises en compte dans les procédures réglementaires existantes.

« D'autre part :

« Le contenu de l'étude d'impact qui comprend au minimum une analyse

* NDLR : Démocratie française, page 17.

« de l'état initial du site et de son environnement, l'étude des modifications que le projet y engendrerait et les mesures envisagées pour supprimer, réduire, et si possible, compenser les conséquences dommageables pour l'environnement.

« Les conditions dans lesquelles l'étude d'impact sera rendue publique ;

« La liste limitative des ouvrages qui, en raison de la faiblesse de leurs répercussions sur l'environnement, ne sont pas soumis à la procédure de l'étude d'impact.

« Il fixe également les conditions dans lesquelles le Ministre chargé de l'Environnement pourra se saisir ou être saisi, pour avis, de toute étude d'impact.

« Si une requête déposée devant la juridiction administrative contre une autorisation ou une décision d'approbation d'un projet visé à l'alinéa 2 du présent article est fondée sur l'absence d'étude d'impact, la juridiction saisie fait droit à la demande de sursis à exécution de la décision attaquée dès que cette absence est constatée selon une procédure d'urgence. »

QU'EST-CE A DIRE ?

D'abord essayons de donner une définition générale de l'étude d'impact : « l'identification et l'évaluation des effets physiques, écologiques, esthétiques d'un équipement ou d'une décision (technique, économique, politique). Les effets directs ou indirects doivent être considérés dans leurs conséquences à court, moyen et long terme ».

Le décret d'application demandera, concrètement, l'examen des conséquences des projets pour : l'atmosphère, le sous-sol, les eaux, la végétation, la faune, la santé ou le confort (bruit), les sites, paysages et valeurs esthétiques, les espaces naturels. Il précisera aussi, bien que ceci semble aller de soi, que la responsabilité et la charge de l'étude d'impact incombent au maître d'ouvrage.

A l'heure où ce décret fait encore l'objet de discussions, il est difficile d'y voir clair sur la liste limitative des projets exemptés, quoi que ce soit

| 13 Juillet 1976 | JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE FRANÇAISE |
|--|---|
| LOIS | |
| LOI n° 76-629 du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature (1). | |
| L'Assemblée nationale et le Sénat ont adopté, Le Président de la République promulgue la loi dont la teneur suit | |
| Art. 1^{er} — La protection des espaces naturels et des paysages, la préservation des espèces animales et végétales, le maintien des équilibres biologiques auxquels ils participent et la protection des ressources naturelles contre toutes les causes de dégradation qui les menacent sont d'intérêt général. Il est du devoir de chacun de veiller à la sauvegarde du patrimoine naturel dans lequel il vit. Les activités publiques ou privées d'aménagement, d'équipement et de production doivent se conformer aux mêmes exigences. La réalisation de ces objectifs doit également assurer l'équilibre harmonieux de la population résidant dans les milieux urbains et ruraux. | |
| Art. 2. — Les travaux et projets d'aménagement qui sont entrepris par une collectivité publique ou qui nécessitent une autorisation ou une décision d'approbation ainsi que les docu- | |
| D'autre part : Le contenu de l'étude d'impact analyse de l'état initial du site et des modifications que le projet envisagées pour supprimer, réduire les conséquences dommageables. Les conditions dans lesquelles l'étude d'impact sera rendue publique ; La liste limitative des ouvrages de leurs répercussions sur l'environnement à la procédure de l'étude d'impact. Il fixe également les conditions dans lesquelles le Ministre chargé de l'Environnement pourra se saisir ou être saisi, pour avis, de toute étude d'impact. Si une requête déposée devant la juridiction administrative contre une autorisation ou une décision d'approbation d'un projet visé à l'alinéa 1 ^{er} du présent article est fondée sur l'absence d'étude d'impact, la juridiction saisie fait droit à la demande de sursis à exécution de la décision attaquée dès que cette absence est constatée selon une procédure d'urgence. | |
| CHAPITRE <i>De la protection de la nature</i> | |
| Art. 3. — Lorsqu'un intérêt national justifie la conservation de sites, de monuments ou de végétaux non cultivés... | |

d'une grande importance pratique. Mais il faut se rendre à l'évidence : parce que telle fut la volonté du législateur, un grand nombre de projets, même de moyenne importance, seront soumis à l'étude d'impact.

Toutefois l'écueil d'une procédure nouvelle, d'une procédure supplémentaire, sera évité : le contrôle et l'utilisation des études d'impact s'effectueront dans le cadre des procédures existantes, c'est-à-dire dans le cadre de l'instruction de la demande d'autorisation pour les travaux privés soumis à autorisation ; dans le cadre de l'instruction du dossier, au niveau de déconcentration où elle est actuellement pratiquée, pour les ouvrages publics. En particulier lorsqu'il y a lieu à instruction mixte, c'est au dossier soumis à cette instruction que devra être jointe l'étude d'impact.

De même, la publicité voulue par la loi sera assurée essentiellement par l'enquête publique préalable à la D.U.P., dont le dossier devra être complété en conséquence. Une difficulté demeure pour les ouvrages assujettis à étude d'impact et ne donnant pas lieu à D.U.P. ni à aucune forme d'enquête publique.

Mais il est bien certain qu'au niveau des études préalables, cette nouvelle loi entraînera des charges et des efforts supplémentaires. Ce seront de plus des études d'un type nouveau (ni

techniques ni économiques) concernant des matières connues d'un petit nombre de spécialistes (hydrobiologie, pédologie, etc., et surtout écologie générale) et mettant en cause des phénomènes inhabituels pour les aménageurs (équilibres biologiques, effets de synergie, etc...).

Et il faut bien reconnaître qu'il n'existe actuellement que fort peu d'indications sur les méthodes à suivre, et aucune codification. Je renverrai à l'article paru dans le « Moniteur des Travaux Publics » en novembre 1976, pour l'inventaire des méthodes, aux différents CETE et au SETRA pour les premières approches concrètes intéressant le Ministère de l'Équipement, enfin aux dossiers pilotes que le Ministère de la Qualité de la Vie doit établir en liaison avec les ministères techniques concernés, par type d'ouvrage, pour des guides pratiques. Je me contenterai de souligner ici à la fois la difficulté fondamentale à laquelle on se heurtera pour interpréter les études d'impact et, à l'inverse, l'importance des conséquences que pourrait avoir cette nouvelle pratique.

DIFFICULTE ET INTERET DES ETUDES D'IMPACT

La difficulté consistera à comparer les atteintes aux milieux naturels avec

les autres coûts et avantages du projet. Je ne crois pas que, malgré les diverses tentatives en cours, on parvienne à définir une commune mesure satisfaisante : ce genre d'arbitrage restera d'essence politique, et continuera d'échapper au calcul économique. Mais il est utile de rechercher des méthodes qui permettent de cerner l'objet exact des arbitrages et d'aider les décideurs à ordonner la multiplicité des paramètres. Je pense que les méthodes d'analyse multicritère, comme celle qui a été expérimentée pour le projet d'autoroute A 86 à l'Ouest de Paris, possèdent cette vertu intrinsèque.

J'illustrerai l'importance potentielle des études d'impact par deux exemples. Le premier concerne l'aménagement touristique de la commune de Cervières (Hautes-Alpes). L'étude d'impact avant la lettre (1973) demandée par le Préfet, a montré les conséquences fâcheuses qu'aurait un projet de grande station de sports d'hiver classique pour le paysage, la flore, la stabilité des pentes, le milieu humain de la vallée de la Haute Cerveyrette. Et elle a fortement contribué à orienter la décision vers des aménagements plus légers.

Le second touche au vaste problème des centrales nucléaires. En juin 1975, le cadre d'une étude d'impact a été établi et publié. Il comporte douze chapitres (des effets hydrodynamiques au devenir des déchets radioactifs) sur lesquels E.D.F. va devoir se justifier à l'occasion de chaque projet à venir. Dès l'origine, l'eau est en effet apparue comme un facteur déterminant pour l'implantation des centrales thermiques, nucléaires ou classiques, à cause du problème du refroidissement du condenseur, et aussi comme le milieu le plus menacé par elles, à cause de l'échauffement, de l'évaporation, des risques de pollution chimique ou radioactive.

Au fur et à mesure que ces conséquences sont mieux appréciées, et que les sites peu sensibles s'épuisent, les contraintes imposées au constructeur se précisent et se font plus sévères et les limites du système apparaissent. Obligation de recourir aux réfrigérants atmosphériques, de participer au relèvement des débits d'étiage, limitation des capacités, contrôle des phénomènes hydrobiologiques à l'aval, etc...



Zut!...

en plus les petits oiseaux !

La difficulté croissante rencontrée pour s'installer au bord de l'eau conduit actuellement E.D.F. à s'intéresser activement au développement des techniques de refroidissement par air. Si, effectivement, les centrales nucléaires parvenaient à s'affranchir de la servitude de la disponibilité de grandes quantités d'eau, les conséquences pour l'aménagement du territoire seraient considérables, les centrales n'encombreraient plus nécessairement les rivages de la mer et le fond des vallées, lieux où le sol est particulièrement convoité par de nombreux utilisateurs ; elles pourraient être réparties en fonction d'autres considérations d'aménagement du territoire et des facilités d'évacuation de l'énergie.

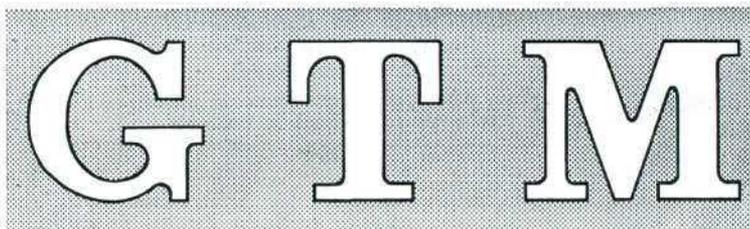
Ainsi il apparaît qu'une application bien comprise de la loi sur la protection de la nature doit conduire non

pas à quelques tracasseries administratives supplémentaires, ce qui serait désastreux pour tout le monde, mais à une vue plus large de l'aménagement du territoire, incluant les potentialités des milieux naturels. Il s'agit non seulement d'internaliser les coûts externes, mais encore, plus généralement, selon l'expression de l'Américain Mc Harg, « d'aménager avec la nature ». On retrouve les orientations retenues en la matière par la Commission de l'Aménagement du Territoire et du Cadre de Vie pour la préparation du VII^e Plan et son groupe de travail « Gestion du Patrimoine Naturel ».

Cette approche donne évidemment des responsabilités nouvelles aux maîtres d'ouvrages. Elle devrait, au prix d'études préalables, aboutir à des projets plus rationnels au regard de la sauvegarde de l'environnement.

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

Groupe



Société des Grands Travaux de Marseille

61, avenue Jules-Quentin - NANTERRE (Hauts-de-Seine)
Tél. : (1) 769.62.40
Télex : GTMNT 611 306

Entreprise **GAGNERAUD** Père et Fils

S.A. au Capital de 30 000 000 F

Fondée en 1886

7 et 9, rue Auguste-Maquet, **PARIS (16^e)**

Tél. : 288.07.76 et la suite

TRAVAUX PUBLICS - TERRASSEMENTS - BÉTON ARMÉ
BATIMENT - CONSTRUCTIONS INDUSTRIELLES - VIABILITE
ASSAINISSEMENT - TRAVAUX SOUTERRAINS - CARRIÈRES
BALLAST - PRODUITS ROUTIERS - ROUTES - ENROBÉS



PARIS (Seine)

MARSEILLE, FOS-SUR-MER (Bouches-du-Rhône)

VALENCIENNES, DENAIN, MAUBEUGE, DUNKERQUE (Nord)

LE HAVRE (Seine-Maritime) - **MANTES** (Yvelines)

RÉPERTOIRE DÉPARTEMENTAL DES ENTREPRISES

SUSCEPTIBLES
D'APPORTER
LEUR CONCOURS
AUX ADMINISTRATIONS
DES PONTS
ET CHAUSSÉES

ET A TOUS LES AUTRES
MAITRES D'OUVRAGES PUBLICS
PARAPUBLICS ET PRIVÉS

01 AIN

Concessionnaire des planchers
et panneaux dalles « ROP »
Les Préfabrications Bressanes
01-CROTTET - R.N. 79 près de Mâcon
Tél. 29 à Bagé-le-Châtel

05 HAUTES-ALPES

**SOCIÉTÉ ROUTIÈRE
DU MIDI**
Tous travaux routiers
Route de Marseille - 05001 GAP - B.P. 24
Télex : ROUTMIDI 430221
Tél. : (92) 51.03.96

13 BOUCHES-DU-RHÔNE

**SOCIÉTÉ ROUTIÈRE
DU MIDI**
Tous travaux routiers
Zone Industrielle - 13290 LES MILLES
Tél. : (91) 26.14.39
Télex : ROUTMIDI 410702

ENTREPRISE DE MAÇONNERIE
PHILIPPE SCHIANO
Immeuble Méditerranée
Avenue de la Viguerie - 13260 CASSIS
Tél. 01.07.00

20 CORSE

ENTREPRISE DE
TRAVAUX PUBLICS ET BATIMENTS
RABISSONI s.a.
Société anonyme au capital de 100.000 Francs
Gare de Mezzana - Plaine de Peri
20000 SARROLA-CARCOPINO

**SOCIÉTÉ T.P. ET BATIMENT
Carrière de BALEONE**
Ponte-Bonello par AJACCIO
Tél. 27.60.20 Ajaccio
Vente d'agrégats et matériaux de viabilité
Tous travaux publics et Bâtiment

26 DROME

**SOCIÉTÉ ROUTIÈRE
DU MIDI**
Tous travaux routiers
Route de Mours
26101 ROMANS - B.P. 9
Télex : ROUTMIDI 345703
Tél. : (75) 02.22.20

38 ISÈRE

— CHAUX VIVE
— CHAUX ÉTEINTE
50/60 % Ch. Libre
— CHAUX SPÉCIALE pr enrobés
20/30 % Ch. Libre
— CARBONATE DE CHAUX
(Filler Calcaire)
Sté de CHAUX et CEMENTS
38 - SAINT-HILAIRE DE BRENS

Broyeur
à boulets

39 JURA

Sté d'Exploitations et de Transports **PERNOT**
Préfabrication - Béton prêt à l'emploi
Rue d'Ain, 39-CHAMPAGNOLLE Tél. 83
Sté des carrières de Moissey
39-MOISSEY

59 NORD

Ets François BERNARD et Fils
MATÉRIAUX DE VIABILITÉ :
Concassés de Porphyre, Bordures, Pavés en
Granit, Laitier granulé, Sables.
50, rue Nicolas-Leblanc - LILLE
Tél. : 54-66-37 - 38 - 39

62 PAS-DE-CALAIS

BEUGNET
(Sté Nouvelle des Entreprises)
S.A. au Capital de 5.200.000 F
TRAVAUX PUBLICS
53, bd Faidherbe - 62000 ARRAS

63 PUY-DE-DÔME

BÉTON CONTRÔLE DU CENTRE
191, a. J.-Mermoz, 63-Clermont-Ferrand
Tél. : 92-48-74.
Pont de Vaux, 03-Estivareilles
Tél. : 06-01-05.
BÉTON PRÊT A L'EMPLOI
Départ centrale ou rendu chantiers par
camions spécialisés • Trucks Mixers •

67 BAS-RHIN

EXPLOITATION DE CARRIÈRES DE GRAVIERS
ET DE SABLES -- MATÉRIAUX CONCASSÉS
Gravière du Rhin Sessenheim
S.A.R.L. au Capital de 200.000 F
Siège social : 67-SESSENHEIM
Tél. : 94-61-62
Bureau : 67-HAGUENAU, 13, rue de l'Aqueduc
Tél. : 93-82-15

93 SEINE-SAINT-DENIS

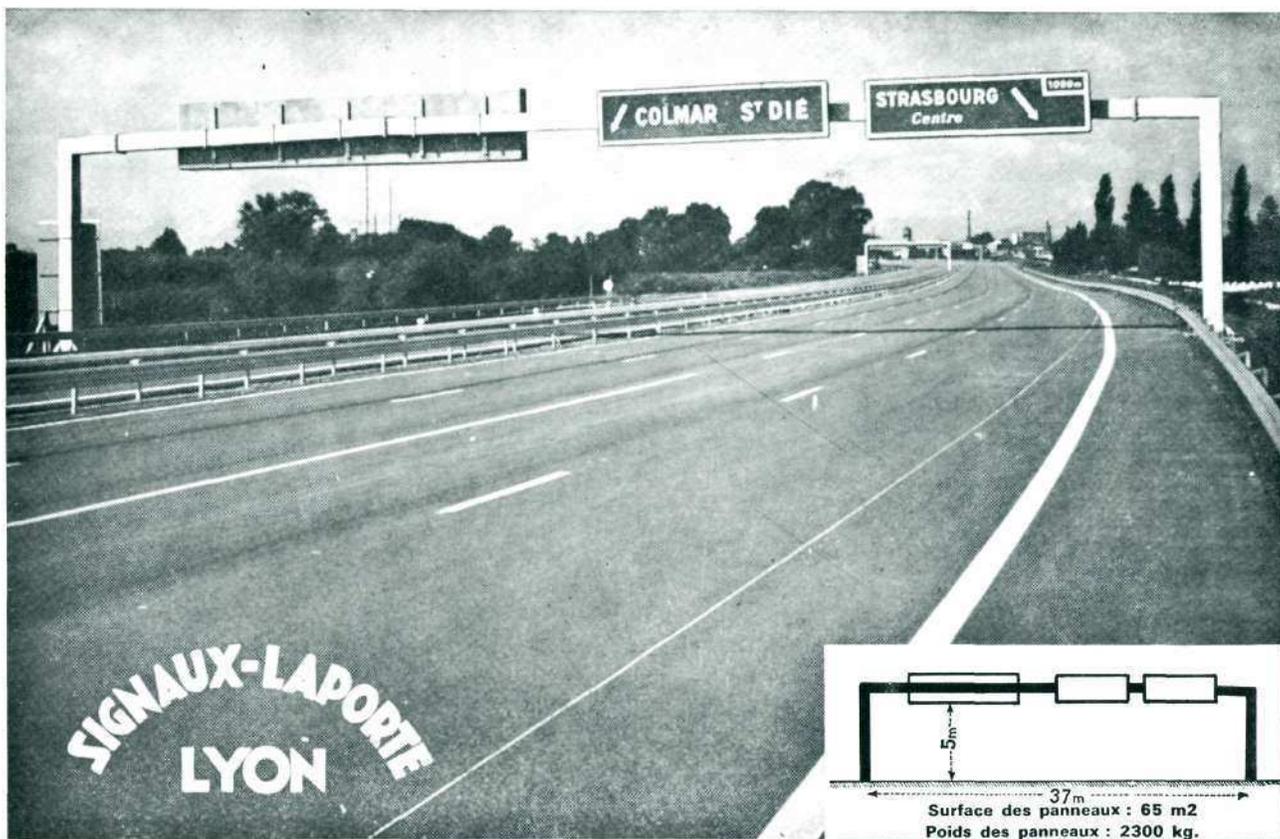
s.a.r.l. DEVAUDEL
**FOURNITURES
INDUSTRIELLES**
73-75, rue Anselme - 93400 SAINT-OUEN
Tél. 254.80.56 +

94 VAL-DE-MARNE

ENTREPRISES
QUILLERY SAINT-MAUR
GÉNIE CIVIL — BÉTON ARMÉ
— TRAVAUX PUBLICS —
8 à 12, av. du 4-Septembre - 94100 Saint-Maur
Tél. 883.49.49 +

FRANCE ENTIÈRE

 **Compagnie Générale
des Eaux**
Exploitation: EAUX
ASSAINISSEMENT
ORDURES MÉNAGÈRES
CHAUFFAGE URBAIN
52, r. d'Anjou - 75008 PARIS - Tél. 266.91.50



RINCHEVAL

SOISY-SOUS-MONTMORENCY (Val-d'Oise) - Tél. : 989.04.21 +

TOUS MATERIELS DE **STOCKAGE, CHAUFFAGE ET EPANDAGE**
DE **LIANTS HYDROCARBONES**

ÉPANDEUSES avec rampe

- Eure et Loir
- Jets multiples à commande pneumatique

POINT A TEMPS

- Classiques
- Amovibles
- Remorquables



Équipement épandeur à transmission hydrostatique et rampe à commande pneumatique

STOCKAGE et RÉCHAUFFAGE de liants :

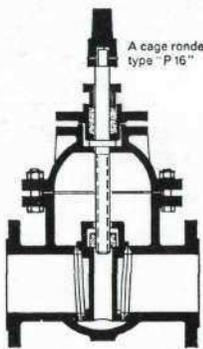
- Citernes mobiles
- Spécialistes de l'équipement des installations fixes

(300 réalisations)

DEPUIS 1911, LES ÉTABLISSEMENTS RINCHEVAL CONSTRUISENT DES MATERIELS D'EPANDAGE

TOUT CE QUI CONCERNE LA ROBINETTERIE ET LA FONTAINERIE POUR ADDUCTION D'EAU

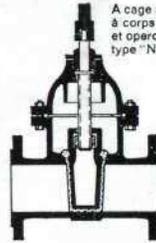
ROBINETS VANNES



A cage ronde
type "P 16"



A cage métalate
type "1 V"

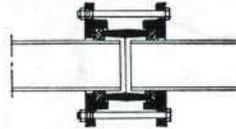


A cage ronde,
à corps émaillé intérieurement,
et opercule vulcanisé,
type "NEODISQUE"

JOINTS "PERFLEX" ET "PRESTOPLAST"

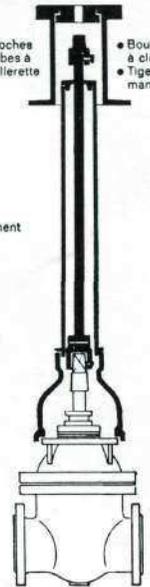
- Pour tuyaux
- Fonte
- Acier
- Amiante-ciment
- CPV

"GIBAUPLAST" Pour tube CPV



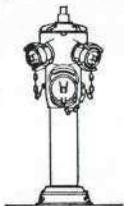
GARNITURE DE ROBINETS VANNES

- Cloches
- Tubes à collerette
- Bouches à clé
- Tiges de manœuvre

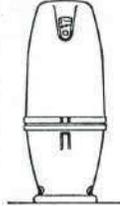


POTEAUX D'INCENDIE

A prises apparentes
types "22 B" et "VEGA"



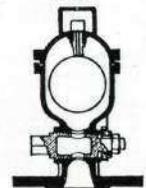
A prises sous coffre
type "ORION"



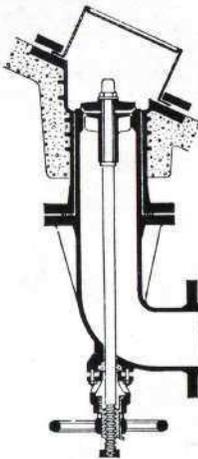
BOUCHES D'INCENDIE



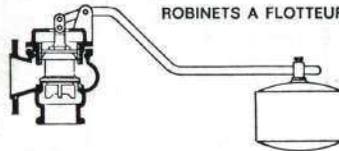
VENTOUSES AUTOMATIQUES à boule



SOUPAPE DE VIDANGE



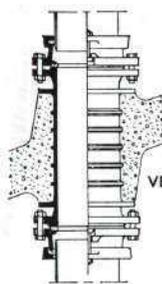
ROBINETS A FLOTTEUR



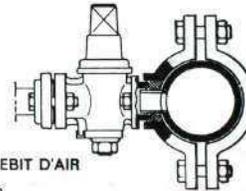
VANNES MURALES



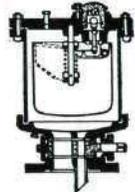
GAINES ETANCHES



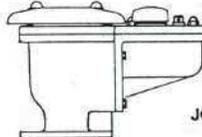
ROBINETS ET VANNES DE BRANCHEMENT BRANCHEMENTS "SECUR"



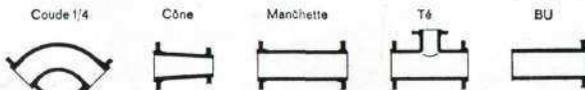
VENTOUSES "EUREKA" Simples et à grand débit d'air



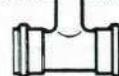
VENTOUSE "M 31" A GRAND DEBIT D'AIR



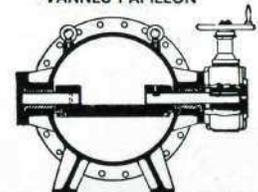
PIECES DE RACCORD A BRIDES



TE "FTB" A JOINT AUTOMATIQUE Pour CPV



VANNES PAPILLON



(extraits de notre album)

SOCIETE METALLURGIQUE HAUT-MARNAISE

B.P. 24 • 52300 JOINVILLE • TEL. (16-27-95-91-11) 320