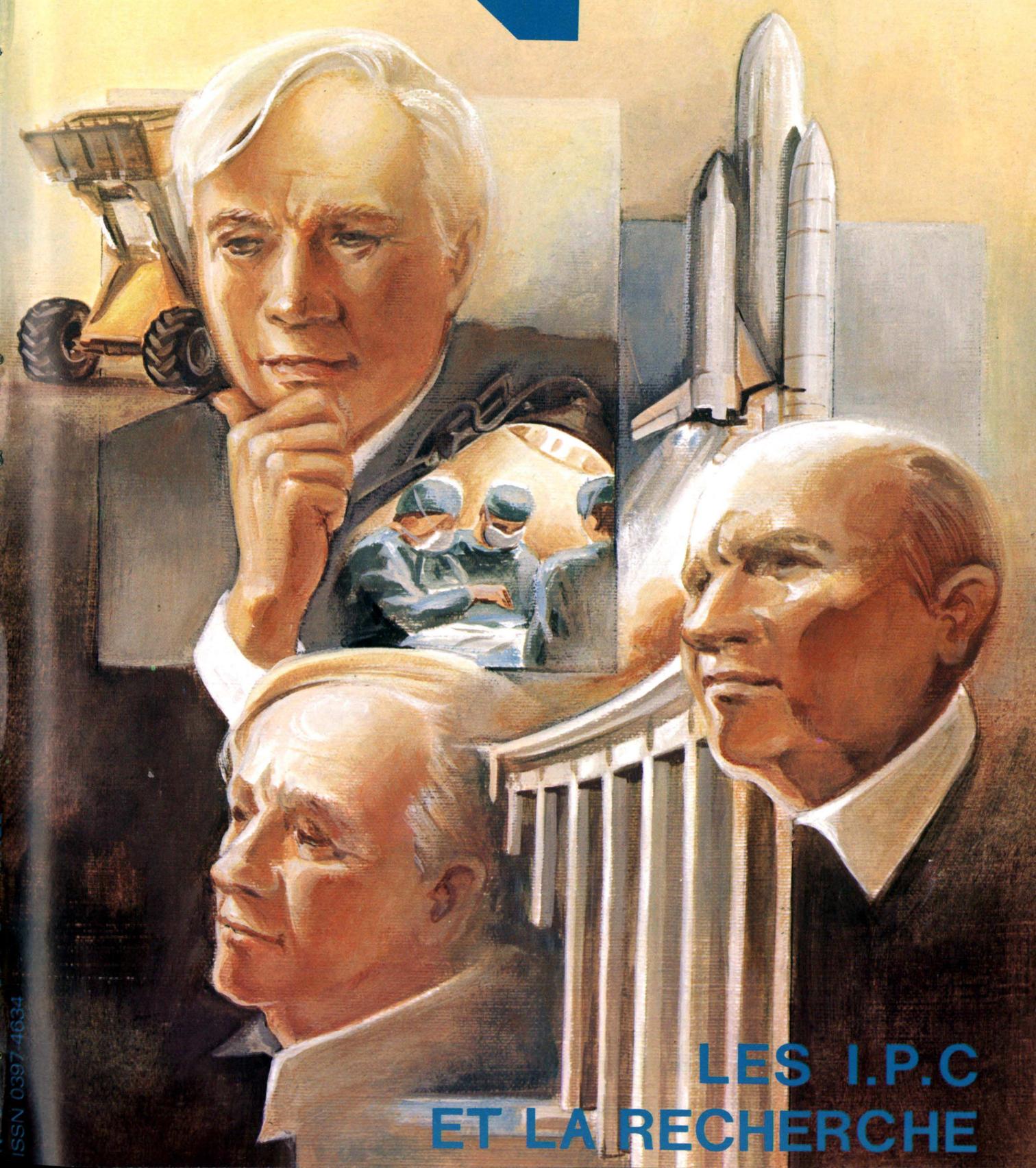


A LA MÉMOIRE  
D'AUGUSTE ARSAC

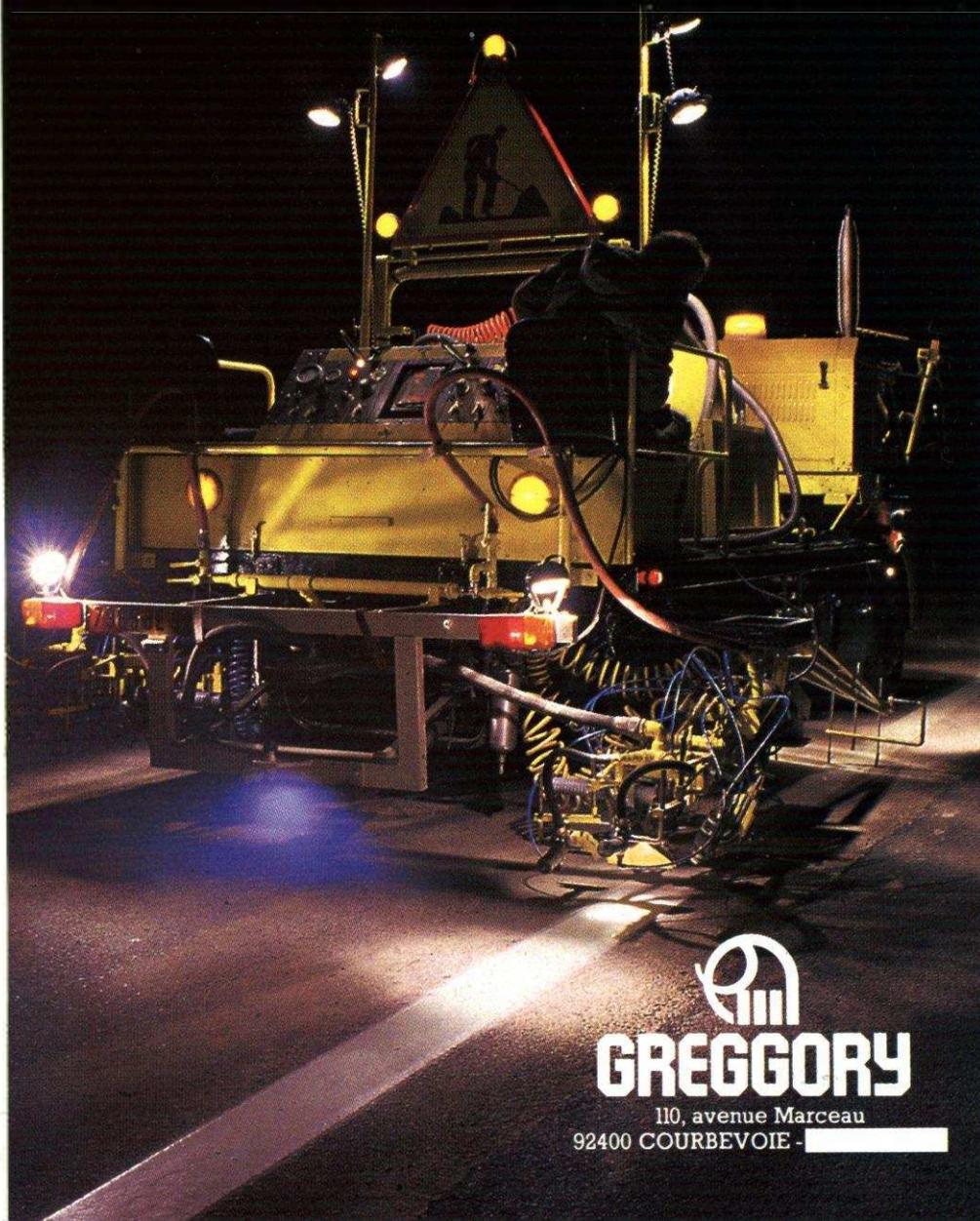
# peem



LES I.P.C  
ET LA RECHERCHE

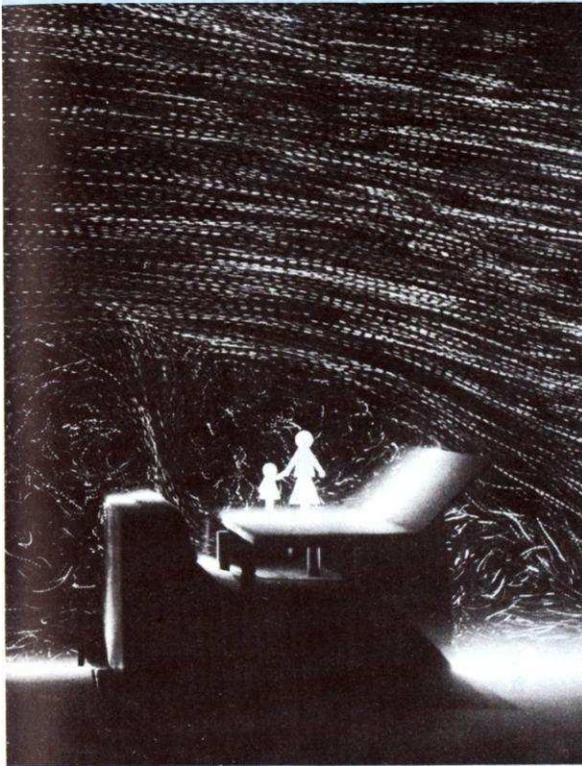
ISSN 0397-4634

**Greggory trace sur les chaussées  
votre ligne de vie.**



**GREGGORY**

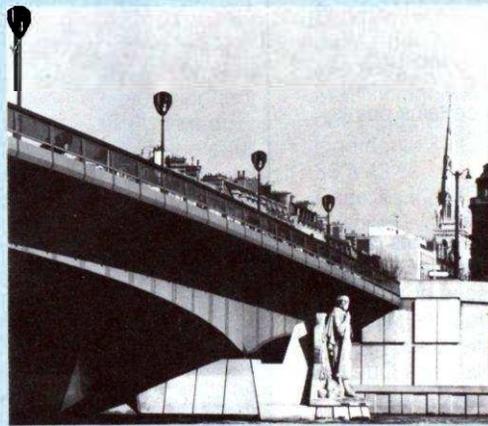
110, avenue Marceau  
92400 COURBEVOIE -



*Aérodynamique et climatologie du bâtiment au CSTB  
Structure spatiale et temporelle de la turbulence au sol.*



*La recherche en sécurité routière.*



*Pont  
de l'Alma.*

## DOSSIER

### Éditorial

par Laurent **FABIUS** ..... 13

### Génie civil

Recherche et génie civil  
par Jean **CHAPON** ..... 14

Recherche au LCPC  
par Alain **BONNET** ..... 15

### Transport

Le programme de recherche et développement  
technologique "Transports terrestres"  
par Charles **PAREY** et Richard **SEGUIN** ..... 18

La recherche en sécurité routière  
par J. **MOREAU** de **SAINT-MARTIN** ..... 20

### Urbanisme

La recherche dans le domaine de l'Urbanisme  
et des Technologies de l'Habitat  
par Guy **BENATTAR** ..... 22

Aérodynamique et climatologie du Bâtiment au CSTB  
par Jacques **BIETRY** ..... 24

### Environnement

Modélisation mathématique de la qualité des eaux  
par Jacques **GAILLARD** ..... 27

### Enseignement

La recherche à l'ENPC  
par Bernard **HIRSCH** et Pierre **VELTZ** ..... 28

### Informatique

Intelligence artificielle et vraie modeste  
par Pierre **HAREN** ..... 30

### Biologie

Protons et neuropharmacologie  
par Daniel **SCHERMAN** ..... 32

### Économie

Les IPC et la recherche en science économique  
par Michel **TERNIER**, Jean **TIROLE**  
Roger **GUESNERIE** ..... 33

### Littérature

Linguistique, rhétorique, critique  
par Antoine **COMPAGNON** ..... 35

### A la Mémoire d'Auguste ARSAC

par Pierre **MAYET**, Charles **LAVIGNE**,  
Michel **VIRLOGEUX** ..... 38

## RUBRIQUES

### LA VIE DU CORPS

**DES PONTS ET CHAUSSÉES** ..... 43

**Mouvements** ..... 44

# A LORIENT, UNE ÉTAPE VERS H2E-85

(Habitations Économiques en Énergie - Horizon 85)

## A Lorient, le tour de l'ouvrage

"La Puce qui renifle" est le nom piquant du lieu-dit où l'OPHLM de Lorient a fait construire un ensemble (comprenant un petit immeuble R + 1, un centre commercial et un immeuble R + 5/6) situé au cœur de la ville, au carrefour de l'avenue du Général de Gaulle et des boulevards Edouard Herriot et Savorgnan de Brazza.

Cet ensemble est isolé par l'extérieur. Toutefois le bâtiment R + 5/6 a fait l'objet d'une étude particulière sur certains points au niveau :

- du gros-œuvre,
- de l'incorporation des fenêtres,
- de l'équipement de chauffage.

Cet immeuble offre 24 appartements de types T1 bis, T2 et T3 : 4 en étages courants, 2 au rez-de-chaussée et au 6<sup>e</sup>. Il s'inscrit dans un rectangle dont les façades Est et Sud sont abritées à mi-hauteur par des immeubles voisins, les façades Ouest et Nord entièrement exposées.

Et du toit-terrasse, on voit le grand large...

Aussi, comme on protège les ouvrages portuaires avec des roches brise-lames, MM. Landelle et Ouvré, architectes, ont doté les façades Nord, Est et Sud, de saillants brise-vents. Un flanc de ces saillants est aveugle, l'autre avec portes-fenêtres vue 1 : façade Ouest ; à gauche saillant de façade Nord, portes-fenêtres donnant à l'Ouest.

Façade Est avec 3 saillants, portes-fenêtres donnant au Sud, et façade Sud (R + 5), portes-fenêtres des 2 saillants donnant au Sud-Est.



photo 1

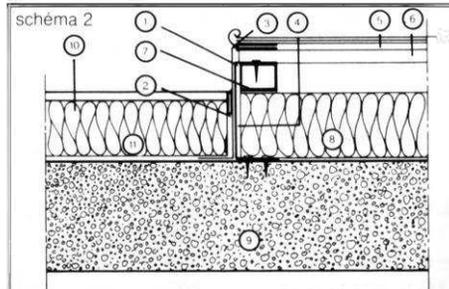
## Points singuliers d'isolation verticale

- Les ouvertures ont été posées au extérieur du gros-œuvre : donc, pas d'isolation en retour à poser sur les tableaux, appuis et linteaux.
- Raccordement bardage/enduit mince : le schéma 2 donne le détail de raccordement, réalisé avec efficacité. La pièce principale est le profilé de zinc en "S", glissé d'un côté sous l'ardoise, et de l'autre sous les panneaux de polystyrène, avec un joint "J" en étanchéité.
- Raccordement sol/sous-sol : le schéma 3 reprend les directives de l'Avis Technique. Le gros-œuvre a été protégé par un enduit imperméable avant la pose de l'isolation enterrée.
- Pose des balcons : les dalles de balcons et leurs jouées sont ancrées aux murs porteurs en des points limités, grâce à un ferrailage approprié : points d'ancrage aux extrémités des dalles (principe des consoles) et en partie supérieure des jouées. Une bande de polyuréthane épaisse de 40 mm glissée dans les coffrages est prise dans le voile.

## Le gros-œuvre et ses isolations

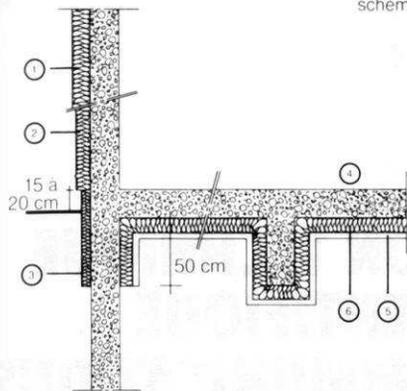
Les façades Est et Ouest ont une ossature béton avec remplissage en parpaings de 20. Les pignons sont en voile de béton banché de 16. Façades et pignons sont traités en solution isolation thermique par l'extérieur dite "enduit mince sur isolant" avec polystyrène d'épaisseur 100 mm, toile de verre, enduit de parement plastique ribbé.  $K = 0,34 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Les saillants sont en parpaings de 20, laine minérale de 120 mm d'épaisseur, chevonnages 5 x 5 sur pattes réglables inox, supportant les liteaux d'un bardage en ardoise naturelle.  $K = 0,33 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ .



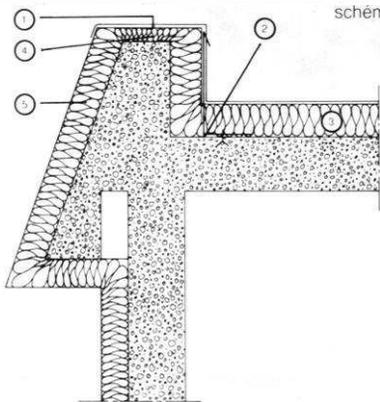
- ① profilé zinc en S recouvrant l'ensemble
- ② joint J
- ③ bande zinc avec ourlet
- ④ patte de fixation réglable
- ⑤ bardage ardoise
- ⑥ liteaux
- ⑦ chevrons 45x65
- ⑧ laine de verre 12 cm
- ⑨ gros-œuvre (parpaing de 0,20)
- ⑩ enduit mince
- ⑪ polystyrène 10 cm

schéma 3



- ① saillants en bardage ardoise laine de verre de 120 mm
- ② façades en isolation "enduit mince" polystyrène de 100 mm
- ③ isolant de 60 mm plaques de fibro-ciment sur enduit imperméable (sur gros-œuvre)
- ④ plancher du rez-de-chaussée.
- ⑤ flocage
- ⑥ fibrastyrène de 100 mm

schéma 4



- ① couronnement acrotère
- ② équerre métallique complexe étanchéité-isolant
- ③ isolant (mousse polyuréthane de 70 mm fesco-board de 40 mm)
- ④ polyuréthane de 40 mm
- ⑤ polystyrène de 100 mm + étanchéité

- Isolation des acrotères : le schéma 4 montre que le haut des acrotères est isolé par un panneau de polyuréthane. Compte tenu des vents du large, la couverture en couronnement est en acier 75/100<sup>e</sup> galvanisé, classe C. Elle est arrimée en terrasse par des pattes en équerre, tous les 50 cm. Pour une telle finition, il est à propos de dire : "Chapeau !".

## Points singuliers d'isolation horizontale

La dalle de plancher sur sous-sol, en béton de 20, est isolée en sous-face (schéma 4) par des panneaux de Fibrastyrène double face 5 + 90 + 5, plus flocage de laine de roche de 5 cm.  $K = 0,26 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Le complexe isolant descend en périphérie intérieure sur 50 cm.

La dalle de toiture-terrasse, en béton de 20, est isolée par un complexe léger, constitué par 70 mm de mousse de polyuréthane sur feuille d'aluminium, recouverts de 40 mm de perlite expansée agglomérée.

## Isolation des baies ouvrantes

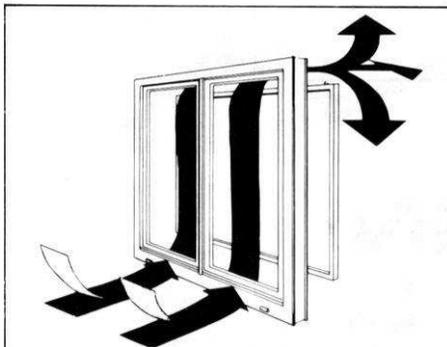
Portes-fenêtres et fenêtres, simples ou doubles, ouvrent à la française. Les menuiseries sont en PVC, permettant de glisser des renforts en acier galvanisé ; elles sont montées sur un cadre dormant en aluminium revêtu de PVC, avec pattes de scellement.

Un double vitrage 4 + 12 + 4 leur confère un pouvoir isolant, avec un  $K = 2,4 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$  (coefficient moyen jour-nuit avec bonnes fermetures). Toutes les ouvertures sont équipées de volets roulants à tablier en lames tubulaires PVC et coffre en bois aggloméré de 50 mm, doublé de 30 mm de laine de roche. La face avant des coffres, posée au nu de l'isolation extérieure, est protégée par une plaque de Glasal qui assure la continuité de l'étanchéité.  $K$  moyen des coffres :  $0,97 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

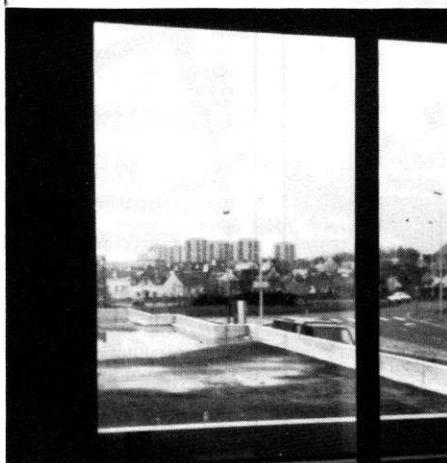
## Baies fixes pariéto-dynamiques

Toutes les ouvertures sur balcon ou loggia comportent, à côté de la porte-fenêtre à 2 vantaux, un châssis fixe de  $100 \times 135$  ou  $165 \times 110$ . Ce châssis est à double vitrage 4 + 12 + 4, plus un survitrage de 4 mm, sur lame d'air ventilée.

Ce survitrage utilisant le principe de l'isolation dynamique a pour objet de réduire les échanges thermiques avec l'extérieur, hiver comme été, de la façon suivante : l'air neuf entre par une bouche en partie basse du châssis, passe sous le double-vitrage pour sortir dans le logement par une bouche en partie haute du châssis.



composant Isody (Le Bihan-Le Mouel)



## Chauffage-ventilation

Le chauffage électrique est du type "direct" par convecteurs équipés de thermostats à régulation électronique.

M. Quentel, Directeur technique de l'OPHLM, avec des préoccupations de gestionnaire soucieux du bien-être de ses locataires, a fait le choix d'appareils sur lesquels les occupants peuvent "moduler" les températures du logement sur une plage située entre + 13 °C minima et + 19 °C maxima. Initiative judicieuse pour des logements collectifs en location. Une ventilation mécanique contrôlée à simple extraction, complète l'installation.

## Les étapes HPE de l'objectif H2E-85

Rappelons que l'objectif 1985 reste de réduire de moitié la consommation d'énergie des logements neufs, tous usages confondus, par rapport à ce qu'elle était dans les logements répondant à la réglementation de 1977.

Dans ce contexte, un label Haute Performance Énergétique apparaît comme devant assurer la prédiffusion de l'habitat 1985.

4 niveaux de performances prévues :

- x pour PE > - 15 % de la consommation
- xx pour PE > - 25 %
- xxx pour PE > - 35 %
- xxxx pour PE > - 45 %

Dans l'immeuble de Lorient, les 2 logements du rez-de-chaussée n'ont droit qu'à 1 étoile, avec des PE de 17 à 19 %.

Mais 11 logements atteignent 2 étoiles avec des PE de 25 à 35 %, et les 11 autres logements 3 étoiles, avec des PE de 35 à 43 %.

Dans les logements de 68 et 71 m<sup>2</sup> :

- 2 étoiles ; la consommation annuelle prévue 2.643 kWh, soit une dépense annuelle d'environ 1.250 F (tarif du 1.1.1984).
- 3 étoiles ; consommation annuelle prévue 1.735 kWh, soit une dépense annuelle d'environ 820 F (tarif au 1.1.1984).

Avec "La Puce qui Renifle", l'Isolation par l'Extérieur s'est mûrie d'une opération riche en résultats, grâce à la conjonction parfaite des études et recherches menées par l'ensemble des hommes qui l'ont réalisée.

**Le GIPSIE, Groupement pour l'Innovation et la Promotion des Solutions d'Isolation Thermique par l'Extérieur, édite un Guide Pratique qui vous sera envoyé gracieusement, sur simple demande à :**



**LE GIPSIE**

LA DÉFENSE 2

17, place des Reflets 92400 COURBEVOIE  
Tél. : (1) 775.44.44

Les hommes du programme :  
Architectes : MM. Ouvré et Landelle  
OPHLM Lorient : MM. Herbaut et Quentel  
Gros-œuvre et isolation : SADC M. Bernard  
Menuiserie : M. Kerel (Ets Plassart)  
Ingénieur-conseil : M. Le Bagousse  
SOCOTEC : M. Rousseau  
EDF Vannes : MM. Le Blevic et Lego  
Industriels GIPSIE : Zoipan-Colac (Armaterm) -  
Ardoisières d'Angers - Fibralith - Eternit.

# GESTION TECHNOLOGIE RECHERCHE

L'EFFICACITÉ D'UN GROUPE  
AU SERVICE DE LA COLLECTIVITÉ



## COMPAGNIE GENERALE DES EAUX

52, rue d'Anjou, 75384 Paris Cedex 08  
Téléphone : 266.91.50

# BOURDIN & CHAUSSE

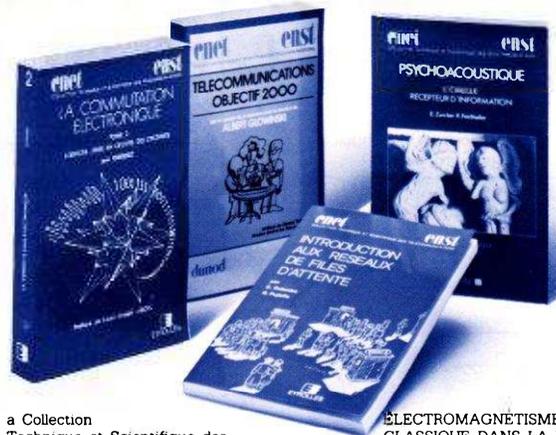
## ROUTES AUTOROUTES VOIRIE RÉSEAUX DIVERS

40 centres de travaux en  
FRANCE et à l'ÉTRANGER

Siège social  
35, rue de l'Ouche-Buron - 44300 Nantes  
Tél. : (40) 49.26.08

Direction générale  
36, rue de l'Ancienne-Mairie - 92100 Boulogne  
Tél. : 605.78.90

# COLLECTION TECHNIQUE ET SCIENTIFIQUE DES TELECOMMUNICATIONS



**L**a Collection Technique et Scientifique des Télécommunications est publiée sous l'égide du Centre National d'Études des Télécommunications et de l'École Nationale Supérieure des Télécommunications. Elle a pour vocation d'édition des ouvrages provenant d'auteurs appartenant à l'ensemble du secteur traitant des domaines techniques et scientifiques des télécommunications et des disciplines connexes. L'appréciation des qualités techniques et scientifiques des ouvrages entrant dans la Collection est assurée par un comité de lecture, présidé par le Directeur de la Collection, qui comprend des membres du comité de rédaction des Annales des Télécommunications et d'autres membres extérieurs à celui-ci. La Collection Technique et Scientifique des Télécommunications est éditée soit par Masson, Eyrolles ou Dunod. Les ouvrages sont au format 15,5 x 24 et généralement brochés pelliculés.

P. LAPOSTOLLE  
Ingénieur général des Télécommunications  
Directeur de la Collection

### Ouvrages sortis en librairie

#### Éditions EYROLLES

Librairie Eyrolles - 61, boulevard Saint-Germain  
75240 PARIS CEDEX 05

DE LA LOGIQUE CÂBLÉE AUX MICROPROCESSEURS par J. Hugon, J.-M. Bernard et R. Le Corvec ..... 4 tomes

LA COMMUTATION ÉLECTRONIQUE par Grinsec ..... 2 tomes

OPTIQUE ET TÉLÉCOMMUNICATIONS par A. Cozannet, J. Fleuret, H. Maître et M. Rousseau ..... 1 tome

THÉORIE DES RÉSEAUX ET SYSTÈMES LINÉAIRES par M. Feldmann ..... 1 tome

INTRODUCTION AUX RÉSEAUX DE FILES D'ATTENTE par E. Gelenbe et G. Pujolle ..... 1 tome

RADARMÉTÉOROLOGIE par H. Sauvageot ..... 1 tome

PROBABILITÉS, SIGNAUX, BRUITS par J. Dupraz ..... 1 tome

Éditions DUNOD  
Librairie Dunod, 30, rue Saint-Sulpice  
75006 PARIS

TÉLÉCOMMUNICATIONS PAR FAISCEAU HERTZIEN par M. Mathieu ..... 1 tome

TÉLÉINFORMATIQUE sous la direction de C. Macchi et J.-F. Guilbert ..... 1 tome

ÉLECTROMAGNÉTISME CLASSIQUE DANS LA MATIÈRE par C. Vassallo ..... 1 tome

TÉLÉCOMMUNICATIONS : OBJECTIF 2000 sous la direction de A. Glowinski ..... 1 tome

PRINCIPE DES COMMUNICATIONS NUMÉRIQUES par A.-J. Vibert, traduit de l'américain par G. Battail ..... 1 tome

PROPAGATION DES ONDES RADIOÉLECTRIQUES DANS L'ENVIRONNEMENT TERRESTRE par L. Boithias ..... 1 tome

PROGRAMMATION MATHÉMATIQUE par M. Minoux ..... 2 tomes

Éditions MASSON - Maison du livre spécialisé  
42-48, rue la Colonie - 75013 PARIS

STÉRÉOPHONIE par R. Condamines et D. Wolton (ouvrage épuisé) ..... 1 tome

LES RÉSEAUX PENSANTS sous la direction de A. Giraud, J.-L. Missika et D. Wolton (ouvrage épuisé) ..... 1 tome

DÉCISIONS EN TRAITEMENT DU SIGNAL par P.-Y. Arquès ..... 1 tome

LES FILTRES NUMÉRIQUES par R. Boite et H. Leich ..... 1 tome

TRAITEMENT NUMÉRIQUE DU SIGNAL par M. Bellanger ..... 1 tome

FONCTIONS ALÉATOIRES par A. Blanc-Lapierre et B. Picinbono ..... 1 tome

PSYCHOACOUSTIQUE par E. Zwicker et R. Feldtkeller, traduit de l'allemand par Christel Sorin ..... 1 tome

TÉLÉCOMMUNICATIONS SPATIALES ouvrage collectif CNES-CNET ..... 3 tomes

GENÈSE ET CROISSANCE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS par L.-J. Libois ..... 1 tome

**enet** Josseline RONGIER  
Ingénieur au CNET  
Tél. : (1) 638.58.27  
DICTE/ASC  
38-40, rue du Général Leclerc F-92131  
ISSY LES MOULINEAUX FRANCE

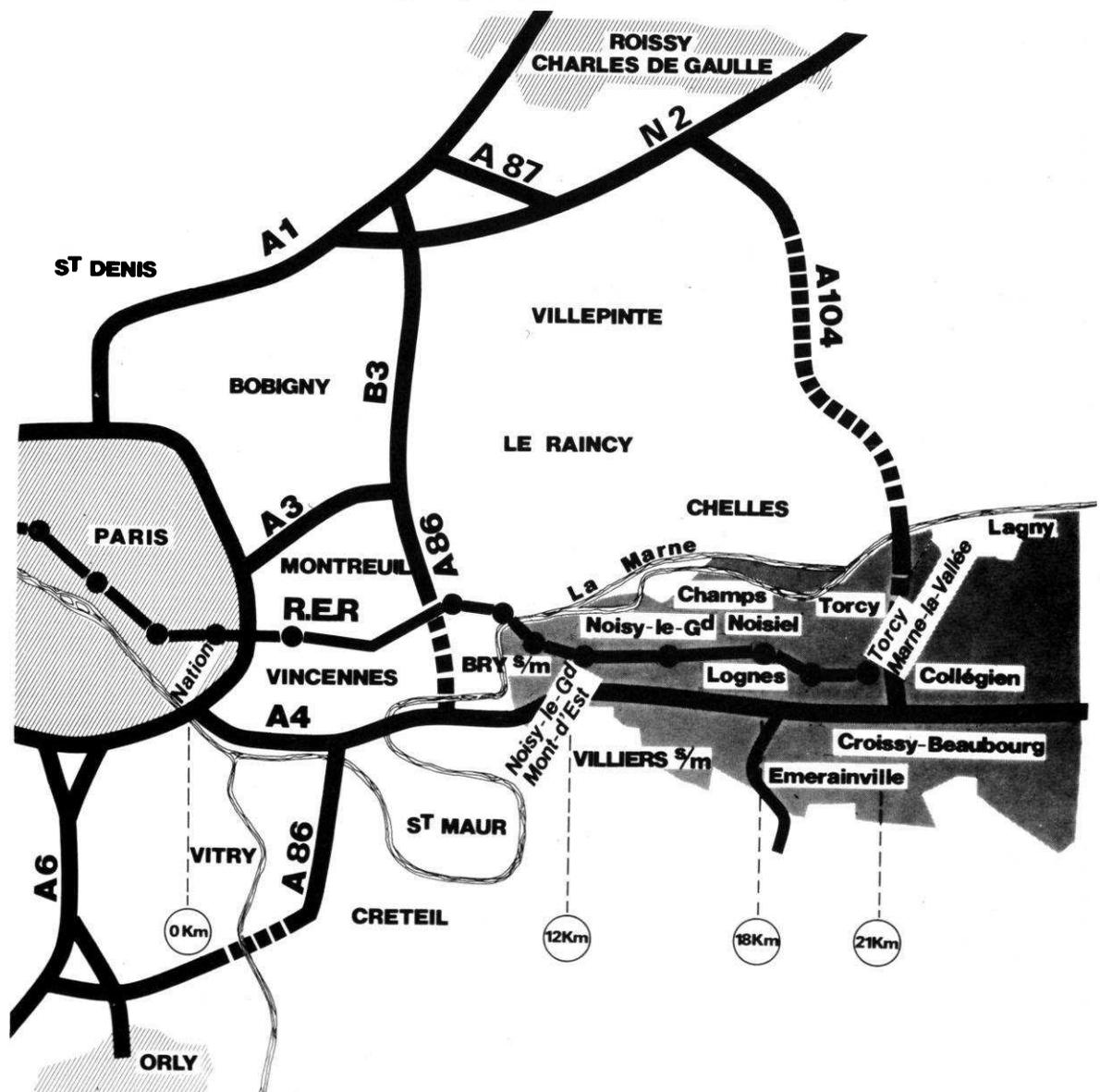
**enst**  
MINISTÈRE DES PTT

# MARNE LA VALLEE: un nouvel atout pour le développement économique de l'Est Parisien

renseignements:

activités 005.90.20

logements 005.10.10



# Des tranchées - c'est du passé

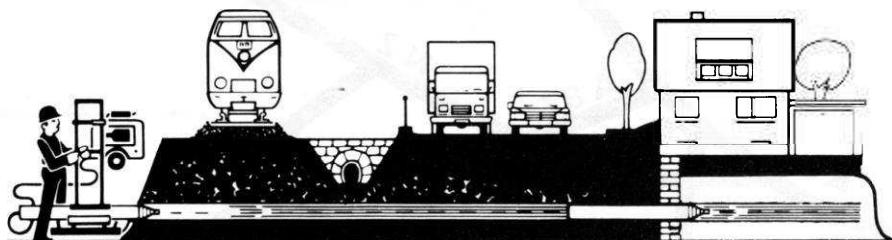
La Société TRACTO-TECHNIQUES a de nouveau élargi la gamme de ses fusées GRUNDOMAT pour poser des tubes et câbles dans le souterrain sans ouvertures gênantes de rues ou voies ferrées.



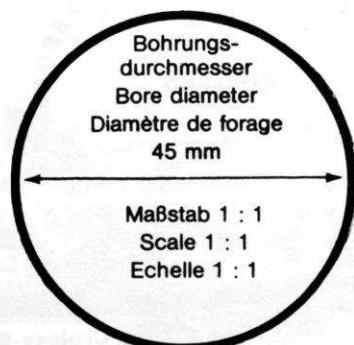
La MINI GRUNDI de Ø 45 mm a été conçue à la fois pour la pose des câbles de télévision et des fourreaux pour des petits branchements en faible profondeur.

Son faible poids de 7 à 9 kg (selon la longueur de la fusée) permet une manipulation facile et ses dimensions minimisent les travaux d'excavation pour la fouille de lancement.

Tout comme ses aînées, la MINI possède son système de marche avant et marche arrière. Pour des forages souterrains, contactez le spécialiste de traversées DROIT au BUT : TRACTO-TECHNIQUES, Fabricant et Distributeur en un.



*Système de forages horizontaux avec la fusée GRUNDOMAT au-dessous de rues et voies ferrées.*



*Diamètre réel de forage : 45 mm*

Type de GRUNDOMAT	45 E
Diamètre de forage (mm)	45
Poids (kg)	7 - 9
Longueur (mm)	0,8 - 1,0
Consommation d'air (m <sup>3</sup> /min)	0,45
Pression maximale (bar)	7
Nombre de coups minute (min <sup>-1</sup> )	500 - 600

Données techniques sous réserve de modifications.

La consommation d'air et le nombre de coups par minute indiqués correspondent à une pression de 7 bars.

Le Service des **CONGÉS PAYÉS**  
dans les **TRAVAUX PUBLICS**  
ne peut être assuré que par

## LA CAISSE NATIONALE DES ENTREPRENEURS DE TRAVAUX PUBLICS DE FRANCE ET D'OUTRE-MER

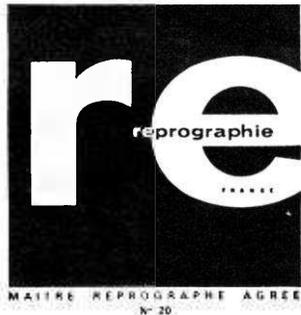
Association régie par la loi du 1<sup>er</sup> juillet 1901  
Agréée par arrêté ministériel du 6 avril 1937 (J.O. 9 avril 1937)

**7 et 9, Av. du Gal-de-Gaulle - Terrasse Bellini - LA DÉFENSE 11**  
**92812 PUTEAUX Cedex**  
**Tél. : 778.16.50 — C.C.P. 2103-77 PARIS**

La loi du 20 juin 1936 et le décret du 30 avril  
1949 font une obligation aux Entrepreneurs de  
TRAVAUX PUBLICS de s'y affilier sans retard.

**Il n'existe pour toute la France qu'une seule  
Caisse de Congés payés pour les Entrepre-  
neurs de TRAVAUX PUBLICS.**

CHAMBRE SYNDICALE NATIONALE  
DES ENTREPRISES DE REPROGRAPHIE



4, Rue de Buci PARIS VI<sup>e</sup>

## GRAPHIC PROCÉDÉ

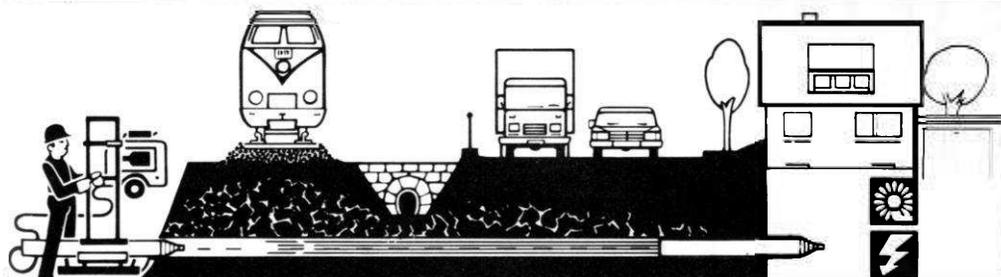
### PROCÉDÉS :

Hélio  
Gélatine  
Impressions  
Photo Industrielle

Tél. : 326.55.05. 326.15.02 354.74.94

Avec le **GRUNDOMAT**  **DROIT au BUT**

**Poser des conduites sans difficulté avec ce marteau à stabilité directionnelle**



Vraiment DROIT au BUT lors de branchements, ici: gaz et électricité.

Les GRUNDOMATs 65 et 75 mm Ø pour:

- des tubes en PE de 1, 1 1/4 et de 1 1/2"
- des fourreaux de Ø extérieur de 50 mm

Le GRUNDOMAT 130 mm Ø pour:

- des fourreaux de Ø extérieur de 110 mm

Le GRUNDOMAT aussi utilisé pour les conduites d'eau, gaz, téléphone, électricité et autres canalisations

Contactez-nous:

**TRACTO-TECHNIQUES S.A.**



400, rue de la liberté  
76410 CLEON  
Tél.: (35) 81.50.24

**Les réseaux de chaleur,**

**Une valorisation des ressources  
énergétiques locales**



# GEOCHALEUR

Société nationale pour l'application de la géothermie  
**et le développement des réseaux de chaleur**

- Géothermie
- Récupération des rejets thermiques
- Incinération de déchets
- Ressources locales

**Assistance de maîtrise  
d'ouvrage publique pour les  
opérations de chauffage  
de logements et équipements**

- Réalisation des études préalables
- Constitution des dossiers administratifs
- Définition de la structure juridique
- Montage financier
- Coordination des travaux de réseaux d'équipements thermiques

**GEOCHALEUR**

4, place Raoul-Dautry, 75741 Paris Cedex 15  
Tél. : 538.52.53

*Spécialistes de Matériel de Télécommunications  
étanches et blindés*



**TELEPHONIE  
SIGNALISATION  
SONORISATION  
INTERPHONIE  
BRANCHEMENT ET  
ACCESSOIRES...**

## TÉLÉPHONES LE LAS

**☎ (1) 734.85.96**

*131, rue de Vaugirard 75015 PARIS  
TELEX LE LAS 250 303 PUBLIC PARIS*

## MICROTRACTEUR

GOTGROD et YANMAR

## MOTOCULTEUR

MOTOSTANDARD

## MOTO BÊCHE

MOTOSTANDARD

## TONDEUSE A GAZON

## TRONÇONNEUSES

ÉCHO

## AGRILOISIRS

5, rue des Noyers  
95200 SARCELLES

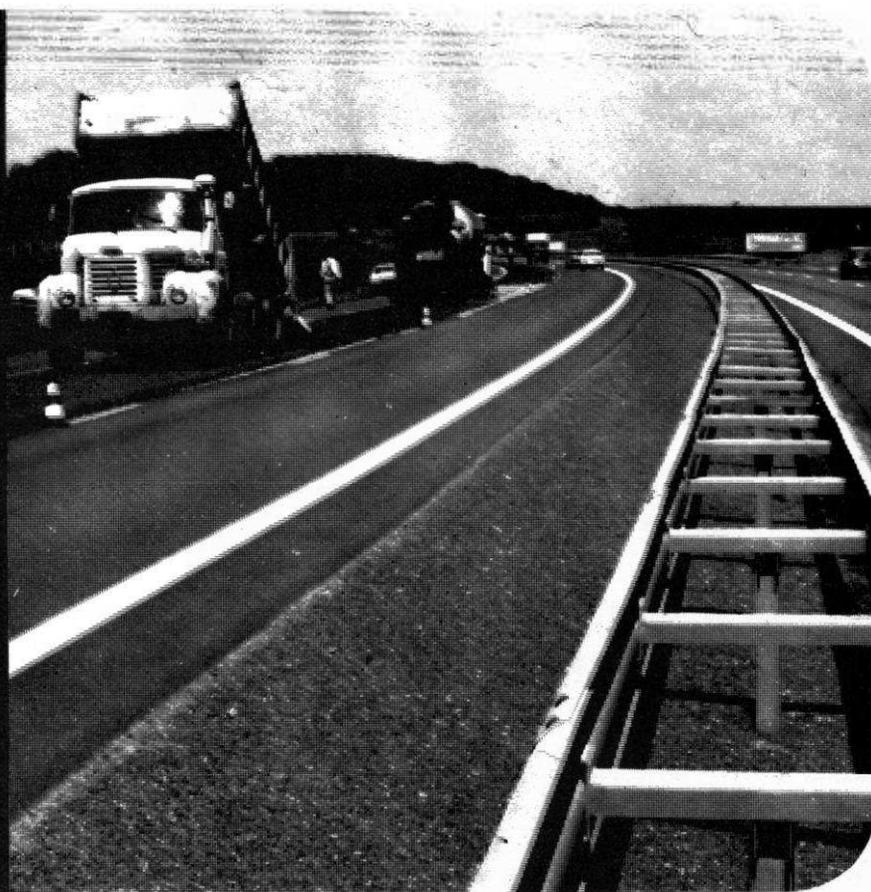
Tél. 419.61.94

# actiflex

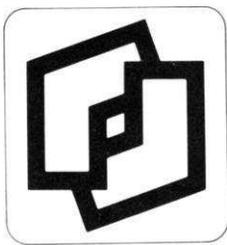
émulsion  
aux élastomères

**SCR**  
CHIMIQUE DE LA ROUTE

1 avenue morane saulnier 78141  
Velizy Villacoublay CEDEX  
boîte postale n°21 téléphone 9469660



nous mettons notre  
**énergie**  
au service des Français  
**elf aquitaine**

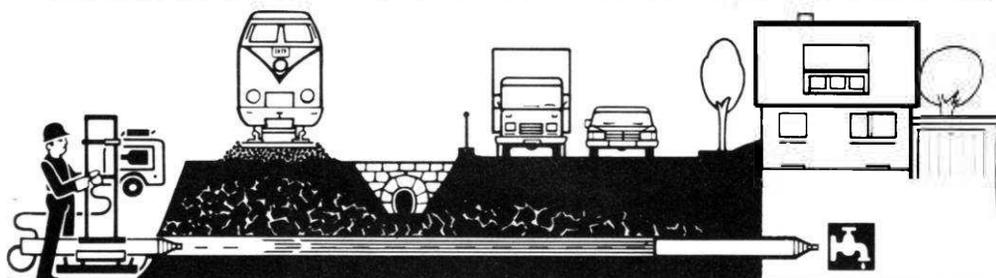


Avec le



**DROIT au BUT**

Poser des conduites sans difficulté avec ce marteau à stabilité directionnelle



Des branchements DROIT au BUT même lors de fortes pentes, ici: le raccord d'eau

Le GRUNDOMAT 95 mm Ø pour:

- des tubes d'eau de 2"
- des fourreaux d'un Ø extérieur de 80 mm

Pour **extraire** les anciennes canalisations, tout en **tractant** les nouvelles.

Le GRUNDOMAT aussi utilisé pour les conduites de gaz, téléphone, électricité et autres canalisations.

Contactez-nous:

**TRACTO-TECHNIQUES** s.a.



400, rue de la liberté  
76410 CLEON  
Tél.: (35) 81.50.24

1984

# ANNUAIRE DES PONTS ET CHAUSSÉES

INGÉNIEURS DU CORPS - INGÉNIEURS CIVILS

Téléphone : 260.25.33

Téléphone : 260.34.13

ÉCOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSÉES

28, RUE DES SAINTS-PÈRES - PARIS 7<sup>e</sup>

Les Ingénieurs des Ponts et Chaussées jouent, par vocation, un rôle éminent dans l'ensemble des Services des Ministères des Transports, de l'Urbanisme et du Logement.

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

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

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

Vous pouvez vous procurer l'édition 1984 qui vient de sortir, en utilisant l'imprimé ci-contre.

Nous nous attacherons à vous donner immédiatement satisfaction.



## BON DE COMMANDE

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

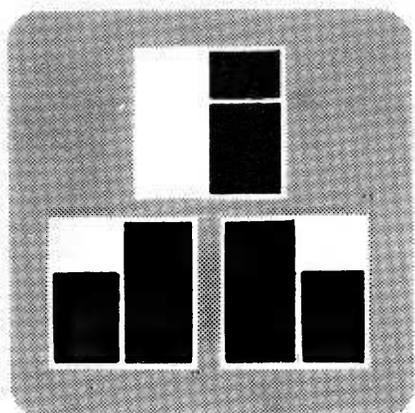
### CONDITIONS DE VENTE

Prix.....	325,00 F
T.V.A. 18,60.....	60,45 F
Frais d'expédition en sus.....	30,00 F

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

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

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



# industrielle du bâtiment maine-anjou

S.C.O.P. SA au capital de 5.400.800F

Construction industrielle de logements

Système constructif SCOT

MARCHÉ CADRE PLURIANNUEL 84.85

Siège social, usine et bureaux :

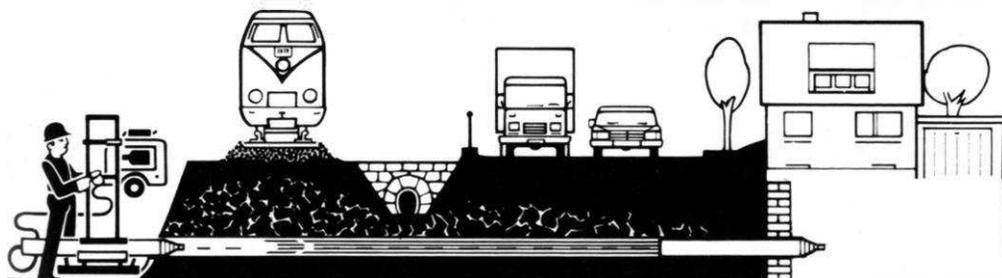
(43) 84.10.60

Z.I.S - boulevard PIERRE LEFAUCHEUX - 72025

LE MANS

Avec le **GRUNDOMAT**  **DROIT au BUT**

Poser des conduites sans difficulté avec ce marteau à stabilité directionnelle



Vraiment DROIT au BUT pour des branchements au-dessous des remblais - routes - voies ferrées

Les avantages de ce système:

- très bonne stabilité
- utilisable dans tous les sols compressibles
- passage direct de tubes en PVC, PE et acier
- manoeuvre rapide du système du retour
- cadre de visée précis
- accessoires utiles sur le chantier
- pas de revêtements
- amortissement rapide

Demandez des documents détaillés auprès de:

**TRACTO-TECHNIQUES S.A.**



400, rue de la liberté  
76410 CLEON  
Tél.: (35) 81.50.24

# E.P.A.D.

(Etablissement  
Public  
pour  
l'Aménagement  
de la  
Région  
de la  
Défense)

Cédex n° 1  
92080  
PARIS LA DEFENSE



796.12.12



# Préface



A l'origine des futures réalisations de la production il y a les longues étapes de la recherche et du développement. C'est le mérite des articles qui suivent que de montrer les liens entre la recherche et l'industrialisation.

Ce qui est une exigence pour les entreprises s'impose aussi aux Pouvoirs Publics : le développement de la recherche est pour la nation une priorité absolue. Aussi la politique actuelle de recherche vise-t-elle à encourager fortement la dépense nationale de recherche. Celle-ci s'est accrue en trois ans de 1,8 % à 2,2 % du Produit Intérieur Brut par l'effet conjugué des choix inscrits dans le budget de l'État, de l'effort accru des groupes nationalisés et d'une prise de conscience très large dans le secteur privé. Cet effort doit se poursuivre car nos partenaires dans la compétition mondiale — les États-Unis, le Japon, la RFA — engagent des efforts encore supérieurs.

Le volume des dépenses de recherche, à lui seul, ne traduit pas suffisamment le mouvement engagé. Ce qu'il y a probablement de plus significatif, actuellement, c'est le changement d'état d'esprit : la mobilité entre les grands organismes et les entreprises est plus grande, le souci de la valorisation des applications pénètre davantage dans les laboratoires, dans les universités, dans les grandes écoles, la place des chercheurs s'affirme dans les entreprises. Si des progrès importants restent à faire, le mouvement est indiscutablement lancé.

Pour que soit confirmée la position de la France dans le renouveau mondial de la recherche industrielle, un certain nombre de conditions doivent être remplies que le présent numéro de PCM illustre bien.

D'une part, les formations d'excellence et notamment les formations par la recherche sont indispensables si nous voulons disposer demain des moyens humains de l'invention et de la diffusion du progrès technologique. Les travaux ici rassemblés sont des témoignages de la vitalité des formations reçues au sein de l'École des Ponts et Chaussées et des recherches poursuivies par les ingénieurs qui en sont issus.

D'autre part, je relève que les auteurs appartiennent aussi bien à l'administration qu'aux entreprises ou aux organismes de recherche, et que les lecteurs également représentent toute la variété du monde des ingénieurs français. C'est là un des atouts de la France : des hommes, solidaires par leur formation scientifique et par leur engagement au service de l'intérêt collectif et du progrès technique, assurent, chacun selon sa responsabilité, les avancées concrètes de notre pays, qu'il s'agisse de son équipement ou de son industrialisation.

Les pages qui suivent sont l'œuvre d'ingénieurs. La recherche, pour être genèse d'inventions concrètes, a besoin de la contribution des ingénieurs. La France doit compter plus que jamais sur les progrès de son génie industriel pour assurer la qualité de ses productions.

**Laurent FABIUS**  
*Ministre de l'Industrie et de la Recherche*

A handwritten signature in black ink, enclosed in a thin black rectangular border. The signature is stylized and appears to read 'L. Fabius'.

## Recherche et génie civil

par Jean CHAPON, IGPC

Président du Conseil d'Orientation de la Recherche en Génie Civil

I — Le génie civil justifie-t-il un important effort de recherche ? On est tenté, en ce domaine, de donner la priorité à des activités considérées comme vraiment nouvelles et, estimant la construction d'équipements ou de bâtiments, activité vieille comme l'humanité, bénéficie des connaissances accumulées au cours des siècles, et plus encore au cours d'un passé récent qui a vu, après le dernier conflit mondial, un formidable effort pour construire beaucoup et partout dans le monde ; aussi est-il tentant de considérer que l'accent doit être mis maintenant sur ce qui est jugé moins connu, vers les secteurs de pointe que sont l'espace, la transmission de l'information, la biologie, etc...

Et pourtant, sans chercher à privilégier le Génie Civil par rapport aux autres secteurs, il apparaît que, malgré la masse considérable de connaissances acquises et les spectaculaires réalisations dans ce domaine, ce qui reste à y découvrir dépasse ce que nous connaissons (ou croyons connaître) tant sont grands les besoins qui se manifestent chaque jour pour compléter ou renouveler l'équipement des pays industrialisés et réaliser celui des pays en voie de développement.

Car les données du problème se sont modifiées : la croissance n'est plus là pour corriger une erreur de prévision et la crise économique exige de construire l'équipement adapté aux besoins de demain, en utilisant au mieux une richesse collective fortement sollicitée de toutes parts ;

Nous voulons des équipements sûrs, même à l'égard des risques naturels majeurs, des ouvrages qui respectent la nature comme l'environnement humain, des constructions qui ne soient pas acquises au prix d'un effort anormalement pénible ou dangereux pour ceux qui les réalisent.

II — Les ouvrages de génie civil resteront longtemps encore, à la fois, le prototype et la série souvent réduite à l'unité ; rares sont les cas où ils pourront être intégralement construits dans un atelier à l'abri des intempéries, de la poussière et du bruit ; en tout état de cause, ils seront toujours conditionnés par les données géotechniques, climatiques et écologiques du site où ils doivent être implantés, qui sont par nature hétérogènes et variables d'un endroit à l'autre ;

les ouvrages resteront toujours exposés à l'agression de l'atmosphère et du temps et devront résister à leur action, dommageable à la longue, comme à celle des charges de l'exploitation ou au choc d'un séisme, d'une crue ou d'une tempête susceptible d'entraîner la ruine en quelques instants.

C'est dire que les connaissances nécessaires au bon choix des matériaux, des méthodes de calculs pour vérifier la stabilité des procédés et matériels de construction doivent être acquises dès l'origine de la conception, surtout s'il s'agit d'ouvrages établis en mer profonde, ou dans des zones difficilement accessibles ou peu connues comme les régions polaires ou même certaines parties de Tiers Monde.

III — L'importance du génie civil pour notre économie (plus de 200 milliards de chiffre d'affaires, dont 50 à l'exportation — 1 million d'emplois), comme l'ampleur et la diversité des connaissances à acquérir pour assurer l'avenir, ont conduit le Ministère de l'Industrie et de la Recherche, en liaison avec le Ministère de l'Urbanisme et du Logement, tuteur du bâtiment et des travaux publics, à prévoir un volet particulier à ce secteur dans le Schéma d'Orientation Scientifique et Technique — véritable charte de notre recherche pour les prochaines années : c'est bien naturellement que le Conseil d'Orientation de la Recherche en Génie Civil a été appelé à prendre une part active à cette opération.

Essayant d'évaluer l'acquis et l'effort entrepris, le schéma définit des objectifs pour la politique de recherche et propose une série d'actions prioritaires concernant aussi bien la partie fondamentale — notamment dans le cadre de l'action concertée — que les applications de la recherche en matière de génie civil. Pour ces dernières, en même temps que les méthodes classiques consistant à traiter un thème spécifiquement donné, le schéma propose une procédure originale revenant à engager une série d'actions concourant à un "grand projet national" : un tunnel, par exemple, est l'occasion d'approfondir nos connaissances en géotechnique et dans le domaine des matériaux, mais permet également de rechercher des matériels et des méthodes de travail performants, tel le "bouclier automatisé à la boue" qui facilitera les réalisations en terrains meubles et aquifères.

Fissuration du béton, emploi de matériaux locaux, programmes de calculs "lourds", structures mixtes, renforcement des sols, off-shore profond ... autant d'autres sujets de projets nationaux, sans que cette liste soit exhaustive.

L'expérimentation en vraie grandeur, le recours aux progrès réalisés dans les secteurs "pointus" de la science et de la technique, le perfectionnement de l'auscultation par des essais non destructifs, sont autant de moyens pour faire progresser le génie civil, que proposera le schéma d'orientation. De même apparaît de plus en plus la nécessité de prévoir, dès la conception des ouvrages, la possibilité de les entretenir efficacement, ou même de les agrandir pour adapter leurs dimensions à l'usage qui peut, dans certains cas, connaître de brusques croissances difficilement prévisibles dès l'origine.

Les premiers travaux du Conseil d'Orientation ont enfin mis en évidence un crucial besoin de formation à la recherche et par la recherche en génie civil pour relever le niveau scientifique dans ce secteur, qui apparaît de plus en plus comme la clé du progrès technique.

IV — Réponse ambitieuse à un vaste problème, le schéma n'aura de chances de succès qu'à la condition de mobiliser tous les moyens publics et privés nécessaires pour porter l'effort de recherche à la hauteur des besoins : domaine traditionnel des grandes Ecoles d'Ingénieurs, des Administrations qui réalisent des équipements, de grandes sociétés nationales du domaine du transport ou de l'Energie, et de la Profession du Bâtiment et des Travaux Publics — entreprises et ingénierie —, le génie civil doit voir se développer l'engagement de l'Université dans ce secteur par un renforcement de l'intérêt croissant qu'elle lui porte depuis quelques années.

"Vieux métier" peut-être, le génie civil restera demain aussi nécessaire qu'il l'est aujourd'hui et qu'il l'était hier : notre effort de recherche dans ce domaine doit en assurer la promotion scientifique pour permettre à la technique de rester adaptée à son temps et répondre à l'attente des générations à venir : puissions-nous leur laisser un héritage aussi riche que celui qui a permis les progrès de la technique française dont nous sommes légitimement fiers.

# La recherche en génie civil au LCPC

par Alain BONNET, ICPC  
Directeur Scientifique du LCPC

Un effort de recherche en Génie Civil ?  
Pourquoi faire, dira-t-on ?

En effet :

— Les techniques qu'il emploie ne sont-elles pas bien rôdées ?

— La main-d'œuvre y joue un rôle important et les conditions de mise en œuvre sur chantier conditionnent largement la qualité du résultat, sans doute plus diront certains que la plus ou moins grande sophistication des ouvrages.

Bref, le Génie civil n'est pas une discipline en "ique" et cette tare semble rhédibitoire !

Cela mérite pourtant réflexion... On sait que les entreprises françaises de Génie Civil participent largement à l'effort d'exportation de la France. Pour maintenir leur place, il est indispensable qu'elles adaptent leurs techniques ou qu'elles les fassent évoluer, au vu de la concurrence mondiale. Dans les pays développés même, l'entretien de l'important patrimoine d'ouvrages existants pose des problèmes qu'un usager de la route, par exemple, est loin de soupçonner. Enfin, l'exploitation, qui ne fait que commencer, des territoires arctiques, pose le problème du renouvellement, voire même de l'invention de nouvelles techniques de Génie Civil.

Tout ceci ne peut se faire sans un effort de recherche : on pense à l'heure actuelle que le ratio recherche/chiffre d'affaires du secteur est inférieur à 0,5 %, sans aucun doute le plus bas des grands secteurs d'activités technologiques français.

Pourtant la recherche existe... je l'ai rencontrée ! Le LCPC, par exemple consacre près de 70 % de son budget de recherche à des actions dans ce secteur, actions finalisées notamment sur la gestion du patrimoine d'ouvrages, sur la modernisation des techniques de Génie Civil, sur l'export/PED,...

En quoi consiste donc cette recherche, quelle est sa spécificité et quelle peut-être la radioscopie d'un chercheur dans ce secteur ?

Telles sont les questions auxquelles je vais essayer de répondre dans ce qui suit, de mon point de vue.

## La recherche en Génie Civil : une recherche "sale" ?

Le béton est un matériau bien connu, entend-on dire quelquefois. En fait de moins en moins souvent...

Que s'est-il donc passé ? Le schéma bien connu du milieu élastique et linéaire ne conviendrait-il plus ? C'est effectivement un modèle trop simple dans bien des cas : le béton est un matériau vivant et il a une pathologie qui déconcerte encore aujourd'hui bon nombre de chercheurs. De nombreux paramètres d'influence interviennent en effet dans son comportement et leur prise en compte fait l'objet aujourd'hui de recherches actives.

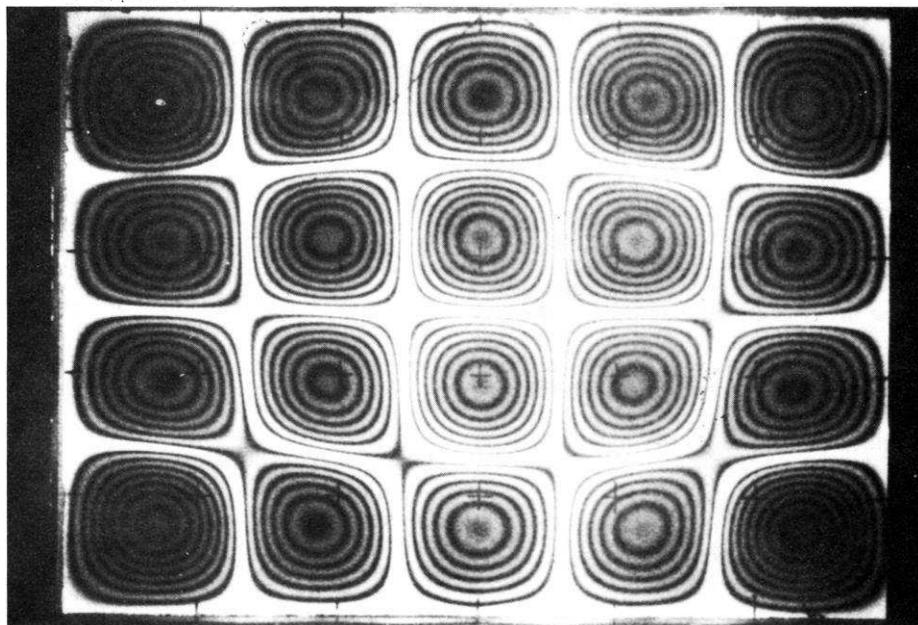
Sait-on, par exemple, qu'on ne sait pas bien par quelle grandeur macroscopique définir l'état de microfissuration d'un tel matériau, ce qui est pourtant essentiel si on

veut étudier son comportement sous diverses sollicitations ? Un scientifique, habitué à la recherche fondamentale, dirait qu'il s'agit là d'un problème "sale".

Le problème du comportement de nombreux matériaux de Génie Civil sont des problèmes "sales" de ce point de vue et c'est d'ailleurs ce qui en renouvelle l'intérêt actuellement. Les techniques d'attaque sont multiples et un chercheur dans ce domaine est amené à utiliser des outils très divers allant de l'analyse des données à des méthodes de mesures relativement sophistiquées. Sa démarche est donc loin d'être aussi simple que celle de la comparaison théorie/expérience bien connue. Avant d'en arriver là, toute une recherche préliminaire est nécessaire qui est d'ailleurs le propre de la recherche appliquée en général.

Bon nombre de problèmes de recherche en Génie Civil se posent de cette manière en liaison avec la complexité des objets étudiés. Ceci n'est pas sans conséquence sur le profil du chercheur et apporte un éclairage particulier sur les méthodes de recherche pratiquées.

*Hologrammes de modèles réduits de plaques en vibrations. Les franges représentent les modes propres de vibrations.*



## Les outils de base du chercheur : une panoplie totalement renouvelée

C'est aujourd'hui un lieu commun de dire que les progrès scientifiques et techniques de ces dernières années sont en train de renouveler totalement les méthodes du chercheur appliqué.

Cette constatation s'applique particulièrement au Génie Civil. On peut remarquer, en effet, que si ces progrès ont relativement bien pénétré d'autres secteurs d'activités techniques (Aéronautique, Chimie, Métallurgie,...), le secteur qui nous intéresse semble beaucoup moins perméable.

Ceci est dû en grande partie, à mon avis, à la nature spécifique des problèmes étudiés, mais ce n'est sans doute pas la seule raison : la structure socio-économique du secteur semble bien également jouer un rôle non négligeable.

Quoi qu'il en soit, et depuis quelques années, cela "bouge" tout de même. Voici quelques exemples à titre illustratif.

### Les applications du laser en Génie Civil :

Une exposition au LCPC a regroupé en 1981 un ensemble de résultats de recherche montrant le développement de ces applications.

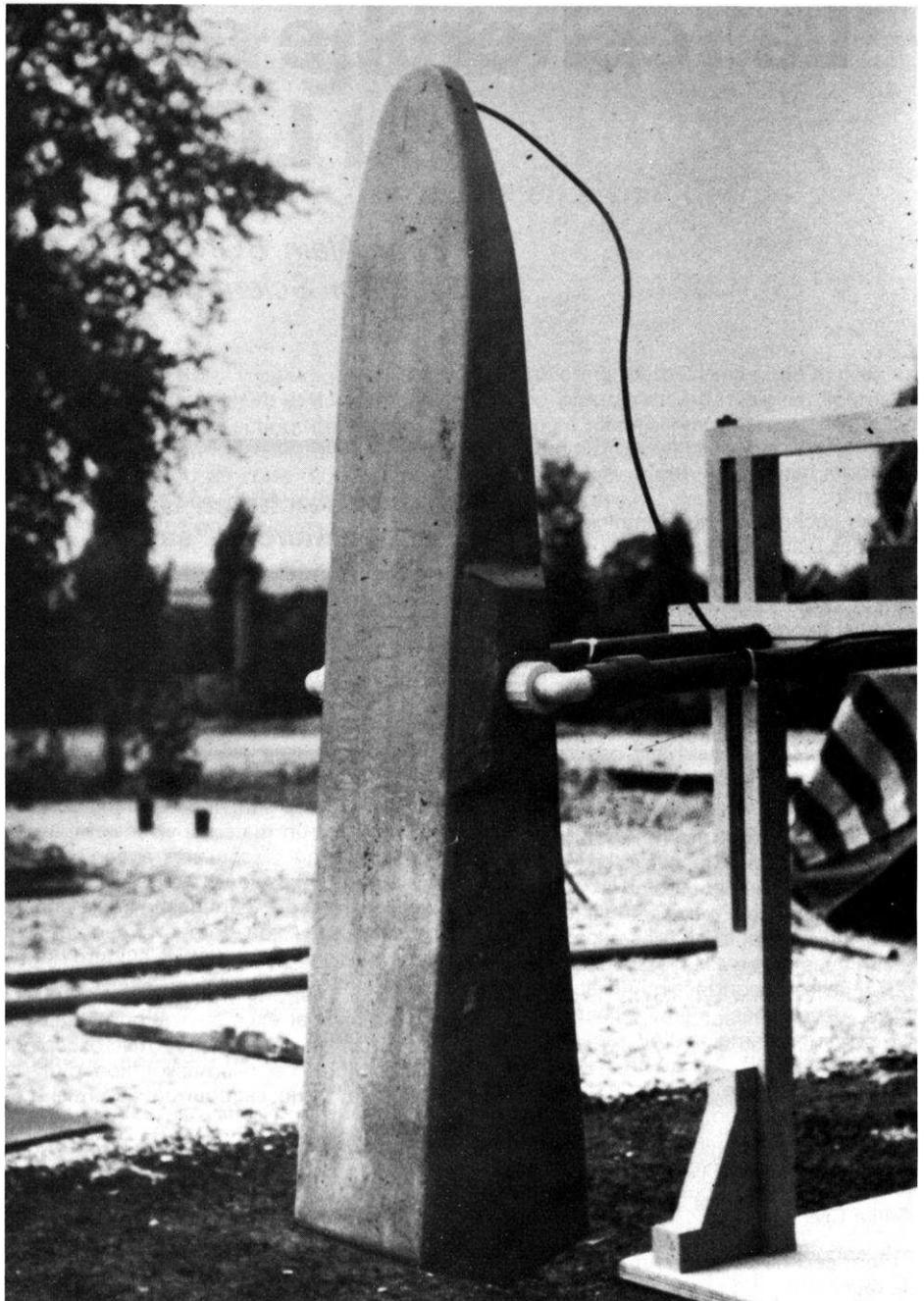
Dans le domaine de l'holographie, on rencontre maintenant, des méthodes interférentielles permettant d'étudier sur des maquettes la déformation de structures soumises à des sollicitations variées (fig 2). Venant compléter les méthodes numériques, elles constituent notamment un extraordinaire outil de visualisation.

Les propriétés de directivité du laser ont également été mises à profit pour la réception des Ouvrages d'Art (flexigraphe laser) ou pour la mise au point de méthodes de granulométrie automatique de matériaux granulaires.

D'autres applications existent bien sûr. On touche ici du doigt l'intérêt de ce que l'on appelle les recherches EXPLORATOIRES. Celles-ci consistent à se donner un outil ou une méthode (on dit aussi à un autre niveau une technologie diffusante) et à en chercher "toutes" les applications possibles dans le secteur en question : c'est la démarche inverse de la recherche finalisée proprement dite. On reconnaît d'ailleurs que cette démarche est beaucoup plus porteuse d'innovations, mais la pratique nécessite la réunion de spécialistes du secteur et de chercheurs maîtrisant bien l'outil ou la méthode ; c'est ce qui en fait la difficulté...

### Les méthodes numériques et les modélisations :

C'est sans doute sur ce deuxième exem-



*Radars hyperfréquence pulsé pour l'auscultation à haut rendement de couches de chaussées.*

ple que l'on sent le plus actuellement l'impact des progrès scientifiques de ces dernières années. Je ne parlerai pas des méthodes aux éléments finis qui ont maintenant acquis leurs lettres de noblesse, mais plutôt des modélisations.

La tendance actuelle, que l'on sent très bien au LCPC par exemple, est de les utiliser pour résoudre des problèmes de plus en plus complexes, donc censés se rapprocher de plus en plus des problèmes réels.

Tout l'art de l'Ingénieur de recherche consiste alors s'il veut en faire un outil prévisionnel à faire ni trop simple, ni trop compliqué. Pas trop simple, s'il veut décrire correctement la réalité. Mais surtout pas trop compliqué, car le résultat risque fort

d'être inutilisable par l'Ingénieur de terrain ou de bureau d'étude, pour des tas de raisons... il y a là un élément de réflexion très actuel et que l'on ne doit pas perdre de vue si on souhaite avancer dans le développement de ces techniques.

### D'autres outils de recherche :

Voici maintenant une énumération d'autres outils "avancés", que certains chercheurs manipulent (au LCPC et ailleurs !) et qui devrait faire réfléchir le lecteur :

- Les techniques d'analyse de données, de reconnaissance des formes, de traitement d'images, de synthèses d'images,...
- Les outils conceptuels mis au point en Physique des solides pour étudier les

milieux désordonnés (par ex. les théories de percolation). Cf aussi les milieux "macroscopiquement aléatoires" ou les matériaux hétérogènes...

— Les hyperfréquences ou les micro-ondes, pour réparer les chaussées ou pour les ausculter... (fig 3).

— Les tomographies de sols, entre deux forages.

— La radioscopie des Ouvrages d'Art.

— ...

J'arrête là l'énumération. Elle montre simplement que la recherche en Génie Civil est loin d'utiliser des outils dépassés mais qu'au contraire elle est en train de renouveler considérablement ses méthodes. Ceci ne peut pas être sans conséquence à terme sur les techniques même de Génie Civil comme il était dit plus haut.

## Des moyens d'expérimentation à la mesure des problèmes

Là, comme ailleurs en recherche appliquée, il est aussi nécessaire de changer de taille en ce qui concerne nos moyens d'essais. Sait-on que la puissance électrique installée au PWRI (Japon), qui fait des recherches analogues au LCPC, est de plusieurs fois supérieure à ce dernier (y compris son Centre de Nantes) ?

Cette montée en puissance des moyens d'essais s'accompagne de crédits d'investissements importants. Si certains sont peut-être à la mesure du LCPC, d'autres sont à considérer au niveau national, voire même européen.

Par exemple, le manège de fatigue des structures routières, implanté au Centre de Nantes du LCPC, est par ses caractéristiques unique en Europe (fig 4) il est entré en service en 1983 et doit permettre de tester par exemple en 3,5 jours l'équivalent de 1 an de trafic PL simulé au niveau T1.

D'autres équipements de ce type sont projetés ou en cours de réalisation, le prochain, pour le LCPC, étant une centrifugeuse pour des études de Mécanique des Sols.

La mise en œuvre de tels équipements nécessite, pour être efficace, qu'elle soit accompagnée de moyens de mesure adaptés : il y a là également un champ de réflexion important que l'on a souvent trop tendance à négliger.

Enfin, il est évident que la recherche autour de tels équipements va entraîner le développement de collaborations entre organismes, peut-être même "l'invention" de nouvelles formes de recherche comme les recherches coopératives qui connaissent actuellement un grand succès aux États-Unis. Le profil et les méthodes de travail des chercheurs et ingénieurs vont bien entendu se trouver modifiés dans le sens d'une plus grande ouverture vers l'extérieur.

## Une perspective dynamique ?

"La recherche en Génie Civil, ça ronne". J'espère que les quelques lignes ci-dessus ont pu convaincre le lecteur qu'il n'en était rien, malgré une perspective économique déprimée.

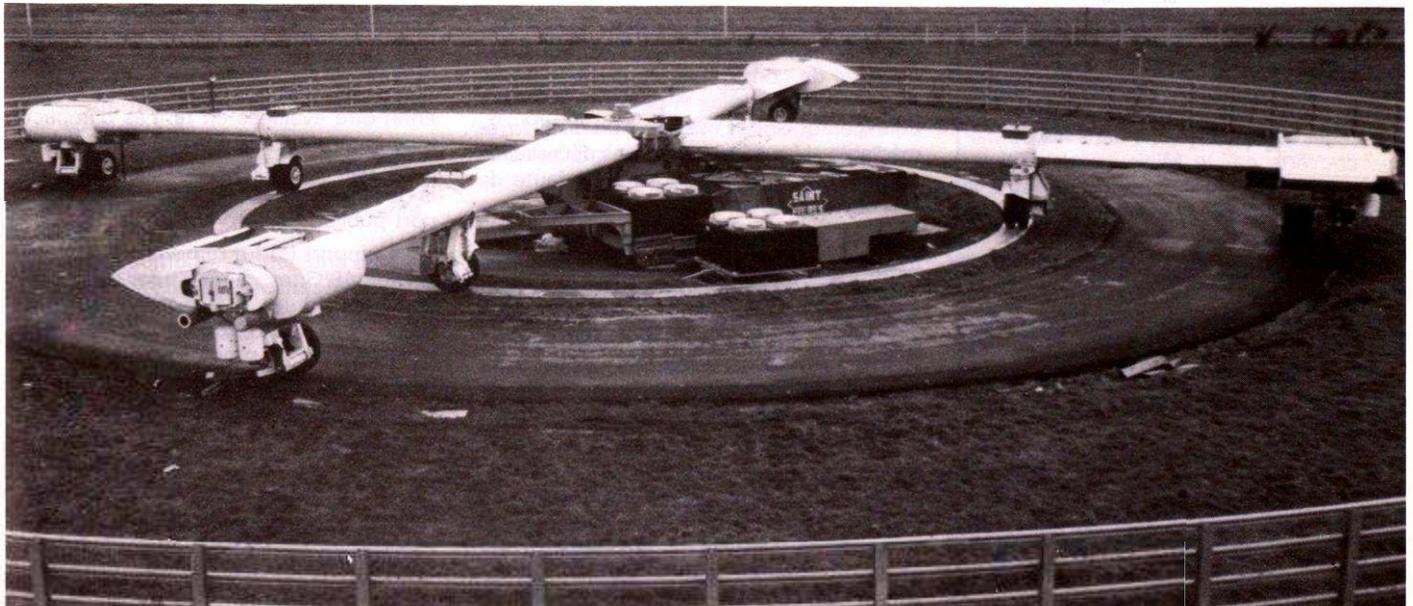
Renouvellement des outils de base de la recherche, renouvellement des moyens d'expérimentation, tels sont les traits marquants actuels de l'évolution de la recherche dans ce secteur.

Si on y ajoute le renouvellement des champs de recherche (techniques urbaines, Génie Civil en milieu extrême,...) renouvellement que l'on peut pressentir dès maintenant, il y a là pour un jeune attiré par la recherche de quoi s'interroger très sérieusement sur les chances qu'il a de pratiquer une recherche moderne et intéressante dans ce secteur.

### Carte d'identité du LCPC

- *Organisme rattaché au Ministère de l'Urbanisme et du Logement*
- *Champ d'activités : recherche, enseignement, études, dans les secteurs Génie Civil, Urbanisme et Environnement*
- *610 agents, dont 152 ingénieurs de recherche (au 1/1/84)*
- *Tutelle technique d'un réseau régionalisé de 16 laboratoires régionaux, intégrés dans les CETE.*

Le manège de fatigue des structures routières.



## Le programme de recherche et de développement technologique "transports terrestres"

par Charles PAREY, ICPC, Chef du S.E.R.T.  
Richard SEGUIN, IPC, chargé de mission au S.E.R.T.

### AU SERVICE D'UNE NOUVELLE DYNAMIQUE DE LA RECHERCHE DANS LES TRANSPORTS

Le Service des Etudes, de la Recherche et de la Technologie (S.E.R.T.) du Ministère des Transports a été créé le 25 juin 1982, succédant ainsi à l'ancienne Mission de la Recherche du Ministère.

Dépendant directement du Cabinet du Ministre, le S.E.R.T. a la charge de suivre l'ensemble des études et des recherches menées au sein du Ministère des Transports.

Il prépare les orientations de la recherche et du développement du Ministère en liaison avec le Ministère chargé de la Recherche.

Il négocie avec ce même Ministère la part du budget civil de la recherche destinée aux transports et il en assure ultérieurement le suivi et une partie de la gestion. Il donne également un avis sur les autres crédits affectés aux études et à la recherche au sein du Ministère.

Outre ses responsabilités administratives, le S.E.R.T. a un rôle de coordination des activités de recherche dans les domaines couverts par le Ministère des Transports et doit assurer l'interface entre le potentiel scientifique et les objectifs du Ministère.

Le S.E.R.T. a également une action de développement de l'information scientifique et technique et c'est dans ce cadre qu'il participe à la mise en place de moyens coordonnés d'exploitation de diverses bases de données.

Au titre de ces attributions, le S.E.R.T. a pris une part importante dans la préparation du programme "transports terrestres", dont il assure l'animation de l'équipe de liaison et dont il gère la partie prise en charge sur les crédits du budget civil de recherche délégué au Ministère des Transports.

### Conjoncture économique et politique gouvernementale

Le rétablissement de la balance du Commerce Extérieur et l'amélioration de la compétitivité des industries françaises sont des priorités nationales. Or le secteur des transports terrestres est l'un des domaines d'action privilégié pour atteindre ces objectifs. En effet, les chiffres reproduits ci-contre prouvent l'importance des transports dans les coûts de production des entreprises, leur capacité en tant que porteur des technologies nouvelles et enfin leur impact sur les conditions de travail et sur la qualité de la vie des français.

Les décideurs doivent cependant considérer que le secteur des transports terrestres traverse lui-même une période d'incertitude. Nonobstant les succès passés et présents, il est clair que les industries du secteur font face à un avenir qui s'annonce difficile. Confrontées à une concurrence internationale de plus en plus vive, à une mutation profonde des marchés, des technologies de conception et des techniques de production, celles-ci peuvent être conduites en quelques années à un déclin irrémédiable si les transformations nécessaires ne sont pas entreprises à temps faute de clairvoyance ou de moyens.

La lente érosion de la position des constructeurs automobiles français, la faiblesse relative des équipements de l'automobile et de nos industries de véhicules industriels et d'autocars, les perspectives difficiles pour le marché des matériels ferroviaires sont des signaux d'alarme qu'il est important de ne pas sous-estimer.

Ces difficultés paraissent néanmoins pouvoir être surmontées si les entreprises du secteur parviennent à entreprendre les investissements de productivité et les innovations technologiques nécessaires. Et cet effort ne semble possible que si l'Etat leur apporte un soutien puissant et cohérent et

si celui-ci accepte de prendre à sa charge une partie du risque contenu dans les opérations d'innovation à moyen et à long terme.

L'enjeu s'exprime en terme de survie d'une industrie au troisième rang mondial pour le ferroviaire et au quatrième rang mondial pour l'automobile.

### La naissance du programme pluriannuel "transports terrestres" (1983-1988)

En juillet 1982, le Gouvernement confiait à M. Lagasse, Directeur des Affaires Scientifiques et Technologiques à la Régie Renault, la présidence d'un groupe d'experts de l'Administration, de l'Industrie et des Universités dont la mission était de préparer un rapport sur la R et D dans les transports terrestres. Le groupe de travail avait également la tâche de proposer, sur la base de ce rapport, un programme pluriannuel de financement public et de coordination. Les mesures préconisées devaient enfin être évaluées en termes d'impacts à moyen terme sur la production industrielle, sur la balance du commerce extérieur et sur la qualité de service des systèmes de transport public.

Le rapport (\*) fut remis aux Ministres en janvier 1983 et, après une concertation entre les futurs partenaires (Administrations, Sociétés d'exploitation, Industries, Universités), le programme proposé fut approuvé le 10 novembre 1983.

(\*) Rapport de la mission "transports terrestres". La Documentation Française. Décembre 1983.

## Les objectifs du programme

Le programme résume les objectifs politiques, mentionnés ci-dessus, en deux principes de base :

1) les transports terrestres doivent assimiler le plus rapidement possible les apports des récentes révolutions technologiques :

— dans le domaine de la micro-informatique, avec toutes ses implications sur les techniques de propulsion, de freinage avec récupération d'énergie, d'automatisation et de traitement de l'information, ainsi que dans le domaine de l'électronique de puissance ;

— dans le domaine des matériaux nouveaux, pour un renouvellement de la conception et de la production des véhicules et des équipements.

2) Des efforts parallèles doivent être entrepris dans le domaine des techniques d'exploitation des systèmes de transport. Sans oublier la nécessité d'approfondir la connaissance des aspects économiques et sociaux des transports dans la ville et dans la nation, ainsi que celle des impacts des technologies nouvelles dans la vie économique intérieure et dans la compétition internationale.

Le programme se définit également pour 1989 des objectifs chiffrés, parmi lesquels :

— une économie de 6 l/100 km et de 2 l/100 km dans la consommation des véhicules industriels et des véhicules légers respectivement (économie qui entraînerait un abaissement général des coûts de production de l'Industrie nationale de 0,5 %) ;

— une diminution de 33 % du nombre d'accidents de la route.

C'est dans cette perspective qu'ont été définis les dix thèmes d'actions de recherche sur lesquels est construit le programme "transports terrestres".

1. Véhicules routiers utilisant rationnellement l'énergie.
2. Transports guidés à très grandes vitesses ( $v \gg 300$  km/h).
3. Transports guidés : amélioration de l'existant et systèmes nouveaux.
4. Transports urbains et régionaux : progrès et décentralisation.
5. Technologies nouvelles et matériaux nouveaux.
6. Sécurité routière et aide à la conduite automobile.
7. Nuisances, confort et conditions de travail dans les transports terrestres.
8. Transports de marchandises et logistiques.
9. Coopération et exportation.
10. Sciences sociales appliquées aux transports. Système d'observation des transports.

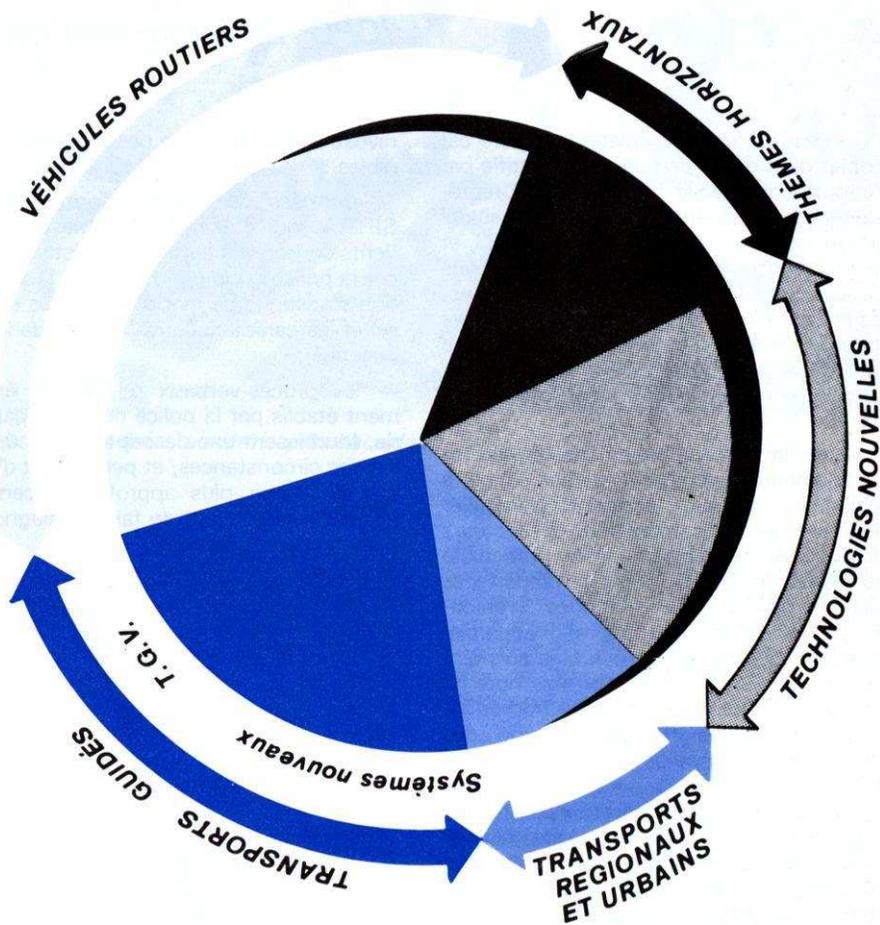
Il convient de noter que les actions prioritaires contenues dans ces dix thèmes couvrent à peu près 20 % de l'ensemble des sujets de recherches qui seront abordés par le secteur des transports terrestres pendant la période couverte par le programme.

## LE PROGRAMME

### " TRANSPORTS TERRESTRES "

( 2300 Millions de Francs )

( sur 6 années )



**THÈMES HORIZONTAUX :** Sécurité, Nuisances, Confort et Conditions de Travail, Marchandises et Logistique, Coopération et Exportation, Système d'observation et Sciences sociales

Ce programme est ambitieux :

1) le montant global du programme s'élève à 2,3 MMF dont 1,1 MMF d'aide de l'Etat. Environ 180 MF de crédits y ont été consacrés en 1983, la prévision actuelle pour 1984 étant de 230 MF. (Il serait à ce propos très souhaitable que cette croissance puisse être poursuivie dans les années à venir.)

2) le programme dispose d'une organisation déjà opérationnelle, dirigée par un Comité dit "d'Evaluation et de Prospective" (composé de 18 personnalités issues de l'Administration, de l'Industrie et des Universités) et gérée par une équipe de liaison

rassemblant les directions, services et agences concernées, ainsi que les grands exploitants (SNCF-RATP).

Il serait présomptueux de présenter des résultats d'un programme de 6 ans qui n'a pas encore vécu ses six premiers mois. Néanmoins la "fédération" d'un ensemble d'intervenants venant d'horizons différents et l'esprit de coopération très ouvert qui en découle sont des gages de progrès et de succès. LE SERT se consacre activement au maintien de cette coopération, indispensable à la réussite d'une opération de recherche et de développement d'une semblable envergure.

# La recherche en sécurité routière

par J. MOREAU de SAINT-MARTIN  
ICPC, Directeur de l'ONSER

La sécurité de la circulation routière est l'objet d'un effort de recherche justifié par l'importance sociale de l'enjeu que représentent les accidents de la route : ceux-ci ont causé près de 12 000 décès en 1983, et le taux de risque — 4 tués pour 100 millions de véhicules-kilomètres parcourus — est deux fois plus élevé que dans des pays comme les Etats-Unis, la Grande-Bretagne ou la Suède - leur coût pour la collectivité est de l'ordre de 80 à 100 milliards de francs par an.

Cependant, ce phénomène massif et socialement intolérable n'est pas simple à expliquer, chaque accident particulier résultant de la conjonction de facteurs défavorables et ayant une faible probabilité au niveau individuel. Dans la plupart des cas, les défaillances "techniques" (véhicules ou infrastructure routière) n'apparaissent pas graves ou imprévisibles au point que le "facteur humain" soit mis hors de cause, et on peut identifier des imprudences, des erreurs de conduite ou des manœuvres inadaptées, comme autant de défaillances de l'utilisateur par rapport aux exigences d'une conduite sûre. Bien entendu, cela n'exclut pas d'améliorer la sécurité par des actions sur l'environnement (route ou véhicule), de même qu'en sécurité du travail on peut adapter le poste de travail aux capacités de l'opérateur, parallèlement à la formation et à la sélection de celui-ci. Notons qu'en matière d'usage de la route les possibilités de sélection sont limitées, pour ne pas apporter de restrictions inacceptables à la liberté de déplacement.

La recherche en sécurité routière doit donc considérer les divers éléments et les divers aspects du système de la circulation, et avoir un caractère largement pluridisciplinaire pour prendre en compte les relations entre ces éléments.

Les grands axes de ces recherches sont les suivants :

## 1) L'accidentologie

L'analyse des circonstances d'accidents est d'un grand intérêt pour identifier les différents facteurs et mécanismes qui interviennent dans la genèse de l'accident. Cette analyse peut être menée à plusieurs

niveaux selon la nature des données disponibles :

— données du fichier informatique du SETRA, qui couvre l'ensemble des accidents corporels à partir des bulletins établis par la police ou la gendarmerie ; l'exploitation statistique permet d'évaluer les enjeux selon les caractéristiques codées dans ces bulletins ;

— les procès-verbaux d'enquête, également établis par la police ou la gendarmerie, fournissent une description plus détaillée des circonstances, et permettent d'étudier de façon plus approfondie certains types d'accident, ou de faire le diagnostic d'une zone dangereuse ;

— des enquêtes spécifiques, à caractère permanent mais ne couvrant qu'un nombre limité d'accidents, permettent d'obtenir des données plus complètes et plus précises en vue d'aller plus loin dans la compréhension des mécanismes mis en jeu ; ces enquêtes peuvent être plus orientées, soit vers la sécurité primaire (genèse et prévention de l'accident) soit vers la sécurité secondaire (comportement au choc et atténuation des conséquences).

## 2) La protection contre les chocs et la biomécanique

A défaut de pouvoir réduire drastiquement le nombre des accidents par des

*"Reconstitution expérimentale d'un accident pour l'étude du comportement au choc".*



actions de prévention, le thème de la sécurité secondaire reste en effet d'actualité. L'amélioration de la protection contre les chocs fait appel, en complément aux données accidentologiques, à des études expérimentales produisant des chocs dans des conditions bien contrôlées. Si les domaines d'application sont d'une part la conception des véhicules (structures, ceinture de sécurité...) et la définition de leurs règles d'homologation, d'autre part la définition des équipements routiers (glissières, barrières, poteaux fragilisés, lits d'arrêt pour poids lourds) les recherches doivent également prendre en compte le comportement du corps humain et déterminer ses limites de tolérance vis-à-vis des efforts produits par le choc (biomécanique des chocs).

### 3) L'ergonomie de la route et du véhicule

Ce domaine est centré sur la tâche que réalise l'usager pour conduire son véhicule et se déplacer dans l'environnement (route, circulation). Concurremment avec les indications données par l'accidentologie, l'analyse des situations de conduite cherche à préciser les exigences de cette tâche, les capacités et habiletés qu'elle met en œuvre, les facteurs psychophysiologiques qui influencent le comportement de l'usager. Il en découle des applications pour l'aménagement des routes et des véhicules en vue d'alléger la tâche demandée à l'usager et d'induire des comportements mieux adaptés aux exigences d'une conduite sûre.

### 4) La psychosociologie de l'usage de la route

Parallèlement à l'environnement physique, l'environnement social et institutionnel a une influence importante sur les comportements, à travers les opinions, attitudes et représentations sociales concernant la mobilité, la circulation, le risque et la sécurité, l'autorité de la loi. Il s'agit donc d'analyser la formation de ces attitudes et représentations sous l'action des groupes sociaux, des médias, et des institutions. Les résultats de ces recherches aident à définir une action mieux adaptée des pouvoirs publics sur :

- la communication sociale en matière de sécurité routière ;
- Le mode de gestion administrative de la circulation ;
- la politique de contrôle et de sanction des infractions routières.

### 5) La pédagogie de la conduite

L'effort de recherche dans ce domaine porte, d'une part, sur une conception plus globale de l'apprentissage de la route (l'acquisition de la maîtrise d'un véhicule étant un moment d'un processus continu allant de l'enfance au recyclage des con-



*Enquête sur les lieux, aussitôt après l'accident.*

ducteurs), d'autre part, sur les possibilités d'innovation en matière de méthodes et de structures pédagogiques, en s'appuyant notamment sur les acquis de la recherche ergonomique.

### 6) Il faut encore citer des thèmes de recherche à caractère plus transversal, tels que :

- **les comportements des conducteurs vis-à-vis de l'alcool** et les effets qu'ont pu avoir la législation, les contrôles, les campagnes d'opinion ;
- **la sécurité des poids lourds**, avec notamment les recherches socio-économiques sur les conditions de travail des conducteurs professionnels ;
- **les méthodes d'évaluation** permettant, d'une part, de prévoir a priori l'enjeu des actions envisageables pour la sécurité et, d'autre part, de vérifier a posteriori l'efficacité de ces actions.

En ce qui concerne les moyens et les structures, un rôle particulier est joué par l'Organisme National de Sécurité Routière (ONSER). Cet organisme sans but lucratif associe les Ministères concernés (Transports, Intérieur, Défense, Santé), la Prévention Routière, les assurances... Ses trois centres (Laboratoire des chocs et de biomécanique, Laboratoire de Psychologie, Centre d'Évaluation) lui permettent d'aborder les différents axes évoqués ci-dessus et de saisir dans une vision globale le problème de la sécurité routière. Mais il faut

mentionner également l'apport plus spécialisé des centres de recherche privés (notamment constructeurs automobiles) ou publics : LCPC, IRT, équipes universitaires et particulièrement Facultés de médecine...

Pour conclure cette brève présentation, nous voudrions souligner que, dans la variété des thèmes abordés par la recherche en sécurité routière, il y a largement place pour les disciplines scientifiques auxquelles les Ingénieurs des Ponts et Chaussées sont plus particulièrement préparés : mécanique et analyse des structures, aménagement de l'infrastructure routière, méthodes d'évaluation statistique et économique. Aussi espérons nous qu'ils seront attirés par ce champ d'activité, où la collaboration avec des chercheurs de disciplines différentes est un élément d'intérêt supplémentaire.

## La recherche dans le domaine de l'urbanisme et des technologies de l'habitat

par Guy BENATTAR, ICPC,  
Délégué Adjoint à la Recherche et à l'Innovation  
Ministère de l'Urbanisme et du Logement

Annoncé par MM. Chevènement et Quilliot le 20 janvier 1983, le Programme Prioritaire de Recherche et d'Innovation Urbanisme et Technologie de l'Habitat (UTH) a été officiellement lancé par MM. Fabius et Quilès le 30 mars 1984.

Pourquoi un tel programme interministériel a-t-il été lancé ? Quels objectifs poursuit-il et de quels moyens dispose-t-il ?

C'est à partir du constat de la faiblesse de l'effort de recherche et de développement dans ces domaines que l'idée d'un programme prioritaire est née. En effet, alors que le chiffre d'affaires (hors exportation) du secteur Habitat et Cadre de Vie représente 12,5 % du Produit Intérieur Brut Marchand (dont 8 % pour le Bâtiment et les Travaux Publics), l'effort de recherche et de développement consacré à ce secteur ne représente que 4 % de la dépense nationale de recherche.

Ainsi le volume de recherche dans le secteur est trois fois inférieur à la moyenne nationale.

Or, les enjeux sont considérables. Sur le plan industriel, "Bâtiment et Travaux Publics" constituent un secteur essentiel pour le pays qui fait vivre 1 800 000 personnes directement et plus de 500 000 autres indirectement. C'est un secteur très dispersé où, à côté de grands groupes qui investissent peu dans la recherche, existent tout un tissu de PME parmi lesquelles l'innovation a du mal à se frayer un chemin.

Sur le plan économique, ces dernières années ont vu la croissance des coûts du logement, qui concerne directement les français et celle des coûts des services et du fonctionnement urbain qui constitue une préoccupation majeure pour les collectivités locales.

Enfin, sur le plan culturel et social, le développement de la civilisation urbaine aussi bien en France que dans le monde s'accompagne de contraintes de plus en plus insupportables.

Le Programme Prioritaire marque la volonté du Gouvernement de répondre à ces défis. Il est centré autour de trois grandes orientations :

— prendre en compte la dimension internationale de ces questions afin d'être en mesure d'apporter aux pays en voie de développement une aide adaptée aux problèmes technologiques, économiques et sociaux tels qu'ils se posent à eux dans ce domaine ;

— mettre au point, dans l'industrie de la construction, des méthodes permettant d'améliorer la productivité dans ce secteur, de telle sorte que les efforts de l'État en faveur du logement aboutissent aux résultats escomptés. Il s'agit notamment :

- de la valorisation des métiers du bâtiment par l'amélioration des conditions de travail et de la formation à tous les niveaux,
- de l'innovation en matière de matériaux et composants de construction,
- de l'utilisation du système normatif et réglementaire comme instrument d'une politique économique orientée vers l'exportation.

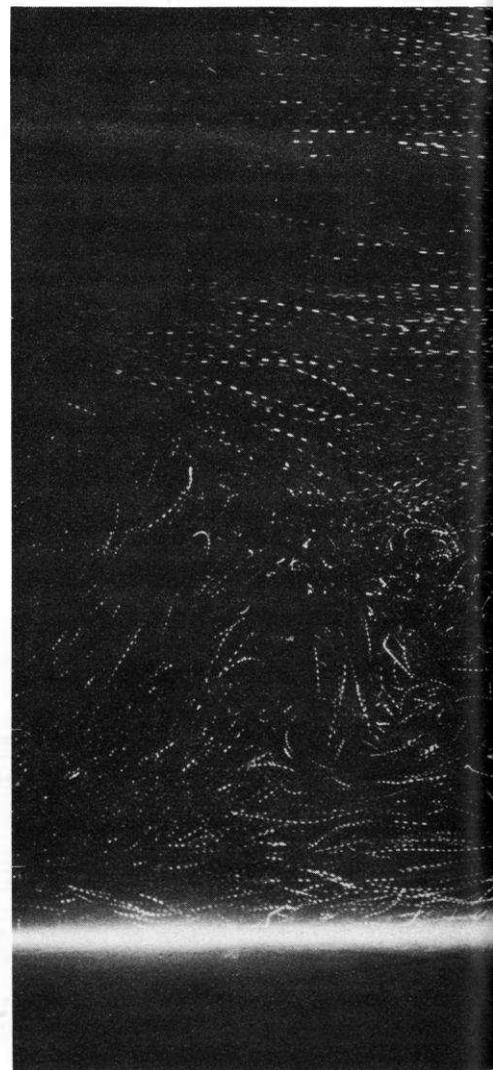
Pour atteindre ces objectifs, le Programme UTH est doté d'une structure d'animation de la recherche et s'appuie sur un effort important pour la formation.

Un délégué interministériel (M. Jean-Eudes Roullier) anime l'ensemble du dispositif en s'appuyant sur la Délégation à la Recherche et à l'Innovation du Ministère de l'Urbanisme et du Logement.

Un Conseil National d'Orientation présidé par les deux Ministres, assistés de deux vice-présidents : MM. Millier et Chemetov, a pour mission de proposer, à partir des grandes orientations, les priorités et les axes du Programme et d'aider à la diffusion des recherches et expérimentations, grâce à la diversité de ses 71 membres.

A côté du Plan Construction et Habitat, bien connu des lecteurs de PCM, deux autres Plans ont été mis en place : le Plan Urbain et le Plan Lieux de Travail et Cons-

Visualisation laser des écoulements autour d'u



tructions Publiques, qui ont eux aussi pour ambition de sensibiliser l'opinion et de rapprocher les différents acteurs (Centres de recherches, maîtres d'ouvrages, entreprises, bureaux d'études, usagers) autour de programmes finalisés comme le Cycle Urbain de l'Eau ou l'impact des nouvelles technologies sur la conception des bureaux.

Le Programme Prioritaire s'appuie sur un effort important d'expérimentation, qui a pour but d'associer largement les professions et qui est indispensable pour tester les innovations et les progrès et pour les diffuser.

Parallèlement, l'effort de recherche appelle une mobilisation accrue dans le domaine de la formation et un meilleur appui mutuel des secteurs recherche et enseignement dans le domaine de l'enseignement supérieur (Unités Pédagogiques d'Architecture, École Nationale des Ponts et Chaussées, École Nationale des Travaux Publics de l'État).

De même, les organismes de recherche du Ministère (LCPC, CSTB, IGN) et de la profession (Centres Techniques, CEBTP) accorderont une place accrue à des recherches concourant aux objectifs du Programme Prioritaire et un effort particulier est consacré à la mise en place de grands équipements de recherche scientifique et technique dans les domaines du bâtiment et du génie urbain.

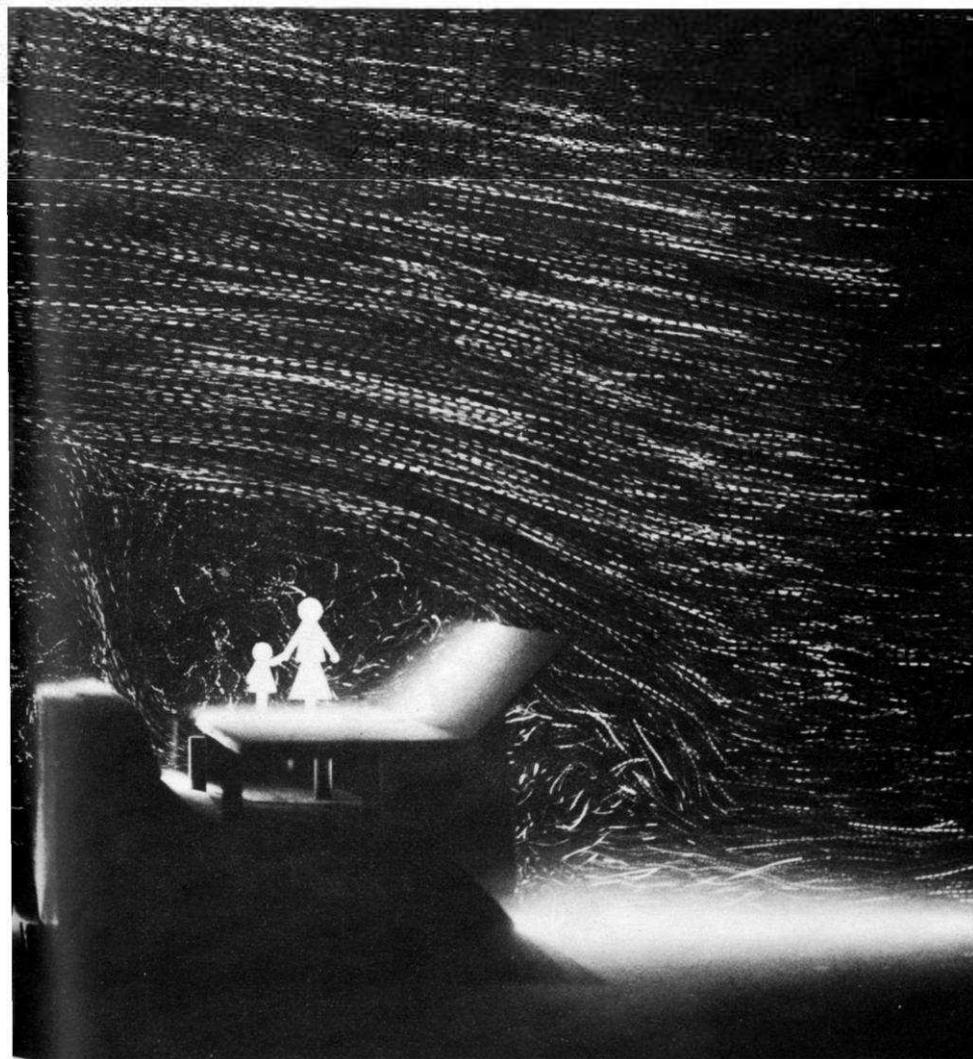
Enfin, le CNRS et les Universités, dont le potentiel de recherche est important dans le domaine, vont accroître leur effort, et, en particulier, le CNRS vient de décider la création d'une nouvelle Commission Interdisciplinaire qui réunira des chercheurs en sciences sociales, en sciences physiques pour l'ingénierie et en architecture.

C'est donc une véritable mobilisation de la Recherche que propose le Programme UTH.

Les moyens dont il dispose sont à la hauteur de ses ambitions : 300 MF en 1984 (sur un effort global de recherche de l'ordre de 1 200 MF).

C'est au résultat qu'il devra être jugé et, en particulier, à sa capacité à développer la recherche et l'innovation dans les professions. La période peut sembler peu propice quand on pense aux très graves difficultés d'existence du secteur du BTP, mais c'est justement parce qu'il y a ces difficultés qu'un effort doit être fait pour la recherche et l'innovation, qui donnera aux entreprises des atouts supplémentaires pour gagner des marchés nouveaux ou simplement survivre.

*arelle piétonnière autoprotégée du vent.*



# Aérodynamique et climatologie du bâtiment au C.S.T.B.

Par Jacques BIETRY, ICPC  
Chef de l'établissement de Nantes du C.S.T.B.

Etablissement public de l'Etat, à caractère industriel et commercial, le CSTB (\*) est placé sous la tutelle du Ministère de l'Urbanisme et du Logement, dont il est l'organe de recherche en matière de Bâtiment. Il s'est déconcentré à Nantes (aérodynamique, climatologie, éclairage) et à Grenoble (acoustique, physique des matériaux) au tout début des années 1970, et plus récemment à Sophia-Antipolis (énergie solaire).

## Effets du vent sur les constructions

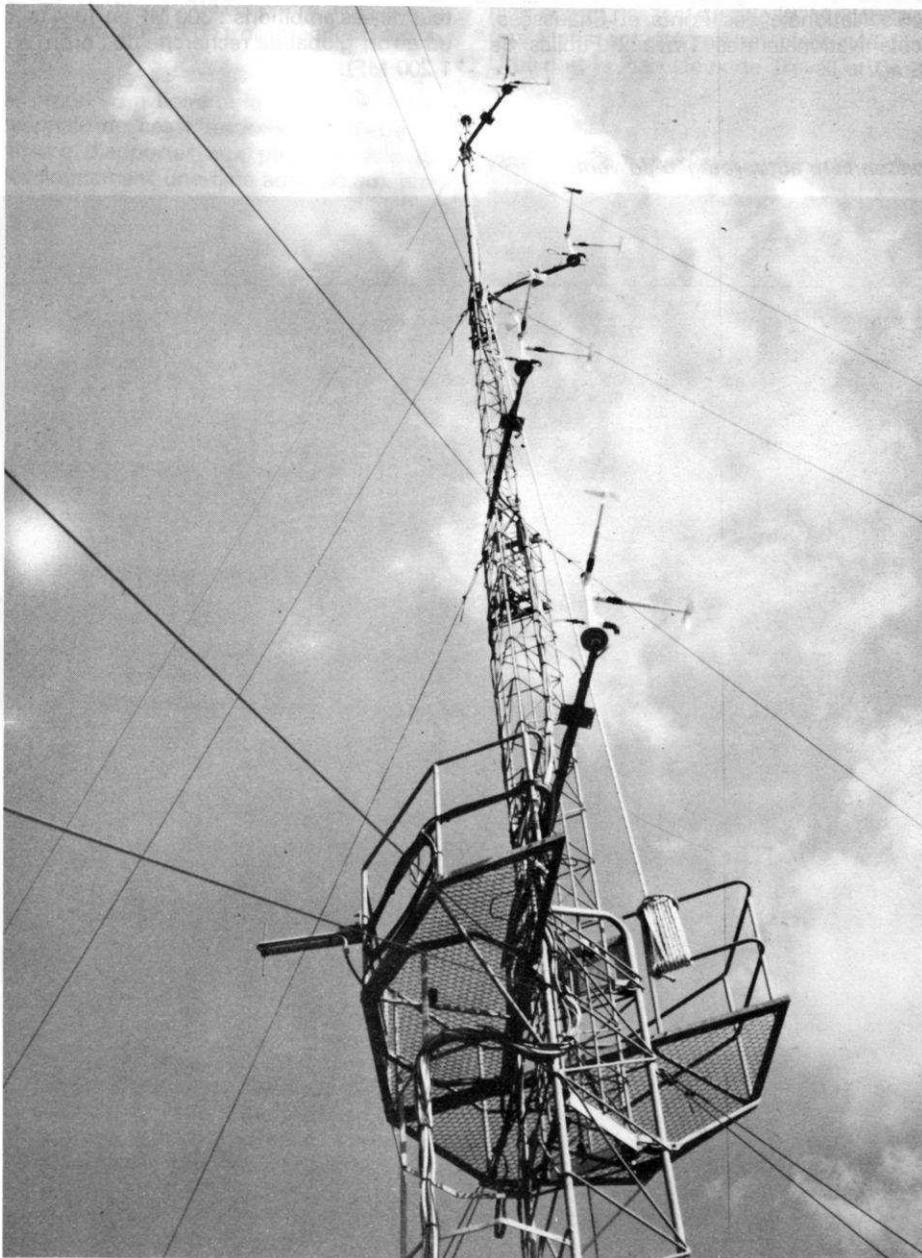
A Nantes, cette opération de décentralisation fut l'occasion de démarrer de nouvelles activités de recherche, d'abord orientées dans un domaine où la France était quasiment absente du monde de la recherche : les effets du vent sur les constructions.

### Connaissance du vent dans les basses couches atmosphériques

Dans les premières centaines de mètres au-dessus du sol, le vent est turbulent, c'est-à-dire qu'il varie en vitesse et direction d'un instant à l'autre et d'un point à un autre. Cette structure spatio temporelle du vent ne peut être décrite qu'en termes de **processus stochastique** (ou fonctions aléatoires), que l'on peut considérer comme localement stationnaire à l'échelle de l'heure.

Mal connu des météorologistes pour qui les villes ne sont que des "accidents" à l'échelle synoptique, le vent urbain, fortement turbulent, est d'un intérêt primordial pour les constructeurs. Nous l'avons caractérisé (gradient de vitesse, corrélations spa-

Fig. 1 Structure spatiale et temporelle de la turbulence près du sol.



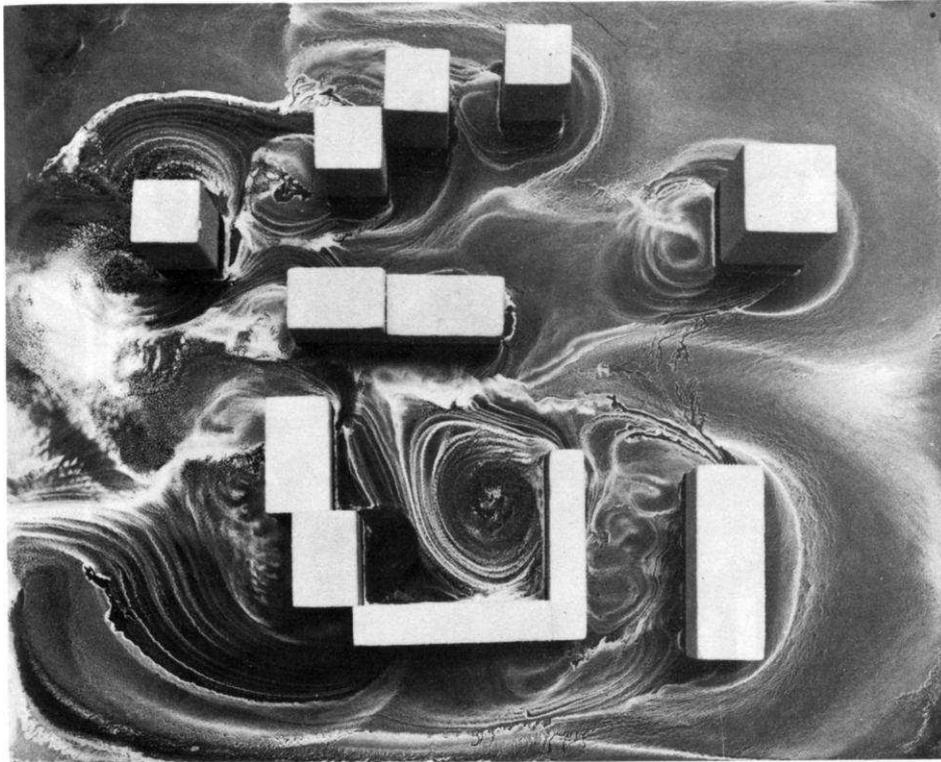


Fig. 2 Visualisation des écoulements près du sol dans un ensemble bâti.

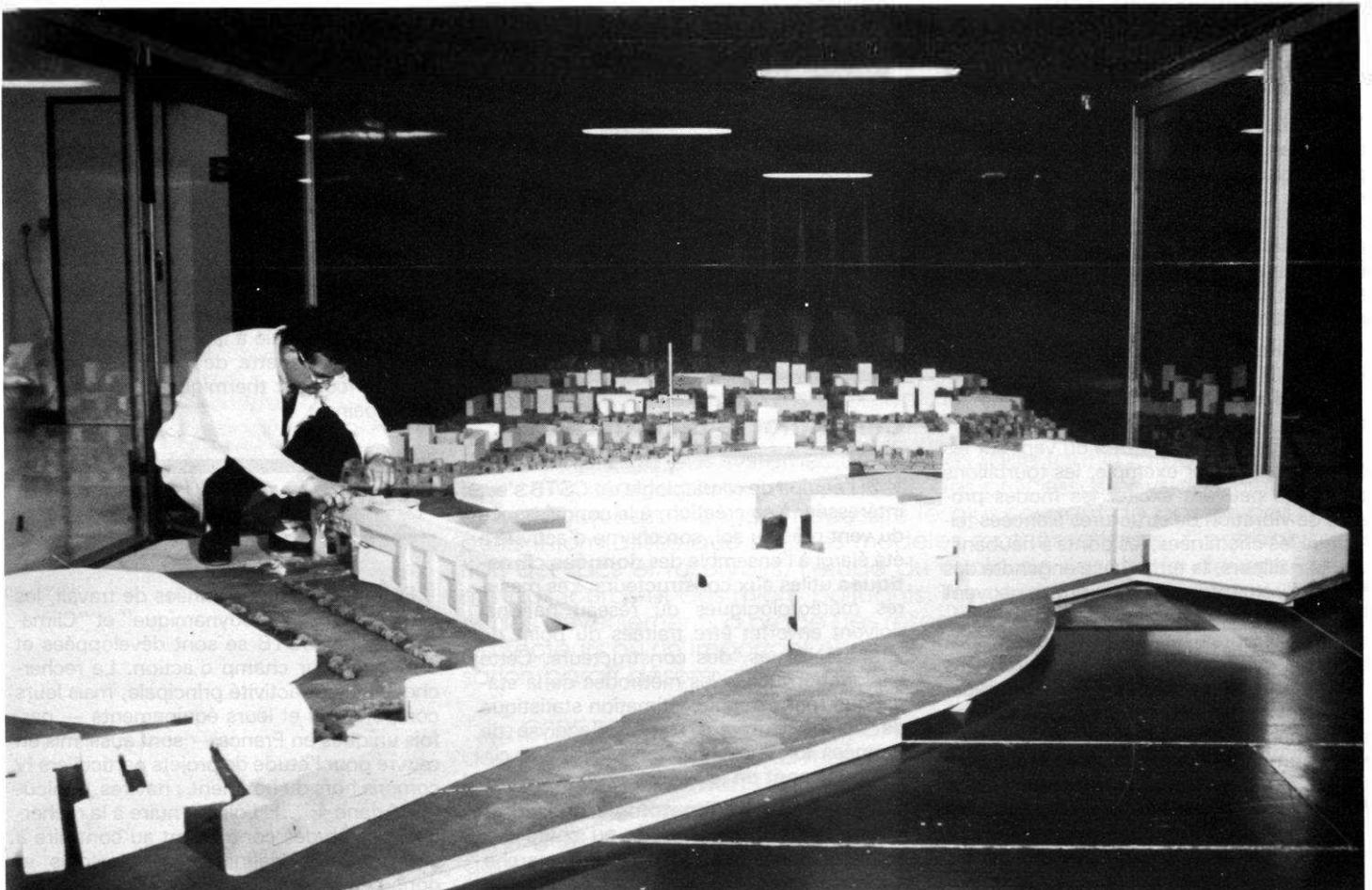
tiales, densités spectrales), au CSTB, au moyen d'une quinzaine de points de mesures simultanées du vecteur vitesse instantanée, répartis sur 3 pylônes de 60 m de hauteur.

De même, l'influence de la topographie (collines) et de la rugosité (à la transition mer-terre notamment), sur les caractéristiques du vent près du sol a été étudiée expérimentalement, sur le terrain (fig.1).

Cette **démarche expérimentale** menée dans des conditions climatiques évidemment plus sévères que celles du laboratoire, est longue et coûteuse. Elle est nécessairement accompagnée d'une **démarche théorique**, qu'elle doit étayer ou pour qui elle est la référence. C'est ainsi que les moyens informatiques modernes (VAX 11/750) sont largement utilisés, pour le traitement des données et pour la création de **modèles numériques**, par exemple du vent turbulent au-dessus d'une colline plus ou moins rugueuse.

(\*) Centre Scientifique et Technique du Bâtiment

Fig. 3 Soufflerie atmosphérique turbulente du CSTB (Étude du futur Ministère des Finances, quai Bercy).



## Simulation du vent turbulent en soufflerie

Si les méthodes de modélisation numérique des écoulements turbulents progressent, au point d'être utilisables pour décrire l'influence d'un site sur le vent, elles sont impuissantes à traduire la très grande complexité (fig. 2) des phénomènes lorsqu'il s'agit de l'interaction d'un vent turbulent avec un ensemble bâti aux formes variées.

Il faut recourir alors à l'étude sur modèles réduits dans des souffleries turbulentes d'un type nouveau et particulier, parfois appelées "soufflerie à couche limite".

Par le jeu de divers générateurs de tourbillons placés à l'entrée de la veine et de rugosités réparties sur le sol de la veine (fig.3), on s'efforce de reproduire, à l'échelle de la maquette, le gradient vertical de vitesse moyenne, la répartition spatiale de l'intensité de turbulence, les corrélations spatiales et la densité spectrale des fluctuations de vitesse.

Le CSTB dispose de deux souffleries de ce type, permettant de couvrir une gamme d'échelles géométriques allant du 1/100 au 1/1000 ; la plus récente date de 1979 et se situe toujours au tout premier plan mondial par ses performances et ses dimensions.

Des techniques de mesures et de traitement de signal appropriées ont été développées et s'appuient sur un système informatique spécifique (PDP 11/34).

## Etude des effets du vent en soufflerie

Ces moyens de simulation sont utilisés aussi bien pour des études particulières de projet (par exemple celle de l'amarrage du nouveau dock flottant du Havre), que pour des recherches destinées à accroître les connaissances et à améliorer les méthodes et les règles de calcul des structures. Les axes de recherche en cause portent sur la connaissance :

- des **pressions** fluctuantes exercées par le vent sur les parois
- des **forces et sollicitations** qui en résultent dans les structures
- des **effets dynamiques** du vent sur les constructions. Par exemple, les tourbillons de sillage peuvent exciter les modes propres de vibration de structures élancées telles que les cheminées, les ponts à haubans, ... ; par ailleurs, la turbulence engendre des forces fluctuantes dont les effets peuvent être considérablement augmentés si les fréquences propres de la construction sont assez basses (cas des grandes tours). Des méthodes particulières ont été élaborées, associant la simulation en soufflerie des phénomènes aérodynamiques et le traitement numérique, des aspects relevant de la dynamique des structures (transformée de Fourier)
- des **écoulements** dans les zones urbaines. Des recherches générales ont permis de dégager des recommandations pour évi-



Étude expérimentale du confort sur un plateau piétonnier.

ter ou réduire les manifestations déplaisantes du vent dans les espaces publics (circulations, zones piétonnières, aires de jeux.

## Climatologie du bâtiment

Si l'équipe de climatologie du CSTB s'est intéressée, à sa création, à la connaissance du vent près du sol, son champ d'activité a été élargi à l'ensemble des **données climatiques** utiles aux constructeurs. Les mesures météorologiques du réseau national doivent en effet être traitées du point de vue spécifiques, des constructeurs. Cette exploitation utilise les méthodes de la statistique (par exemple estimation statistique de valeurs extrêmes) ou de l'analyse de données lorsque plusieurs paramètres climatiques sont en jeu.

Enfin, la **microclimatologie des espaces urbains** a été abordée au cours des dernières années. A partir d'une démarche expérimentale sur le terrain (fig. 5) un essai

de modélisation est en cours. Le but visé est d'élaborer un outil informatique, éventuellement associé à la simulation en soufflerie, qui permette de prévoir les conditions de confort thermique dans les espaces urbains.

## En conclusion

En une douzaine d'années de travail, les deux équipes "Aérodynamique" et "Climatologie" du CSTB se sont développées et ont élargi leur champ d'action. La recherche reste leur activité principale, mais leurs compétences et leurs équipements — parfois uniques en France — sont aussi mis en œuvre pour l'étude de projets particuliers (y compris hors du bâtiment : navires, véhicules, Ariane 4, ...). Loin de nuire à la recherche, ces études contribuent au contraire à une meilleure définition des besoins et donc des programmes.

## Modélisation mathématique de la qualité des eaux

Jacques GAILLARD, I.P.C.  
Directeur-adjoint du CERGRENE (ENPC)

---

Jacques Gaillard, I.P.C., promotion 1978, conduit depuis cette date des recherches sur les techniques de modélisation mathématique de la qualité des eaux. Après avoir réalisé une thèse au Centre d'Etudes et Recherches EDF de Chatou sur l'élaboration d'un modèle hydrobiologique du réservoir de Grangent sur la Loire, il est actuellement directeur-adjoint du CERGRENE, Centre d'Enseignement et de Recherches de l'ENPC, où il anime un axe de recherches sur ce thème.

---

L'impact croissant des activités humaines sur la qualité des eaux naturelles, et les implications économiques qui en découlent en terme de limitation des usages de l'eau, exigent que ces problèmes ne soient plus seulement abordés de manière descriptive, comme c'était généralement le cas par le passé, mais de manière prédictive. Il s'agit de fournir aux gestionnaires de l'eau des outils d'aide à la décision, permettant d'évaluer l'impact d'un projet d'aménagement sur le milieu naturel et d'apporter des éléments techniques d'appréciation des diverses alternatives d'investissement.

La complexité des systèmes concernés (due tant à la complexité de leur composante physique qu'à celle des processus physico-chimiques et biologiques mis en jeu) nécessite le plus souvent de passer par des outils informatisés que sont les modèles mathématiques. L'eutrophisation des lacs et réservoirs, l'étude du cycle de l'azote, le devenir des métaux lourds et des micro-polluants, l'impact des rejets d'eaux usées et des déversements d'orage des réseaux d'assainissement sont autant de secteurs où un important effort de recherche en matière de modélisation paraît désormais indispensable.

Le CERGRENE y consacre actuellement tout un axe de recherche, sur des sujets divers tels que la modélisation hydrodynamique et hydrobiologique du lac Léman (thèse de docteur-ingénieur de B. Tassin, ingénieur civil des Ponts) ou l'étude de l'impact des déversements d'orage en région parisienne sur la qualité de la Seine à l'étiage (thèse de docteur-ingénieur de E. Clamagirand, ingénieur civil des Ponts).

## La recherche à l'École Nationale des Ponts et Chaussées

par Bernard HIRSCH, IGPC  
Directeur de l'École Nationale des Ponts et Chaussées  
et Pierre VELTZ, IPC  
Directeur de la Recherche  
à l'École Nationale des Ponts et Chaussées

L'École des Ponts et Chaussées est, comme chacun sait, la doyenne des grandes écoles d'ingénieurs et sa fondation remonte à 1747. Mais l'idée d'associer la recherche à l'enseignement est beaucoup plus récente : c'est en 1831 qu'a été créé le premier laboratoire afin "d'exercer les élèves aux analyses des pierres à chaux et aux essais de pierres gélives". Ce laboratoire s'est développé au fil des ans et loin de se cantonner dans l'enseignement il s'est orienté vers la recherche et les applications pratiques.

En 1949, le laboratoire s'est séparé de l'École et devint un Service distinct sous le nom de Laboratoire Central des Ponts et Chaussées. Ce changement de statut était destiné à répondre aux besoins accrus des services notamment dans le domaine routier et à contribuer au progrès des techniques de génie civil lié à l'introduction des méthodes scientifiques dans cette branche d'activité.

Les autres grands laboratoires, publics et privés, comme le centre scientifique et technique du bâtiment, l'Institut de recherche des transports, le laboratoire national d'hydraulique, le C.E.B.T.P. sont eux aussi indépendants des établissements d'enseignement. Cette politique a permis de constituer des organismes puissants, dotés d'un personnel nombreux et de moyens matériels importants. Elle a facilité l'interpénétration entre la recherche, les applications et les essais techniques. Pour l'École des Ponts et Chaussées, cependant, cette séparation entre la recherche et l'enseignement a été fâcheuse. Elle va, d'ailleurs, à contre-courant de l'évolution constatée dans les autres grandes Écoles françaises. Et elle est tout à fait atypique par rapport à la situation de la quasi-totalité des grands établissements d'enseignement supérieur scientifiques et technologiques à travers le

monde, qui sont toujours de grands pôles de recherche, et qui manifestent souvent un dynamisme et une efficacité remarquables dans le transfert recherche-industrie, si difficile à obtenir en France.

C'est ce que notait le Directeur de l'École, André Pasquet, dans un rapport présenté il y a exactement dix ans au Conseil de Perfectionnement : "Aussi apparaît-il indispensable — ajoutait-il — de doter l'École, grâce au transfert à Palaiseau, des laboratoires et de l'équipement scientifique que l'exiguïté de ses locaux actuels n'a pas permis de lui donner, à l'exception du Centre de Calcul et du modeste atelier d'Urbanisme qui ont accaparé les derniers mètres carrés disponibles rue des Saints-Pères. Précisons qu'il n'est pas question de reconstituer ou de doubler les Centres de Recherches qui existent dans le Ministère, dans l'Université, dans les autres Grandes Écoles et dans d'autres organismes publics et privés, avec lesquels l'E.N.P.C. poursuivra et développera sa politique de coopération grâce aux travaux de fin d'études et de formation post-scolaire.

Il s'agit essentiellement de fournir aux enseignements l'appui expérimental moderne qui leur fait actuellement défaut, et de donner à l'École les moyens nécessaires à l'exécution de sa mission de recherche dans les domaines de sa compétence. Plus généralement, il importe de donner progressivement à des Elèves issus d'une formation théorique et abstraite un comportement d'ingénieur fondé sur l'aspect pratique et concret des connaissances, c'est-à-dire sur l'observation et l'expérimentation, et de leur faire comprendre la relation entre les résultats expérimentaux et leur représentation théorique".

En dehors du transfert à Palaiseau, pour

lequel l'essai n'a pas pu être transformé, les objectifs restent les mêmes que ceux que fixait A. Pasquet. Il faut cependant noter que la situation est meilleure aujourd'hui qu'il y a dix ans grâce à l'action persévérante d'André Pasquet et de Jacques Tanzi : plusieurs centres de recherche ont été créés au prix de grandes difficultés et avec peu de moyens mais ils existent et leur audience se développe d'année en année.

Deux de ces centres sont communs. L'École des Ponts et Chaussées est associée :

— avec l'École Polytechnique et l'École des Mines au laboratoire de mécanique des solides, installé à Palaiseau

— avec l'École des Mines, au Centre de Géologie de l'ingénieur, installé boulevard Saint-Michel

Les autres Centres sont propres à l'École :

- le CERMES : Mécanique des Sols
- le CERGREN : Hydrologie et sciences de l'environnement
- le CERMA : Mathématiques appliquées
- le CERMAC : Sciences des matériaux de construction
- le CERAS : Sciences économiques
- le CERTES : Socio-Économie
- le CERIA : Informatique appliquée.

Bien que de formation récente et constitués de petites équipes, les centres de recherche se font peu à peu connaître par leurs travaux et par la qualité de leurs chercheurs, certains projets sont menés conjointement avec d'autres établissements : le CERMES travaille avec des universités américaines (Boulder, Louisiane) et le Technion de Haïfa, le CERAS a des liens étroits avec Berkeley et le MIT, le CERMA est associé au centre homologue de l'École Polytechnique, etc...

Parallèlement s'est développée la formation par la recherche, formation post-scolaire de 2 ou 3 ans débouchant sur une thèse de docteur-ingénieur. Les premières bourses ont été accordées en 1971. Le premier doctorat (en génie civil) a reçu son habilitation en 1976 puis deux autres doctorats ont été institués pour les sciences de l'environnement et du bâtiment. Le nombre des élèves-chercheurs a augmenté fortement : 28 en 1975-76, 180 aujourd'hui (DEA compris).

Du côté des ingénieurs-élèves l'attrait pour la recherche se marque d'une façon plus nette qu'autrefois et la Direction du Personnel a adopté une politique très positive en ouvrant des postes en nombre supérieur à ce qu'exigerait la stricte application du décret Suquet.

Trois jeunes ingénieurs du corps sont actuellement en train de préparer une thèse dans les centres de recherche de l'École.

La situation de la recherche est cependant moins favorable que ne le laisserait supposer l'exposé qui précède. Les centres de recherche, propres à l'École, sont trop peu nombreux, et surtout, les moyens dont ils disposent en personnel et en matériel sont insuffisants pour qu'ils atteignent la taille critique.

La comparaison avec l'École des Mines est éloquent : en 1982 celle-ci disposait pour ses laboratoires de recherche de 430 scientifiques et de 250 techniciens et administratifs. Les données correspondantes sont respectivement de 52 et 10 pour l'École des Ponts et Chaussées. Quant aux moyens financiers consacrés à la recherche, ils varient dans la proportion de 1 à 10 entre les deux Écoles.

## Stratégie de demain

Nul ne conteste aujourd'hui la nécessité d'associer étroitement la recherche et la formation des ingénieurs et de rattraper le retard de l'École dans ce domaine.

Dès cette année, les élèves-ingénieurs issus du concours commun sont affectés pendant 3 mois dans un laboratoire pour prendre contact avec l'activité de recherche. C'est ce que font déjà, avant leur entrée à l'École, les polytechniciens, civils ou du corps. Ainsi, dorénavant, tous les élèves auront reçus une sensibilisation à la recherche dans un laboratoire qui, dans quelques cas, peut avoir des préoccupations très éloignées de celles de l'École : certains élèves travaillent sur la génétique ou sur la physique nucléaire. Il s'agit de les initier à la méthode expérimentale, à la recherche documentaire, à l'analyse des données, beaucoup plus que de leur faire acquérir des connaissances.

Les laboratoires de recherche de l'École doivent jouer un rôle important dans cette initiation. Cela leur sera beaucoup plus facile, à partir de l'année 1985, lorsqu'ils

seront tous regroupés à Marne-la-Vallée dans des locaux qui vont être loués dans un immeuble, actuellement en construction, situé au-dessus de la gare du RER de Noisy-le-Grand Mont-d'Est.

Ce nouveau pôle de l'École va être organisé **autour** des centres de recherche et les communications seront très faciles avec les salles réservées aux élèves pour les cours, les travaux expérimentaux et l'informatique. Les laboratoires deviendront alors véritablement les centres d'enseignement et de recherche qu'indiquent les trois premières initiales de leur sigle.

Ce regroupement des moyens et l'amélioration des conditions de travail ne sont qu'une première étape. Il faut que l'École puisse créer de nouveaux centres de recherche et renforcer ceux qui existent jusqu'à atteindre la taille critique. La conjoncture actuelle ne se prête guère à une telle politique de croissance à un moment où les effectifs de l'Administration stagnent, voire décroissent. C'est pourquoi une stratégie originale est envisagée : l'École est disposée à accueillir dans ses locaux de Marne-la-Vallée des équipes extérieures, qui continueraient à dépendre de l'organisme auquel elles appartiennent. Les avantages seraient réciproques : pour l'École la présence de laboratoires, le voisinage des chercheurs, l'accueil des élèves pendant la formation initiale ou pour la préparation d'une thèse. Pour l'organisme extérieur, cela peut être une cure de rajeunissement, l'occasion de collaborer avec des équipes différentes, d'intensifier les contacts avec les milieux universitaires, de faire travailler les élèves, et en particulier les élèves-chercheurs, ainsi que de plus grandes facilités pour la sélection et le recrutement des meilleurs éléments.

Des contacts ont déjà été pris. Le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées est le premier à se lancer dans l'aventure et va transférer à Noisy-le-Grand une équipe de Mécanique qui travaillera sur la dynamique des structures. Nous sommes également en pourparlers avec l'Institut de recherche des Transports pour créer un centre d'enseignement et de recherche sur la circulation routière, thème plein d'avenir qui ne peut se développer que par "fertilisation croisée" avec d'autres disciplines scientifiques. Nous avons également eu des discussions avec l'École Nationale du Génie Rural et des Eaux et Forêts pour le développement du CERGREN, avec l'Electricité de France, avec l'Université de Paris VI (qui met en place un DEA commun avec l'École des Ponts en informatique et en intelligence artificielle).

Toutes ces tentatives n'aboutiront peut-être pas mais plus elles seront nombreuses plus les résultats seront notables. C'est pour cela que nous profitons de la tribune offerte par le P.C.M. pour lancer un appel à tous les responsables des organismes de recherche publics ou privés, en leur demandant de réfléchir à une association avec l'École Nationale des Ponts et Chaussées.

## Intelligence artificielle et vraie modestie

par Pierre HAREN, IPC

Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique

*Pierre Haren est Ingénieur des Ponts et Chaussées. Après avoir obtenu le Ph. D. du MIT en 1980, il a passé trois années au Ministère de la Mer, ou il était nommé chef de la Mission de la Recherche en 1982. Depuis Novembre 1983, il est responsable du projet "Système Multi-Expert de Conception en Ingénierie" au laboratoire INRIA de Sophia-Antipolis.*

L'intelligence Artificielle (IA) est la branche de l'informatique qui se préoccupe de la possibilité de donner aux ordinateurs un comportement apparemment intelligent.

Vieille préoccupation de l'humanité que ce mythe de la machine intelligente ! D'Aristote à Douglas Lenat, des générations de philosophes et de mathématiciens ont imaginé, par anthropomorphisme ou modestie, des comportements intelligents qui ne seraient pas humains. La civilisation industrielle est pètrie de références à la métaphore du cerveau - "machine à engrenages", qu'il serait possible d'imiter.

Or, depuis une vingtaine d'années, l'irruption de l'ordinateur a enfin fourni un terrain d'expérimentation à ces préoccupations d'ordre philosophique, psychologique ou épistémologique sur la nature de l'intelligence.

Aussi, l'intelligence artificielle peut être considérée à la fois comme une nouvelle science expérimentale, l'un des domaines scientifiques les plus excitants du moment, et la promesse, à terme, d'une révolution scientifique et industrielle prodigieuse.

En tant que science, l'IA est fortement pluridisciplinaire. La jeunesse du domaine attire des chercheurs de formations très diverses : mathématiciens, informaticiens, psychologues, linguistes et ingénieurs confrontent leurs hypothèses sur les représentations que crée et manipule le cerveau humain, et sur la manière de les imiter pour reproduire son comportement.

Cette pluridisciplinarité est un des atouts du domaine, car elle garantit à la fois la capacité du milieu scientifique à accepter de nouvelles énergies en provenance d'autres disciplines, et une certaine plasticité des paradigmes en vigueur.

Ainsi, on assiste en ce moment au développement rapide d'une branche de l'IA, les "systèmes experts". Ces programmes incorporent et manipulent des règles de comportement d'experts humains, afin de décharger ceux-ci de tâches intelligentes mais routinières.

De fait, les mathématiciens du monde entier n'effectuent plus d'intégrations for-

melles "à la main". Un programme du MIT, appelé MACSYMA, résout tous les problèmes de taupe plus vite et plus sûrement qu'un colloque de professeurs de classes préparatoires ! Un certain nombre d'autres programmes font du diagnostic médical, de la reconnaissance de gisements minéraux, du suivi de systèmes complexes, etc...

Dans tous ces cas, les chercheurs en IA ont trouvé le moyen de représenter une certaine connaissance du monde, dans un domaine bien précis, et de lui donner une forme dynamique (règles de production, réseaux sémantiques, frames etc...) qui permette la reproduction du comportement "expert".

On entrevoit l'intérêt scientifique d'une telle approche, et les implications philosophique et économique des résultats de ces recherches. Il s'agit, à moyen terme, de la productivité des activités du tertiaire, et, à plus long terme, d'une nouvelle relation de l'individu avec le savoir-faire et les connaissances de l'humanité.

Cependant, dans l'engouement des médias pour ces réalisations, il est parfois difficile de savoir quels problèmes peuvent être traités par la simple application de résultats déjà connus, et quelles performances relèvent encore de la recherche, ou de l'utopie.

De façon très schématique, on peut séparer les systèmes experts en deux grandes catégories : ceux qui font de la reconnaissance de formes, et ceux qui créent. Toutes les tâches de diagnostic, de détection de surveillance, relèvent de la première catégorie, qui est, à l'heure actuelle, raisonnablement au point. Les recherches sont encore très actives dans ce domaine, mais un certain nombre de réalisations industrielles existent déjà, et leur nombre ne va cesser de croître. Les domaines traditionnels des ingénieurs des ponts seront certainement touchés par cette évolution : pilotage de centrales nucléaires, surveillance de bâtiments, voire utilisation de la réglementation (quels textes sont applicables à une situation donnée, par exemple), etc...

La deuxième catégorie de systèmes concerne encore plus les ingénieurs : il s'agit en effet de modéliser les comportements

des concepteurs, dans la planification industrielle, la conception de pièces ou d'ouvrages complexes, le pilotage de robots en environnement changeant, etc... Ces tâches diffèrent des premières en ce qu'elles nécessitent l'introduction automatique de nouveaux objets, puis la prise en compte des interactions entre ces objets, à la différence du diagnostic, qui ne fait "que" raffiner une hypothèse, par exemple. On imagine sans peine l'accroissement de complexité que représente cette deuxième étape, à laquelle travaillent cependant de nombreuses équipes.

C'est à un projet de ce type que je suis rattaché à l'INRIA, avec pour objectif la mise au point d'une architecture nouvelle de système multi-expert, appliquée dans un premier temps à l'aide à la conception portuaire. Cependant, une extension aux problèmes du bâtiment est déjà envisagée avec le CSTB, et je ne doute pas que de nombreux autres domaines soient susceptibles d'être modélisés à terme par la même architecture informatique.

Il existe enfin une troisième classe de système expert, encore débutants, qui se tourne vers la génération automatique de concepts... Ainsi, les chercheurs d'Edinburgh auraient écrit un programme qui analyse et classe des fins de partie aux échecs. Les conduites à tenir, générées automatiquement à partir de ces concepts, seraient 30 % plus efficaces que les meilleurs programmes d'origine humaine, et, de plus, totalement incompréhensibles... C'est dire que l'IA n'a pas fini de nous surprendre !

Quelques remarques pour conclure, sur la situation matérielle des chercheurs français, qui est franchement mauvaise par rapport à celle de leurs homologues anglais ou américains. Peu de machines performantes (une machine spécialisée en IA vaut facilement 1 MF), peu ou pas de postes nouveaux, un intérêt très prudent des industriels... la France semble en passe de rater la révolution technologique d'après la révolution robotique.

La faute en incombe certainement en partie aux chercheurs eux-mêmes, car la tentation est grande pour eux d'adopter une attitude vraiment modeste, voire de minimiser les résultats potentiels de leurs recherches afin de ne pas soulever trop d'espairs trop tôt.

C'est que l'IA a déjà connu un certain engouement aux USA, dans les années soixante, avant de redescendre dans les priorités des financeurs, victime de ses propres promesses non tenues (sur la traduction automatique par exemple).

Cependant, les importants efforts financiers récemment déployés au Japon et aux USA en faveur de cette discipline prouvent que certains dirigeants ont perçu la maturité de celle-ci, et son énorme potentiel. Il reste à souhaiter que notre pays, aujourd'hui si fier de sa capacité en logiciel, réagisse suffisamment vite pour ne pas être définitivement éliminé de la compétition pour les logiciels de demain.

# CdF

- Développe la consommation de l'énergie-charbon en France.
- Rentabilise et modernise notre production nationale.
- Accélère la revitalisation des régions minières par l'industrialisation.
- Investit dans les recherches de pointe pour développer les nouvelles technologies du charbon.
- Gère et maîtrise les nouvelles activités nées du charbon.
- Exporte son savoir-faire à l'étranger et participe à la grande aventure mondiale du charbon.

# CdF



**Charbonnages de France**

*L'animateur de toute la chaîne charbonnière.*

## Protons et neuropharmacologie

par Daniel SCHERMAN, IPC  
Chargé de recherche au CNRS

L'objet de cet article est de décrire l'évolution des méthodes de la neuropharmacologie moderne, et de montrer comment on peut aborder certains problèmes de biologie fondamentale avec un esprit de physicien ou d'ingénieur. Rappelons que les maladies nerveuses, difficilement curables et impliquant des traitements de longue durée, occasionnent une part importante des dépenses de santé, d'où l'enjeu économique des recherches engagées dans ce domaine.

Les méthodes de travail des neuropharmacologues ont beaucoup évolué ces dernières années. On a d'abord cherché à purifier les composants actifs contenus dans des végétaux à qui une connaissance populaire empirique attribuait certaines propriétés. Ainsi, à partir de la plante "rauwolfia serpentina" utilisée depuis des siècles en Inde, on a pu obtenir la réserpine, alcaloïde complexe aux effets multiples (calmants, myorelaxants, hypotenseurs, etc...). Le gros inconvénient de ce type de produit est justement le manque de spécificité de son action, et la réserpine n'est pratiquement plus employée de nos jours. Une seconde étape de la démarche pharmacologique est donc d'obtenir, par des modifications chimiques minimales, des dérivés de ces molécules possédant une action plus restreinte. Bien que des dizaines de milliers de dérivés de ce type soient synthétisés et étudiés chaque année, cette méthode systématique présente des inconvénients évidents, notamment d'ordre financier, et l'on évolue actuellement vers une recherche orientée par les découvertes récentes de la neurobiologie fondamentale.

Pour éclaircir cet exposé, rappelons brièvement ce qu'est la transmission nerveuse. Le système nerveux peut être défini comme un ensemble de cellules, les neurones, communiquant entre elles au moyen de contacts, les synapses. Ces synapses, parfois très éloignées du corps des cellules qu'elles mettent en contact, sont liées à ces corps cellulaires par une extension tubulaire appelée axone pour la cellule émettrice et dendrite pour la cellule réceptrice du signal. L'information part du corps d'une première cellule sous la forme d'un signal électrique qui modifie la différence de potentiel existant entre les deux côtés de la membrane de l'axone. Des canaux à cations, pores permettant le passage du sodium et du potassium à travers la membrane de l'axone, occasionnent, par un mécanisme d'ouverture et de fermeture

dépendant de la d.d.p., transmembranaire des courants électriques locaux qui permettent à ces variations de d.d.p. de migrer le long de l'axone jusqu'à la synapse : c'est l'influx nerveux. Comme il n'y a pas de continuité électrique entre deux cellules, la transmission nerveuse se poursuivra, au niveau de la synapse, au moyen d'un message chimique : la d.d.p. entraîne la libération, par la cellule **présynaptique**, de molécules (les neuromédiateurs) qui iront se fixer sur des récepteurs spécifiques situés de l'autre côté de la synapse sur la seconde cellule, et qui engendreront une variation de d.d.p. et un influx nerveux dans cette seconde cellule.

On voit que le pharmacologue pourra agir à deux niveaux bien distincts :

— Celui de l'influx nerveux, en employant des bloquants ou des modulateurs des canaux à cation, comme le lithium dans le cas de la psychose maniaco-dépressive, ou les bloquants des canaux calciques, introduits depuis deux ans et de plus en plus employés en cardiologie.

— Celui du signal chimique. Pour cela, on peut moduler la fixation du neuromédiateur sur le récepteur postsynaptique (utilisation du curare, en chirurgie, ou des morphiniques pour le contrôle de la douleur, et de toutes les substances d'action "agonistes" ou "antagonistes" de celle des neuromédiateurs). On peut aussi chercher à influencer sur la qualité de neuromédiateur endogène mis à la disposition du récepteur, et, là encore, plusieurs possibilités se présentent : les antidépresseurs les plus couramment employés actuellement modifient les propriétés de la fente synaptique et accroissent artificiellement la quantité de neuromédiateur présent dans cette fente ; mais d'autres antidépresseurs agissent à un autre niveau : ils accroissent la qualité de neuromédiateur présent dans la cellule présynaptique en bloquant la dégradation métabolique de ces neuromédiateurs. Inversement, certains calmants, comme la réserpine citée plus haut, agissent en diminuant la concentration cellulaire en neuromédiateur.

Au CNRS, dans le groupe de J.-P. Henry, je me suis intéressé au mécanisme d'action de ces calmants. On sait que les neuromédiateurs sont synthétisés dans le cytoplasme de la cellule (fluide intracellulaire) et sont ensuite transportés dans des vésicules de stockage, où ils sont présents à une concentration plus de 10 000 fois supé-

rieure à celle du cytoplasme. Ce sont ces vésicules de stockage qui fusionnent avec la membrane des cellules au moment de la libération du neuromédiateur dans la fente synaptique, d'où leur nom de vésicule de sécrétion. Par quel moyen les vésicules de sécrétion parviennent-elles à accumuler les neuromédiateurs avec un tel gradient de concentration ? Dans le cas où le neuromédiateur est la noradrénaline (et par extension la dopamine, l'adrénaline ou la sérotonine), nous sommes parvenus, avec plusieurs groupes étrangers, à élucider un mécanisme original comprenant deux étapes distinctes :

1° : dans la première, une protéine "pompe à protons" située sur la membrane des vésicules utilise de l'ATP (molécule à haute énergie libre servant d'intermédiaire énergétique commun à l'ensemble du vivant) pour concentrer des protons à l'intérieur des vésicules. L'énergie contenue dans l'ATP est donc transformée en asymétrie spatiale — le gradient de concentration de protons — et est ainsi rendue délocalisée.

2° : à un autre niveau de la membrane des vésicules, un transporteur de noradrénaline utilise ce gradient de protons pour accumuler le neuromédiateur à l'intérieur des vésicules : nous avons en effet, pu montrer que la sortie d'un proton par le biais de ce transporteur catalysait, en échange, le transport d'une molécule de noradrénaline vers l'intérieur. De plus, ce transporteur est le lieu d'action de la réserpine, qui en bloque totalement le fonctionnement.

L'utilisation par les cellules des gradients de protons est de découverte récente, mais on sait aujourd'hui qu'elle intervient dans tous les processus énergétiques du vivant, comme la synthèse d'ATP par les mitochondries, les chloroplastes ou les bactéries. Nos résultats montrent que de telles réactions "bioénergétiques" jouent aussi un rôle capital dans le système nerveux. Du point de vue des applications pharmaceutiques, la connaissance du mécanisme détaillé du transport de la noradrénaline et d'autres neuromédiateurs permet d'envisager une action à plusieurs niveaux : la pompe à protons, le gradient de protons ou enfin le transporteur spécifique de neuromédiateur.

J'espère que ces notions de flux, de pompe ou de gradient de concentration n'auront pas trop surpris le lecteur de PCM, et auront même pu paraître familières aux mécaniciens des fluides. Pour ma part, je m'étais spécialisé à l'ENPC dans les problèmes de l'eau, pensant ainsi créer un lien entre mon statut d'IPC et mon attrait pour la biologie. Au cours de mon stage de troisième année, consacré à l'étude théorique et expérimentale de la propagation des nitrates d'origine agricole dans la zone de sol non saturée située au-dessus de la nappe, j'avais été frappé par certaines similitudes existant, aussi bien au niveau des concepts que des techniques, entre l'hydrogéologie et certains sujets de biologie cellulaire. Mais il faut cependant rester prudent : l'incursion d'un IPC dans le domaine de la biologie nécessite, de la part de cet ingénieur, une remise en question totale et l'abandon de tout *a priori*. ■

## Les IPC et la recherche en science économique

par Michel TERNIER, IPC  
Professeur d'économie à l'E.N.P.C.

Depuis plus d'un siècle, les ingénieurs des Ponts et Chaussées ont marqué la science économique par leurs recherches.

Citons, à titre d'exemple, Dupuit (l'homme du surplus), Colson, Divisia, René Roy et Pierre Massé.

Aujourd'hui, une douzaine d'entre eux se consacrent à des recherches en science économique.

La plupart sont rattachés à deux pôles :

le C.N.R.S. (Robert Boyer, Jean Michel Grandmont, Roger Guesnerie, Alain Lipietz) et l'E.N.P.C. (Bernard Caillaud, Serge-Christophe Kolm, Emile Quinet, Jean Tirole et Bernard Walliser).

Il est intéressant de noter le rôle joué par la direction de la prévision du ministère de l'économie et des finances. Plusieurs ingénieurs des ponts, chercheurs en économie y ont effectué une partie de leur carrière (Robert Boyer et Bernard Walliser, déjà cités, mais aussi Alain Bernard, Michel Deleau, Dominique Bureau et Dominique Schwartz y travaillent actuellement).

Pourquoi cet intérêt des ingénieurs des Ponts et Chaussées pour la recherche en économie ?

Sans doute parce que l'économie des transports et le choix des investissements publics concernent un grand nombre d'ingénieurs des Ponts et Chaussées. Leur rôle est souvent, en effet, de préparer les choix politiques dans ces domaines.

Peut-être pour des raisons historiques, l'E.N.P.C. étant la première école d'ingénieurs à avoir dispensé un enseignement d'économie.

Pour d'autres éléments de réponse à cette question, on lira les articles de S.C. Kolm, R. Guesnerie et J. Tirole qui exposent plus loin leurs recherches.

### Jean TIROLE, IPC

#### ITINÉRAIRE

Ingénieur des Ponts. Pendant l'Ecole des Ponts, fait un doctorat de 3<sup>e</sup> cycle en Maths de la Décision sous la direction de Roger Guesnerie ; thème d'étude : calcul économique public, imposition et taux d'actualisation (1978). A la sortie des Ponts, part au Massachusetts Institute of Technology (M.I.T.) pour un Ph D en économie ; thèmes d'étude :

a) économie industrielle b) fondements micro-économiques de la macro-économie (1981). Travaille pendant trois ans au Centre d'Enseignement et de Recherches en Analyse Socio-Economique, à l'Ecole des Ponts ; enseigne à l'Ecole et dans différentes institutions. Est détaché à partir de septembre 1984 auprès du département d'économie du MIT en qualité d'enseignant.

#### RECHERCHE

Mes recherches actuelles s'orientent dans trois directions : économie industrielle, théorie de l'information et des incitations, et marchés spéculatifs. Décrivons brièvement l'objet de la démarche théorique pour les deux premiers sujets.

**a) Economie industrielle.** La théorie de la concurrence entre entreprises sur un marché a connu un renouveau considérable dans les dix dernières années. Elle met l'accent sur les aspects conflictuels (contrairement à la micro-économie classique qui suppose que chaque entreprise est con-

currentielle, c'est-à-dire sans pouvoir sur la structure et la performance du marché). Les entreprises sont décrites comme des acteurs agissant au mieux de leurs intérêts. La concurrence est imparfaite, car l'entrée est restreinte par la taille des coûts à engager, par les différences de technologie (dues par exemple à des brevets) ou même par les barrières stratégiques à l'entrée érigées par les entreprises en place. Les entreprises, qui ont un pouvoir de marché, se font concurrence à l'aide de différentes armes. Dans le court terme, les prix sont les variables les plus flexibles. A moyen terme, les entreprises peuvent changer la "différenciation" de leurs produits (localisation des usines ou points de vente, qualité, image de marque) ou la structure de leurs coûts (accumulation de capital, utilisation de l'effet d'apprentissage). A encore plus long terme, les changements plus profonds de technologie se font à travers la Recherche et Développement.

L'économie industrielle est le pendant de l'approche stratégie d'entreprise enseignée dans les écoles de commerce. Elle étudie le comportement des entreprises afin d'analyser la cohérence et l'évolution des marchés, dans l'optique d'une intervention possible de l'Etat pour restaurer les conditions nécessaires au bien-être et à la croissance économique (politique antitrusts). C'est pourquoi ce domaine est souvent appelé "organisation industrielle". Parmi les très nombreuses questions qui se posent aux spécialistes d'organisation industrielle, notons les suivantes : Dans quelles conditions (différenciation des produits, niveau de capacités, durée du marché), des entreprises rivales vont-elles tarifier des prix non-concurrentiels ? Le marché génère-t-il trop ou trop peu de diversité des produits ? Y-a-t-il le gaspillage des ressources économiques ? Quand peut-on considérer que des entreprises en place cherchent à mettre des barrières à l'entrée d'autres entreprises sur le marché (prédation, accu-

mulation de divers types de "capital", de brevets, etc...) ? L'institution du brevet fournit-elle un mécanisme d'incitation convenable à la Recherche et Développement ? Quelle est la logique de l'intégration verticale entre fournisseurs et clients, ou des diverses restrictions verticales (fixation des prix de vente, territoire exclusifs, ...) etc.

La théorie de l'organisation est en pleine évolution et devrait connaître de nouveaux développements dans les années à venir. Elle s'est récemment étendue vers l'étude des stratégies dans des contextes dynamiques et à information imparfaite afin de mieux étudier l'évolution temporelle des marchés et l'effet de l'incertitude sur les comportements d'entreprise. Ces progrès devraient améliorer le cadre conceptuel sous-jacent aux études de cas, et à l'élaboration d'une intervention de l'Etat au niveau industriel.

**b) Théorie de l'information et des incitations.** Un autre domaine en expansion rapide en théorie économique est celui de l'information. Il a été depuis longtemps reconnu que les asymétries d'information jouent un rôle important dans la structure des marchés, dans la forme des contrats et dans l'organisation interne des entreprises. Dans leurs décisions d'échange, de travail et de négociation, les différents acteurs économiques cherchent à utiliser leurs avantages informationnels à leurs fins propres. Ma recherche s'oriente plus particulièrement sur les formes contractuelles (explicites ou implicites) de l'échange.

Deux applications typiques de la théorie de l'information sont le contrôle ou la régulation d'entreprises publiques, et les contrats de Recherche et Développement entre l'Etat et des entreprises. Une question fondamentale est de savoir comment on peut éviter qu'une entreprise en relation avec l'Etat n'utilise trop sa supériorité d'information (sur sa structure de coût par exemple).

Une autre question, directement liée à cette dernière, est celle du niveau d'incitation que l'on peut donner à une entreprise en relation avec l'Etat. Des exemples de questions que se pose la théorie économique à ce sujet sont : Quelle est la fraction des coûts que l'on doit rembourser à une entreprise sous contrat ? Comment la marge bénéficiaire d'une telle entreprise doit-elle varier avec la part de risque qu'elle est prête à assumer ? Dans quelle mesure souhaitera-t-on rapprocher le prix du consommateur du coût marginal de l'entreprise quand celui-ci n'est pas connu de l'Etat ?

La théorie de l'information peut aussi s'étendre à des relations multilatérales. En particulier elle est amenée à étudier la structure des incitations dans une organisation hiérarchique. Elle permet par exemple d'expliquer pourquoi les organisations complexes ont tendance à devenir des bureaucraties, c'est-à-dire à être gérées

suivant des règles plutôt qu'à l'aide de pouvoirs discrétionnaires donnés aux niveaux possédant l'information. Elle suggère aussi pourquoi les incitations sont difficiles à décentraliser dans les hiérarchies. Enfin un domaine important de la théorie des incitations est celui de la dynamique des relations contractuelles, c'est-à-dire de la négociation. La perspective de renégociation donne naissance à plusieurs phénomènes. Tout d'abord les parties savent que leurs actions concurrentes transmettent de l'information et donc influent sur leurs positions stratégiques futures. C'est l'effet de cliquet bien connu des économies planifiées ou non. Par exemple une entreprise peut éviter de produire à sa capacité afin de ne pas faire face à des exigences trop strictes du planificateur dans le futur. Ensuite la valeur des investissements est conditionnée par l'issue de la renégociation future. Il est bien connu en théorie économique que le marchandage en information incomplète donne lieu à un certain "opportunisme" de la part des parties, et donc à des inefficacités. La conséquence de ces inefficacités est en général un sous-investissement ex ante. De tels phénomènes ont bien sûr d'importantes conséquences sur l'efficacité de la planification ou celle des contrats de Recherche et Développement signés par l'Etat. Un des objets de la théorie des incitations est de définir des mesures visant à corriger les biais correspondants.

**Roger GUESNERIE,  
ICPC**

## ITINÉRAIRE

Ingénieur des Ponts X 1962, Ponts 1967. Diplômé de Sciences Po (Service Public, 1967). Stage dans le cadre de la scolarité ENPC (1967) au CERMAT (Centre d'Etudes et Recherches de Mathématiques Appliquées à la Planification). Le Cermat était un organisme dépendant du Commissariat Général du Plan, il avait été fondé par P. Massé. Il est devenu après 1970, après fusion avec le CEPREL, le CEPREMAP (Centre d'Etudes Prospectives d'Economie Mathématique Appliquées à la Planification). Mis à la disposition du Cermat à sa sortie de l'ENPC, puis détaché au CNRS, en fonction au Cepremap jusqu'en 1981. Maître de Recherches au CNRS et Directeur d'Etudes à l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales (EHESS) ; exerce ses activités en partie à l'EHESS et en partie à l'ENPC au CERAS (Centre d'Enseignement et de Recherche en Analyse Socio-Economique) dont il est Directeur Scientifique. Enseigne ou a enseigné à l'ENPC (Professeur de Choix Economique des Projets) à l'Ecole Polytechnique, à l'Institut d'Etudes Politiques de Paris, à l'EHESS, aux universités de Harvard, Pennsylvanie, Paris X, Paris IX.

Activités administratives : rapporteur du groupe de travail interministériel Calcul Economique et Planification. Président du Groupe Technique Commissariat du Plan Calcul Economique et Résorption des Déséquilibres. Thèmes principaux de recherches : théorie économique en particulier économie publique théorique, fiscalité, calcul économique, planification. Membre du Comité de Rédaction de plusieurs revues internationales (Review of Economic Studies, ...). A partir de Septembre 84, Co-rédacteur en chef d'Econometrica (co-editor).

## RECHERCHE

Plutôt que de parler de mes recherches, sans doute vaut-il mieux, dans le temps et l'espace qui sont impartis, essayer d'introduire le lecteur à l'activité de recherche en économie. J'évoquerai surtout la recherche en théorie économique, illustrant mon propos par des exemples tirés de ma propre expérience.

Il y a un assez large consensus pour circonscrire le territoire de "l'économie" même si ce territoire est difficile à baliser précisément. La science économique est nécessairement enracinée dans le concret des problèmes. Si l'effort conceptuel qu'exige la clarification l'en dégage, elle doit nécessairement y revenir. Ce double mouvement, d'une part l'enracinement dans le concret, d'autre part l'autonomie de la démarche de la pensée est illustrée par l'histoire de l'analyse économique. Les théories que développent tour à tour Quesnay et les physiocrates, Adam Smith, Ricardo, Keynes sont à la fois profondément marquées par l'économie réelle de leur époque, dont les problèmes apparaissent sans cesse en filigrane, et traversées par une volonté formidable de distanciation. L'œuvre de Jules Dupuit, l'ingénieur des Ponts et Chaussées le plus célèbre dans la profession, dont l'article sur l'utilité des travaux publics, a fondé une partie de l'économie publique moderne, constitue un effort remarquable de faire émerger des problèmes de choix d'investissement des canaux et de tarification de la route des concepts et des raisonnements à usage universel.

Aujourd'hui comme dans le passé, la recherche économique et sa partie la plus abstraite la recherche en théorie économique entretient avec les problèmes économiques de son époque des relations complexes. S'il fallait se convaincre que la recherche économique est perméable à son temps, il n'y aurait qu'à voir comment elle en épouse même parfois à l'extrême les modes. Hier le développement des théories de la lutte anti-pollution a suivi la prise de conscience écologique comme aujourd'hui

le ralentissement de la croissance est à l'origine d'une multitude de réflexions entrecroisées. Cette sensibilité aux problèmes spécifiques de l'époque va de pair avec une grande autonomie de l'évolution de la discipline, cette autonomie que des observateurs extérieurs superficiels tendent parfois à assimiler à de l'indifférence est la contrepartie de l'accumulation du savoir et de sa spécialisation. La clarification des constructions intellectuelles antérieures constitue un détour de production obligé et parfois long qui précède leur confrontation et ensuite leur adaptation aux questions nouvelles puis leur dépassement. Ainsi l'énorme travail de formalisation mathématique des théories de l'équilibre général et de l'optimum économique (dont le Prix Nobel récemment attribué à G. Debreu a consacré la valeur) a conduit à clarifier considérablement les idées "néo-classiques" issues de Walras et Pareto, a éclairé par contrecoup maints problèmes dans des domaines voisins (croissance, ...).

Elle a ouvert les voies à leur dépassement (développement des théories de l'optimum de second rang) et à leur confrontation avec d'autres constructions intellectuelles apparemment antinomiques (ainsi la théorie dite des équilibres à prix fixés a développé les éléments d'une synthèse entre les idées keynésiennes et walrasiennes). Aujourd'hui la théorie des incitations, sur laquelle J. Tirole, moi-même et B. Caillaud au CERAS travaillons, partie d'une réflexion sur les difficultés de la planification centralisée, poursuit un travail assez souterrain et ésotérique mais peut-être susceptible de modifier à terme notre compréhension du fonctionnement des organisations, de la concurrence, et de l'intervention publique.

A la différence de "l'ingénieur économiste" qui doit revenir aux problèmes dans un délai assez bref, le théoricien a une activité plus distanciée, plus libre, mais en essence peu différente. La tension entre ce qu'il est parfois convenu d'appeler la demande sociale, la demande d'explications, d'interventions et la réflexion pure est particulièrement forte pour qui a reçu une formation d'ingénieur. Je prendrai l'exemple, tiré de ma propre expérience des Groupes de Travail administratifs sur le Calcul Economique auxquels j'ai participé qui sont saisis de propositions émanant souvent d'utilisateurs. Ces propositions reflètent souvent un désaccord avec les procédures en vigueur portant non sur les fondements théoriques mais plutôt sur certaines de leurs conséquences. Ainsi, les choix de techniques auxquels conduit un taux d'actualisation élevé sont-ils jugés inadaptes, ou bien encore telle méthode empirique de mesure des effets d'un projet sur le commerce extérieur et l'emploi est-elle préconisée. L'intuition qui est à l'origine de ces propositions est parfois fondée. Son extrapolation au-delà des cas particuliers sur lesquels elle s'appuie, pose souvent des problèmes considérables. La question du calcul économique est par nature théorique au

sens ou tout calcul économique doit s'appuyer sur une compréhension convenable des interdépendances des décisions des agents économiques. Elle renvoie nécessairement à un système d'explications global du fonctionnement du système économique et donc aux grands schémas théoriques existants.

Le travail du théoricien s'articule souvent autour de l'activité de modélisation. Cette activité de modélisation s'appuie largement sur la formalisation mathématique et les outils dont un ingénieur des Ponts et Chaussées est censé avoir acquis la maîtrise dans ses études antérieures et en particulier à l'X se révèlent souvent insuffisants. L'utilisation de l'outil et du langage mathématique est un facteur très favorable à une large confrontation des idées. Le

débat sur les théories économiques a ainsi une dimension très internationale à laquelle d'autres champs de la science économique accèdent difficilement.

Va-et-vient entre les questions concrètes qui relèvent de la compétence du Corps des Ponts, transports, environnement, industrie, et l'activité de modélisation, ouverture internationale, telles sont les caractéristiques de l'activité de recherche en science économique que je voulais souligner en conclusion. C'est je crois, une activité bien adaptée au profil de l'ingénieur des Ponts et Chaussées. Il est, me semble-t-il, de l'intérêt du Corps et par là même de la Collectivité de maintenir la tradition qui unit hier et aujourd'hui l'ingénieur-économiste et le chercheur-économiste.

## LITTÉRATURE

# Linguistique, rhétorique, critique

par Antoine COMPAGNON, IPC  
Institut de Littérature Française

Le cheminement que j'ai suivi depuis la sortie de l'ENPC n'a rien de typique d'un ingénieur des Ponts et Chaussées ; il est individuel non seulement pour cette raison mais parce que la recherche dans les sciences humaines ne s'organise pas volontiers en équipes. Voici néanmoins les grandes lignes des travaux vers lesquels je me suis orienté, dont après coup je puis dire qu'ils portent tous sur les relations de la rhétorique et de l'histoire.

### 1. LINGUISTIQUE ET RHÉTORIQUE

La rhétorique ancienne, art de convaincre ou de persuader, partant, analyse des discours, s'est perpétuée, en particulier dans notre enseignement, jusqu'au XIX<sup>e</sup> siècle. Mais l'historicisation générale des disciplines relevant des vieilles humanités à la fin du XIX<sup>e</sup>, a éliminé toute réflexion sur le fonctionnement, notamment argumentatif, des discours, au profit des explications particulières, historiques, sociologiques,

psychologiques (l'histoire ne se reconnaissant comme rivale que la psychologie). Au XX<sup>e</sup> siècle, la linguistique structurale a la première réintroduit un point de vue synchronique, et non diachronique, pour rendre compte de son objet : la langue, dans un état donné, s'explique par une cohérence réglée, systématique, et non par une causalité, une évolution historique. Après celle de la langue, l'analyse des discours a retrouvé plus récemment une perspective systématique et synchronique, sous le nom de sémiologie, reprenant l'héritage rhétorique.

Mes premiers travaux (au CNRS, section de Linguistique, 1975-78) ont été consacrés aux formes de la répétition dans le discours, et en particulier à la citation comme forme simple de la répétition interdiscursive, typiquement une phrase, la limite entre langue et discours, linguistique et sémiologie. Il s'agissait d'étudier le fonctionnement logique de la citation, déplaçant la valeur de vérité d'un énoncé, d'évaluer sa valeur rhétorique ou argumentative, ensuite de parcourir les fonctions historiques qui ont été les siennes en divers moments significatifs (la rhétorique antique, le commentaire médiéval, l'âge classi-

que, la modernité). Les fondements d'une nouvelle rhétorique étaient posés, en référence à la linguistique structurale, sans couper pourtant tout rapport à l'histoire. (Travail publié sous le titre **La Seconde Main ou le Travail de la citation**, Ed. du Seuil, 1979).

Je fus ainsi conduit à étudier les **Essais** de Montaigne, œuvre réputée pour la complexité de son jeu intertextuel, et à y analyser la structure de la glose, du commentaire, la dialectique de l'étranger et du propre, à réfléchir au statut des discours en ce moment privilégié de transition entre un contrôle scolastique et un contrôle raisonnable de l'écriture, la Renaissance. Dans ce contexte, la théorie du langage et de la critique, chez Montaigne notamment, remet en jeu le débat médiéval du nominalisme et du réalisme, comme un prélude à la révolution scientifique et au cartésianisme, le nominalisme permettant de développer l'expérience contre la déduction.

(**Nous, Michel de Montaigne**, Ed. du Seuil, 1980)

Aujourd'hui, je participe à des équipes de recherche, reliées au CNRS ou à la Maison des Sciences de l'homme, sur l'histoire de la rhétorique, la rhétorique et l'historiographie, la rhétorique et les théories de la communication, la persuasion sociale, etc.

## 2. LITTÉRATURE ET HISTOIRE

Comme la linguistique structurale l'avait fait pour la langue, la nouvelle critique, à partir des années 1960, a réfuté le point de vue historique, événementiel, particulariste sur ce discours singulier qu'est le discours littéraire, privilégiant en revanche une approche générale, structurale, des genres et des formes. Faut-il se satisfaire de cette alternative immobile, n'y a-t-il pas un dépassement à chercher, entre la conception exclusive du texte comme événement et comme structure ? Afin de rendre possible cette démarche, il m'a semblé qu'il convenait de revenir sur les conditions historiques, politiques, sociales dans lesquelles s'était opérée l'historicisation des humanités au tournant du siècle. D'où un travail d'histoire culturelle sur cette période capitale dans la formation de la société française contemporaine et de ses mentalités. (**La Troisième République des lettres, de Flaubert à Proust**, Ed. du Seuil, 1983)

Cherchant à mettre en œuvre une conciliation de l'histoire et de la critique, je prépare depuis 1982, en collaboration, une nouvelle édition d'**A la recherche du temps perdu** de Proust pour la "Bibliothèque de la Pléiade", à paraître à partir de 1987. Il s'agit de l'établissement du texte à partir des manuscrits déposés à la Bibliothèque nationale, de la rédaction des notes

et variantes, de l'étude de la genèse à partir de brouillons et esquisses. Ce travail se fait en liaison avec l'Institut des Textes modernes du CNRS.

Dans tous ces travaux — de même que dans mes activités d'enseignement, à l'université de Rouen depuis 1981, à l'École polytechnique depuis 1978 —, qu'ils se rattachent à la linguistique ou la sémiologie, à la critique ou l'histoire littéraire, le souci persistant est celui d'un dépassement du

dilemme longtemps imposé : synchronie ou diachronie, forme ou fonction, structure ou événement, dans l'analyse des discours, de leur fonctionnement. Comment ça marche ? Question d'ingénieur à laquelle les Ponts et Chaussées ne m'ont sans doute pas particulièrement préparé, mais ils ne m'y ont pas non plus particulièrement pas préparé, pas moins qu'aux missions très diverses qui ont attendu bon nombre de mes camarades.

# Assemblée Nationale Sénat

## Colloque inaugural de la Conférence permanente sur la sécurité routière le 28 septembre 1984

Le 28 septembre 1984 se tiendra à l'Assemblée Nationale le colloque inaugural de la Conférence permanente sur la sécurité routière dont l'initiative revient à M. le Député Jean-Paul Fuchs et M. le Sénateur Stéphane Bonduel, Présidents des Inter-groupes parlementaires sur la sécurité routière créés récemment au sein des deux Assemblées.

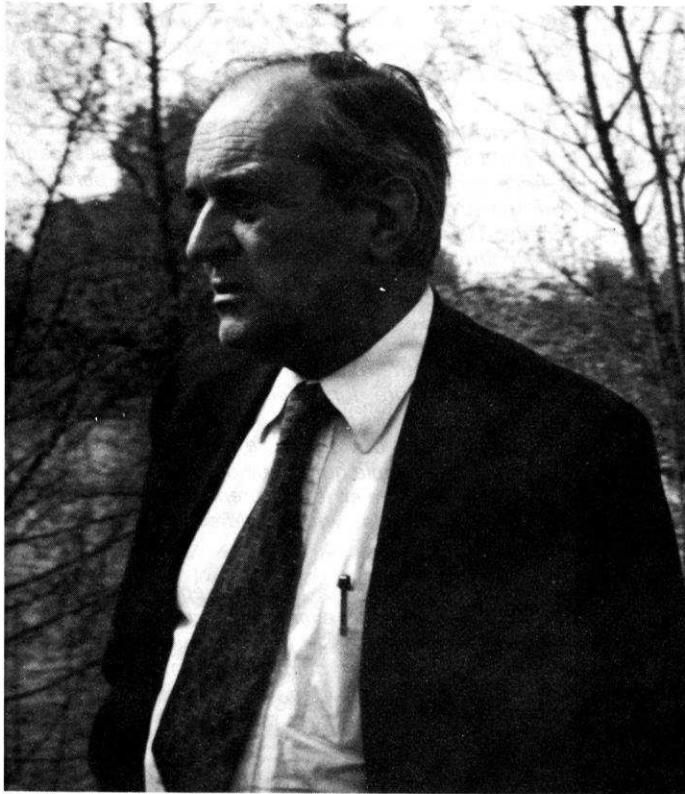
Ce colloque se déroulera autour de deux pôles. Le premier portera sur les comparaisons statistiques, réglementaires et d'organisation entre la France et l'étranger. Y participeront Marie-José Rambeau, Ingénieur à l'Observatoire National de la sécurité routière ; Robert Lafont, Directeur de l'Association pour la sécurité sur les autoroutes (ASSECAR) ; Claude Allante, Conseiller auprès de l'Association française des automobilistes (AFA) et François Gentile, Délégué général de la Prévention Routière.

La deuxième partie du colloque proposera pour la première fois en France la création d'un Conseil national de la sécurité routière avec Michel Le Net, Président de l'Institut de la communication sociale (ICOS) ; Claude-Maxime Bertrand, Magistrat honoraire, et des représentants d'associations d'usagers et de victimes de la route. Pierre Mayet, Délégué interministériel de la Sécurité Routière interviendra au cours de cette matinée.

M. Jean-Paul Fuchs assurera la synthèse des travaux et tirera les conclusions de ce colloque qui marque, par les initiatives nouvelles qui seront débattues, l'intérêt exceptionnel que porte le Parlement à l'amélioration de la sécurité routière.

L'Institut de la communication sociale (ICOS), 26, bd Raspail, 75007 Paris - Nadine Lyon. Tél. : 548.81.73 est chargé de l'organisation de cette manifestation.

**A LA MÉMOIRE  
D'AUGUSTE ARSAC**



***19 avril 1922 - 7 novembre 1983***

# A la mémoire d'Auguste ARSAC

par Pierre MAYET

J'ai connu Auguste Arzac en 1966 à Clermont-Ferrand, au cœur de notre Auvergne commune. Je l'ai découvert en même temps qu'il me faisait découvrir d'elle ce que j'en ignorais, les raisons profondes de son caractère.

Il s'agissait alors de rassembler quelques éléments d'appréhension du projet de création du Parc Régional des Volcans ; il s'agissait aussi à Clermont-Ferrand d'étudier l'aménagement du quartier de la place de Jaude qui, pour les clermontois, est comme la Concorde pour les parisiens - mais à la place de l'Obélisque c'est la statue de Vercingétorix que l'on rencontre - ou de la Cannebière pour les marseillais.

Il fut très vite mon ami mais je le reconnais aussi pour Maître au point que je me suis trouvé ému en pensant à lui par cette chanson de Serge Lama qui dit "c'est mon ami et c'est mon Maître".

Quelle merveilleuse journée que ce parcours fait au cœur de juillet dans la chaîne des Dômes où en quelques heures j'ai entendu son discours embrasser tout à la fois, la géologie, l'histoire, les techniques paysannes, l'histoire de l'art et des cultures, l'architecture, la botanique, l'ethnologie, inspiré qu'il était pas toutes ses racines d'auvergnat de lignée paysanne, par la passion d'instituer le savoir chez ceux qui l'écoutent, encore plus instituteur que ses parents.

Je l'ai entendu ce jour-là comme un poète tant il a su rassembler de sens et de signification sur ce paysage pour moi si familier.

Leçon d'écologie, avant que ce soit à la mode, autour des taches roses des épilopes sur les talus de la route accédant au Col de Ceyssat, au pied du Puy de Dôme. Merveilleuse utopie que cette rêverie devant la blondeur des blés dans la plaine de la Limagne à nos pieds, que l'imagination d'y planter le long des canaux de drainage des peupliers d'alignement qui viendraient dessiner le sens profond de cette terre grasse qui faisant déjà rêver les romains par sa munificence.

S'il avait été vulcanologue, il s'appellerait Haroun Tazieff par sa manière de raconter

les cataclysmes, qui ont fait le Parc des Volcans et dont les derniers ont moins de 10 000 ans, comme si c'était hier, comme s'il les avait vus ; et il les voyait vraiment en me faisant comprendre l'enchevêtrement des coulées les unes sur les autres dont il faisait apparaître le contour aux ruptures des végétations.

Là encore utopie passionnante : "et si l'on plantait les bords des coulées de telle ou telle espèce pour la faire voir à tous, pour que le plus simple des paysans, puisse accéder à la compréhension profonde de ce qui est son pays sans avoir besoin des mots des savants, directement, par perception sensible".

J'ai sans doute compris ce jour-là ce qu'était la culture lorsqu'elle atteint ce niveau où les savoirs partiels, éclatés, indépendants les uns des autres se retrouvent en une pensée simple qui donne du sens au monde qui l'entoure en le comprenant dans son unité et dans la synthèse de ce qui le compose.

A Clermont-Ferrand à la même époque (1966), Auguste Arzac avait été chargé par la société d'équipement et par la municipalité de proposer le parti d'aménagement du quartier du Fond de Jaude, grande opération de rénovation urbaine de centre ville alors de mode.

C'est une anecdote qui me fit le mieux comprendre l'esprit singulier d'Auguste Arzac. Il demandait avec insistance la réalisation d'une campagne de sondage serrée et une étude géologique fine de la partie basse de ce quartier, bien au-delà des pratiques habituelles en la matière.

Son intuition que ce point singulier méritait ce luxe de précaution s'appuyait sur quelques signes discrets que son érudition avait trouvés dans la toponymie des rues et des lieux-dits du quartier. Et cette intuition fut confirmée par les sondages et par l'étude géologique puisqu'en cet emplacement on y découvrait la structure complexe et sous-jacente d'une cheminée volcanique associée à plusieurs sources d'eau thermale. Conditions techniques suffisamment contraignantes pour déterminer certains choix du parti d'aménagement mais aussi opportunité pour mettre en scène ces élé-

ments symboliques de l'Auvergne, au point central de la ville centrale de l'Auvergne : volcans et sources thermales, telle était son idée.

Malheureusement la longue histoire de l'aménagement de ce quartier, aujourd'hui à peu près achevé, a laissé trop tôt Auguste Arzac sur la rive au point que ce qui a été réalisé conserve certes quelques traces de ses esquisses initiales mais a sans doute perdu en cours de route le sens profond qu'il rêvait de lui donner.

Ceux qui le connaissent savent qu'il avait gardé une blessure amère que cette ville, chère à son cœur, ne lui ait pas permis de se réaliser comme urbaniste.

Peut-être est-ce là aussi, à propos du plan d'aménagement de ce quartier, que j'ai reçu de lui ma leçon d'initiation à l'espace public. Qui ne l'a pas entendu parler de la dignité qu'il convenait de donner à ces espaces de la cité qui appartiennent à tous les citoyens, qui doivent honorer chacun d'entre eux, risque de ne pas connaître le sens profond de sa responsabilité d'urbaniste ou d'ingénieur de la voirie.

Depuis ces moments où s'est scellée notre amitié, j'ai continué à recueillir les leçons de ce maître qu'il fût pour moi. Oui, il le fut quand j'avais en charge les questions d'urbanisme : que n'ai-je entendu alors sur le rôle des architectes, des urbanistes, des ingénieurs ; que n'ai-je entendu alors sur l'insignifiance et la médiocrité des produits juridico-bureaucratiques de l'urbanisme ; que n'ai-je entendu sur l'amère frustration des créateurs d'espaces que sont les architectes et les urbanistes, devant l'impossibilité pratique de créer des espaces publics dignes. Il le fut aussi quand j'avais à gérer les hommes et les structures de l'Équipement. Là encore il avait tant à dire sur la noblesse du métier d'ingénieur public, tant à dire aussi sur celui d'urbaniste ou d'architecte, tant à dire sur les privilèges de la fonction publique et de ses fonctionnaires, qui n'étaient tolérables que compensés par la haute exigence d'une morale de service public. Et il le fut aussi, trop brièvement, pour m'aider à travailler à nouveau sur l'espace public par excellence qu'est la route ou la rue, espace de vie dont j'ai aujourd'hui pour partie la charge d'assurer la sécurité.

# Treize ans de collaboration avec Auguste ARSAC

par Charles LAVIGNE

Un jour du mois de mai 1971, du côté de Saint-Germain-des-Près, je rencontrais par hasard l'un de mes anciens professeurs aux beaux arts, Henri Bourdon, qui me dit "va voir Arzac de ma part" ; je ne pouvais à ce moment penser que j'étais à un tournant de mon existence professionnelle, et que cette rencontre fortuite allait me permettre de cotoyer un personnage exceptionnel, pendant plus de treize années.

L'Agence Arzac a vu passer un grand nombre de collaborateurs, dessinateurs, stagiaires, architectes, urbanistes..., leur caractéristique fut certainement leur longévité dans ces lieux, que ce soit à Saint-Mandé (que je n'ai pas connu) ou au 180 boulevard Saint-Germain, entre l'Ecole des Ponts et les Beaux Arts.

Certains collaborateurs ("mes trop chers collaborateurs" disait-il) sont restés cinq, dix, quinze..., vingt cinq ans !! et cela n'était pas par hasard. Travailler avec Auguste Arzac était une expérience, à la fois enrichissante, passionnante, surprenante, souvent déroutante ; combien de fois la tension est-elle montée pour retomber aussi vite...

Sa façon de travailler, hors du commun, toute son existence était vouée à son travail, à l'agence, qui était pour lui l'endroit où il se sentait bien, son pied-à-terre. A sa façon de claquer la porte, l'on pouvait se dire "tiens, voilà le "Patron".

C'était bien le terme qui lui convenait parfaitement, et qu'il appréciait. Je n'ai pas vraiment connu l'époque héroïque de Saint-Mandé, mais ses "coups de gueule" mémorables m'ont été rapportés par les anciens. Arzac savait tenir son monde, tout en laissant une grande liberté de manœuvre à ses collaborateurs, lorsque la confiance était là, toujours dernière nous en cas de "coups durs".

Le travail, mais aussi la fête qui était de rigueur. Le pot de fin de charrette de départ en vacances ou en voyage, le repas de fin d'année...

C'est toujours Arzac qui commençait les études ou les projets par une recherche très approfondie, passant des heures dans ses livres, sa bibliothèque était une mine in-

puisable de savoir, annotée minutieusement ; c'était un outil de travail exceptionnel.

Il venait ensuite avec ses notes, connaissant parfaitement son sujet, nous parler de Géologie, d'Histoire, de Toponymie, de Botanique, d'Architecture, sa démarche étonnante n'était pas sans surprendre les nouveaux venus et même les plus anciens d'entre nous. Les grandes lignes de sa pensée se dessinaient et nous devions ensuite composer entre les options tracées et le programme imposé du projet, ce qui n'était pas toujours si simple et si facile. Ensuite le patron n'intervenait plus que pour les dernières mises au point, la rédaction des rapports, les présentations aux différentes instances disposant de la "puissance" de décision et d'approbation, il "montait au filet" selon sa propre expression.

Un exemple :

Nous avons pu le voir, avec les services de la Ville de Paris, consulté pour un problème de circulation (bus à contre-sens, et éventuellement redessiner la grille de la fontaine de la place Saint-Michel) en arriver à remodeler tout l'ensemble place Saint-Michel/place Saint-André des Arts, le vrai problème était là !!...

Sa recherche était souvent de changer "la problématique du projet", "le mal n'est pas forcément là où on le ressent" disait-il !... Démarche difficile voire déconcertante, mais souvent efficace.

Une autre grande caractéristique de l'agence Arzac était l'extraordinaire diversité des sujets traités, à l'origine principalement les problèmes d'urbanisme (surtout en Afrique), puis les constructions, immeubles, foyers, hôpitaux, habitat pour le plus grand nombre V.R.D. jusqu'à la voix du Zaïre étudiée à l'agence par Michel Dougnac, un ami de longue date qui nous a quittés trop prématurément pour voir la plus importante réalisation d'Auguste Arzac. Il y aura encore l'hôtel de l'indépendance de Conakry, "Rush programm" qu'il appréciait et savait parfaitement maîtriser.

C'est encore Michel Dougnac qui le premier seconda Arzac dans l'étude architecturale des ouvrages d'art avec la passe-

relle de la Cave, le pont de l'Alma, le Pont de Brotonne etc...

A la disparition de Michel, je me trouvais au côté d'Arzac pour l'aider à continuer et développer cette spécialisation qui deviendra un peu l'image de marque de l'agence.

Il me sera donné à partir de ce moment de cotoyer de plus près la vie de ce personnage exceptionnel. De cette collaboration est certainement né un respect, une sorte de connivence et surtout une amitié qui s'est approfondie tout au long de ces treize années et plus particulièrement au cours des trois dernières. Projets, concours, voyages, conférences aux Ponts et Chaussées, à l'Ecole des T.P.E., à l'école des ingénieurs de la Ville de Paris, des "exposés à quatre mains" disait-il. Les meilleurs moments se sont déroulés au cours de voyages mémorables à Dunkerque, à Montpellier, à Sète, et surtout à la Réunion et à la Martinique où j'ai pu apprécier l'homme au cœur de la "NATURE" qu'il appréciait au plus haut point, entouré de ses amis qui alors se faisaient une joie de l'accueillir dans ces lointaines contrées, ces mêmes amis qui seront auprès de lui, c'était il y a neuf mois !! déjà !

Au mois de juin 1984 une soirée a réuni plus de cinquante anciens collaborateurs, la dynamique Arzac existe toujours. De la volonté d'un grand maître d'ouvrage, le Pont d'Andrézieux-Bouthéon sur la Loire, près de Saint-Etienne où il a passé une partie de sa jeunesse, s'appellera "Pont Auguste Arzac".

Le pont AUGUSTE ARSAC -  
Andrézieux-Bouthéon - franchissement de la Loire

# Auguste ARSAC et les

par Michel

*Mais c'est essentiellement dans le domaine des ouvrages d'art qu'Auguste ARSAC a acquis une réputation exceptionnelle. Non pas seulement en tant qu'architecte, mais aussi, et peut-être surtout, par l'influence considérable qu'il a eue sur l'architecture des ouvrages d'art, et sur la façon dont les ingénieurs considèrent les ouvrages d'art.*

## **Le Professeur d'Architecture**

*Cette influence est d'abord venue de l'enseignement de l'Architecture qu'il a dispensé pendant plusieurs années à l'École Polytechnique. Par des mots simples, par la projection de nombreuses diapositives illustrant ses idées, et montrant des constructions de valeur, il a cherché à développer le sens de la beauté et de l'équilibre des formes des futurs ingénieurs.*

*Cet enseignement n'a jamais été académique, il n'a jamais cherché à être un cours d'architecture et encore moins d'histoire de l'architecture. Auguste ARSAC a cherché à montrer des objets simples et beaux — comme il le disait —, dans un désordre apparent, pour éveiller l'imagination de futurs constructeurs, pour que ces futurs constructeurs — en tous cas ceux qui étaient capables de recevoir le message — ne se satisfassent pas dans leur activité créatrice future d'objectifs purement fonctionnels et recherchent aussi une certaine harmonie des formes, des couleurs et des matériaux. Que l'esthétique trouve sa place dans leur éthique de constructeur.*

## **L'influence sur l'architecture des ouvrages d'art**

*Auguste ARSAC n'est venu qu'assez tard aux ouvrages d'art, puisque c'est vers 1970 qu'il a travaillé à la construction du barrage de la Cave — avec sa passerelle — et du pont de l'Alma.*

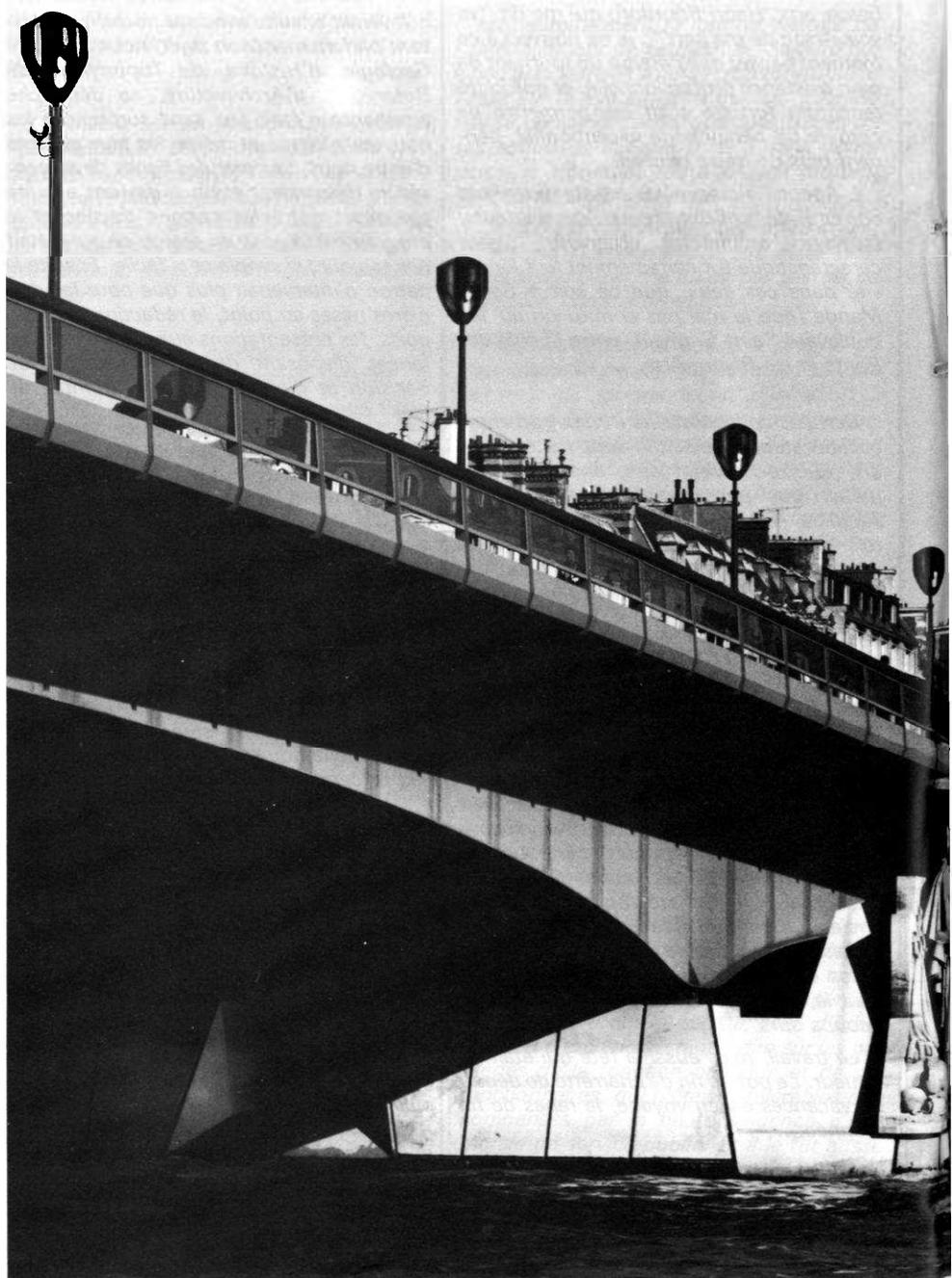
*A cette époque, et pendant les quelques années qui ont suivi, en partie à cause de l'importance des programmes de construction d'autoroutes, les constructeurs se sont assez peu souciés de l'architecture des ouvrages. La fonctionnalité était un prétexte facile à la médiocrité. Certains ingénieurs faisaient de l'esthétique des ouvrages un objectif majeur, mais c'était l'exception.*

*Le public a réagi, et le "béton" est devenu le symbole des excès de la construction fonctionnelle.*

*Auguste ARSAC a su, avec Guy Grattesat, convaincre les ingénieurs de l'importance de l'architecture des ouvrages, et susciter un courant qui s'est traduit, depuis près de*

*dix ans, par la construction de nombreux ponts de qualité. Pour les grands ouvrages, il est aujourd'hui devenu exceptionnel qu'un architecte ne soit pas associé à*

Pont de l'Alma



# ARSAC

## Ouvrages d'art

ORLOGEUX

*l'équipe de conception.*

*Même si le discours d'Auguste ARSAC était quelquefois surprenant, parce que volontairement agressif dans certains cas, il*

*a dérangé et permis des réflexions qui ont abouti à une prise de conscience de l'importance de l'esthétique et de l'architecture.*

### **Les projets auxquels il a participé**

*Auguste ARSAC, enfin, a participé à la construction de nombreux ouvrages.*

*Bien sûr, aujourd'hui, la construction d'un pont est une œuvre collective, et il est rare qu'on puisse attribuer la paternité d'un ouvrage à une seule personne. Plusieurs ingénieurs participent à l'élaboration du projet, même si l'un d'eux, en général, en définit la conception. Les entreprises y apportent souvent des améliorations et dans certains cas proposent de nouveaux projets. Et l'architecte intervient en permanence, depuis le choix de la solution jusqu'au niveau des détails, dans un dialogue permanent avec les projeteurs.*

*Mais l'œuvre d'ARSAC est indiscutable par le nombre des réalisations auxquelles il a participé, et par le succès exceptionnel de certaines de ses interventions.*

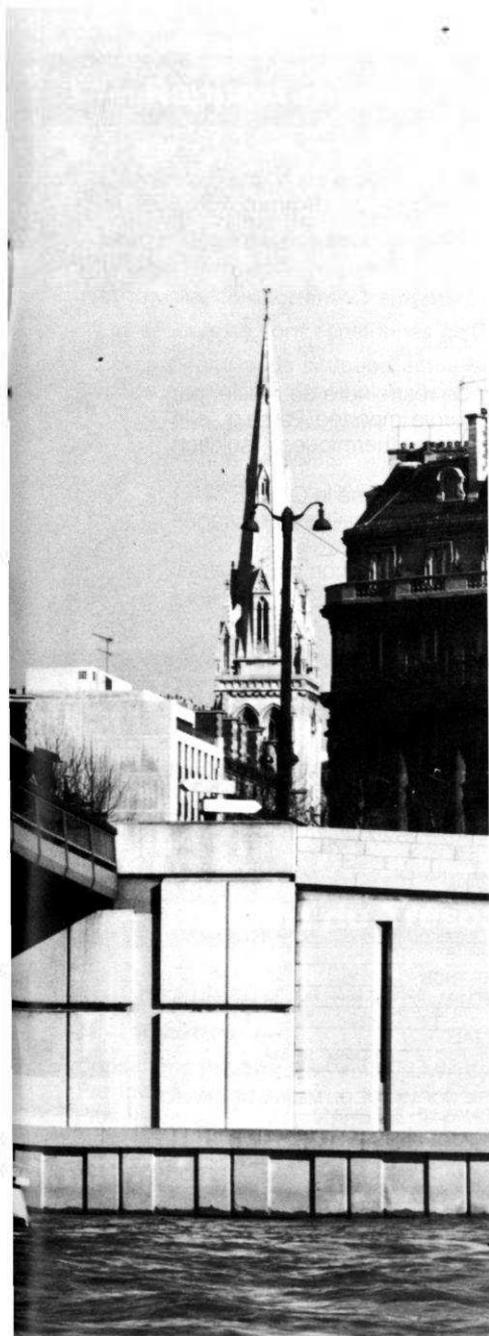
*Deux ouvrages se détachent sans hésitations possibles.*

*Le pont de l'Alma tout d'abord, à la conception duquel il a beaucoup apporté, même s'il ne faut pas oublier le rôle de Jean-François Costes.*

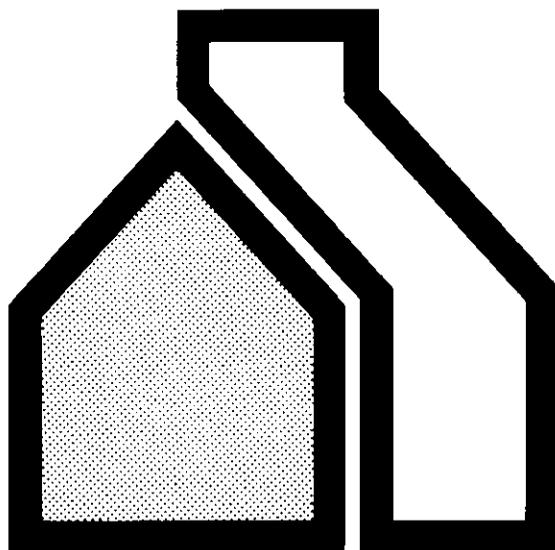
*Et le pont de Brotonne ensuite. Certes, la conception de l'ouvrage est due à des ingénieurs — Jean Chaudesaigues, Jacques Mathivat et Jean Muller —, et le rôle du Maître d'Œuvre — Jean-Louis Brault — a été essentiel. Mais l'apport d'ARSAC, tout en finesse, a fait de cet ouvrage, qui aurait été de toutes façons exceptionnel, une des plus belles réalisations architecturales de ce siècle.*

*Auguste ARSAC, de par son passé d'ingénieur, comprenait le comportement des structures et savait trouver des formes qui le révélaient. Le dialogue entre le projeteur et l'architecte en était facilité et enrichi. Ce qui explique qu'Auguste ARSAC, et l'équipe qu'il a su former autour de lui — avec notamment Michel Dougnac au cours des premières années, et ensuite Charles Lavigne —, aient été les interlocuteurs privilégiés de nombreux projeteurs, qu'ils soient des entreprises, des bureaux d'études ou de l'Administration.*

*Pont de Brotonne.*



# isoler par l'extérieur ? idée novatrice, multiple, profitable à coup sûr. pour informer ou consulter :



## LE GIPSIE

GRUPEMENT POUR L'INNOVATION  
ET LA PROMOTION DES SOLUTIONS  
D'ISOLATION THERMIQUE PAR L'EXTÉRIEUR

Pour ambitieuse qu'elle paraisse, la résolution des Pouvoirs Publics à l'horizon 1985 est de restreindre de moitié, par rapport à 1980, les dépenses de chauffage dans les logements, grands consommateurs d'énergie importée. Parce qu'elle intègre la masse du gros œuvre dans le volume chauffé et supprime ainsi nombre de points faibles thermiques, l'isolation par l'extérieur apparaît comme la solution la mieux adaptée à cette évolution économique.

En partisans avisés, sous l'égide d'EDF, les organismes conseils et une trentaine d'industriels ont formé le GIPSIE.

Ce groupement édite un guide pratique\* qui propose une information très complète, apte à renseigner maîtres d'ouvrages et concepteurs sur la réglementation, la formulation, ainsi que sur les différents procédés et composants.

Technique multiple donc, parfaitement adaptable à toutes les architectures, l'isolation par l'extérieur se recommande aussi bien en réhabilitation qu'en construction neuve.

### les membres du Gipsie

#### Membres conseils :

ELECTRICITE DE FRANCE • CAPEB • CATED • GEGIBAT • CFI • CNET-HLM • COPREC • COSTIC • CSTB • CTB • GITEC • ITNC • MINISTERE DE L'URBANISME ET DU LOGEMENT DIRECTION DE LA CONSTRUCTION - MISSION ENERGIE ET BATIMENT • SNFMI • SNI

#### Membres actifs :

##### ARDOISIERES D'ANGERS S.A.

52, bd du Roi René - BP 08 - 49005 ANGERS Cedex - (41) 88 98 02

##### BATI PROFIL

41-43, rue Crevecoeur - 93120 LA COURNEUVE - (1) 834 43 58

##### CEGECOL SOPROG

34, av. Leon Jouhaux - BP 109 - 92164 ANTONY Cedex - (1) 666 55 58

##### CEMREP S.A.

BP 13 - 88250 LA BRESSE - (29) 25 41 26

##### CLAUX ET Cie

3, rue Robert Darce - 19400 ARGENTAT - (55) 28 03 00

##### ELF ISOLATION

5, rue du Dôme - 75116 PARIS - (1) 505 14 63

##### ETERNIT-ETERELO

3, rue de l'Amandier - BP 3 - 78540 VERNOUILLI 1 - (31) 971 56 78

##### FIBRALITH

37 A, rue Gaulard - BP 121 - 90004 BELFORT Cedex - (84) 21 81 00

##### GIRC S.A.

rue Kepler - ZAC GE SVR NE - 44240 LA CHAPELLE SUR-ERORE - (40) 59 42 44

##### HILTI FRANCE

4, rue du Docteur Schwetzer - BP 77 - 91423 MORANGIS Cedex - (6) 934 50 06

##### I.P.A. PEINTURES GAUTHIER

47, rue de la Chapelle - 75018 PARIS - (1) 202 07 07

##### ISOVER SAINT-GOBAIN

Les Mirrors, Cedex 27 - 92096 PARIS LA DEFENSE - (1) 762 40 00

##### LAMBIOTTE SNPLF AGO

20, rue Dumont d'Urville - 75116 PARIS - (1) 723 72 74 - 720 93 00

##### LEBRET-SEDEL

Rue des 5 Freres Robinet - BP 20 - 61600 LA FERTE-MACE - (33) 37 14 01

##### LUCHAIRE S.A.

180, bd Haussmann - 75382 PARIS Cedex 08 - (1) 562 40 22

##### MIPLACOL

52, av. de la Concorde - 93270 SEVRAN - (1) 383 85 96

##### PIROTAL

Z.I. de Vergy - 74201 THONON-LES-BAINS - (50) 71 04 78

##### PRO BATIM

37, route de l'Hôpital - 67100 STRASBOURG - (88) 84 90 39

##### PROLIFIX

111, av. Victor Hugo - 93300 AUBERVILLIERS - (1) 833 43 77

##### LA SEIGNEURIE

20, rue Gaston - 93001 BOBIGNY - (1) 843 93 13

##### SICOF S.A.

9, rue Marcel Sembal - BP 138 - 44005 NANTES Cedex - (40) 43 32 55

##### SOLOR

31, rue Pompare - BP 94 - 57201 SARRLGUI MINES - (8) 798 44 54

##### SPIT-FRANCE

Route de Lyon - BP 104 - 26501 BOURG-LES-VALLENCES Cedex - (76) 56 55 54

##### TRIMETAL

70, av. du Pont de Saint-Denis - BP 41 - 92234 GENNEVILLIERS - (1) 798 92 92

##### TUILERIE NORMANDE DU MESNIL DE BAVENT

14860 RANVILLE - (31) 78 50 10

##### ZOLPAN COFAC S.A.

17, quai Joseph Cailler - 69316 LYON Cedex 04 - (7) 629 70 60



\*envoi gracieux sur simple demande à LE GIPSIE - La Defense 2 - 17 place des Reflets - 92400 Chateaufort - Tél. (1) 775 44 44

# La Vie du Corps des Ponts et Chaussées

## AMICALE D'ENTR'AIDE AUX ORPHELINS DES INGÉNIEURS DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES

### Compte-rendu de l'Assemblée Générale Ordinaire du 28 mars 1984

L'Assemblée Générale de l'Amicale d'Entr'Aide aux Orphelins des Ingénieurs des Ponts et Chaussées et des Mines, convoquée par lettre circulaire le 26 janvier 1984, s'est réunie le 28 mars à Aéroport de Paris, 291, boulevard Raspail, 75014 Paris.

401 membres étaient présents ou représentés.

Le Secrétaire a donné lecture du rapport moral et des comptes de l'exercice.

### I — Rapport moral

L'Amicale d'Entr'Aide groupe, au 28 mars 1984, 601 adhérents (447 adhérents complets et 154 partiels), contre 601 adhérents en 1983 (457 complets et 144 partiels).

Le montant total des secours distribués pour l'année 1983 s'est élevé à 443 100 F contre 437 100 F en 1982 et 402 500 F en 1981).

11 familles comportant 21 enfants à charge ont été secourues.

Les secours se sont échelonnés de 20 500 F à 55 000 F.

Compte tenu de la situation actuellement favorable des comptes, l'augmentation des cotisations est limitée et celles-ci sont fixées, pour 1984, aux valeurs suivantes :

— Cotisation de solidarité .....	365 F
— Cotisation complète	
— pour 1 enfant .....	820 F
— pour 2 enfants .....	945 F
— pour 3 enfants .....	1 070 F
— pour 4 enfants .....	1 195 F
— pour 5 enfants .....	1 320 F

### II — Renouvellement d'un membre du Comité directeur

Monsieur Gérard Franck a accepté de se représenter et a été réélu.

### III — Rapport du Trésorier

		Francs
<b>A — Recettes</b>		
Cotisations perçues au cours de l'exercice 1983 (reliquat 1982 et cotisations 1983)	462 710,55	
Produits financiers	764,00	
Plus-value sur fonds communs de placement	20 652,80	
		484 127,35
<b>B — Dépenses</b>		
Secours distribués	443 100,00	
Provision de caisse	2 100,00	
Frais secrétariat et divers	5 005,00	
Assurance	10 050,00	
		460 255,00

## C - Excédent des recettes de l'exercice

A - B

D - Réserve au 31.12.1982

E - Réserve au 31.12.1983

dont 201 416,80 F sur fonds communs de placement.

L'intérêt sur les fonds communs de placement ne sera versé qu'en avril 1984 pour un montant d'environ 20 000 F.

23 872,35

202 467,53

226 339,88

## IV - Approbation

Le compte-rendu de l'Assemblée Générale et le rapport du Trésorier sont approuvés à l'unanimité.

Le Président,

Le Secrétaire,

R. Pistre

G. Franck

# mouvements

## Promotion 1983

Les ingénieurs Généraux des Ponts et Chaussées de 2<sup>e</sup> classe, désignés ci-après, sont nommés Ingénieurs Généraux des Ponts et Chaussées de 1<sup>ère</sup> classe - 1<sup>er</sup> échelon à compter des dates ci-après :

MM. Michel **BONNET**  
Maurice **LEGRAND**  
François **PARFAIT**  
Maurice **GERVAIS DE ROUVILLE**  
Claude **GEMAEHLING**  
François **LEVY**  
Jean **MANTE**

Arrêté du 13 juillet 1983.

René **MAYER**  
Jacques **DESCHAMPS**  
Jean-Claude **PARRIAUD**

Arrêté du 1 septembre 1983.

Les Ingénieurs des Ponts et Chaussées de 1<sup>ère</sup> classe dont les noms figurent ci-après, sont promus Ingénieurs en Chef des Ponts et Chaussées :

## Cadre normal

M M Henri **DEFOUG**  
Christian **BINET-TARBE-DE-VAUCLAIRS**  
Pierre **MONNIER**  
Alain **GILLE**  
Yves **DURAND-RAUCHER**  
André **BUJARD**  
Roger **GUESNERIE**  
François **NAU**  
Michel **BRISSON**  
Pol **HEMON**  
Jean-Pierre **FOURLON**  
Jean-François **MAOQUET**  
Jean-Paul **TEYSSANDIER**  
Serge **DUTRUY**  
Gilles **LESERVOT**  
Maurice **PRUVOST**

Serge **VALLEMONT**  
Claude **WAGSCHAL**

## Cadre spécial

André **JOSSON**  
Arrêté du 29 novembre 1983.

Les Ingénieurs des Ponts et Chaussées dont les noms figurent ci-après, sont promus Ingénieurs en Chef des Ponts et Chaussées :

MM. Robert **GARIN**  
Barthélémy **RAYNAUD**  
François **BRUN**  
Robert **FOURCADE**  
Jean **LORCY**  
Jean-Claude **BARREAU**  
Paul **ARNAUD**  
André **LAUER**  
Thierry **MASNOU**  
Maxime **BARANGER**  
Jean **LESSOILE**  
Jean-Claude **CHANTEREAU**  
Jacques **CABANIEU**  
Bruno **DAVIET**  
Christian **BROSSARD**  
Jacques **LECLERCQ**  
Raymond **OURADOU**  
Jacques **de PLAZAOLA**  
Maurice **TAXIL**  
Gérard **MORANCAY**  
Guy **BEN ATTAR**  
Michel **FICHEUR**  
Pierre **VIAL**  
Louis **PENARROYA**  
Pierre **CALAME**  
Michel **DELEAU**  
Marc **SPIELREIN**  
Michel **DELHOMMEZ**  
Maurice **TRICHARD**  
Jean-Marc **DENIZON**

Arrêté du 5 septembre 1983.

Article 1<sup>er</sup> - Les I.C.P.C. dont les noms figurent ci-après, sont nommés Ingénieurs Généraux des Ponts et Chaussées de 2<sup>ème</sup> classe :

M M Jean **BADIN**  
Michel **ROUSSELOT**  
Yves **BOISSEREINQ**  
Jean-Pierre **KRYN**  
René **SERRE**  
Jean **BELLI-RIZ**  
Charles **SALVA**

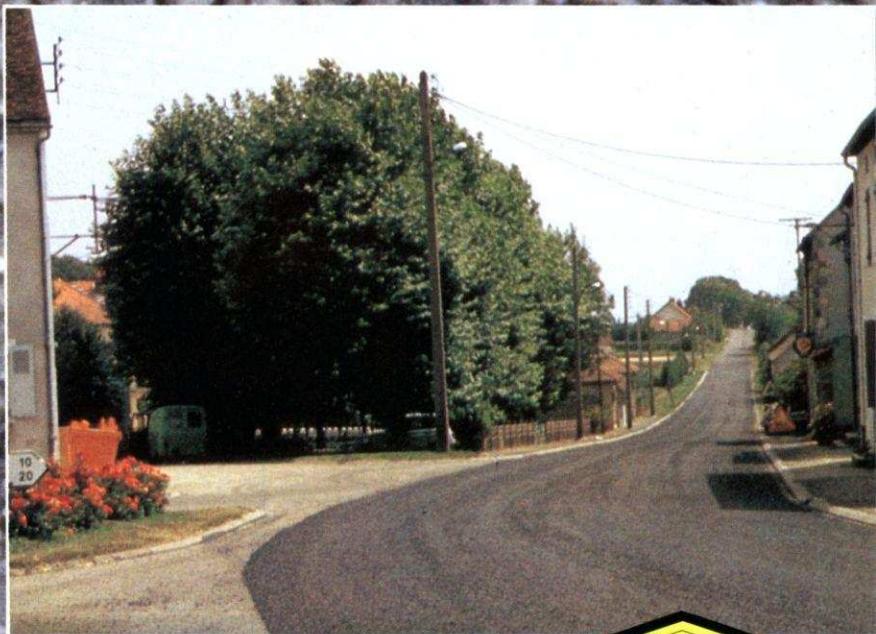
Arrêté du 30 septembre 1983.

André **SCHMIT**  
Robert **VENET**  
Gaston, Jacques **FLAMERIE de LACHAPELLE**  
Jacques **LEGRAND**  
Pierre **LESCURE**  
Jacques **TIPHINE**  
Maurice **LE FRANC**

Arrêté du 31 décembre 1983.



pour rétablir l'imperméabilité  
et la rugosité  
des chaussées dégradées



l'enduit  
épais



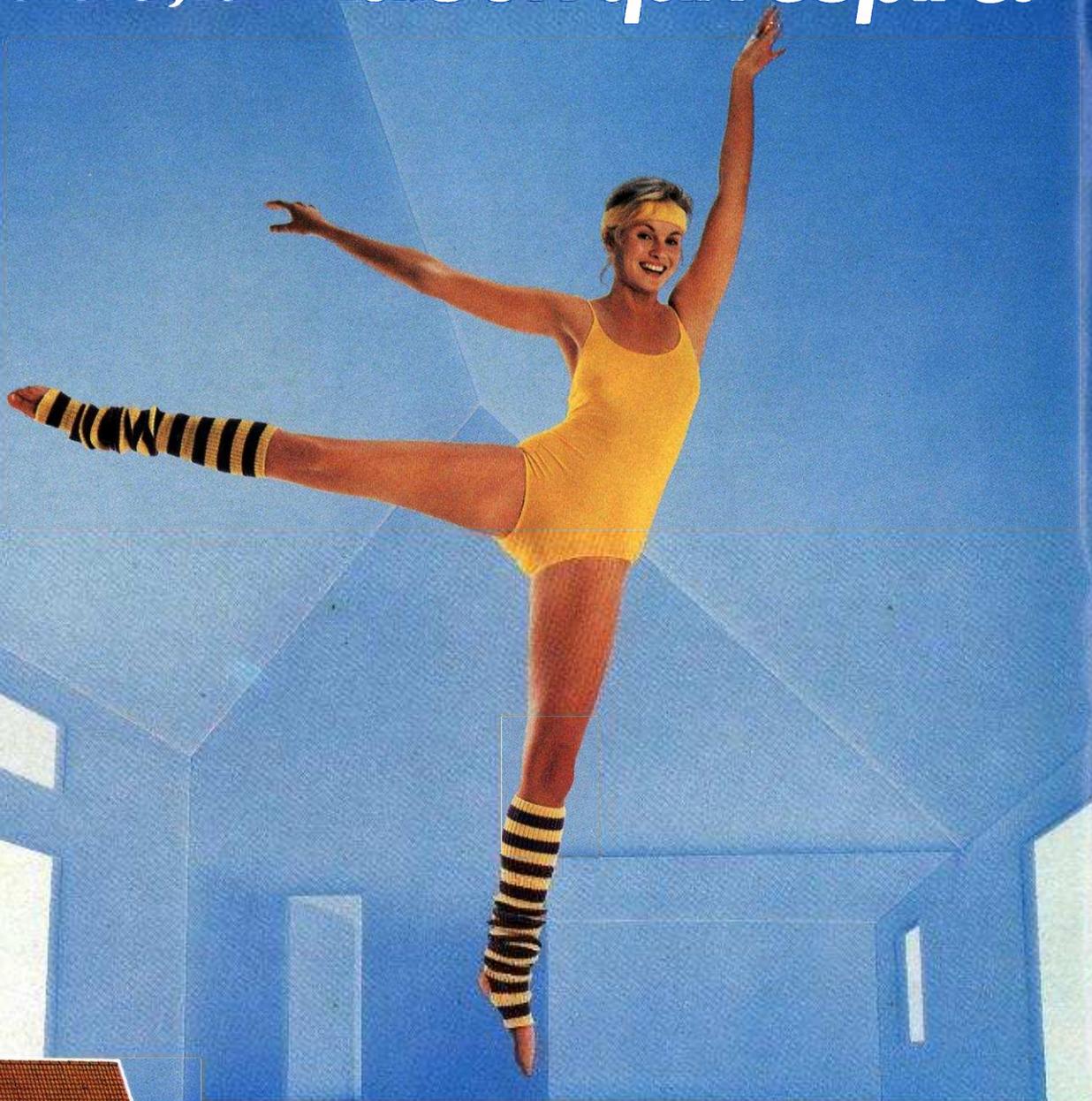
membrane gravillonnée  
au bitume caoutchouc.



39, rue du Colisée, 75008 PARIS - Tél. 562.52.60

# De l'air!

## Spacio, la maison qui respire.



**D**e l'air! Voici Spacio la maison qui respire. Ah! Enfin de l'air, de l'air. Voici Spacio, la nouvelle maison de Phénix.

**Spacio, l'espace volume.** Dans Spacio, l'espace c'est d'abord un volume de vie avec un séjour "3<sup>e</sup> dimension" dont le plafond monte jusqu'au toit.  
**Spacio, l'espace lumière.** Spacio, c'est de larges arrivées de lumière dans toutes les pièces. Avec ses deux portes-fenêtres face à face, le séjour bénéficie d'une double exposition. Ainsi, la clarté du jour illumine tout l'espace.  
**Spacio, l'espace harmonie.** Spacio possède cette intelligence de l'espace qui permet à chacun de vivre en harmonie avec les autres. Son espace-jour et son espace-nuit sont judicieusement sépa-

rés. **Spacio, une gamme.** Sur l'idée "volume et lumière", Phénix a conçu une gamme de maisons individuelles adaptées à chaque famille et à chaque région. Quatre modèles de base de 73, 82, 91 et 100 m<sup>2</sup> donnent ainsi naissance à une série de versions permettant un choix personnalisé.

Espace, lumière, volume et garanties Phénix: les Spacio sont des maisons où il fait bon respirer. Spacio, c'est une nouvelle manière de vivre votre maison.

Spacio de Phénix: enfin une maison qui respire.

# MAISON PHENIX



**DECouvrez SPACIO**

en adressant ce bon à Maison Phénix - 691, av. de la Grande Armée 75050 Paris Cedex 17.  
 Tél. 574.99.99. Sans engagement de ma part, je désire recevoir votre documentation.

Nom: \_\_\_\_\_  
 Rue: \_\_\_\_\_ Ville: \_\_\_\_\_  
 Code postal: \_\_\_\_\_  
 Je cherche un terrain dans le département: \_\_\_\_\_  
 N°: \_\_\_\_\_

RCS 552 080 665

A 6416

PUBLICIS