

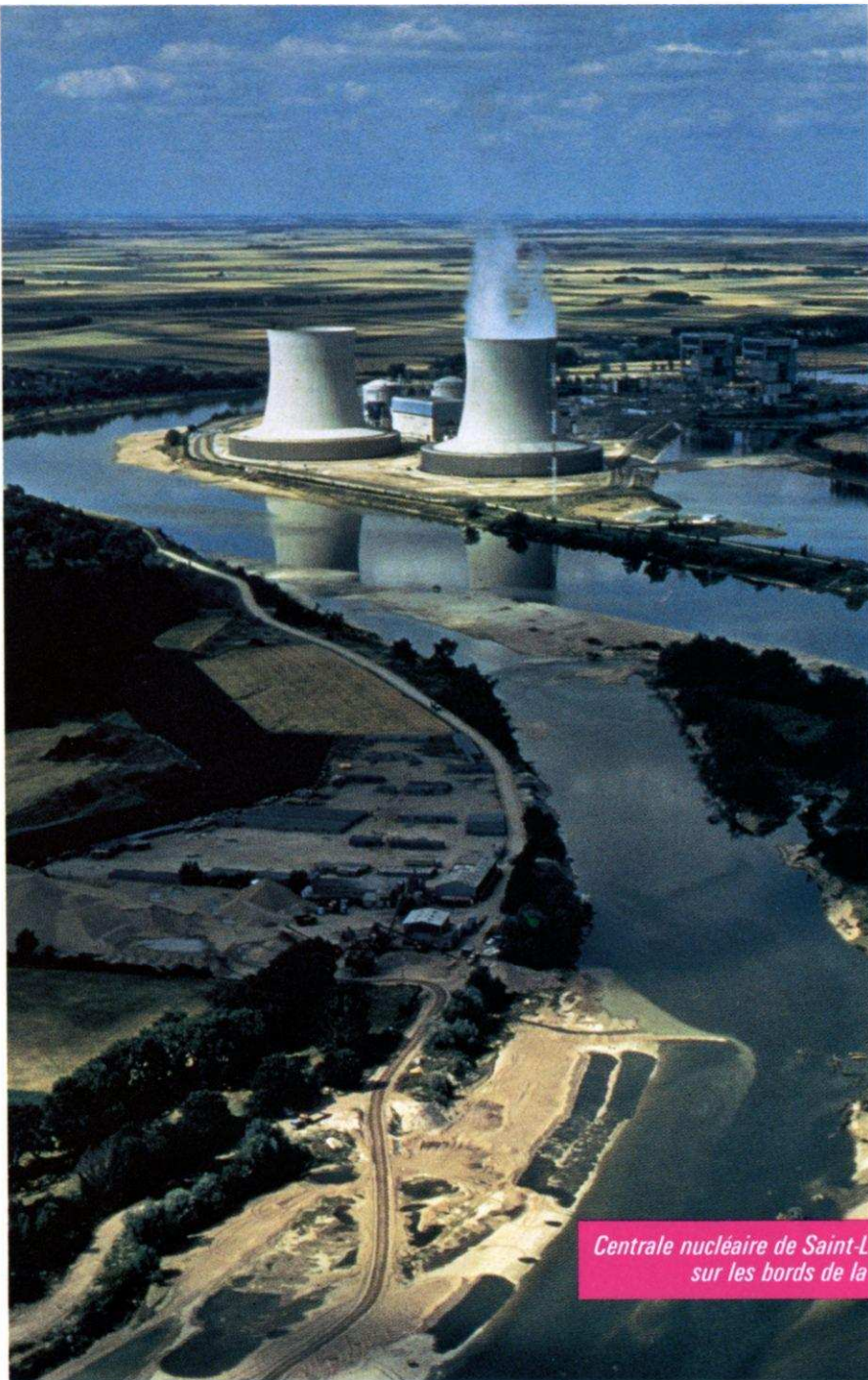


PEM

**LA RECHERCHE:
PREPARER
LE FUTUR**

1986 - 84^e ANNÉE - N^o 6 - 7

ISSN 0397-4634



*Centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux
sur les bords de la Loire.*



**Abondante, nationale,
économe en devises,
l'électricité est un atout
majeur de développe-
ment économique.
En prenant la relève
d'énergies importées,
l'électricité d'origine
nucléaire renforce la
compétitivité de l'in-
dustrie et accélère sa
modernisation.**

Sodel conseil

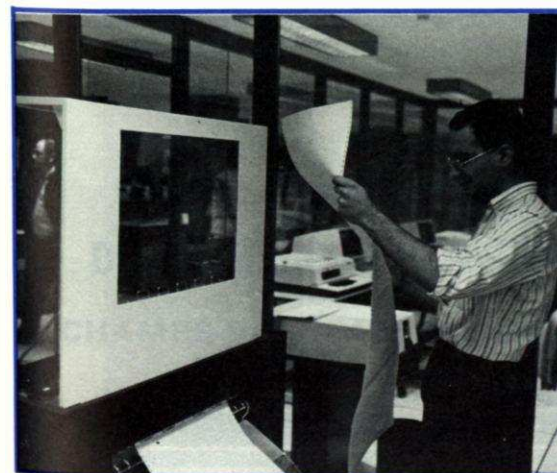
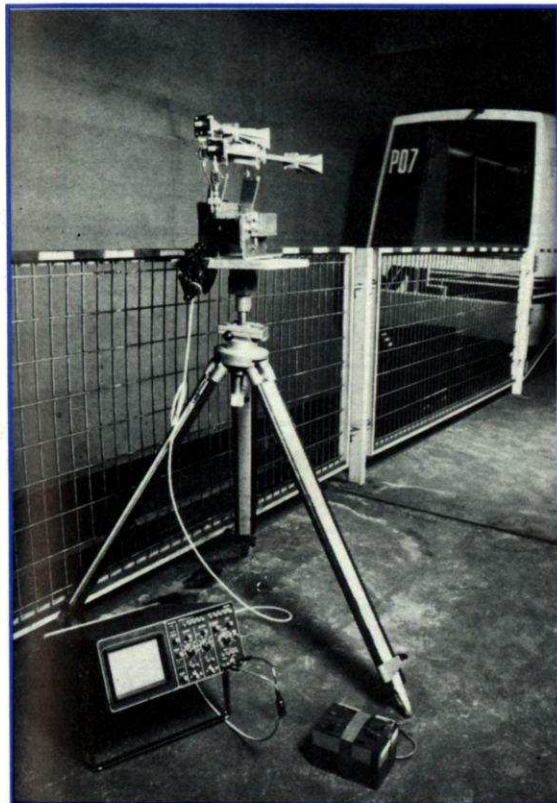
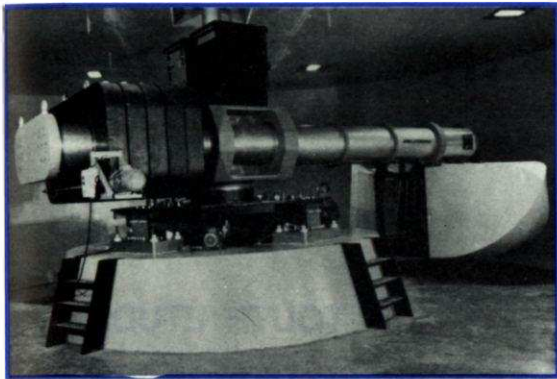
LE NUCLÉAIRE AUJOURD'HUI



ELECTRICITE DE FRANCE 

1986 - N^{os} 6-7

LA RECHERCHE : PREPARER LE FUTUR



DOSSIER

Editorial : <i>P. Masse</i>	9
Interview : <i>Jean Salençon</i>	10
Demain la ville : <i>Jean-Eudes Roullier</i>	12
Comment stimuler la recherche : <i>André Lauer</i>	16
La recherche en génie civil : <i>Alain Bonnet</i>	19
Les chercheurs de la rue des Saints-Pères : <i>Bernard Hirsch</i> et <i>Pierre Veltz</i>	21
La cartographie : <i>Claude Martinand et Guy Ducher</i>	25
Le bâtiment : <i>Pierre Chemillier</i>	28
L'histoire d'un centre de recherche : <i>Christian Queffelec</i>	29
Diffuser le savoir : <i>R. Slama, G. Lalin, J. Huin</i>	32
Transports Guides Urbains <i>Y. David</i>	34
Le Texol	37
 LA VIE DU CORPS	 38
<i>Christian Beullac</i>	39



50, quai Louis Blériot

Tél. : (1) 45.27.14.20

75016 PARIS

Télex : 649.946

PEUT PROCÉDER GRATUITEMENT A TOUTE ÉTUDE
D'IMPLANTATION DE BORNES D'APPEL D'URGENCE
SUR LES RÉSEAUX DES COLLECTIVITÉS LOCALES.

SE CHARGE DES IMPLANTATIONS ET DE LA MAIN-
TENANCE.



CARTES
IGN institut
géographique
national



136 bis, rue de Grenelle - 75700 PARIS



CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT

(Etablissement Public de l'Etat)

Tél. : (1) 45.24.43.02

4, Avenue du Recteur Poincaré PARIS 16^e

ETABLISSEMENTS DE RECHERCHE REGIONAUX

CHAMPS-SUR-MARNE 60.05.90.58

GRENOBLE 76.54.11.63

NANTES 40.59.42.55

SOPHIA-ANTIPOLIS (NICE) 93.65.34.00

A.T.E. 5 SUR 5 POUR L'AUTOROUTE ESTEREL COTE D'AZUR

L'intervention du département "Assistance Technique Extérieure" du CNET, a permis à la société d'autoroute Esterel-Côte d'Azur de doter ses équipes mobiles d'un système de liaison radio, sûr et performant.

Spécialiste en ingénierie des télécommunications, le département A.T.E. grâce à la collaboration des experts du CNET assure une assistance technique sur mesure aux organismes publics : conception des installations, expertise des systèmes, rédaction des cahiers des charges, analyse des propositions et réception des équipements en usine et sur site.

La maîtrise technologique du CNET alliée à l'expérience "terrain" développée auprès d'organismes tels que les directions de l'équipement, Renault ou la RATP, garantissent le haut niveau des prestations.

Pour vos problèmes de télécommunications et de télématique faites-vous assister par des experts indépendants : CNET Département STC/ATE.

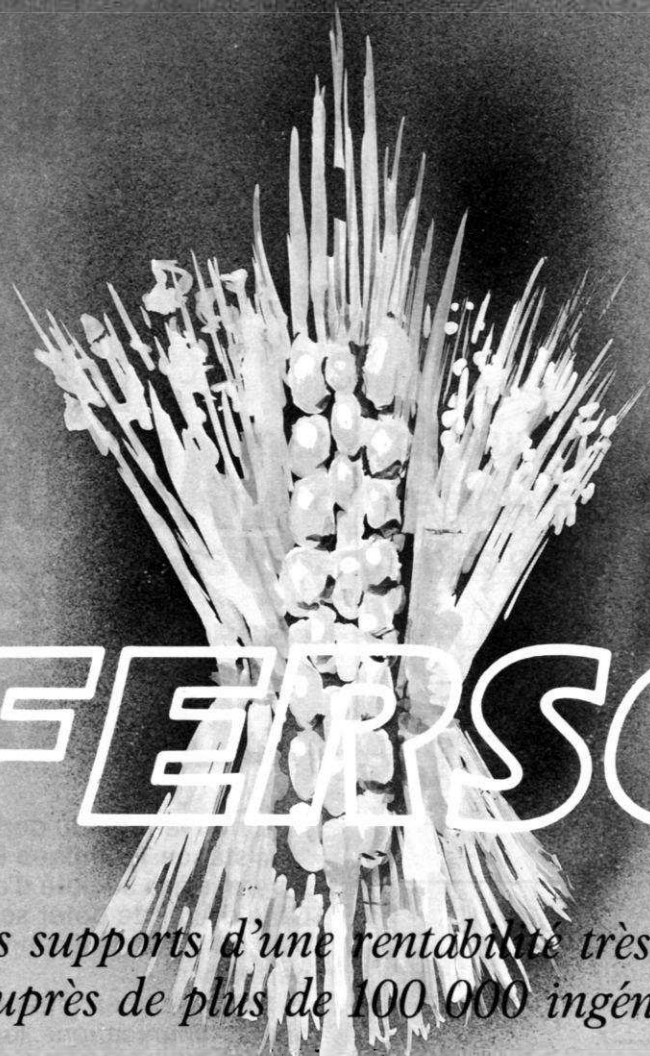
CENTRE NATIONAL D'ETUDES
DES TELECOMMUNICATIONS



CENTRE PARIS B - DIVISION STC
Département Assistance Technique Extérieure
38-40, rue du Général-Leclerc - 92131 ISSY-LES-MOULINEAUX -
Tél. : 46.38.48.34 - MINISTÈRE DES P.T.T.

URANIUM

Une bonne récolte en France!



OFERSOP

*Des supports d'une rentabilité très élevée
auprès de plus de 100 000 ingénieurs*

**100 publications annuelles
plus d'un million de lecteurs**

Régie publicitaire exclusive des publications de :

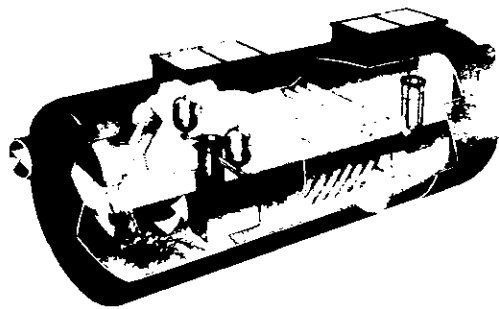
E.N.A. - Polytechnique - Saint-Cyr - Centrale - Télécommunications
Ponts et Chaussées - Travaux Publics de l'État - Sup'Aéro
ENSAE - INSA-Lyon - Architectes - CSTB - FNPC - UCM
Fiabci France - ASITA - CAIA - CAIETA - Ministère Logement
Commissariat Général du Plan

POSSIBILITÉ DE PUBLICITÉ COLLECTIVE

TARIFS - RENSEIGNEMENTS - TÉLÉPHONE : (1) 48.24.93.39

OFERSOP Claude NATAF, Directeur

28, rue des Petites-Écuries - 75010 PARIS



SÉPARATEUR POUR EAUX DE RUISSELLEMENT

SDRM

Le séparateur SDRM est un ensemble autonome de prétraitement des eaux ruisselant sur de grandes surfaces étanches. Il résulte de l'association dans une même cuve d'un réservoir d'orage et d'un système de régulation de débit. Ainsi, toutes les eaux recueillies sont dessablées, y compris quand, à l'occasion d'une pluie d'orage, une partie d'entre elles doit être écrêtée directement vers l'exutoire. Après être passées dans le premier compartiment (débourbeur), les eaux chargées d'hydrocarbures sont évacuées vers le séparateur lamellaire grâce à un régulateur de débit de surface. Un

surverse siphonique réglable assure l'évacuation des débits excédentaires.

Cette conception permet de prétraiter avec le SDRM (sans ouvrage annexe) les eaux dont le débit est supérieur à 150 l/s. La cuve cylindrique, d'axe horizontal, est mise en place directement sur la canalisation dont les eaux sont à épurer. Le milieu récepteur est alors protégé contre la plupart des versements accidentels. De plus, si les surfaces d'apport pluvial en amont augmentent, il suffit d'un réglage de la surverse pour adapter le SDRM aux nouvelles contraintes de débit.

SAINT-DIZIER

46, rue de Bassano, 75008 Paris
Tél. (1) 47 20 48 35 - Telex 610096

saint dizier



RUBALISE RUBARRAGE

marque et modèles déposés

Rubans de signalisation,
vêtements fluorescents
et rétro réfléchissants de qualité.

Films rétro réfléchissants
homologués Réthioflex/T2S

Documentation : T2S (groupe THIOLLIER)
Z.I. - B.P. 13
42290 SORBIERS
Tél. : 77.53.88.58



**ETUDES ET REALISATIONS D'EQUIPEMENTS
AERONAUTIQUES ET METEOROLOGIQUES**

Centre de Contrôle Régional du Caire



S.L.A.M.

43, Bd du Mal-Joffre
92340 BOURG-LA-REINE

Tél. : (1) 47.02.77.78 - Télex SELBLAN 200332

GYPSONAT®
CENDRES VOLANTES
LAI TIERS GRANULES et CONCASSES
PORPHYRES ROSES de BOURGOGNE
DIORITES de VENDEE
QUARTZITES de l'ORNE
SEL ANTI-GEL — MELANGES ANTI-GEL
GRAVE LAITIER et GRAVE CIMENT
GRAVES RECONSTITUEES
GRAVES-CENDRES VOLANTES
SABLONS
CHAUX GRASSE et CHAUX VIVE
SABLES et GRAVILLONS SILICO-CALCAIRES
POUZZOLANES
SOLS SPORTIFS-STABILISES
TERRASPORT®
POUZZOSPORT®
POUZZOSPORT - TENNIS®
SCHISTES ROUGES

- SILOTAGE pour PULVERULENTS en REGION PARISIENNE
- RECYCLAGE de MATERIAUX de DEMOLITION par MATERIEL SPECIFIQUE

**7 CENTRALES ROUTIERES • 14 DEPOTS EMBRANCHES
2 INSTALLATIONS PORTUAIRES • DECHARGES**

CONDAMNATION POUR CONTREFAÇON

La société **Guima** dont le siège est à Caussade (Tarn-et-Garonne) a été condamnée le 29 avril 1986 par la Cour d'Appel de Lyon pour contrefaçon du brevet n° 2 185 520 (dépôt n° 72 19596) appartenant à la société **Bennes Marrel**, dont le siège est à Andrézieux Bouthéon (Loire), et protégeant son dispositif **Ampliroll** monté sur camion de prise et pose au sol de caisses, bennes, citernes...

La cour a condamné Guima en ces termes :

"...déclare la société Guima contrefactrice du brevet litigieux, lui fait défense de fabriquer, vendre ou utiliser tous dispositifs contrefaisants à peine d'une astreinte définitive de 5 000 F par infraction constatée.

Ordonne la confiscation et la remise à la société les Bennes Marrel de tous les produits contrefaisants appartenant à la société Guima.

...nomme en qualité d'expert Monsieur Pouget... pour rechercher les éléments permettant d'apprécier le préjudice subi par la société les Bennes Marrel, du fait de la contrefaçon.

...condamne la société Guima à payer à la société les Bennes Marrel, la somme de 50 000 F à titre d'indemnité provisionnelle.

Autorise la société les Bennes Marrel à faire publier le présent arrêt dans cinq journaux ou périodiques de son choix, aux frais de la société Guima...

Condamne la société Guima aux dépens de première Instance et d'Appel."



DES FILS
SYNTHÉTIQUES
CONTINUS EN
MÉLANGE INTIME
AVEC UN SOL
SABLEUX

OU LES
REMARQUABLES
PROPRIÉTÉS D'UN
SOL PERMÉABLE
DOUÉ D'UNE
FORTE
COHÉSION

UN BREVET DU LABORATOIRE CENTRAL
DES PONTS ET CHAUSSÉES DÉVELOPPÉ PAR
LA SOCIÉTÉ D'APPLICATION DU TEXSOL

Siège Social

3, AVENUE DU PRÉSIDENT WILSON
75116 PARIS

Renseignements et Correspondance : B. P. n° 62 - 91401 ORSAY Cedex - ☎ 69.41.81.90 - Telex 692 538 F

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE SUR LES TRANSPORTS ET LEUR SECURITE



Etablissement public à caractère scientifique et technologique regroupant l'IRT et l'ONSER

- Organisation et fonctionnement des services de transport
- Sécurité des systèmes de transport, sécurité routière
- Besoins et comportements des usagers et des agents économiques
- Analyse des coûts économiques, énergétiques et sociaux des systèmes de transport et moyens de les réduire
- Innovation technologique appliquée aux systèmes et matériels de transport

Siège social : 2, avenue du Général Malleret - Joinville 94114 Arcueil Cedex - BP 34
Tél. 45.81.12.12 - Télex INRETS 204 454 F - Télécopieur 45.47.56.06

MARQUAGE AU SOL : ALLEZ AU-DELÀ DU GUIDAGE SIMPLE

SIGNALISATION
INFO 3M

Il n'y a pas de doute : une route sans marquage au sol est pour le moins inconfortable si ce n'est dangereuse. Avez-vous déjà emprunté le boulevard périphérique de Paris alors que la chaussée, fraîchement resurfacée, n'avait pas encore été marquée ? Vous avez certainement regardé d'un mauvais œil vos voisins empiéter sur votre trajectoire. Ont-ils fait preuve de manque de civilité ? Non... ils manquaient seulement de repères.

Le marquage au sol : une nécessité.

Nécessité reconnue mais pas assez analysée. On parle de marquage au sol en termes trop généraux. Il est certain que 80 à 90 % des marques sur chaussée reviennent au guidage simple dont le rôle principal est de "dessiner" la route (axe et rives). Mais les 10 % restant ne doivent surtout pas être fondus dans la masse. Chacun sait qu'il existe des passages piétons, des flèches de rabattement et de sélection, des barres de stop, des cédez le passage, des zébras..., autant



Marquage visible de jour.

d'éléments du marquage au sol que nous pouvons qualifier de fondamentaux, et qui devraient faire l'objet d'un soin particulier. N'oublions pas que l'automobiliste doit trouver au travers des éléments fondamentaux du marquage au sol des informations vitales pour sa sécurité. La première flèche de rabattement indique qu'il faut commencer à se rabattre, la troisième annonce une ligne continue ; un passage piétons laisse présager la présence de passants ; un zébra est le signe d'une modification de trajectoire... On est loin du guidage simple.

Établir un lien étroit entre la route et l'usager.

On le devine, l'automobiliste est naturellement plus exigeant dans le cas de marques destinées à son information. C'est grâce à ces éléments fondamentaux qu'un lien étroit s'établit entre la route et

l'usager. Il n'est pas imaginable que ce contact soit rompu en ces points stratégiques de la route. Or, n'avez-vous jamais été frappé par la différence de qualité d'un marquage entre le jour et la nuit ?



Même marquage de nuit :
Illustration d'un vieillissement "prématuré".

Les raisons de la chute de la rétro-réflexion des produits traditionnels sont multiples ; en plus, il n'est pas facile de contrôler régulièrement la qualité du marquage et de veiller à son renouvellement répétitif sur l'ensemble du réseau routier.

Une technologie de qualité.

Motifs supplémentaires pour utiliser une technologie de qualité : le marquage doit permettre une haute performance visuelle de nuit et être d'une longue durabilité dans les zones particulièrement dangereuses.



Illustration d'éléments de marquage
devant faire l'objet d'une technologie
de haut de gamme.

3M propose une gamme de produits répondant aux différentes préoccupations des responsables de la route. - Bandes de longue durabilité stamark homologuées à 30 et 48 mois. - Bandes de haute rétro-réflexion stamark (1 500 mcd/lux/m²).

Département Signalisation du
Trafic

3M France - Bd de l'Oise
95006 CERGY-PONTOISE CEDEX
Tél. : 1/30.31.65.52

3M.

NOUS SIMPLIFIONS LA ROUTE.

3M

L'écho des
RECHERCHES

TOUT SAVOIR sur les télécommunications de demain

Chercheurs... L'Écho des Recherches vous apportera une information sur le secteur en vive expansion des télécommunications qui requiert des études fondamentales variées.

Ingénieurs et Techniciens de l'Industrie... L'Écho des Recherches vous fournira l'état des études susceptibles de déboucher à court terme sur une industrialisation.

Exploitants des télécommunications... L'Écho des Recherches vous éclairera sur les systèmes en développement ou en expérimentation.

Étudiants... L'Écho des Recherches vous orientera dans le vaste panorama des types d'activité du CNET et de l'ENST, allant de la recherche fondamentale au suivi de développement et à l'assistance technique.

A tous enfin... L'Écho des Recherches suggérera les éléments de réflexion sur les télécommunications de demain.



Abonnements : L'Écho des Recherches, 38-40, rue du Général Leclerc, 92131 Issy-les-Moulineaux. Joindre à votre demande le titre de paiement (chèque postal ou bancaire) rédigé à l'ordre de : Monsieur le régisseur de recettes du CNET - CCP Paris 90 42 70 H.

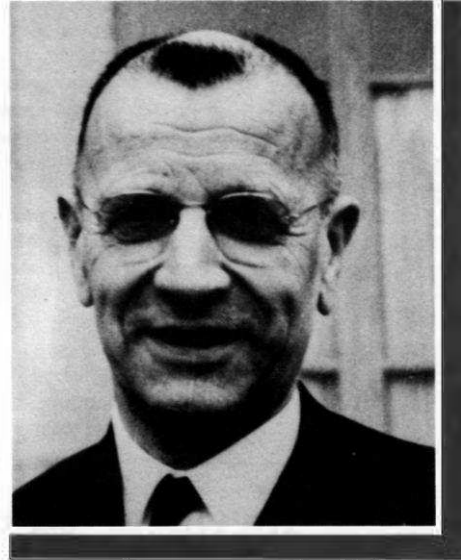
Tarifs : Prix du numéro : France 80 F - Étranger 90 F. Prix de l'abonnement : France 270 F - Étranger 300 F. Spécimen gratuit sur demande.

enet
enst

Revue trimestrielle éditée par le Centre National d'Études des Télécommunications et l'École Nationale Supérieure des Télécommunications.

MINISTÈRE DES PTT

"PASSIONNEZ-VOUS... SACHEZ CONVAINCRE ET GAGNER"



Je suis heureux d'ouvrir ce numéro du PCM consacré à la recherche. Il y a en elle, en effet, lorsqu'elle est fécondée par le travail, la source des plus belles réussites techniques, comme les grands barrages, les viaducs auto-routiers, le TGV, Tancarville et Roselend, qui marqueront notre siècle.

De plus en plus cependant, au-delà de la pureté des formes et de l'économie de matière, la recherche doit s'attacher à la combinaison la plus efficace des éléments de structures de plus en plus complexes. Le chercheur qui s'y consacre avec passion ressent, au bout de sa marche, la saveur de l'optimum.

Ce fut mon cas lorsqu'en 1946, Directeur de l'Équipement d'EDF, j'eus à étudier la combinaison optimale — pour l'époque — de l'hydraulique et du thermique, à trouver dans les grands réservoirs l'instrument privilégié de l'adaptation de l'offre à la demande, et plus tard à préserver la liberté de recherche d'EDF en matière nucléaire, ouvrant ainsi à mes successeurs, et singulièrement à Marcel Boiteux, la voie des grandes réalisations que le monde entier admire aujourd'hui.

C'est cette même tension vers l'optimum qui m'a animé, de 1959 à 1966, à la tête du Commissariat Général du Plan. J'y ai éprouvé des difficultés, commis ou laissé commettre quelques erreurs. Il est cependant permis de dire rétrospectivement qu'avec une croissance rapide, un développement économique continu et le plein emploi, le début des années soixante a été l'âge d'or de l'expansion.

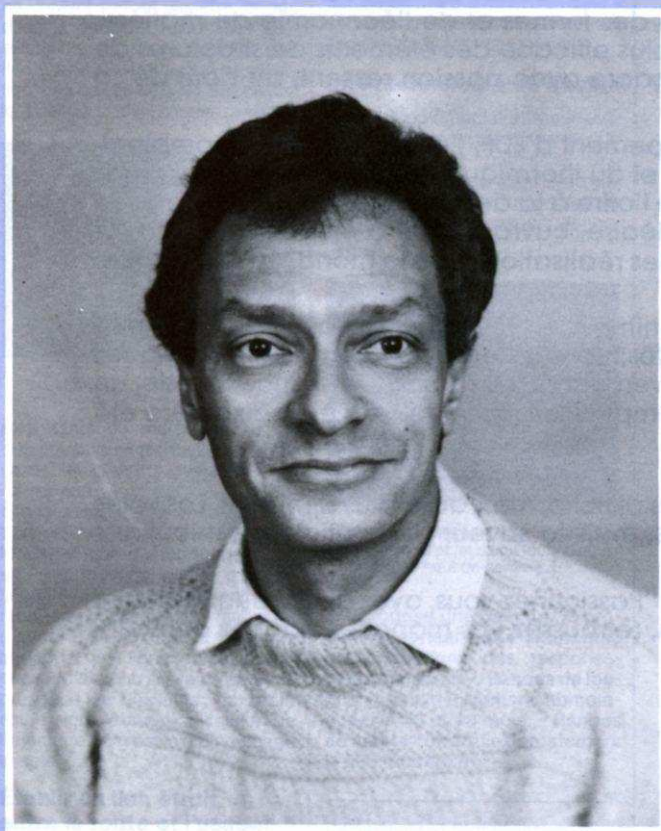
Nous vivons aujourd'hui dans un environnement plus difficile, mais aussi plus stimulant. Les voies de la recherche sont plus diversifiées, plus ardues, mais la saveur de l'optimum est toujours au bout.

J'aimerais dire aux jeunes, si vous me le permettez : "Passionnez-vous, ayez de l'ardeur à défendre vos convictions, votre profession, soyez ouverts, retrouvez vos manches, sachez convaincre et gagner.

*par Pierre Massé
Ingénieur Général Honoraire des Ponts et Chaussées
Membre de l'Institut*

LA RECHERCHE : UNE PASSION

Entretien avec Jean SALENÇON
Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées



Nous remercions notre camarade Jean Salençon d'avoir bien voulu nous accorder cet entretien. Professeur de Calcul des structures à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, et de Mécanique à l'Ecole Polytechnique, Membre correspondant de l'Académie des Sciences depuis 1980, et actuel Président du Comité français de mécanique des sols, il s'est, depuis sa sortie de l'ENPC, consacré à la recherche et à l'enseignement en mécanique des sols, en calcul des structures et, plus généralement, à la mécanique des milieux continus.

Il est l'auteur d'une centaine de publications scientifiques dont plusieurs livres : le prochain, un ouvrage traitant de l'Elastoplasticité rédigé en collaboration avec Bernard HALPHEN est à paraître aux Presses de l'ENPC.

PCM : Tu es ingénieur des Ponts et Chaussées ; cette qualité a-t-elle une importance dans ta vie de chercheur ? Es-tu chercheur de vocation ?

J.S. : A la sortie de l'Ecole Polytechnique, mon choix pour le Corps des Ponts et Chaussées était motivé par les aspects techniques et scientifiques que je m'attendais

à y trouver. Ayant déjà choisi la carrière d'ingénieur ce qui pour moi était associé à "inventer", la recherche m'apparaissait comme inhérente au métier d'ingénieur, quelque forme qu'elle pût prendre.

L'influence de ma qualité d'Ingénieur des Ponts sur ma "carrière" de chercheur ? Elle s'est manifestée constamment.

Initialement, car mon premier con-

tact avec la recherche fut un "travail personnel" de mécanique des sols réalisé, dans le cadre des cours du Professeur Jean Kerisel à l'ENPC, au Laboratoire de mécanique de l'X que dirigeait le Professeur Jean Mandel.

Puis, le type même des recherches que j'ai menées a été conditionné par ma formation d'Ingénieur des Ponts. Le choix des domaines : la mécanique, science "dure" du génie civil, pour et à partir de quelques-unes de ses sciences appliquées (mécanique des sols, calcul des structures...). Les thèmes de recherche : bien souvent fournis par des questions posées par des praticiens (de bureaux d'études par exemple). La façon d'aborder les problèmes et de les traiter, qui sous-entendait toujours des exemples d'application. Je dois dire d'ailleurs que l'exemple de quelques grands professeurs dont j'avais pu bénéficier de l'enseignement ou des conseils (Jean Mandel, Jean Courbon ; MM. Jean Kerisel, Dragos Rodenkovic, Pierre Habib) m'a souvent servi de référence.

Une autre composante de ma démarche vers la recherche est sans doute liée à mon goût pour l'enseignement.

L'enseignement dans les grandes écoles pour les disciplines dites "appliquées" s'appuie toujours sur la recherche car il doit, pour être efficace dans le temps où il est dispensé, utiliser les connaissances acquises par les étudiants actuels dans les matières fondamentales ; il doit aussi et surtout se projeter à l'époque où ces étudiants, actuellement en formation, seront devenus des ingénieurs en pleine activité : pour les choix à faire, pour les partis à prendre, l'éclairage de la recherche peut être précieux.

Enfin cet enseignement, toujours compact, nécessite de parvenir à des formulations synthétiques et relativement dépouillées qui sont souvent stimulantes pour des actions de recherche.

Pour en revenir à la question posée je considère que ma formation d'Ingénieur des Ponts a été un élément favorable pour mes recherches en en fournissant tout à la fois les racines ou les motivations et la consistance autour de la charpente théorique. De plus je pense qu'en nous situant entre les recherches menées par nos collègues plus universitaires et les applications plus concrètes des praticiens, nous sommes en quelque sorte amenés à servir de messagers pour le transfert ; il n'est par rare d'ailleurs que nous rédigeons deux présentations, différentes dans la forme et dans l'esprit, d'un même résultat pour nous adresser à ces deux publics (je pense par exemple aux travaux que Patrick de Buhan fait actuellement avec moi sur le calcul à la rupture des ouvrages en sols renforcés par une méthode d'homogénéisation) et cette démarche passionnante est enrichissante pour la recherche elle-même.

PCM : Peux-tu nous rappeler ton cheminement depuis ta sortie de l'Ecole des Ponts et Chaussées ?

J.S. : En sortant de l'Ecole des Ponts en 1964 j'ai demandé une affectation au Laboratoire de mécanique de l'Ecole polytechnique dans le cadre du décret Suquet. J'y ai préparé ma thèse sous la direction de Jean Mandel, soutenue en 1969. Dans le même temps j'ai commencé à enseigner à l'Ecole des Mines de Paris en Résistance des matériaux (1964) et

l'Ecole des ponts en mécanique des sols (1965), contreponds fort utile évitant la monoculture. Ce fut en quelque sorte la période d'apprentissage, sans doute celle qui demande au jeune ingénieur qui s'est engagé dans la recherche le plus de conviction dans sa vocation car il se trouve confronté à ses camarades qui ont souvent des situations en apparence plus valorisantes socialement.

J'ai été nommé Maître de conférences de mécanique à l'Ecole polytechnique en 1969 et jusqu'en 1975 mon activité principale s'est exercée au Laboratoire de mécanique des solides.

En 1975 le Président Pasquet alors directeur de l'Ecole et François Bosqui directeur de l'enseignement souhaitant instiller quelques enseignants de plein exercice à l'ENPC, j'ai été affecté à l'ENPC où je suis resté jusqu'en 1985. J'ai pu dans ce cadre exercer des responsabilités variées de chercheur et d'enseignant tout en poursuivant et en dirigeant des recherches en Laboratoire de mécanique des solides qui devint à l'époque commun à l'X, à l'Ecole des Mines et à l'Ecole des Ponts : responsable de l'option "Ouvrages d'art", professeur de calcul des structures anélastiques, responsable de DEA et de formation doctorale, chef de département. J'ai, dans toutes ces activités, eu la chance d'avoir avec les élèves et les étudiants, avec mes collègues, avec mes collaborateurs de toutes formations et de nationalités variées, des contacts très agréables et enrichissants intellectuellement et humainement. Nommé professeur de mécanique à l'Ecole polytechnique en 1982 pour un poste à temps partiel, j'ai été détaché en 1985, au départ du Professeur Paul Germain, pour occuper un poste à temps complet.

PCM : Si tu fais le bilan, que penses-tu de ta démarche ?

J.S. : Comme je l'ai dit je suis convaincu que ma formation d'ingénieur des Ponts et Chaussées m'a été très favorable dans les recherches que j'ai menées. Quant à savoir si du point de vue de la carrière... il a fallu, il faut encore à chaque instant, trouver le moyen de continuer à faire les recherches que l'on croit "bonnes et utiles" ; le défi est sans doute exaltant...

PCM : Aurais-tu un message à transmettre aux jeunes qui veulent se lancer dans la carrière de chercheur ?

J.S. : Message serait un bien grand mot. Plutôt quelques réflexions ; peut-être des conseils. D'abord ma démarche personnelle n'a en rien valeur de modèle, tout au plus constitue-t-elle un exemple de cheminement possible. Il existe des cas de camarades qui, après quelques années de service, ont choisi de se réorienter vers la recherche où ils ont brillamment réussi. Je pense que le choix du domaine de recherche doit être bien analysé : celui-ci doit évidemment correspondre aux goûts du chercheur, mais il ne peut être envisagé indépendamment des perspectives que le chercheur imagine pour sa carrière dans le (ou hors du) corps des Ponts après les 4 ou 5 premières années d'apprentissage du métier. Enfin, une très grande attention doit être apportée au choix de l'environnement scientifique : qualité, disponibilité, ouverture sur l'extérieur, sont, je pense des caractéristiques essentielles à rechercher dans ce domaine.

DEMAIN LA VILLE :

LE PROGRAMME "URBANISME ET TECHNOLOGIES DE L'HABITAT"

par Jean-Eudes ROULLIER
 Inspecteur Général des Finances
 Délégué à la Recherche et à l'Innovation
 Ministère de l'Équipement, du Logement, de l'Aménagement
 du Territoire et des Transports

Annoncé le 20 janvier 1983 et mis en place le 30 mars par les Ministres chargés de la Recherche d'une part, de l'Urbanisme et du Logement d'autre part, le "Programme prioritaire de recherche et d'innovation sur l'Urbanisme et les Technologies de l'Habitat" a pour objet d'aborder dans leur ensemble les problèmes des villes et de l'habitat en prenant en compte de manière cohérente les évolutions technologiques, économiques et sociales.

Il combine ainsi deux objectifs complémentaires :

— Un objectif propre au Ministère de l'Équipement, du Logement, de l'Aménagement du Territoire et des Transports : structurer et développer le "sous-ensemble" constitué par ses moyens de recherche et d'expérimentation concernant l'urbanisme, l'architecture et la construction ;

— et, par son caractère conjoint avec le Ministère chargé de la Recherche et sa vocation interministérielle, l'objectif plus large de mobiliser et de mieux "articuler" les différents éléments du potentiel de recherche national concernés par ce domaine. Ceci répond au besoin ressenti notamment par le CNRS et les Universités de se rapprocher des problèmes concrets d'aujourd'hui. Mais aussi au besoin pour le Ministère de développer les relations avec des partenaires extérieurs (matériaux nouveaux, informatique, productique,

mobilité des personnels de recherche, etc...).

Il s'agit, d'une certaine manière, au sein du MELATT comme à l'extérieur, "d'ouvrir les fenêtres", de rechercher des partenaires, et ceci sur la base d'un dialogue étroit avec les maîtres d'ouvrage, professions et entreprises concernés.

Un bref rappel de l'organisation et des moyens de la politique de recherche et d'expérimentation dans le domaine de l'Urbanisme et du Logement permettra de mieux comprendre les structures et le rôle propre du Programme UTH.

• Organisation et moyens

Les éléments essentiels sont résumés dans le tableau présenté ci-dessous. Il faut noter que les orga-

nismes, écoles et programmes de recherche relèvent de six Directions différentes. La création récente, par décret du 25 janvier 1984, de la Délégation à la Recherche et à l'Innovation (équipe légère de 20 personnes) a coïncidé avec la mise en place du Programme "Urbanisme et Technologies de l'Habitat". Elle a réduit la volonté de définir une politique d'ensemble valorisant les différents éléments du potentiel existant, "d'évaluer" la recherche et d'engager les évolutions nécessaires, ainsi que de développer la capacité de négociation et d'ouverture sur l'extérieur.

• Le Programme Urbanisme et Technologies de l'Habitat

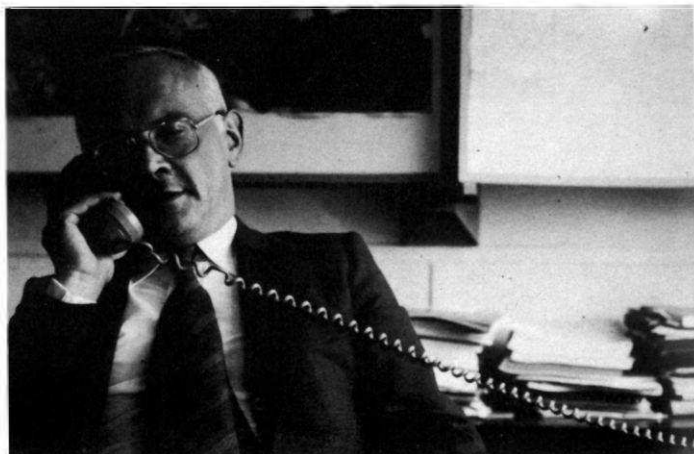
1. Une première présentation concrète peut en être donnée par le

schéma d'organisation présenté page...

On voit ainsi que les "structures opérationnelles" de gestion du Programme sont constituées par les trois "Plans". Chaque Plan agit principalement par le moyen de "programmes finalisés de recherche et d'expérimentation" (1) de durée limitée.

La méthode rigoureuse, est schématiquement la suivante :

- identification d'un thème ou problème prioritaire ;
- constitution d'un groupe de travail associant chercheurs, responsables et professionnels privés et publics pour définir les objectifs, les partenaires et les moyens ;
- conduite du programme combinant des crédits de recherche (contrats, appels d'offres...) et des crédits d'expérimentation (subventions à des maîtres d'ouvrage ou collectivités) sous l'autorité d'un chef de projet et d'un "Comité d'Orienta-



ORGANISATION ET MOYENS DE LA POLITIQUE DE RECHERCHE DANS LE DOMAINE DE L'URBANISME ET DU LOGEMENT

La Délégation à la Recherche et à l'Innovation (DRI)

Délégué : J.-E. ROULLIER

Délégué-Adjoint : G. BENATTAR

La Délégation exerce, en matière de recherche et d'innovation, les responsabilités du Ministère de l'Équipement, du Logement, de l'Aménagement du Territoire et des Transports pour ce qui concerne l'Urbanisme et le Logement. Notamment :

— Elle veille à la cohérence des actions de recherche et des programmes d'expérimentation qui leur sont liés.

— Elle conduit les programmes de recherche horizontaux ou communs, ainsi que les travaux de recherche prospective.

— Elle organise les liaisons avec les organismes publics de recherche (CNRS, Universités...).

— Elle assure le suivi, l'évaluation et la valorisation de la recherche et la politique d'information scientifique et technique.

— Elle assure le renforcement des liens entre recherche et formation au sein des établissements d'enseignement relevant du Ministère.

• Préparation du Budget civil de la recherche

Projet de loi de Finances pour 1987 : 399 millions :

a) Dépenses ordinaires : 241 millions : CSTB (95), LCPC 106, ENPC, ENTPE et Ecoles d'Architecture (9), Divers (30).

b) Autorisations de programme : 158 millions

— Recherche incitative : 63,9 (Délégation à la Recherche et à l'Innovation : 7,8, Plan Urbain : 14,6, Plan Construction : 31,4, Plan Lieux de travail et constructions publiques : 2,8, Génie civil : 7,3)

— Recherche enseignement : 12,3 (Ecoles d'architecture, ENPC, ENTPE)

— Recherche institutionnelle : 81,8 (CSTB, LCPC, IGN)

NB. S'y ajoutent 48 millions de crédits d'expérimentation liés à la recherche (Plan Construction : 37,6, Plan Urbain : 10,4).

• Animation du Programme "Urbanisme et Technologies de l'Habitat, conjoint avec le Ministère chargé de la recherche.

• Animation du Programme "Génie Civil" conjoint avec le Ministère chargé de la recherche, en liaison avec DAEI.

• Tutelle scientifique des organismes et services de recherche (Plan Urbain, Plan Construction, Plan lieux de travail et constructions publiques, Bureau de recherche architecturale, CSTB, LCPC, ENPC, ENTPE).

tion" de même type dont le Président, désigné par le Ministre, est choisi à l'extérieur de l'administration.

2. Cette présentation ne traduit cependant qu'une partie de la réalité, correspondant en quelque sorte à un "noyau dur" d'interventions.

Comme on l'a souligné, un des objectifs majeurs du Programme UTH est "d'ouvrir les fenêtres", de développer des réflexions communes, des partenariats, des synergies, avec l'ensemble des acteurs concernés. On se bornera ici à citer trois exemples :

— les programmes du Plan Construction et, dans une certaine mesure, du Plan Urbain, impliquent très largement le CSTB dans une collaboration étroite ;

— la réflexion engagée sur le "Génie Urbain", qui s'est récemment concrétisée dans l'important rapport au Ministre du Groupe de travail animé par C. Martinand (2) associe, au-delà de la DRI, du Plan Urbain, du LCPC et de l'ENPC de

nombreux partenaires, notamment au niveau de l'agglomération lyonnaise (Communauté Urbaine, INSA, ENTPE, Université, CFPC...).

— un effort à plus long terme a été engagé avec le Ministère de l'Éducation Nationale et le CNRS pour développer les relations avec la recherche fondamentale. Il a contribué à la création par le CNRS en 1985, au sein de son Comité National, de la Commission "Architecture, Urbanistique, Société" qui associe les Sciences physiques pour l'ingénieur, les Sciences de l'homme et de la Société et les Sciences de la vie. Elle permet notamment des recrutements et la constitution progressive d'un réseau de "laboratoires associés" prenant en compte le potentiel de recherche propre du Melatt. Le 24 janvier 1986 est intervenue une déclaration commune CNRS — MRT — MEN — MULT qui favorise la mobilité des chercheurs, la formation par la recherche, l'enga-

gement d'actions incitatives conjointes et une concertation périodique sur les politiques scientifiques.

Conclusion

La spécificité (et la justification, mais aussi la difficulté) du Programme Urbanisme et Technologies de l'Habitat résulte d'abord du fait qu'il ne concerne pas un domaine économique comme les autres. A la fois considérable (12 % du PIB et 35 % de la FBCF) et souffrant d'un taux d'effort de recherche exceptionnellement faible, il se caractérise notamment :

— par l'émiettement des "acteurs économiques" (plus de 320 000 artisans et entreprises) ;

— par le rôle souvent décisif "d'acteurs intermédiaires" (maîtres d'ouvrage, collectivités locales...) dans la modernisation du

secteur et la diffusion de l'innovation ;

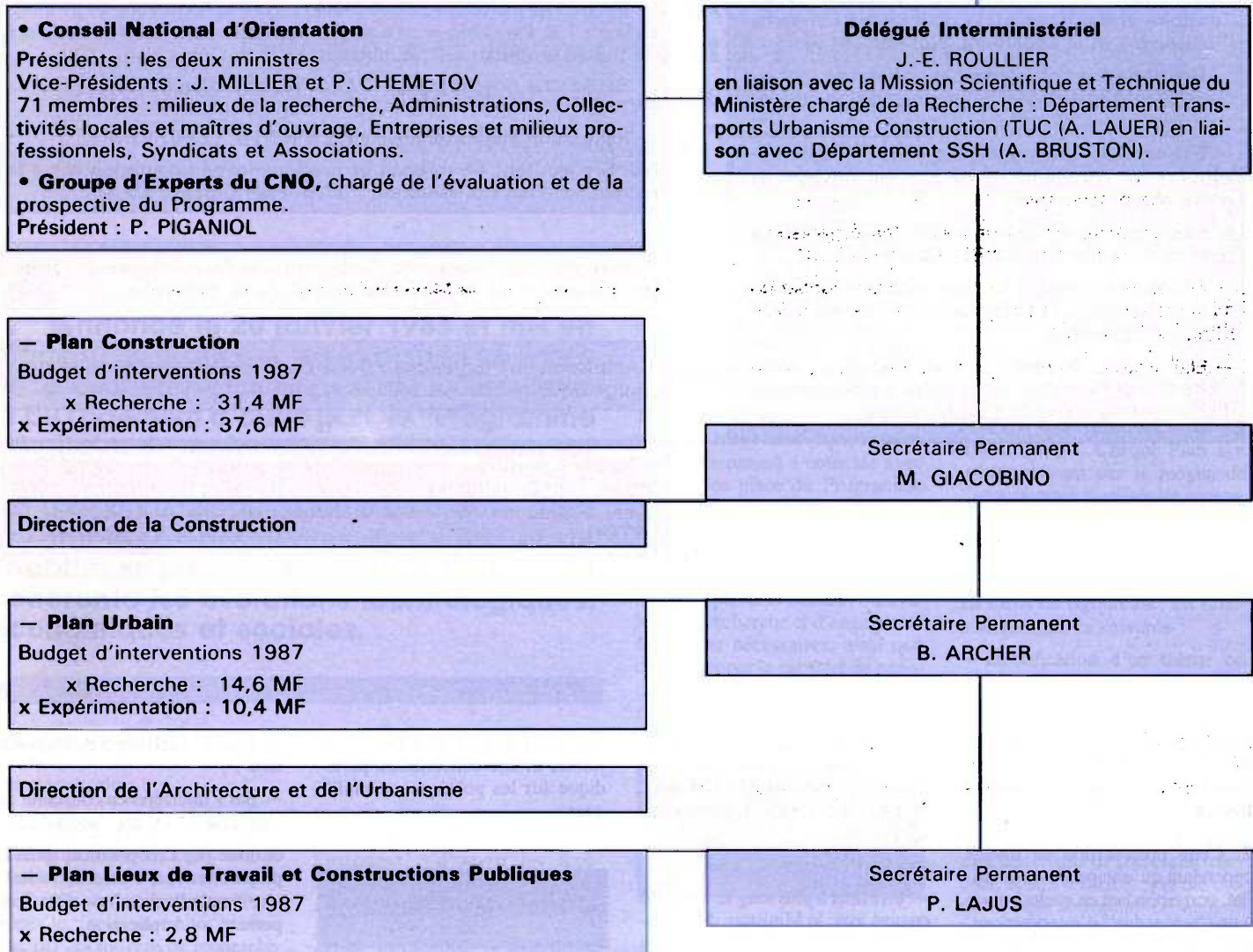
— par l'interférence constante du "technique" et du "social" ;

et donc par l'inopérance, dans la plupart des cas, d'un schéma linéaire simple Recherche — Développement — Application.

Il s'agit par ailleurs, que l'on considère les villes et leur gestion, l'architecture, la construction neuve ou l'habitat, d'un domaine en pleine évolution sous l'effet combiné des mutations technologiques, économiques et sociales. L'impact de l'informatique, considérable à tous les niveaux, est loin d'y être encore pleinement mesuré. Sur des sujets tels que la socio-économie de l'habitat, la domotique, le génie urbain, l'évolution des services urbains, l'incidence sur les villes des mutations économiques, le Programme cherche sa voie en progressant par étapes dans la définition des actions prioritaires.

PROGRAMME URBANISME ET TECHNOLOGIES DE L'HABITAT

Ministère délégué chargé de la Recherche — Ministère de l'Équipement, du Logement, de l'Aménagement du Territoire et des Transports.



Il se veut ouvert. Il ressent de manière aiguë, notamment du côté des acteurs économiques et des "acteurs intermédiaires" cités plus haut, le besoin de partenaires plus "structurés", plus motivés, engageant ou développant leur propre effort de réflexion et de recherche au niveau national ou, de plus en plus, régional.

Un premier panorama et bilan

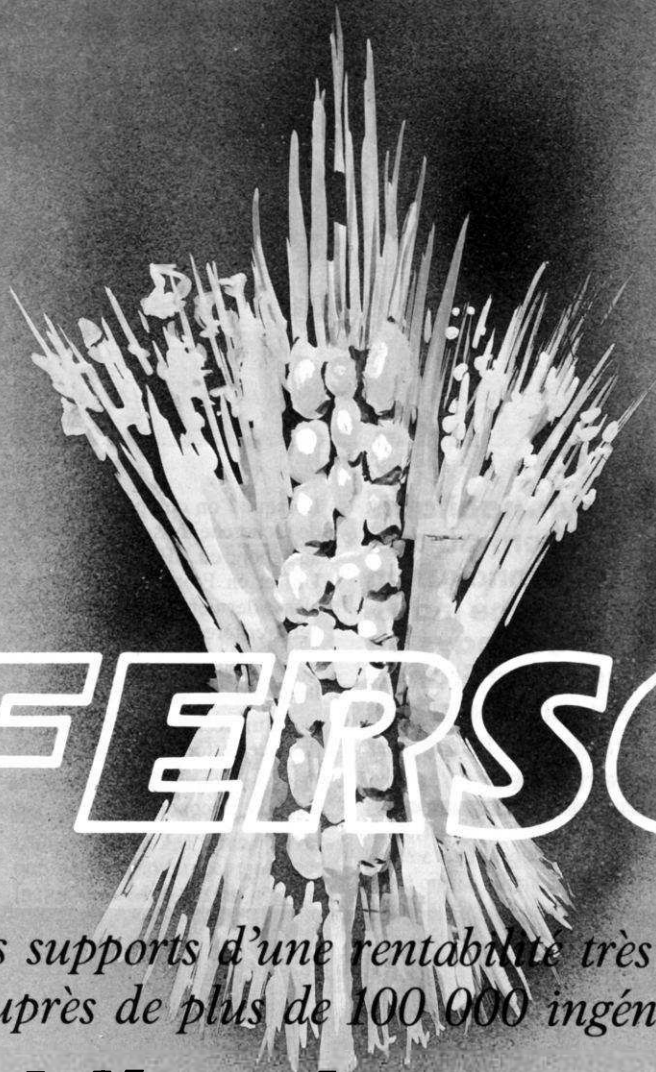
d'ensemble a été dressé dans le "Projet de Schéma d'Orientation scientifique et technique" du Programme approuvé par son Conseil National d'orientation en février dernier et en cours de diffusion. Je souhaite qu'il permette de développer une réflexion prospective et un dialogue constructif avec tous les partenaires concernés.

(1) Programmes en cours : Habitat 88, Habitat Econome, Conception et usage de l'Habitat, Informatique et productive dans le bâtiment, Emploi et valorisation des métiers du bâtiment, Importation

(2) C. Martinand. Le Génie Urbain. Documentation Française. Juin 1986.

— Exportation, Recherche et expérimentation en Coopération, l'Eau dans la ville. A l'étude : Services urbains et gestion locale, Mutations économiques et urbanisation.

Une bonne récolte en France!



OFERSOP

*Des supports d'une rentabilité très élevée
auprès de plus de 100 000 ingénieurs*

**100 publications annuelles
plus d'un million de lecteurs**

Régie publicitaire exclusive des publications de :

E.N.A. - Polytechnique - Saint-Cyr - Centrale - Télécommunications
Ponts et Chaussées - Travaux Publics de l'État - Sup'Aéro
ENSAE - INSA-Lyon - Architectes - CSTB - FNPC - UCM
Fiabci France - ASITA - CAIA - CAIETA - Ministère Logement
- Commissariat Général du Plan

POSSIBILITÉ DE PUBLICITÉ COLLECTIVE

TARIFS - RENSEIGNEMENTS - TÉLÉPHONE : (1) 48.24.93.39

OFERSOP Claude NATAF, Directeur

28, rue des Petites-Écuries - 75010 PARIS

COMMENT STIMULER LA RECHERCHE ?

par André LAUER - ICPC

Ministère de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur

Les pays qui assurent à leurs habitants le niveau de vie le plus élevé sont aujourd'hui ceux qui ont su maîtriser l'innovation technologique. Avoir une recherche industrielle efficace devient pour ces pays un enjeu de première importance. La France est dans le peloton de tête, mais elle a des faiblesses qu'il faut regarder en face, et auxquelles il faut porter remède.

Lorsque l'on compare les efforts de recherche faits aux Etats-Unis, au Japon, en RFA, au Royaume-Uni et en France, notre pays se classe dernier de ce peloton selon deux critères :

- celui du taux d'effort global de la nation
- celui de la part de l'industrie dans cet effort (voir tableau).

Dans un contexte de mondialisation de l'économie où les pays

avancés sont en compétition pour augmenter leur part de marché pour les produits de haute technologie, une telle situation constitue incontestablement une faiblesse. Comment peut-on y remédier ?

Cet article ne donnera bien sûr pas la réponse à la question. Si elle était simple à trouver, il y a longtemps qu'elle aurait été mise en œuvre ! Son but se limite à aider à la réflexion en donnant des coups



Eco 2000 - Véhicule 3 l (SA 117) PSA.

de projecteur sur des fausses solutions et sur des vrais problèmes.

L'EFFORT DE RECHERCHE DES PRINCIPAUX PAYS DE L'OCDE

Source : Rapport annexe au projet de loi de finances pour 1986

	Dépense intérieure de recherche et de développement		
	volume global en % du PIB (1983)	% financé par les entreprises (1982)	% exécuté par les entreprises (1982)
ETATS-UNIS	2,73	49	72
JAPON	2,55	64	62
ALLEMAGNE	2,57	57	70
ROYAUME-UNI	(2,46) (1)	44	62
FRANCE	2,15	43	58

(1) valeur de 1981.

Les réalités...

Ce raisonnement vient de nous ouvrir les yeux sur nos travers français et sur les effets pervers que peuvent avoir des politiques incitatives. Mais il faut convenir qu'il est un peu simpliste ; nous sommes presque convaincus par l'analyse libérale, mais nous souhaitons quand même l'étayer plus solidement. Alors jetons un coup d'œil sur les USA, pays de tradition libérale bien établie et dont la qualité de la recherche industrielle n'est guère contestée, qu'y voyons-nous ? Le transfert de fonds publics à l'industrie pour la recherche y atteint 23 % du volume global de la recherche, alors qu'il n'atteint que 15 % en France.

Décidément, rien n'est simple ! Abandonnons donc les doctrines radicales et convenons plutôt que chaque situation est un cas d'espèce qui doit être analysé avec discernement. On n'appliquera pas forcément le même traitement à un secteur dominé par quelques entreprises et à un secteur comme le bâtiment dont la structure professionnelle se compose d'une multitude de PME qui n'atteignent pas un chiffre d'affaires suffisant pour amortir une recherche dont le coût ne peut pas descendre en dessous d'un seuil critique. On examinera également avec une attention différente un secteur en difficulté conjoncturelle dans lequel les problèmes de survie immédiate pourraient conduire les industriels à sacrifier des intérêts à moyen terme. Enfin, il existe des circon-

tances dans lesquelles un intérêt national majeur nécessite de provoquer une mobilisation exceptionnelle de moyens. Ainsi, bien que la crise pétrolière n'ait plus la même acuité qu'en 1974, on ne peut que se féliciter du résultat que constitue le véhicule Peugeot Eco 2000 réalisé dans le cadre du programme "3 litres". Qui eût pensé en 1974 qu'un véhicule familial de taille et de performances courantes atteindrait une consommation de seulement 2,8 litres aux 100 km/h. La construction de ce prototype d'exception a permis de multiples retombées positives sur les modèles commerciaux développés durant la même période.

A condition d'être utilisée avec discernement, l'aide publique semble donc dans certaines circonstances pouvoir entraîner une augmentation de la recherche. Mais en utilisant ce moyen, on se comporte comme le médecin qui ne s'attaque qu'aux symptômes de la maladie. Il est généralement bon de faire baisser la température du malade, mais cela ne suffit pas si l'on ne s'attaque pas en plus à la cause de la maladie.

La nécessité d'une action en profondeur

Le seul vrai remède à l'insuffisance de l'effort industriel français en matière de recherche est de provoquer un changement de menta-

lité. Faire prendre conscience aux industriels français qu'ils ont autant intérêt que leurs concurrents étrangers à investir dans la recherche.

Ceci conduit à s'interroger sur les raisons pour lesquelles ils investissent moins en recherche que leurs concurrents. La réponse à cette question n'est évidemment pas aisée. Avançons ici une hypothèse qui a cependant une certaine vraisemblance.

Une des caractéristiques spécifiques du système français de formation des cadres techniques des entreprises est la dualité université — grandes écoles. Les grandes écoles forment la grande majorité des ingénieurs, mais font traditionnellement peu de recherche. L'université fait nettement plus de recherche, mais forme relativement peu d'ingénieurs pour l'industrie.

Cette organisation sociale spécifique donne naissance à une culture professionnelle particulière. L'ingénieur français connaît sans doute moins bien la recherche que son homologue étranger. Lorsqu'il va de l'école à l'entreprise, il emmène avec lui ce défaut de connaissance de la recherche. Il est compréhensible que là, placé devant une difficulté, il ait moins que d'autres le réflexe de chercher une solution dans la recherche.

La formation par la recherche

Comment porter remède à ce handicap culturel. Une impérieuse nécessité s'impose. Ouvrir nos écoles et y introduire la recherche.

Un des inconvénients du système des grandes écoles est que le mécanisme de sélection par le concours peut suffire, à partir du moment où une réputation est établie, à maintenir le prestige d'une école, même si la qualité de l'enseignement baisse. L'Ecole des Ponts a ainsi pu passer par des moments où la valeur de la pédagogie ne répondait plus à sa réputation. Un remarquable effort a été fait pour l'enseignement ; il faut maintenant réussir de la même manière l'introduction de la recherche qui est amorcée depuis plusieurs années.

La mobilité des carrières

Pour que l'entreprise s'adresse davantage à la recherche, il faut que ces milieux se connaissent mieux. Un excellent moyen pour cela est d'assurer la mobilité des hommes entre les deux structures. Les japonais ont par exemple très

Développer la recherche industrielle en aidant les entreprises ?

Le réflexe dirigiste

Le constat d'une insuffisance de l'effort des industriels en matière de recherche nous conduit à un premier réflexe bien français : se tourner vers l'Etat. Puisqu'il y a une défaillance du secteur privé, il faut que l'Etat prenne la relève. On fait alors appel aux fonds publics, mais comme ceux-ci sont gérés de manière très avisée, on cherche à leur donner le maximum d'efficacité, et l'on a recours au fameux effet multiplicateur que permet la politique incitative (rappelons pour les personnes non initiées que cela consiste à ce que l'Etat donne x francs à un industriel à condition que celui-ci rajoute x francs de sa poche pour faire 2 x francs de recherche).

L'analyse libérale

A première vue, le mécanisme qui vient d'être évoqué semble être une solution élégante au défi de l'insuffisance de notre recherche industrielle. Mais si l'on fait l'effort d'essayer de se placer quelques instants dans la peau d'un industriel peu respectueux des constructions théoriques mais gestionnaire bien organisé, on comprend facilement qu'il s'agit la plupart du temps d'une fausse solution.

Si son analyse de l'état des techniques, de son marché et de la stratégie de ses concurrents l'a convaincu qu'il doit consacrer 4 x francs à la recherche, sachant par ailleurs que l'Etat est prêt à soutenir la recherche, il va chercher dans son programme de recherche de 4 x francs, les 2 x francs qui correspondent le mieux aux idées en vogue dans l'administration ; il déposera un dossier bien ficelé qui lui coûtera 0,1 x francs, mais qui lui rapportera une aide de x francs ; il aura donc gagné 0,9 x francs qu'il pourra distribuer à ses actionnaires ou à ses cadres méritants ; tout le monde en sera satisfait, mais notons quand même qu'il ne se sera fait aucune recherche supplémentaire.

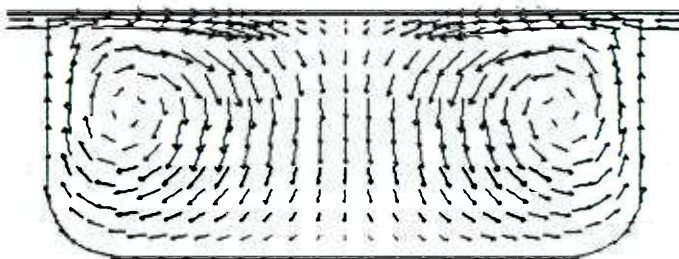
bien réussi à créer ainsi une collaboration active de ces deux milieux.

Nous devons avoir le courage de réfléchir à la pertinence de nos organisations françaises. Faisons-nous vraiment la meilleure utilisation du potentiel humain lorsque nous conservons un modèle d'organisation dans lequel l'individu fait toute sa carrière, soit dans l'administration, soit dans la recherche, soit dans l'entreprise ?

Sans même parler de l'intérêt de la mobilité pour une meilleure connaissance réciproque de ces milieux, mais en cherchant simplement à assurer l'épanouissement des individus dans les meilleures conditions, ne peut-on pas imaginer que la recherche convienne particulièrement à l'homme jeune plein d'imagination et de créativité, et l'administration davantage à la personne plus âgée ayant une large expérience de la vie ? La collectivité ne gèrerait-elle pas mieux son potentiel humain en facilitant des mobilités recherche vers entreprise vers 35 ans, et des mobilités entreprises vers administration vers 45 ans ?

CHAMP DE VITESSES

angle = 177 dV



Vitesse maximale = 31 m/sec

Modélisation aérodynamique dans la chambre de combustion d'un moteur. Les recherches sur les phénomènes physico-chimiques dans les moteurs sont un bon exemple de collaboration entre les industriels, un centre de recherche professionnel (l'IFP) et des laboratoires universitaires comme le Coria de Rouen, associé au CNRS.

LES PROGRAMMES DE RECHERCHE CONCERNANT PLUS PARTICULIÈREMENT LES INGÉNIEURS DES PONTS ET CHAUSSÉES

Les ministres chargés de la recherche et des transports ont au cours des dernières années lancé conjointement trois programmes qui touchent plus particulièrement les domaines d'intervention principaux des ingénieurs des ponts et chaussées :

- le programme **Génie Civil (PROGEC)**
- le programme **Transports Terrestres**
- le programme **Urbanisme et Technologie de l'Habitat (UTH)**

Mais à côté de ces programmes centrés sur des filières professionnelles le Ministère de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur met également en œuvre des programmes axés sur des "technologies diffusantes". Ceux qui concernent le plus les ingénieurs des ponts et chaussées sont :

- le programme **Matériaux**
- le programme **Productique**
- le programme **Filière électronique.**

Enfin, il faut également mentionner le programme **Eureka** destiné plus particulièrement à favoriser la collaboration industrielle européenne en matière de recherche.

Prendre de l'argent au contribuable pour soutenir la recherche industrielle n'est sans doute pas facile, mais faire évoluer les structures sociales pour les adapter aux exigences du monde d'aujourd'hui est probablement encore plus difficile. Les divers programmes qui ont au cours des dernières années été lancés par les Ministres chargés de la recherche (voir encadré) ont toujours comporté l'un et l'autre de ces volets, mais en fonction des tempéraments, des sensibilités ou bien des particularités du domaine concerné, le dosage des divers moyens a pu varier.

Que l'existence d'une politique officielle de recherche ne nous fasse cependant pas commettre l'erreur de considérer que l'évolution de l'efficacité de la recherche ne dépendra que de cette politique. On vient de voir l'importance des aspects culturels dans cette problématique : dans la juste appréciation de l'importance à accorder à la recherche, nous avons chacun notre responsabilité individuelle dans la fonction sociale que nous exerçons.

LA RE ÇA

Il n'est pas facile de prendre une vue d'ensemble du progrès technique dans un tissu industriel aussi divers que celui du secteur du Bâtiment et des Travaux Publics où le traditionnel côtoie l'innovation la plus hardie. Pourtant ce progrès a rarement été aussi actif qu'aujourd'hui, malgré les difficultés économiques traversées, et peut-être à cause d'elles. S'il saute aux yeux là où l'architecte et l'ingénieur se sont affrontés à des conditions extrêmes de programme, d'environnement ou de site, il est aussi présent dans les ouvrages courants où il se traduit en innovations génératrices de gains de productivité, de qualité et de sécurité.

Une innovation est une idée innovante qui a réussi. Il lui a fallu pour cela pouvoir prendre racine dans la recherche scientifique et technique, où, méthodiquement, son intérêt a été évalué et sa faisabilité testée et où a été réunie une partie des conditions initiales de son développement industriel.

La présence d'un secteur actif de recherche appliquée est donc vitale pour notre industrie du BTP. Il y faut des organismes de recherche assez puissants pour assurer la continuité de la recherche et pour en constituer la mémoire, en même temps que pour concevoir, construire et exploiter de grands équipements ; il y faut aussi des équipes légères, voire temporaires, qui apportent une utile souplesse. Alain Bonnet nous montre que dans l'une et l'autre de ces structures complémentaires, des activités à la pointe de la science et de la technologie s'offrent aux jeunes ingénieurs épris de recherche.

Jean-Claude Parriaud
Directeur du LCPC

RECHERCHE EN GENIE CIVIL NE RONRONNE PAS

par Alain BONNET - ICPC, Directeur Scientifique du LCPC

Dans le monde moderne, le dynamisme d'un secteur d'activité s'évalue à l'aide de plusieurs critères : croissance du chiffre d'affaire, parts de marché à l'exportation, valeur ajoutée des produits, pourcentage de recherche,...

Ce dernier critère est souvent considéré comme une mesure de la capacité de renouvellement du secteur dans une perspective à moyen terme.

Pour le secteur Génie Civil, plus particulièrement, 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'activité technologiques français. Cette constatation doit toutefois être complétée par deux remarques importantes :

- les techniques employées semblent bien rodées,
- la main d'œuvre 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.

Face à cet état de chose, devons-nous en conclure que les activités traditionnelles du Génie Civil, bien qu'encore vivantes aujourd'hui sont condamnées à terme en France, faute d'un investissement suffisant en recherche ?

Un champ d'application renouvelé

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'en-

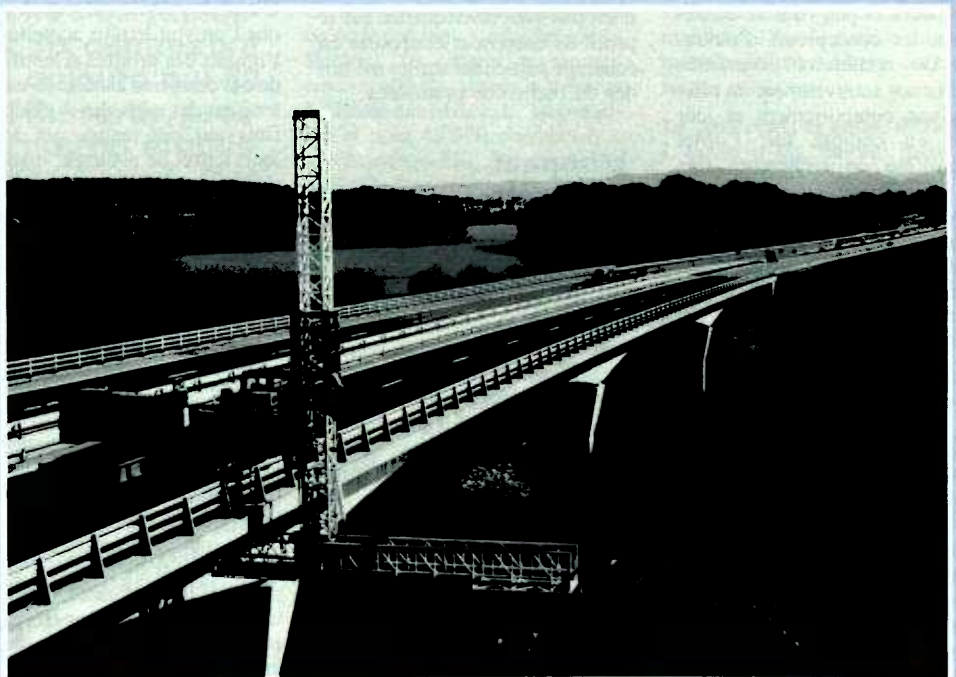
"SCORPION"

Mis au point par le Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Blois, dans le cadre de recherches menées pour le compte de la Direction des Routes et programmées par le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, le système "Scorpion" est actuellement l'appareil de radiographie le plus performant pour l'auscultation non destructive de la structure interne de paroi d'ouvrages d'art en béton armé ou précontraint.

Cet appareil est monté sur un système de manipulation, conçu par le Centre d'Étude et de Construction de Prototypes de Rouen et télécommandé depuis un camion laboratoire, qui permet des déplacements simultanés de chaque côté d'une paroi de l'ouvrage.

Par rapport à la gammagraphie classique, utilisée en France sur ouvrages d'art depuis presque 20 ans, "Scorpion" permet d'augmenter considérablement les performances de cette méthode d'auscultation :

- examen exhaustif, en temps réel, de parties entières d'ouvrages,
- épaisseurs de béton examiné pouvant atteindre 1,20 m en radiographie et 80 cm en radioscopie,
- temps d'exposition nécessaire pour l'obtention de clichés radiographiques allant de quelques secondes pour 30 cm de béton à 1 h 30 pour 1,20 m.



Le 17 décembre 1985, M. Hubert Curien, Ministre de la Recherche et de la Technologie inaugurerait au Centre de Nantes du LCPC une centrifugeuse conçue spécialement pour les études en géotechnique sur modèle réduit (figure 1). Cette installation permet à la France d'être dotée de l'un des plus importants moyens d'essais en fonctionnement dans le monde. La France rejoint ainsi l'URSS, la Grande-Bretagne et le Japon, pays dans lesquels cette technique expérimentale est en pratique depuis plus de 20 ans.

retien de l'important patrimoine d'ouvrages existants pose des problèmes qu'un usager de la route, par exemple, est loin de soupçonner.

Enfin, l'équipement en infrastructure des PED, qui ne fait que commencer, pose le problème du renouvellement, voire même de l'invention de nouvelles techniques de Génie Civil.

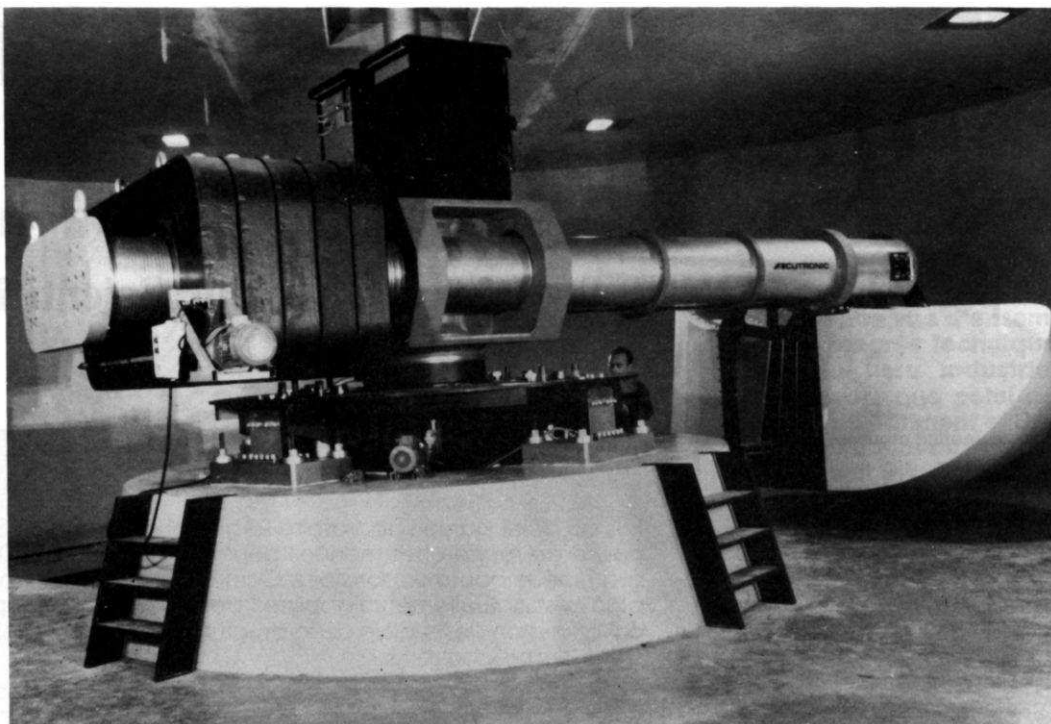
Face à l'évolution de ces besoins, la recherche dont le volume est sans doute insuffisant évolue également et de plus en plus vite. Certes, le Génie Civil n'est pas une discipline en "ique" mais nous allons voir dans ce qui suit que cette tare n'est heureusement pas rhédictoire.

La recherche en génie civil : un exemple

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 et par voie de conséquence les concepteurs d'ouvrages. De nombreux paramètres d'influence interviennent en effet dans son comportement et leur prise en compte fait l'objet aujourd'hui de recherches très 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 et en fait une recherche vivante : 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 en passant par des modélisations numériques. Sa démarche est donc loin d'être aussi



Centrifugeuse.

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.

L'impact des techniques avancées

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 notre avis, à la nature spécifique des problèmes étudiés (voir ci-dessus) 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, la panoplie des outils de recherche est en train de se renouveler totalement. En voici quelques exemples.

Les méthodes numériques et les modélisations

C'est sans doute sur cet exemple que l'on voit 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 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.

Un autre aspect de cette tendance concerne la simulation sur ordinateur du comportement de systèmes, de matériaux, d'installations : à tel point que l'on parle aujourd'hui de

matériaux numériques par exemple.

D'autres outils de recherches

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 exemple les théories de percolation). Cf aussi les milieux "macroscopiquement aléatoires" ou les matériaux hétérogènes...
- les hyper-fréquences ou les micro-ondes, pour réparer les chaussées ou pour les ausculter...
- les tomographies de sols, entre deux forages ;
- la radioscopie des Ouvrages d'Art ;
- les "nouveaux" capteurs ;
- ...

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 de recherche. Ceci ne peut pas être sans conséquence à terme sur les techniques mêmes 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 les 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 d'un organisme, 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. 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.

La grande centrifugeuse de Mécanique des Sols est un outil analogue et présente des caractéristiques uniques (cf. encart).

La mise en œuvre de tels équipements nécessite, pour être efficace, qu'elle soit accompagnée de moyens de mesure adaptés : il y a là égale-

ment 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 nouvelles formes de collaborations entre organismes. 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

ronronne". 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 un métier moderne et intéressant dans ce secteur.

LES CHERCHEURS DE LA RUE DES SAINTS-PERES

par B. HIRSCH - IGPC, Directeur de l'ENPC
et P. VELTZ - ICPC, Directeur de la Recherche

Depuis 1980, la recherche s'est rapidement développée à l'ENPC. Six centres ont été créés, qui regroupent aujourd'hui 80 chercheurs-enseignants et thésards, presque tous localisés dans le nouvel établissement de l'Ecole à Noisy-le-Grand. Ces centres sont venus s'ajouter à deux centres communs, cogérés par l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, les Mines et l'Ecole Polytechnique (Laboratoire de Mécanique des Solides, implanté à Palaiseau, 40 chercheurs), par l'ENPC et les Mines (Centre de Géologie de l'Ingénieur, 35 chercheurs, dont 10 à Noisy-le-Grand). Le centre de Noisy accueille également une équipe de mécanique du LCPC (6 chercheurs) et des équipes universitaires en urbanisme. Soit, au total, plus de 100 chercheurs à Noisy-le-Grand, où les locaux de la recherche et les locaux d'enseignement sont étroitement imbriqués. Un Conseil Scientifique est en cours d'installation et sera présidé par M. Hubert Curien.

Ce potentiel reste modeste, lorsqu'on le compare à celui des autres Ecoles : 16 centres regroupant environ 600 chercheurs et thésards à l'Ecole des Mines, 22 laboratoires et près de 900 chercheurs à l'INP de Grenoble, 200 chercheurs à l'Ecole Centrale de Lyon, etc...

La croissance doit donc être poursuivie, et la taille critique n'est pas atteinte dans tous les centres. Toutefois, l'existence des centres de recherche a d'ores et déjà transformé l'ambiance de l'Ecole. Sans réduire le moins du monde le recours aux enseignants professionnels extérieurs et à leur indispensable expérience, la présence d'enseignants-chercheurs permanents dans diverses disciplines a permis à l'Ecole de démultiplier son potentiel d'action et d'initiatives. En relation avec les activités des laboratoires des enseignements expérimentaux ont pu être développés. 1985 est une date historique, car pour la première fois depuis très longtemps, les élèves ont pu réaliser à l'Ecole des essais mécaniques avec des presses de l'Ecole. De nombreux liens avec le monde (les mondes, plutôt) de la recherche et de l'industrie ont

enfin été tissés, qui contribuent à maintenir l'Ecole dans le mouvement, turbulent et divers, des techniques modernes.

Le pari était, et reste, difficile. L'Ecole s'est lancée dans la recherche dans une période bien moins propice que l'Ecole des Mines, par exemple, qui a réalisé l'essentiel de son développement au début des années 70. L'absence de postes budgétaires d'enseignants-chercheurs a constitué, et constitue toujours un obstacle considérable. En réalité, c'est un effort très important réalisé sur les budgets ordinaires du Ministère de l'Equipelement qui a permis le décollage, en particulier par la mise à disposition des locaux de Noisy (5 000 m²) et par l'affectation de nombreux jeunes fonctionnaires. Le budget recherche, de son côté, a bien relayé cet effort, au cours des deux dernières années, en crédits pour l'équipement scientifique. Le dynamisme propre des centres et l'activité intense déployée pour trouver des contrats de recherche ont fait le reste.

Le volume de contrats par chercheur est aujourd'hui équivalent à

celui des centres de l'Ecole des Mines, ce qui est remarquable si l'on songe que ces derniers ont la réputation (justifiée) d'être champions en la matière, et surtout réalisent beaucoup plus de recherche expérimentale (plus coûteuse).

Trois masses à peu près équivalentes constituent ainsi les ressources de la recherche ENPC (hors locaux et fonctionnement courant) : les salaires Equipement, les financements sur contrats, les financements budget-recherche (bourses de thèses et matériel). L'ensemble représente entre 20 et 25 millions de francs (soit le dixième de la recherche à l'Ecole des Mines).

Soulignons enfin le rôle-clé joué dans cette dynamique par la **motivation des jeunes** Ingénieurs des Ponts et Chaussées. Loin de se placer dans la perspective de carrières pré-tracées (notamment dans l'appareil territorial), une proportion croissante de jeunes ingénieurs des Ponts joue aujourd'hui la carte de la **spécialisation technique** plus ou moins pointue, pour un marché de travail qu'ils savent ouvert et non garanti. De nombreux organismes de recherche ont ainsi pu accueillir de jeunes IPC au cours des cinq dernières années, notamment dans les domaines de pointe (INRIA, Universités étrangères, etc.). Les centres de l'Ecole ont constitué pour d'autres le lieu propice permettant à la fois de développer leurs talents et de déployer leur dynamisme en montant des équipes nouvelles (avec très peu de ressources, ce qui est encore plus amusant). Rien à voir, donc, avec des jeunes gens frileux cherchant à retarder le passage à la "vie active" par des études prolongées : d'ailleurs, les **28 IPC et ITPE** des centres de recherche n'apprécient guère qu'on oppose recherche et "vie active".

Une stratégie pour continuer : développer des compétences dans les techniques modernes, s'associer avec les grands laboratoires publics, et s'ouvrir davantage à l'industrie.

Le développement de la recherche à l'ENPC doit être pensé à deux niveaux : en rapport avec les besoins propres de l'Ecole ; comme élément du dispositif d'ensemble de la recherche et de l'innovation dans le champ économique et technique de l'équipement.

Le premier niveau ne pose guère de questions de fond. L'expérience du **monde entier** montre que les Universités ou les Ecoles qui marchent sont celles qui disposent d'une recherche active et puissante,

LE CERMA

Le CERMA, Centre d'Enseignement et de Recherche en Mathématiques Appliquées de l'ENPC est constitué de 15 chercheurs (dont 6 en thèse). Il accueille actuellement 6 stagiaires.

L'activité du CERMA ne porte pas sur la totalité du champ des mathématiques appliquées, qui est très vaste, mais se situe autour de certains thèmes (dont les trois principaux sont actuellement la dynamique des systèmes mécaniques complexes, les vibrations, le calcul probabiliste des structures) qui font l'objet d'une coopération avec un industriel ou un bureau d'étude et sont l'occasion d'un élargissement à des publications ou des sujets de thèse. On peut dire qu'une recherche mathématique est d'autant plus appliquée que l'échéance de ses retombées hors des mathématiques est plus courte et plus certaine. Cependant, cette classification entre recherches pures et appliquées ne coïncide pas avec la séparation entre ce qui est théorique et abstrait et ce qui est pratique et concret. Certains travaux assez théoriques peuvent avoir des conséquences immédiates et c'est la possibilité de telles jonctions qui oriente (autant que faire se peut) la politique de contrats du CERMA. Les contrats cités ci-dessous sont d'importance variée, ils représentent environ 900 KF en 1986. Le travail s'organise en trois équipes thématiques, par nature éphémères, qui sont le lieu de la confrontation et de la critique.

Liens avec l'enseignement

Le CERMA accueille chaque année des stagiaires principalement de l'ENPC (stages scientifiques, projets de fin d'études, DEA). Tous les chercheurs du CERMA enseignent. Principalement à l'ENPC et l'ENTPE mais aussi à l'Ecole Centrale, à l'ISEP, à Paris-Dauphine.

Contrats en cours

- Simulation des instabilités d'un générateur électrique couplé au réseau.
- Dynamique des aérogénérateurs. Exemples de systèmes complexes de solides articulés pour lesquels des représentations intrinsèques utilisant les groupes de Lie permettent les formulations les plus simples des équations du mouvement.
- Vibrations dans les boîtes de vitesses. Modèle pour les vibrations à la torsion de deux arbres couplés, analyse spectrale dans le champ audible (contrat PSA).
- Vibrations dans les structures. Recherches sur les troncatrices des opérateurs autoadjoints non compacts, les opérateurs intégraux, et les vibrations aléatoires.
- Collision des voitures en choc frontal.
- Modèles de transport.
- Efficacité de décisions relatives aux accidents de la route.
- Séminaire intelligence artificielle et bâtiment.

Contrats en perspective

- Prédiction de la houle à court terme (avec Bouygues-Offshore).
- Calcul formel et écriture des équations de la dynamique des systèmes complexes.
- Champs magnétiques et courants ampériens.

Recherches théoriques

Depuis le début de 1983 le CERMA a publié 11 notes à l'Académie des Sciences, 25 articles dans des revues internationales à comité de lecture, et deux livres. Ces recherches sont évidemment le résultat de collaborations diverses (avec l'ENSET, l'INRIA, l'Ecole Polytechnique, l'ONERA, l'INRETS, la faculté d'Orsay, etc.).

- Analyse fonctionnelle et processus aléatoires. (Espaces de Dirichlet et régularité des solutions des EDS, à coefficients Lipschitziens, théorie de Littlewood-Paley-Stein et processus stables).
- Géométrie différentielle et mécanique. (Pseudo-groupes de Lie et mécanique groupes de Lie et mécanique des systèmes de corps rigides).
- Analyse numérique et recherche opérationnelle. (Calculs des structures. Problème du voyageur de commerce aléatoire).
- Informatique et logique. (Langages algébriques et preuves de programmes, calcul formel).

et réciproquement. Les raisons qui expliquent ce **fait d'expérience universel** sont multiples, et nous n'y reviendrons pas. Pourquoi l'Ecole des Ponts ferait-elle exception à la règle ?

Le second niveau appelle une analyse plus large. L'organisation de la recherche dans nos domaines d'activité a quatre caractéristiques majeures :

— la recherche est menée principalement par de grands laboratoires publics, tournés surtout vers les besoins des administrations ;

— l'organisation est sectorielle, assez strictement découpée par domaines d'activités (transports, génie civil, bâtiment) ;

— les entreprises font très peu de recherche ;

— la recherche liée aux établissements d'enseignement (ENPC, ENTPE, Université) est globalement faible.

Il est de plus en plus évident que cette situation est loin d'être optimale et comporte des éléments préoccupants. L'absence de mobilité des personnels dans les grands organismes publics conduit à un vieillissement de ceux-ci. La faiblesse de la recherche dans les entreprises (même si elle s'explique par de bonnes raisons : culture technique centrée sur la sécurité ; faible intégration conception-réalisation ; incitations insuffisantes) est, à moyen terme, inquiétante du point de vue de la compétitivité. Enfin, et c'est un point essentiel qui vaut pour le corps des Ponts comme pour le dispositif technique en général, la trop grande fermeture sur les domaines spécifiques des infrastructures et de la construction conduit à un manque de perméabilité vis-à-vis de l'industrie en général, et à une **coupure inquiétante avec les secteurs où s'élaborent les techniques modernes, qui sont de plus en plus transversales, et qui viennent bouleverser nos champs d'action traditionnels.**

Un bon exemple est celui des transports, où la compétence indiscutée en matière d'infrastructure a un peu fait oublier que les problèmes d'avenir sont ceux de l'exploitation, et que ces problèmes appellent des compétences qui s'appellent : automatique, télécommunications, informatique avancée. Il est parfaitement normal que Sup'Aéro, et l'Onera, qui disposent aujourd'hui d'une compétence en automatique bien supérieure à la nôtre, créent des cycles de formation spé-

cialisés en transport. Il serait inquiétant, en revanche, que nous restions trop longtemps hors-circuit.

C'est dans cette perspective, pensons-nous, qu'il faut envisager la recherche à l'ENPC, qui doit être une recherche **commune ENPC — organismes-entreprises.**

L'Ecole a **trois atouts majeurs**, qu'il s'agit de valoriser non dans un étroit "esprit de boutique" ou de compétition, mais **en les mettant à disposition de tous, entreprises et organismes :**

Premier atout : le flux permanent des élèves, qui assure un brassage des idées et des personnes, et qui peut constituer, dès lors qu'il est correctement relayé par des structures d'accumulation (c'est un des rôles des centres de recherche), une formidable vitrine sur le monde changeant de la technique, et sur le monde tout court. Il suffirait de dresser la liste des stages et séjours de recherche effectués par une vingtaine d'élèves des promotions récentes dans des pays multiples (USA, Japon, Europe) et dans des centres de recherche de pointe pour faire comprendre que nous sommes, de plus en plus, dans une situation où nous devons en partie renverser l'ordre traditionnel : non plus seulement utiliser l'Ecole pour que les anciens transmettent aux jeunes leur compétence, mais utiliser l'Ecole **pour que les jeunes apprennent aux anciens**, valorisent leur parcours individuels au bénéfice de la collectivité.

Deuxième atout : le caractère non limité a priori du champ de compétence technique. L'Ecole doit, certes, garder fermement le cap sur un ensemble de domaines privilégiés. Mais elle doit aussi, (et la pression des élèves la pousse, du reste, dans ce sens) ne pas se limiter trop strictement à l'application des **méthodes générales** qu'elle enseigne à des domaines particuliers. A la différence des grands organismes tels que le CSTB, le LCPC ou l'INRETS, les centres de recherche de l'Ecole se définissent par des noyaux de compétences générales et d'outils, plus que par des champs d'application. Ceci est très important pour tisser des liens exploratoires avec d'autres secteurs, s'ouvrir à l'industrie, d'autant plus que les techniques génériques modernes sont, comme nous l'avons déjà dit, de plus en plus transversales et

LE CERMES

Créé en 1980, le Centre d'Enseignement et de Recherches en Mécanique des Sols de l'ENPC est depuis septembre 1985 regroupé avec les autres Centres de Recherches de l'Ecole à Noisy-le-Grand.

Petite unité performante, dans une discipline technique spécialisée, le CERMES comprend actuellement 20 personnes dont 15 chercheurs. Dirigé par F. Schlosser, ICPC et Professeur à l'Ecole, assisté de J.-P. Magnan, IPC, Professeur-adjoint, Chef de Division au LCPC, ce laboratoire associé au LCPC depuis 1985 développe des recherches à la fois expérimentales et théoriques dans les domaines de pointe. On peut citer à cet égard :

— La liquéfaction des sables lâches, recherche menée par J. Canou, ITPE, en collaboration avec l'Université de la Louisiane aux Etats-Unis. Ce sujet est directement lié aux accidents survenus à Nice (rupture du nouveau port, 1979) et à Dunkerque (rupture du quai à pondéreux ouest, 1984).

— Le comportement dynamique des sols, recherche menée par L. Dormieux, IPC, en collaboration avec l'Institut de Géotechnique de Vienne, en Autriche. Ce sujet est orienté sur l'étude de la stabilité des pentes sous-marines sous l'action de la houle et sur la détermination des paramètres dynamiques des sols au moyen d'un nouveau type d'essai en place.

— La stabilité des tunnels creusés en sol meuble, recherche menée par E. Leca, IPC, sous la direction de M. Panet, Professeur à l'Ecole, en collaboration avec le Virginia Polytechnic Institute aux Etats-Unis. Ce sujet d'actualité est en liaison directe avec les nombreux projets de métro et de lignes ferroviaires nouvelles, à l'étude ou en réalisation, tant en France qu'à l'étranger.

— La stabilité des forages pétroliers, recherche menée par J. Sulem, Ingénieur Civil des Ponts et Chaussées, dans le cadre d'un contrat passé avec une Société Pétrolière.

— Le renforcement des sols, dont la récente technique du clouage, recherche menée sous la direction de F. Schlosser en collaboration avec l'Université de Berkeley (USA) et à laquelle participent I. Juran, actuellement pour une année sabbatique à l'Université de la Louisiane (USA) et P. Delage, Ingénieur Civil des Ponts et Chaussées, qui a rejoint le CERMES après deux ans passés à l'Université de Sherbrooke (Canada), comme chercheur post-doctoral.

Ces recherches sont effectuées, en liaison très directe avec l'enseignement à l'Ecole, dans le cadre de stages scientifiques, de projets de fin d'études, de diplômes d'études approfondies (DEA) en commun avec l'Université Paris VI et de thèses de doctorat. Elles donnent lieu à des publications scientifiques dans les revues et congrès internationaux.

Elles rejaillissent sur l'enseignement même qui bénéficie ainsi d'éléments nouveaux, de cas concrets, de travaux pratiques originaux et d'ouvertures internationales.

Ce Centre de Recherches constitue, en mécanique des sols, un élément essentiel dans les liaisons industrie-recherche-enseignement que la Direction de l'ENPC développe depuis plusieurs années, comme dans la formation de spécialistes dans une discipline dont l'importance ne peut être ignorée.

LA RECHERCHE A L'ENPC... QUI FAIT QUOI ? QUELQUES EXEMPLES

A Noisy-le-Grand (tél. : 43.04.40.98)

• **CERMA** (Centre d'Enseignement et de Recherche en Mathématiques Appliquées).

Responsable : M. Bouleau
Adjoint : D. Chevallier

Mécaniques probabilistes ; dynamiques des structures et systèmes complexes.

Exemples : comment appliquer l'analyse fonctionnelle à l'étude du bruit produit par les boîtes de vitesse de la 205 (avec PSA) ; ou encore utiliser les groupes de Lie pour calculer les aérogénérateurs (avec l'AFME).

• **CERGRENE** (Gestion des Ressources Naturelles et de l'Environnement).

Responsable : R. Pochat
Adjoint : A. Frerot

Hydrologie urbaine ; hydrologie quantitative ; qualité des eaux.

Exemples : gestion automatisée du réseau d'assainissement de la Seine-St-Denis ; utilisation du radar pour la prévision de la pluie ; modélisation du Lac Léman ; décision en temps réel pour la gestion des crues ; systèmes-expert de diagnostic d'état des réseaux.

• **CERMES** (Mécanique des Sols)

Responsable : F. Schlosser
Adjoint : J.-P. Magnan

Sols renforcés ; dynamique des sols ; sols partiellement saturés ; tunnels et mécanique des roches.

Exemples : écaillage des parois de forage (Elf-Aquitaine) ; stabilité des pentes sous-marines soumises à la houle (St-PMVN) ; les sols renforcés en période sismique (avec Université de Berkeley).

• **CERTES** (Economie, Sociologie, Organisation)

Responsable : P. Veltz. UA CNRS 1245 (avec deux équipes Paris XII : H. Coing et G. Dupuy).

Gestion et organisation industrielle ; réseaux ; services urbains en PED ; organisation spatiale des activités.

Exemples : production just-in-time et logistique ; évaluation d'innovations organisationnelles dans le bâtiment ; les services des déchets à Rabat et à Salvador ; innovations dans les réseaux techniques urbains en France et aux USA ; nouvelles logiques territoriales de l'industrie.

• **CERAM** (Analyse des Matériaux)

Responsable : A. Ehlacher
Composites ; isolants ; géomatériaux.

Exemples : isolants porteurs ; comportement du bois ; bétons MDF.

• **CGI** (Centre de Géologie de l'Ingénieur, commun Mines-Ponts)

Responsable : M. Arnould.
Partagé entre Ecole des Mines et Noisy.

Matériaux non métalliques ; propriété des sols et des roches ; cartographie géotechnique ; carrières et mines à ciel ouvert.

Equipes associées

• **Service de Mécanique du LCPC**

Responsable : B. Halphen

Phénomènes dynamiques dans les solides ; méthodes optiques.

• **Laboratoire d'Urbanisme de Paris VIII** (UA CNRS)

Responsable : P. Merlin

Rue des Saints-Pères (Tél. : 42.60.34.13)

• **CERAS** (Analyse socio-économique)

Responsable : S.-C. Kolm. UA CNRS.

Economie des transports ; économie publique ; politique économique.

Exemples : fonctionnement du marché des transports et réglementation ; théorie normative du secteur public ; théorie des anticipations.

Ecole Polytechnique

• **LMS** (Laboratoire de Mécanique des Solides) Centre commun Mines-X-Ponts.

Responsable : P. Habib

Exemples : plasticité des métaux et des sols ; mécanique de la rupture ; fatigue ; rhéologie des roches en fonction de la température (étude de l'enfouissement des déchets radio-actifs) ; stabilité des cavités souterraines ; matériaux composites, etc.

LES FORMATIONS PAR LA RECHERCHE

Parallèlement à la création des centres de recherche, l'Ecole a développé les formations par la recherche. Ces formations comportent un DEA qui est souvent obtenu pendant la 3^e année d'Ecole, et une thèse, réalisée dans un centre de l'Ecole, ou dans un autre centre. Ces formations sont ouvertes à des élèves autres que ceux de l'Ecole. En particulier, elles attirent beaucoup d'étrangers provenant soit d'autres Ecoles françaises, soit d'Ecoles ou d'Universités étrangères.

L'Ecole a été habilitée en 1985 à délivrer seule le doctorat, mais les DEA sont conjoints avec des Universités, ce qui est d'ailleurs une occasion bénéfique de rapprochements.

Au 31 décembre 1985, il y avait 245 élèves en formation doctorale, dont 83 en thèse et 162 en DEA. La moitié des thésards se trouvait dans des centres de l'Ecole.

L'Ecole délivre 8 DEA : Mécanique appliquée à la construction, bâtiment, environnement, transports, intelligence artificielle, mécanique et matériaux, géologie, urbanisme (conjointement avec des Universités et d'autres Ecoles).

Le problème principal est la faible attirance exercée par ces formations sur les élèves civils des Ponts du fait de la reconnaissance encore assez faible du doctorat dans l'industrie, en particulier dans le BTP.

ignorent superbement nos traditionnelles divisions sectorielles. Par exemple, il est excellent que le centre de mathématiques travaille pour l'automobile, que le centre des matériaux s'intéresse aux composites dans l'industrie spatiale, etc. Et il faudrait que les centres de l'Ecole des Ponts soient, à cet égard, utilisés beaucoup plus largement comme moyens de contact et d'exploration dans des secteurs que nous connaissons trop peu.

Troisième atout, enfin : un espace d'accueil et de neutralité pour les entreprises. Ce qui explique le rôle privilégié des universités étrangères dans le fameux transfert recherche-industrie, c'est d'abord cela : le fait que dans les lieux d'enseignement les entreprises se sentent en quelque sorte chez elles. C'est là qu'elles recrutent leurs cadres, c'est un monde ouvert, aux frontières mal tracées, sans rôle prescripteur ou normalisateur.

Valoriser ces atouts au bénéfice de tous, telle est donc notre politique. Elle comporte deux volets :

1) Développer, multiplier les associations entre organismes de recherche. Ce qu'on vient de dire montre assez que les vocations de l'Ecole et celles des grands organismes de recherche et d'études sont complémentaires, et non concurrents. Des opérations conjointes devraient permettre de valoriser ces complémentarités. Si on considère les domaines de pointe, autour desquels l'avenir se joue nous sommes tous très petits, et il est indispensable de regrouper les forces. De même, l'Ecole tient à une politique d'ouverture et d'association aussi large que possible avec d'autres Ecoles. L'émiettement des "grandes" Ecoles est un handicap national, et il faut, là encore, resserrer les moyens.

Des premiers pas ont été accomplis. Ainsi, Noisy-le-Grand accueille une équipe du Laboratoire Central. Le Centre de mécanique des Sols est commun à l'Ecole et au LCPC. Le centre d'hydrologie (CERGRENE) sera très prochainement commun à l'ENPC et à l'ENGREF. Pour la recherche en urbanisme, une grande partie de potentiel parisien a été regroupée à Noisy. Mais il faut aller plus loin, beaucoup plus loin. Et nous relançons donc, comme nous l'avions déjà fait dans le numéro de juin 1984 de PCM, un appel à tous les responsables d'organismes de recherche publics et privés.

2) Développer des liens avec l'industrie

Il est très regrettable que la France

pratique si peu ce qui se réalise couramment aux USA, où des groupements d'industriels se constituent pour développer au sein des Universités des Laboratoires dont ils partagent les résultats. Nous sommes convaincus que, même si l'on tient compte des faibles moyens dont dispose aujourd'hui l'ENPC, des associations d'industriels à la recherche pourraient, à terme assez rapproché, se révéler bénéfiques pour eux, grâce à la combinaison de moyens publics et privés, aux possibilités de mobilisation de bourses, etc.

Pour conclure, un exemple : l'informatique.

La liste des jeunes brillants qui, pendant leur passage à l'Ecole (où existe un DEA d'intelligence artificielle) ou après l'Ecole, ont acquis une compétence élevée, de type recherche, en informatique avancée, commence à être impressionnante. Mais ce qui frappe le plus, c'est qu'en quasi-totalité ces jeunes se dirigent vers des domaines tout à fait extérieurs aux domaines traditionnels. Bien sûr, il est excellent qu'une partie au moins de ces jeunes essaime ainsi, pour bâtir des carrières personnelles dans des secteurs variés. Mais, à l'heure où les méthodes informatiques nouvelles envahissent la construction, les transports, l'équipement en général, il est inquiétant qu'aucune structure de nos domaines ne se révèle capable de leur offrir l'environnement matériel et surtout intellectuel qui est la pierre de touche de leurs choix. Il est urgent de comprendre qu'il ne suffit pas de quelques individualités dispersées et brillantes pour être présent dans les techniques de pointe, mais qu'il faut aussi une forme de présence plus collective, plus organisée. Nous avons aujourd'hui le choix entre gérer des retombées plus ou moins lointaines des domaines techniques centraux, ou participer à leur développement. L'Ecole des Ponts a fait le deuxième choix, mais il est clair qu'elle ne pourra pas monter toute seule un pôle de compétence en informatique avancée. Belle occasion donc pour réagir collectivement, en réunissant les atouts de l'Ecole et ceux des grands centres de recherche ou d'études (LCPC, IGN, CSTB, INRETS) et en essayant d'articuler une présence dans la recherche de base et l'implication d'industriels dans la finalisation et les développements de terrain indispensables à ce type de recherche.

LA CARTOGRAPHIE N'EST PLUS CE QU'ELLE ETAIT...

Claude MARTINAND - ICPC
Directeur Général de l'IGN
Guy DUCHER,
Directeur de la Recherche à l'IGN

On pourrait s'étonner qu'après trois siècles de réalisations cartographiques françaises, marquées par la Carte de Cassini, par celle dite d'Etat-Major et dernièrement par la carte de base au 1 : 25 000 de la série bleue, il y ait encore place pour des recherches en cartographie !

Certes chacun sait que les cartes se font et se refont.

Ainsi que l'écrivait Voltaire, dans une lettre à M. Thieriot (18.10.1758) "La géographie est le seul art dans lequel les derniers ouvrages sont toujours les meilleurs".

Si la géographie est peut-être un art, les cartes sont en tout cas comme ces tableaux dont Edouard Pignon disait dans le n° d'avril 85 du "Petit Journal des grandes Expositions" (grand Palais) qu'ils "ne sont jamais achevés..."

"Un tableau n'est pas fini, parce que déjà il contient le suivant. Dans chaque tableau il n'y en a pas un seul mais dix ou vingt qui sont commencés en même temps".

La carte est aussi à sa façon l'instrument de sa propre transformation. Elle représente le réel ; avec elle on peut recréer l'objet, le modifier. Il en naîtra de nouvelles cartes qui recommenceront le cycle.

La carte n'existe pas pour sa seule beauté picturale ou décorative mais pour tout ce qu'elle permet.

Comme toute invention, elle n'a de valeur que par son emploi.

C'est un instrument d'aide à la décision réclamé par les juristes, les administrateurs, les économistes, les aménageurs, les planificateurs, les urbanistes...

Attendue des chercheurs, des enseignants, des thématiques, elle connaît aussi les faveurs du grand public.

Baignant dans une telle réalité, la carte doit pour rester vivante surmonter les contraintes qui l'enserment et s'imprégner des nouvelles technologies.

Les pays en développement qui connaissent des retards et des lacunes considérables dans leur couverture cartographique, obligent à recourir à des innovations pour satisfaire à bref délai leurs besoins les plus urgents.

Les pays développés voient apparaître quant à eux des besoins de produits nouveaux. Il faut de plus y maintenir un patrimoine cartographique important, et le valoriser.

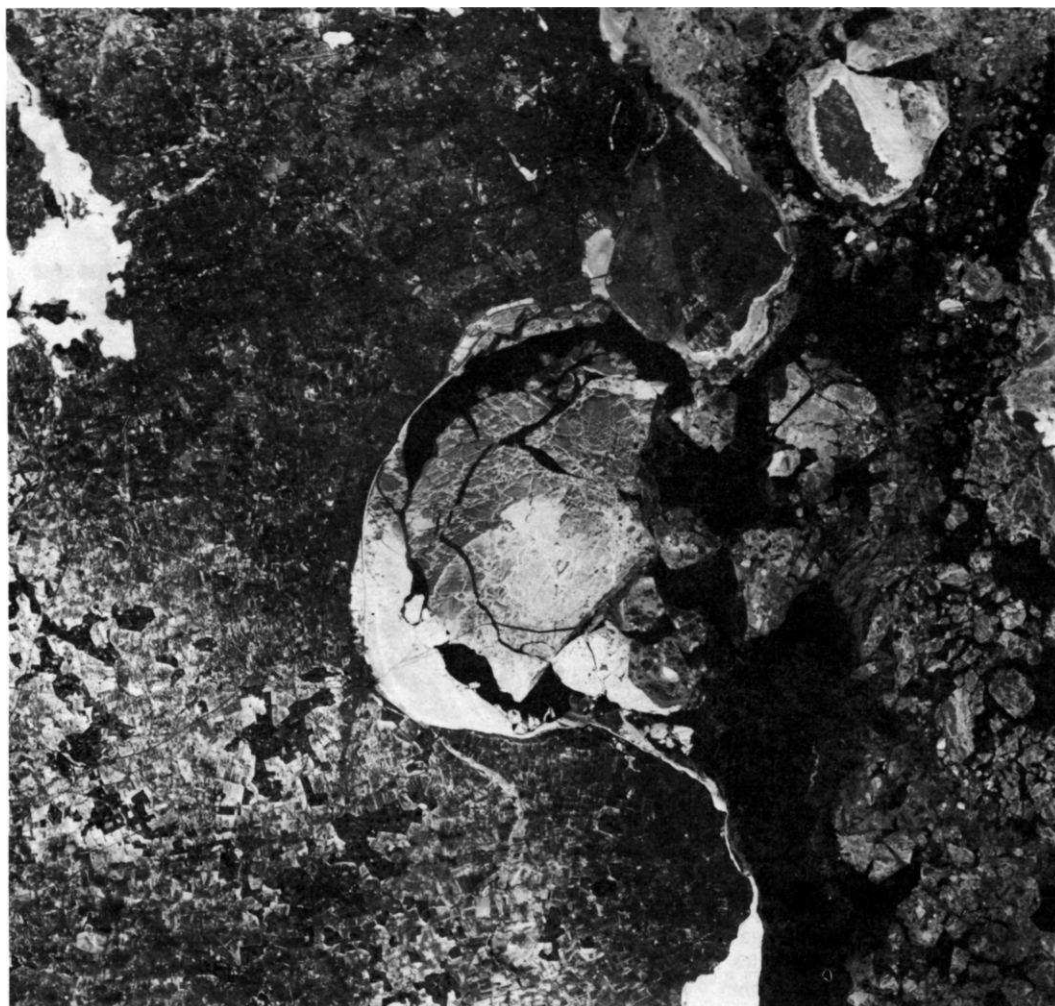
Les informations géographiques

Pour surmonter ces défis, la cartographie doit se moderniser et s'appuyer sur un effort accru de recherche. Aucun aspect ni aucune composante de la cartographie ne doivent être laissés à l'écart d'un tel mouvement, car la carte est un tout où l'on ne peut tolérer des secteurs retardataires. La cartographie constitue une chaîne d'informations par nature plus complexe que les autres chaînes. Cela tient aux spécificités des données géographiques. Celles-ci sont localisées. Un attribut est affecté à un ensemble de coordonnées xyz. Ces données ont un caractère relationnel et induisent les notions de voisinage et de chaînage. Elles intègrent des mesures d'angles et de distances entre points.

La durabilité de l'information est très variable. Le temps est une 4^e coordonnée dont l'importance est primordiale.

Ces données peuvent se décomposer en ensembles de points, de lignes, de surfaces, en quantité quasi-illimitée. Le volume de la seule base de donnée altimétrique du relief français par exemple s'élève actuellement à quelques giga-octets.

Leur saisie et leurs traitements ne sont pas des opérations simples. Aux mesures et aux contrôles de terrain, à l'exploitation métrique des photographies aériennes s'ajoute désormais celle des images spatiales. Les modes de représentation de ces données sont multiples. Il existe des cartes au trait, des photocartes, des spatioscartes, des car-



Copenhague : échelle 1/200 000. Mode panchromatique, 10 m.

tes topographiques, et des cartes thématiques, en nombre considérable. L'échelle, la symbolisation, le contenu, la gamme des couleurs, la sémiologie modulent à l'infini ces cartes en fonction des objectifs visés par les usagers, des types de terrain et de l'occupation du sol.

La mise sous une forme numérique des données d'observation de la Terre dès leur saisie à bord des satellites, ainsi que la localisation géodésique par satellites, incitent à conserver cette compatibilité avec l'ordinateur tout au long de la chaîne des traitements, depuis la transmission de l'espace jusqu'à la diffusion télématique vers l'utilisateur à partir des bases de données que constitue le cartographe.

On recourt déjà à l'écran coloré interactif pour bâtir et vérifier la carte. On entrevoit le moment où l'utilisateur sera son propre cartographe et, interrogeant diverses sources de données, croisera le tout pour obtenir la copie souhaitée.

L'informatisation des données

On est ainsi conduit à mettre sous forme numérique homogène des données jusqu'alors disponibles de façon uniquement graphique.

L'informatique se répand et va entraîner avec elle des exigences accrues de rigueur et de fraîcheur de l'information.

C'est ainsi qu'après avoir constitué la base de données du relief, l'IGN entreprend la numérisation d'autres données cartographiques, ainsi que lui en a donné mandat le Conseil National de l'Information Géographique. Une base de données topographiques va être établie à partir des prises de vues aériennes au 1 : 30 000. Complétée d'informations de terrain, elle servira aussi bien à éditer la carte au 1 : 25 000 et ses dérivées que la

partie topographique du plan topographique prévu à terme sur tout le territoire et au 1 : 5 000. Des extractions partielles seront tout autant réalisables. La précision de 1 m en planimétrie et 0,6 m en altimétrie sera sans surcoût, supérieure à celle de la carte actuelle grâce aux méthodes de saisie numérique directe sur photos, validant ainsi les sorties au 1 : 5 000.

Cette base sera réalisée au fur et à mesure des réfections de la série bleue, ce qui devrait amener son achèvement d'ici 30 ans.

Afin de disposer sans attendre un tel délai d'une base cartographique couvrant l'ensemble du territoire, l'IGN va entreprendre parallèlement la numérisation automatisée des planches graphiques de ses cartes à plus petite échelle (1 : 50 000 ou 1 : 100 000).

Ces données serviront d'outil de base à divers utilisateurs qui pourront en obtenir les extraits souhaités avec une précision décimétrique.

Ces deux bases en sont actuellement au stade des études et enquêtes préliminaires. D'importants développements méthodologiques sont encore à réaliser avant de pouvoir disposer d'une chaîne opérationnelle.

La mise au point de matériels spécialisés pour les corrections et la mise à jour est en cours.

D'autres bases vont venir étoffer les précédentes. Elles porteront sur la documentation géodésique et sur la toponymie.

La généralisation de l'emploi de l'informatique va peu à peu modifier tout le processus de création cartographique. L'automatisation gagne la saisie des données de terrain, les mesures d'angles et de distances sont enregistrées sans autre intervention que celle du pointé de la cible par l'opérateur. On entrevoit même de robotiser ce pointé. La conversion des documents graphiques à la forme numérique et vice-versa se fait sur des appareils automatisés, à balayage, sur des tables traçantes et dans des caméras à laser. La maîtrise de toutes les possibilités offertes par ces systèmes nécessite de nombreuses actions de développement qui ne sont pas toutes achevées.

Les satellites imageurs

L'arrivée des données du satellite programmable français Spot, d'observation stéréoscopique à haute résolution de la Terre, est en train de modifier profondément les chaînes cartographiques.

Des filières nouvelles sont en cours d'essai pour tirer parti des avantages de ce système, tant pour la confection ou l'entretien des produits classiques et des bases de données que pour la réalisation de produits nouveaux, liés à l'exportation.

On en attend une réduction des délais et une haute productivité.

L'évaluation des possibilités de Spot, qui va s'étendre jusqu'à la fin 1987, va promouvoir le système et permettre de lancer les produits attendus. Ces produits pourront faire intervenir également d'autres données, issues d'autres satellites.

Des traitements complexes d'images référencées dans une même grille géodésique seront nécessaires. On espère pouvoir développer les algorithmes d'intelligence artificielle pour accélérer la reconnaissance des formes et la détection des changements. L'expérience acquise contribuera à la définition des systèmes spatiaux futurs qu'il faut déjà prévoir en visant à la complémentarité.

Cet afflux sans cesse renouvelé d'informations géographiques va permettre d'identifier, de mesurer, de suivre, de modéliser et de prévoir avec une précision inégalée un grand nombre de phénomènes physiques et biologiques de notre planète concernant l'agriculture, la biomasse, l'eau, la terre solide, l'occupation du sol. On verra vivre la planète au fil des saisons et de ses grands événements. Et pour mieux connaître et comprendre ces mécanismes et leur évolution on s'éloignera encore davantage d'eux, jusqu'à aller décrire d'autres corps célestes. La cartographie sera planétaire.

Madrid - Espagne.



La coopération scientifique

Avant d'arriver à ce terme, on conçoit à quel point il faudra développer les échanges, la communication et la coopération entre équipes appartenant à divers organismes et à divers pays. L'informatique et le spatial contribuent grandement à rapprocher des disciplines jusqu'ici séparées. Les compétences s'épaulent sur un même projet. Un même satellite rassemble en aval des géodésiens, des photogrammètres, des télédéTECTEURS, des cartographes, des géophysiciens, des agronomes... Les données et les traitements s'emboîtent dans les processus. Les chercheurs de divers horizons collaborent à l'élaboration d'un produit final qu'aucun organisme ne pourrait réaliser seul.

Il s'agit pour chacun de pratiquer une politique d'ouverture sans précédent. L'IGN est décidé à suivre cette voie ; la création du Comité

Scientifique et Technique de l'IGN confirme cette orientation.

Enfin, ces mutations technologiques ne pourront parfaitement réussir sans un plan de formation des personnels longuement préparé avec la participation des personnels eux-mêmes.

De même, les équipements lourds devront faire l'objet d'une étude socio-économique approfondie et d'une concertation nourrie avec les constructeurs. La gestion ne saurait rester l'apanage de quelques-uns.

Alors se trouveront réunies les conditions d'une efficacité maximale à l'emploi des technologies de pointe dans un domaine où l'on pouvait être surpris qu'elles s'y investissent aussi massivement. Après quelques réflexions sur la cartographie, ses spécificités et le rôle qu'elle joue, on montre les mutations profondes qu'elle connaît sous l'action des développements informatiques et spatiaux. De nombreuses recherches appliquées, menées actuellement par des coopérations inter-organismes, vont la transformer peu à peu en un système global d'informations géographiques.

CHERCHEURS S



Le bâtiment : un champ de recherche permanent et varié

par Pierre CHEMILLIER
ICPC, Directeur du CSTB

Le bâtiment cache bien son jeu. Comparé à la plupart des autres secteurs de la vie économique, il apparaît immuable, il semble traverser les siècles, insensible aux grandes mutations technologiques et scientifiques. Les enseignements de Vitruve dans la Rome de César et d'Auguste au premier siècle avant Jésus-Christ ne sont-ils pas en effet encore largement d'actualité ? N'a-t-on pas édifié il y a plusieurs siècles des ouvrages devant lesquels bon nombre de nos bâtiments actuels ont à pâlir ? Et pourtant le Bâtiment n'a cessé d'évoluer et de suivre le progrès technique. Il entretient même avec la science des rapports étroits, parfois conflictuels, souvent surprenants lorsque l'esthétique et la psychosociologie s'en mêlent, quelquefois dramatiques lorsque le feu ou les secousses sismiques se manifestent.

Les évolutions sont permanentes mais elles connaissent à certaines périodes une plus grande ampleur qui autorise à parler de mutation. C'est à une telle mutation que nous assistons aujourd'hui. Derrière les apparences trompeuses d'un retour à la tradition se cachent en effet des changements considérables qui sont directement liés aux progrès scientifiques apparus dans l'ensemble de l'économie et à l'évolution de notre société. Cette mutation est caractérisée par trois facteurs essentiels : le raffinement des besoins de l'homme, la multiplication des matériaux disponibles, l'irruption de l'informatique.

L'homme construit des bâtiments pour qu'ils répondent à des besoins. Or ces besoins ne cessent de se diversifier, de s'enrichir, de s'affiner. Il n'y a pas si longtemps la plupart des bâtiments n'étaient que des abris contre les intempéries et les intrusions ; on s'y contentait d'un confort élémentaire. De nos jours on exige d'eux une parfaite sécurité, un confort de haut niveau et si possible personnalisé, une multitude de services qui facilitent les activités de l'homme : transport de personnes ou d'objets, mise à disposition de divers fluides, gestion d'informations, communication avec l'extérieur. Pour des motifs de confort et d'écono-

mie on désire même que les performances des ouvrages et des équipements varient dans le temps, soit qu'elles puissent être programmées par l'occupant, soit qu'elles s'adaptent d'elles-mêmes aux changements de l'environnement. L'exemple le plus frappant à cet égard nous est donné par les économies d'énergie : au cours des dernières années on a poussé très loin la recherche de mécanismes de plus en plus sophistiqués de régulation et de programmation des installations de chauffage, de captage-stockage d'énergie solaire, de modification de la résistance thermique des parois opaques ou vitrées, si bien que le bâtiment est devenu un véritable système, au sens de l'analyse systémique, mettant en jeu des phénomènes de plus en plus complexes, aux interactions multiples. Seule une approche faisant appel aux méthodes de la science a permis de progresser dans la connaissance de ce système et d'élaborer des modèles qui simulent son fonctionnement et qui permettent de prévoir donc de concevoir au niveau de chaque projet particulier.

Les besoins se font de plus en plus nombreux, de plus en plus précis, mais ce faisant ils en font apparaître de nouveaux qui étaient masqués par un niveau général antérieur de moindre qualité. D'où il résulte une complication supplémentaire qui oblige à pousser plus avant l'analyse des phénomènes. Prenons un exemple simple : l'amélioration de l'isolation acoustique à l'égard des bruits de la rue fait souvent émerger des bruits intérieurs au bâtiment et crée alors une insatisfaction nouvelle.

Par ailleurs des solutions conçues pour répondre à un besoin ont un

effet néfaste à l'égard d'un autre besoin : c'est ainsi que certaines techniques d'isolation thermique de façades et pignons dégradent l'isolation acoustique entre logements contigus ou superposés ; des recherches ont permis de comprendre le phénomène, d'en mesurer l'ampleur et de lui trouver des remèdes.

Le deuxième fait majeur qui s'impose à nous aujourd'hui est la prolifération des matériaux disponibles pour la construction. Nous sommes confrontés à ce que certains appellent un "hyperchoix". Mais il y a plus : ces matériaux, nombreux et variés, peuvent être mis en forme selon des méthodes très diverses (emboutissage, extrusion, laminage, projection, moulage...) et associés les uns aux autres suivant des configurations multiples. Un champ presque illimité de possibilités s'offre ainsi aujourd'hui au constructeur. Mais toutes ces possibilités ne sont pas également satisfaisantes du point de vue de la tenue dans le temps des ouvrages ou de la réponse à un besoin. Certaines exigent des précautions particulières.

On devine que cela ouvre un champ considérable au chercheur. Comprendre le comportement des matériaux nouveaux et de leurs diverses combinaisons, tel est bien l'objet de nombreuses recherches qui font appel aux connaissances de plusieurs sciences et requièrent des équipements d'essais de plus en plus perfectionnés car il s'agit de comprendre le comportement intime des ouvrages. Les principales recherches actuelles portent sur les ajouts qui permettent de modifier les performances d'un matériau pour les adapter à des usages de plus en plus spécifiques et sur les composites qui associent plu-

ACHANT CHERCHER

Le CSTB à Marne-la-Vallée L'histoire récente d'un centre de recherche

par Christian QUEFFELEC
IPC, Architecte DPLG

sieurs matériaux pour optimiser l'emploi de chacun en comptant sur les performances des autres et dont les progrès reposent sur ceux des fibres (verre, acier, carbone, plastique) et sur ceux des colles et adhésifs.

L'informatique enfin introduit dans le bâtiment des changements dont on commence à peine à mesurer les effets.

Tout d'abord au niveau de la recherche elle-même, l'informatique fournit des moyens de calcul puissants qui ont rendu possible l'analyse de certains phénomènes et la mise au point de modèles de simulation dont beaucoup, sous une forme simplifiée, débouchent sur des méthodes de conception des projets. N'a-t-on pas mis au point récemment une méthode qui grâce à l'ordinateur et en connaissant la géométrie et les matériaux d'une salle, permet, au stade de l'avant-projet, de reproduire l'écoute de sons telle qu'on l'obtiendrait en tel ou tel point de la salle supposée construite. L'informatique est également en train de changer les conditions de fabrication des produits et grâce à son apport à l'automatisation elle devrait permettre de réaliser ce vieux rêve du bâtiment : concilier la production véritablement industrielle et la diversité des projets. L'informatique, enfin, modifie peu à peu les relations entre partenaires au long du déroulement d'un projet grâce à des jeux de logiciels, encore mal harmonisés les uns avec les autres mais qui à l'avenir entraîneront des changements importants dans la définition des métiers et la répartition du savoir technique.

On ne sait pas ce que sera le bâtiment au milieu du siècle prochain : rien ne prouve que sa forme sera très différente de celle des bâtiments que nous construisons aujourd'hui tant est lourd le poids de la culture et lente son évolution. Mais une chose est sûre : l'évolution actuelle concernant les matériaux et les équipements, produit de nos sociétés industrielles, se poursuivra car elle apportera la réponse technique aux besoins nouveaux de l'homme. Mais cette évolution requiert un puissant effort de recherche qui seul peut permettre d'en régulariser le cours en évitant les faux pas et les heurts.

Concevoir un centre de recherche pour les besoins d'aujourd'hui et de demain, donner une image de dynamisme et de modernité à partir d'un ensemble de bâtiments vieillots et sans caractère, telle a été l'ambition de la Direction du CSTB, faisant preuve pendant près d'une décennie, d'une grande continuité de pensée et d'une grande ténacité. Aujourd'hui il est possible d'apprécier les qualités d'une telle politique. Le texte qui suit en donne quelques illustrations et présente les principes à la base de notre action d'urbaniste puis d'architecte, maître d'œuvre, responsable de la réalisation de plusieurs grands équipements scientifiques.

comme bureaux ne jouaient plus leur rôle, d'autres espaces aux conditions thermiques et hygrométriques mal définies rendaient imprécises certaines expériences.

Une trame urbaine et paysagère

La volonté de renouveau est venue de besoins en surfaces nouvelles, en laboratoires mieux équipés. Tout n'étant pas possible simultanément, encore fallait-il quelques idées directrices. Les quelques traits marquants du paysage y sont à l'origine. Le terrain est largement planté sur son pourtour. Une route grossièrement circulaire dessert tous les bâtiments qui sont situés pour la plupart à l'intérieur

L'héritage du passé

En 1978, la Station de Recherche du CSTB à Champs-sur-Marne présentait l'image un peu désuète d'une zone industrielle semblable à ces ensembles bâtis trop vite au sortir de la guerre, qui ont évolué sans plan directeur, un bâtiment s'ajoutant à l'autre suivant les opportunités et sans goût. Cette situation a été subie puis refusée par la Direction du CSTB. Outre l'image négative que donne aux visiteurs, nombreux, un urbanisme sans grande qualité, des constructions devenant peu à peu, vétustes, dont certaines étaient dès leur origine considérées comme provisoires, certains laboratoires utilisés

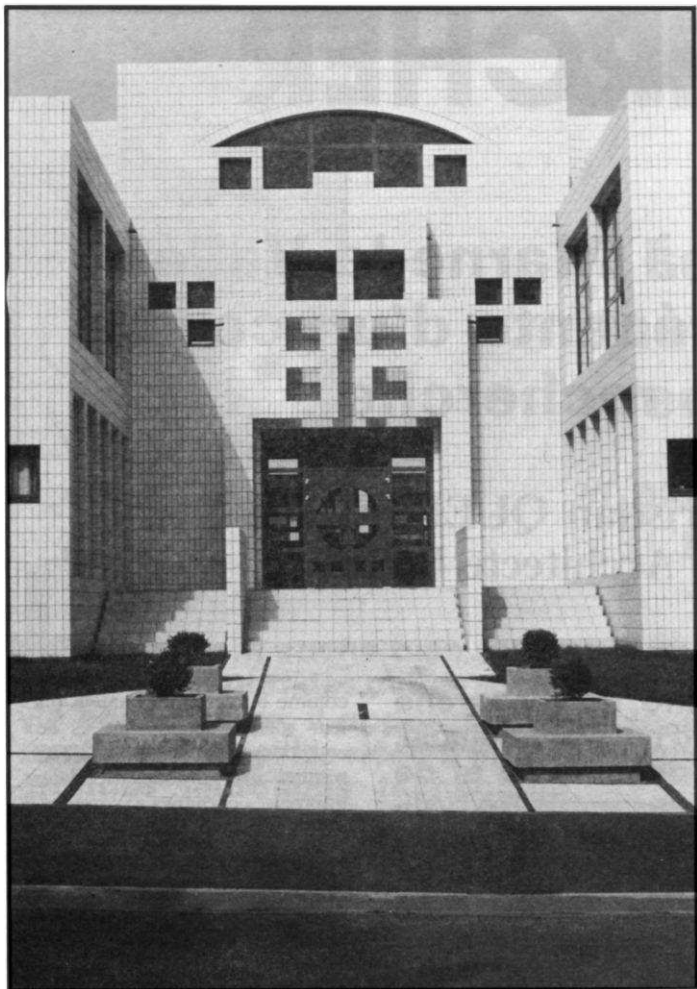
CHRISTIAN NOEL QUEFFELEC



Ingénieur des Ponts et Chaussées (X69), Architecte DPLG. De 74 à 77, affecté au Secrétariat

Général du Groupe Central des Villes Nouvelles, il a été chargé des grands concours d'urbanisme et d'architecture, de la conception de centres-villes. Fin 77, il a créé au CSTB la division Architecture et Techniques, où il conduit des recherches sur la notion d'ordre et les méthodes en architecture, sur l'habitat bioclimatique. Parallèlement, il est responsable, en tant que maître d'œuvre, de la conception architecturale et du contrôle des travaux des grands équipements du CSTB.

Christian Noël Queffelec vient de se voir attribuer par l'Académie d'Architecture, une Médaille d'Argent, pour la qualité de ses réalisations.



Entrée principale du Centre Interservices.

de la boucle de ce périphérique. Au centre de la Station apparaît un embryon de jardin. Ces trois éléments sont le point de départ d'un bon schéma d'organisation à condition de les rendre perceptibles, caricaturaux. Ils sont de plus cohérents avec le fonctionnement de la Station de Recherche, formée de services fortement individualisés, délimitant leurs propres territoires, leurs bureaux, leurs laboratoires, leurs surfaces d'essais. A terme, si ce schéma se réalise, le CSTB de Champs-sur-Marne devrait être constitué d'une couronne extérieure d'arbres, d'un boulevard circulaire irriguant une suite de bâtiments fortement architecturés, entourant un jardin central.

tinés à diverses équipes de recherche et donc polyvalents. Evolutive, facilité d'appropriation, possibilité d'extension ont été les maî-

tres mots du projet, qui ont conduit à un plan rectangulaire composé de cinq travées identiques parallèles. Les façades à l'intérieur de silhouettes identiques présentent des percements, portes et fenêtres différents. La structure porteuse est constituée par une trame de poteaux en béton sur lesquels viennent reposer, dans le sens de la largeur, des poutres également en béton formant chéneaux, elles-mêmes supports de fermes métalliques contreventées par les traditionnelles croix de Saint-André. Le dessin intérieur des fermes permet de disposer d'une grande hauteur libre au centre des travées.

Un bâtiment clé : le centre interservices

Le second programme était plus ambitieux. Il s'agissait de construire en un point privilégié, à l'entrée de la station de recherche, un centre d'accueil comprenant un standard, une documentation, des salles de réunion dont une importante pour 150 personnes, une petite imprimerie, des ateliers de photographie, une cafétéria mais aussi des laboratoires de physique, chimie, biologie, informatique, des salles de vieillissement des matériaux, enfin des bureaux ; ces trois grandes catégories de locaux représentant respectivement 1 300 m²,

1 100 m², 2 200 m². L'emplacement choisi est un terrain en légère pente, situé au nord d'une structure métallique, vaste préau transparent, chargé d'abriter des expositions temporaires. Le plan de base est celui d'un bâtiment en couronne, entourant un jardin à la française et distinguant quatre ailes monofonctionnelles. L'aile Est abrite les services communs et l'accueil. Les ailes Sud et Nord, les bureaux sur trois et quatre niveaux jouant ainsi avec la pente du terrain. L'aile Ouest comprend les laboratoires, les locaux d'archives et les locaux techniques. Ce parti invite à former cinq entrées différentes, l'accès principal étant localisé au centre de l'aile Est.

Quatre autres accès sont localisés aux angles. Ils donnent, au Sud sur un jardin et l'aire d'exposition extérieure, au Nord vers la sortie de la Station. A l'Ouest sont également disposés deux accès, munis de quais de déchargement pour les différentes livraisons. Des circulations en boucle joignent ces différents accès, traçant des liaisons faciles à l'intérieur du bâtiment.

Le circuit du rez-de-chaussée donne sur le jardin central par les façades intérieures Est et Ouest. Les escaliers sont situés en charnière, bénéficiant d'un large éclairage latéral. Ceux qui desservent les laboratoires sont à double volée s'enroulant autour d'un noyau creux de manière à obtenir au rez-de-chaussée, des laboratoires de grande hauteur.

Le premier bâtiment dit bâtiment de stockage.



Un premier bâtiment

Le premier programme, à être mis en œuvre, a été fort modeste. Il s'agit d'une halle de 1 000 m² et d'un petit magasin attenant, des-

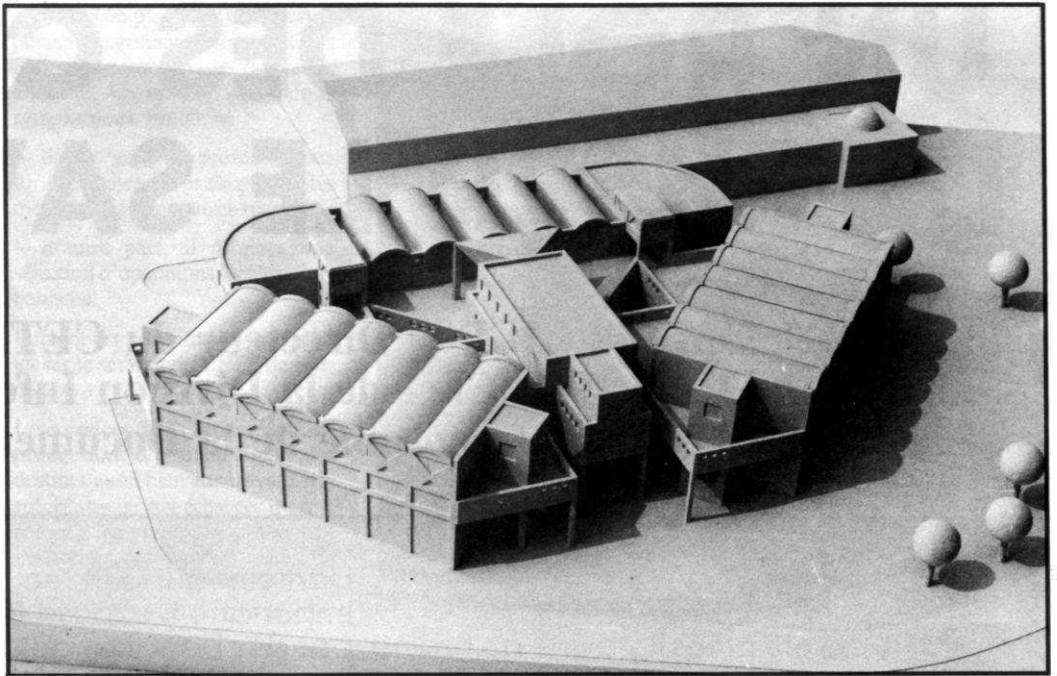
Un équipement exceptionnel : le Gerco

Le troisième équipement, actuellement en cours de construction est destiné à accueillir les recherches portant sur les ouvrages de gros-œuvre et ceux de second-œuvre participant au cloisonnement et à l'enveloppe du bâtiment.

L'objectif poursuivi est la détermination des propriétés intrinsèques des matériaux et des ouvrages, les propriétés mécaniques, thermiques, hydrothermiques, les propriétés fonctionnelles des ouvrages ou de leurs éléments, aptitude à l'emploi, compatibilité aux liaisons, durabilité. A cet égard, les composants dont l'usage se multiplie et leurs joints, clé de leur comportement, doivent être étudiés avec un soin particulier. Les moyens expérimentaux prévus doivent permettre de saisir les phénomènes qui déterminent les comportements dans leur complexité, en considérant les paramètres multiples et plus ou moins interdépendants qui interviennent. Une place importante est faite à l'expérimentation sous sollicitations combinées, de corps d'épreuve à l'échelle grandeur, soumis à leurs limites, à des conditions d'assemblages ou d'interfaces similaires aux conditions réelles.

L'organisation des recherches est structurée en cinq champs principaux d'expérimentation demandant des locaux appropriés, organisés en sous-ensembles fonctionnels appelés unités. Il s'agit d'une unité de recherche sur les propriétés thermiques des matériaux, composants et ouvrages, d'une unité sur la construction légère, d'une unité sur les fenêtres, parois vitrées et équipements de baie, d'une unité sur les systèmes d'isolation extérieure, les enduits, les maçonneries isolantes, d'une unité sur les ouvrages de structures lourdes. Ces unités sont regroupées en un tout coordonné mettant en jeu de multiples inter-connexions fonctionnelles. Les quatre premières sont prévues dans une construction neuve, la cinquième dans une construction existante voisine devant être réhabilitée.

La forme du nouveau bâtiment, d'une surface utile de 3 500 m², s'explique par la nature des besoins, des grandes surfaces libres poly-



Le Gerco. Grand équipement de recherche sur les composants d'ouvrage.

valentes, accessibles à des camions de 38 tonnes, des hauteurs libres sous pont roulant suivant les cas 4, 5 et 7 mètres, du conditionnement d'air draconien pour certains usages, des circulations aisées et courtes pour aller d'une unité à l'autre. Elle se comprend également par la forme du terrain et la présence de beaux arbres en périphérie. Un schéma symétrique a été retenu, avec une partie en Y sur l'axe, contenant une grande chambre conditionnée et des alvéoles, deux grandes halles disposées symétriquement selon des axes inclinés à 45° par rapport à l'axe principal, une halle plus petite située perpendiculairement et des locaux attenants. Des laboratoires sont situés entre les grandes halles et la partie en Y ; ils sont éclairés par des patios triangulaires centraux. De hauteur plus modeste, leur plafond sert de support à une terrasse accessible consacrée au vieillissement naturel des produits. Deux étages de bureaux, à cheval sur l'axe principal, émergent de cette terrasse.

L'architecture

Tous ces projets sont issus de besoins urgents et précis, qui imposent leurs règles et leurs emprises. Il n'en reste pas moins que le propre du métier d'architecte est de tirer parti de toutes les

opportunités pour créer un ordre sensible, là où règne un désordre visuel ou un systématisme proche de la déraison.

Dans une société médiatique, hantée par la communication visuelle, notre objectif a été de donner du caractère à un centre de recherche réputé, tout en respectant la fonctionnalité et l'agrément des lieux. Pour cela, quelques règles architecturales nous ont guidés. La première, structure de base des projets est de penser le plan en terme d'évidence et de commodité. L'insertion dans le site tant naturel que construit, en dessine les limites et les accès. Les principes de lisibilité des entrées, de réduction des circulations, le bon éclairage, la détermination des zones fonctionnelles en déterminent les grandes masses. La seconde caractéristique de ces réalisations concerne la forme des salles, terme fort approprié pour désigner des espaces intérieurs, toujours de forme extrêmement prégnante, étudiées simultanément dans leur limite, leur éclairage, leur décoration. Goût pour la géométrie ou l'abstraction, cubes ou cylindres assemblés ou interpénétrés en sont souvent les figures génératrices. Associés à des principes de symétrie axiale ou diagonale, ils donnent des pièces symétriques par rapport au cheminement principal, ou associés à des symétries partielles, des salles en angle. La lumière naturelle donne corps à tous ces espaces outre son rôle fonctionnel. Le

troisième trait de ces réalisations concerne les façades et les jeux de volumes. Force ou puissance des choix, les volumes sont fortement marqués, fortement articulés. Le travail sur les parois s'y inscrit ensuite, symétrie, rythme, contraste raisonné de droites et de courbes, percements dans les voiles, retraits ou avancées de façades pour obtenir des effets de lumière. La quatrième règle consiste à mettre en étroite adéquation la forme, les détails et les moyens techniques à faire un choix réfléchi de la méthode de construction, entre la préfabrication ou des techniques plus traditionnelles pour tirer parti des potentialités et des contraintes, tant physiques qu'économiques. Le dernier élément de cette architecture est le soin apporté au détail, calepinage parfait des façades, calepinage des cheminements au sol, dessin régulier des abords et des jardins, positionnement et choix des appareils d'éclairage pour animer des parois ou des plafonds, dessins des portes, jusqu'au dessin du mobilier, mais cette attention se manifeste pleinement quand il faut intégrer à la construction des dispositifs techniques comme des bouches de ventilation ou des rideaux d'occlusion. L'objectif de tout ce travail étant, outre le goût pour l'ouvrage bien fait, d'illustrer dans un centre de recherche sur le bâtiment, les potentialités formelles des méthodes actuelles de construction. ■

UN ROLE DES CETE : DIFFUSER LE SAVOIR

par Raphaël SLAMA - ICPC, Directeur du CETE Nord-Picardie
Guy LALIN, IPC, Chef de la Division Informatique
Jean HUIN, Responsable de la Documentation

Les CETE ont été créés il y a une quinzaine d'années pour remplir une mission générale de conseil technique et des fonctions de prestataires de services auprès des services extérieurs de l'Équipement et en même temps de répondre aux besoins d'autres Administrations publique ou para-publique et aussi des collectivités locales.

Répartis sur le territoire et situés dans les principales métropoles régionales, ils regroupent 4 000 agents dont plus de 2 000 ingénieurs et techniciens. Leur production annuelle dépasse le milliard de francs.

Dotés d'une commande nationale, bien orientée, ouverts aux besoins des collectivités territoriales et des organismes publics, ils sont soumis à l'obligation d'un équilibre budgétaire et de facturation de leurs prestations. La notion de client, qu'elle soit d'État ou extérieure à l'État a pénétré l'ensemble de leurs activités.

Les CETE prolongent sur le terrain les missions d'information technique des services techniques centraux du Ministère de l'Équipement avec lesquels ils forment un réseau dont il n'existe aucun équivalent en France et peut-être dans le monde.

L'article qui suit en présente un aspect important. Il expose les possibilités offertes par des banques de données liées à l'existence de gros centres serveurs dont disposent certains CETE.

Le fil conducteur de cette action est de permettre à tout ingénieur, placé en face d'un problème particulier, de disposer quasi-instantanément de la documentation technique s'y rapportant et de la liste des études de même type réalisées ailleurs par d'autres organismes. Ne pas réinventer ce que d'autres savent déjà, n'est-ce pas la hantise de tout créateur ?

Cet article devrait intéresser tout particulièrement les IPC créateurs par vocation et par mission. Il devrait les amener à réfléchir sur leur rôle dans le domaine de la formation, de l'information et de l'innovation technique, les amener aussi à se situer dans le réseau technique de notre Ministère.

Dans la formidable bataille technologique engagée entre les Nations industrialisées, les IPC ne devraient-ils pas apparaître, pour les domaines couverts par l'École, comme des champions des transferts de technologie, aussi bien vers les collectivités territoriales que vers les entreprises.

Jacques Tanzi

LA DOCUMENTATION

Le rôle des CETE dans la diffusion des connaissances peut être illustré par la contribution qu'apporte le CETE Nord-Picardie à l'action documentaire dans les domaines de l'Équipement, et à la formation des services extérieurs de l'État, en informatique particulièrement. L'information est un enjeu. Ma-

triser la connaissance des études et recherches réalisées ou en cours, pour éviter les doublons, assurer la diffusion de leurs résultats vers les équipes sur le terrain, constituent des objectifs prioritaires. Les bases de données documentaires y apportent une réponse.

Le système documentaire

L'efficacité du système documentaire est conditionnée par sa concentration sur le plus petit nombre possible de banques de données. Urbamet, qui recouvre les volets urbanisme, aménagement, transports constitue un outil privilégié

pour les services de l'Équipement. Cette base exclut toutefois les disciplines techniques : le domaine des travaux publics est préférentiellement localisé sur la base DIRR (Communauté Européenne), et celui du bâtiment sur Pascal/Bat (CNRS) et Ariane (CATED et ITBTP). En outre la base Ecothek couvre le domaine de l'environnement.

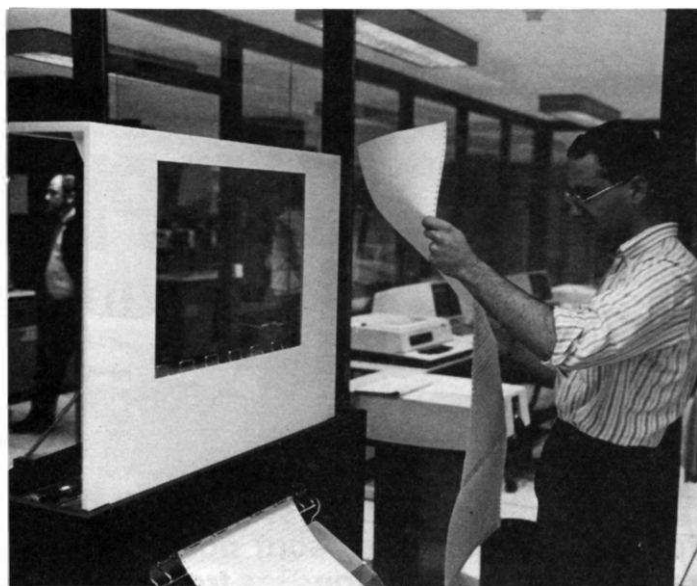
La base Urbamet dont le développement a été soutenu par la Midist, repose à la fois sur le Ministère de l'Équipement, du Logement, de l'Aménagement du Territoire et des Transports (Melatt) et sur la Région Ile-de-France, qui viennent de signer à son sujet une convention de développement. La base comprend quatre membres coordinateurs : Centre de documentation sur l'urbanisme du Stu, Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Ile-de-France, Agence Coopération et Aménagement et CETE Nord-Picardie. Comme toute base de données, Urbamet repose sur l'adoption d'un vocabulaire commun (Thésaurus).

ment mis en place par le Melatt et plusieurs partenaires (associations d'élus locaux en particulier) : **Urbatel**. Ce service télématique remplit deux fonctions :

- d'une part, il présente sous forme synthétique et simplifiée, les mesures réglementaires récentes ;
- d'autre part, il propose une sélection d'opérations locales d'urbanisme.

Urbatel est consultable par minitel sur le serveur du CETE de Bordeaux.

Les services de l'Équipement disposent donc d'outils télématiques destinés aussi bien aux travaux des spécialistes qu'aux échanges d'expériences des praticiens et à la vulgarisation des connaissances. Il faut seulement souhaiter que leur usage se développe.



Le Centre Serveur national de Lille.

Les points d'accès
et d'alimentation
répartis

La base Urbamet ainsi qu'Ecothek sont localisées sur le DPS 7 du Centre Serveur National, localisé au CETE de Lille. Elles peuvent également être questionnées sur un serveur privé (Questel). Ces banques sont accessibles par le réseau Transpac, à l'aide d'un terminal classique ou d'un Minitel.

La base Urbamet est alimentée par un réseau d'organismes qui assurent, les uns simplement la fourniture des informations (membres associés), les autres la fourniture et l'indexation de celles-ci (membres co-producteurs). Tous les services extérieurs de l'Équipement ainsi que ceux des collectivités publiques, ont vocation à être au moins membres associés.

Evolution

Les praticiens recherchent souvent davantage des exemples de réalisation plutôt que des références documentaires. C'est pour répondre à ce besoin qu'a été créé, au sein d'Urbamet, un **fichier des opérations : Opéra**. Il décrit des opérations d'aménagement et d'urbanisme, des réalisations architecturales, des actions pédagogiques ou d'animation, des logiciels de gestion urbaine, tant en France qu'à l'étranger.

Dans une autre direction, un nouvel outil d'information, à l'intention des élus locaux a été récem-

LA FORMATION DANS LE DOMAINE DE L'INFORMATIQUE

Dans les dix dernières années, le développement de l'informatique dans les services territoriaux (DDE surtout), ont conduit les CIFP et les CETE à donner à cette discipline une place privilégiée dans le programme de formation. Ces actions ont été lancées bien avant que les Ecoles de notre Ministère ne mettent en place des formations spécifiques. L'objectif des Centres est de former, non des spécialistes (cet objectif relève des Ecoles), mais des utilisateurs.

Au Centre de formation d'Arras, le CETE assure près de 50 % de la formation dont une large part pour l'informatique. C'est plus particulièrement dans le domaine de la micro-informatique que s'exerce son activité, dont le volet formation est indissociable du volet assistance technique et animation.

Le matériel micro-informatique des services de l'Équipement choisi à l'issue d'un appel d'offres national, est composé de Logabax P 1600 et d'ADDX-PC. Il s'agit de machines plus puissantes que celles provenant de la consultation précédente (16 bits au lieu de 8 bits), et qui présentent l'avantage d'être compatibles avec le micro-ordinateur IBM-PC.

Un grand nombre de logiciels généraux, de grande qualité, est donc disponible sur le marché. Le

Service de l'Informatique, de la Bureautique, de la Télématique et des Méthodes (SIBTM) expérimente généralement ces logiciels dans les CETE, avant de sélectionner, sur la base de leurs conclusions, les produits dont il assurera la diffusion.

Parallèlement à cette action du SIBTM, les Directions centrales concernées assurent la maîtrise d'ouvrage d'applications spécifiques, dont la réalisation est fréquemment confiée aux CETE : logiciels de gestion du permis de construire, logiciel d'établissement de plans de financement, logiciels de gestion comptable, etc... Une fois les applications testées dans quelques services, les CETE assurent leur implantation sur l'ensemble du territoire.

Enfin, grâce aux outils mis à leur disposition, les services extérieurs peuvent réaliser eux-mêmes des applications de leur choix. Il en existe un grand nombre, dont certains de qualité professionnelle.

Le rôle d'animation et de conseil des CETE auprès des services, les a conduits à créer des "ateliers micro". Leur fonction est de réunir les utilisateurs pour procéder à des échanges d'informations, assurer des démonstrations de produits, etc... Un journal est publié régulièrement. Cette structure qui

couvre la zone d'action du CETE, est à son tour relayée, au niveau de chaque service, par un atelier jouant un rôle analogue.

Dans le domaine de la **formation**, les CETE assurent des actions intéressantes une gamme étendue d'utilisateurs. C'est ainsi que le CETE Nord-Picardie réalise, en CIFP, des sessions sur les bases de l'informatique, sur les langages, sur l'analyse fonctionnelle, la programmation structurée, etc...

Comme en matière d'assistance, l'action de formation tend de plus en plus à se scinder en deux niveaux, les CETE visant à former des formateurs. Ceux-ci, au sein des services extérieurs, sont ensuite en mesure d'assurer eux-mêmes des formations de premier niveau.

Dans le même but, le CETE Nord-Picardie assure, à la demande du SIBTM, la réalisation de "valises de formation". Celles-ci contiennent l'ensemble des documents destinés aux animateurs de stages : manuels, exercices, corrigés.

Comme on l'a vu, le système de formation à l'informatique au sein du Melatt, fait un large appel aux CETE. L'objectif de modernisation des services extérieurs, l'accroissement de l'effort de gestion, permettent de penser que les besoins en formation vont connaître un accroissement et une évolution qualitative, auxquels le réseau des CETE devra répondre.

TRANSPORTS URBAINS CHERCHENT PILOTE AUTOMATIQUE

par Y. DAVID, Directeur du CRESTA

Les applications des systèmes de pilotage automatique se sont considérablement développées dans les transports urbains de type Métro depuis plus de 20 ans, et la plupart des lignes construites au cours de ces deux dernières décennies en sont dotées.

Ces systèmes se sont adaptés aux progrès technologiques, mais leur conception générale a relativement peu évolué jusqu'à ces dernières années, même avec l'apparition des premiers systèmes de transport à conduite automatique intégrale. C'est ainsi que dans un métro tel que le Val, le système de conduite automatique est conçu selon un principe voisin de celui du métro de Paris, la grande différence entre ces systèmes étant que dans le Val de nombreux organes ont été doublés afin de garantir un bon niveau de disponibilité qui, dans les métros plus conventionnels, est garanti par la présence d'un conducteur.

Il existe cependant actuellement une tendance à faire évoluer plus profondément la conception des pilotes automatiques, sous l'influence des facteurs suivants :

— complexité croissante des fonctions réalisées par les dispositifs afin d'augmenter les performances des systèmes de transport : c'est ainsi que l'on tend à réduire les intervalles entre rames pour augmenter la capacité des lignes de métro, et, qu'une des originalités d'un système comme Aramis est de permettre la manœuvre complexe que constitue le rendez-vous de 2 rames en ligne. Il en résulte des besoins accrus de traitement de l'information tant en volume qu'en rapidité ;

— développement des besoins de transmission de données entre l'infrastructure et les véhicules, lié d'une part à l'automatisme intégral qui exige la transmission vers le PC d'un grand nombre d'informations sur l'état des véhicules, et d'autre part à des fonctions nouvelles — telles que les transmissions d'images à l'intérieur des véhicules — auxquelles commentent à s'intéresser les exploitants ;

— recherche d'une grande disponibilité, qui, pour des systèmes de transport sans conducteur, suppose des équipements redondants, permettant une certaine tolérance aux fautes, et un diagnostic rapide des pannes.

Cette évolution des besoins se tra-

duit sur le plan technologique par la recherche d'équipements et de méthodologies nouvelles permettant d'y répondre, cette recherche s'exerçant tout particulièrement dans les domaines suivants :

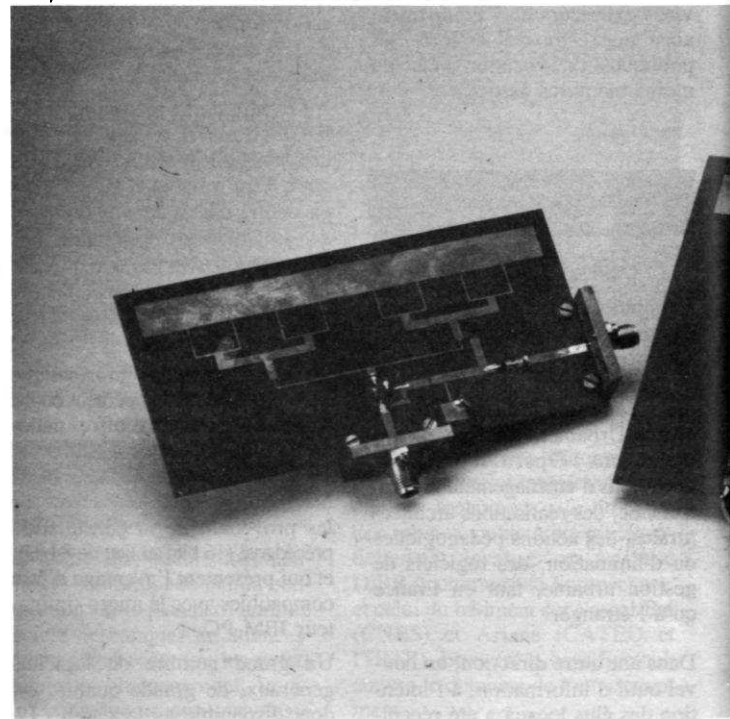
— applications des microprocesseurs à la commande des fonctions de pilotage, y compris les fonctions de sécurité, ce qui soulève à la fois la question de la protection contre les défaillances matérielles, et de la qualification des logiciels ;

— nouveaux types de capteurs permettant d'accroître la précision de localisation et de mesure de la vitesse des véhicules ;

— transmissions à grand débit pour lesquelles les ondes hyperfréquences semblent particulièrement bien adaptées ;

— dispositifs d'aide au diagnostic des pannes et à la maintenance.

Deux maquettes d'oscillateurs intégrés avec antenne plaquée pour cinémomètre à effet Doppler réalisées au Centre Hyperfréquence et Semi-Conducteurs de l'USTL.



Les recherches dans ces différents domaines font partie des préoccupations du Programme de Recherche et de Développement Technologique des Transports Terrestres et sont inscrites au Thème 3 de ce Programme, consacré aux transports guidés.

Nous allons les évoquer brièvement ci-dessous :

1. La sécurité des commandes par microprocesseurs :

L'application de microprocesseurs à la commande de fonctions de sécurité soulève d'importantes difficultés du fait que :

— sur le plan du matériel, la complexité des microprocesseurs fait qu'il est impossible d'analyser en détail leurs différents modes de défaillances et les conséquences de celles-ci ;

— sur le plan du logiciel, il n'existe pas de méthode permettant de démontrer qu'un programme d'une longueur supérieure à quelques centaines d'instructions est sans défaut.

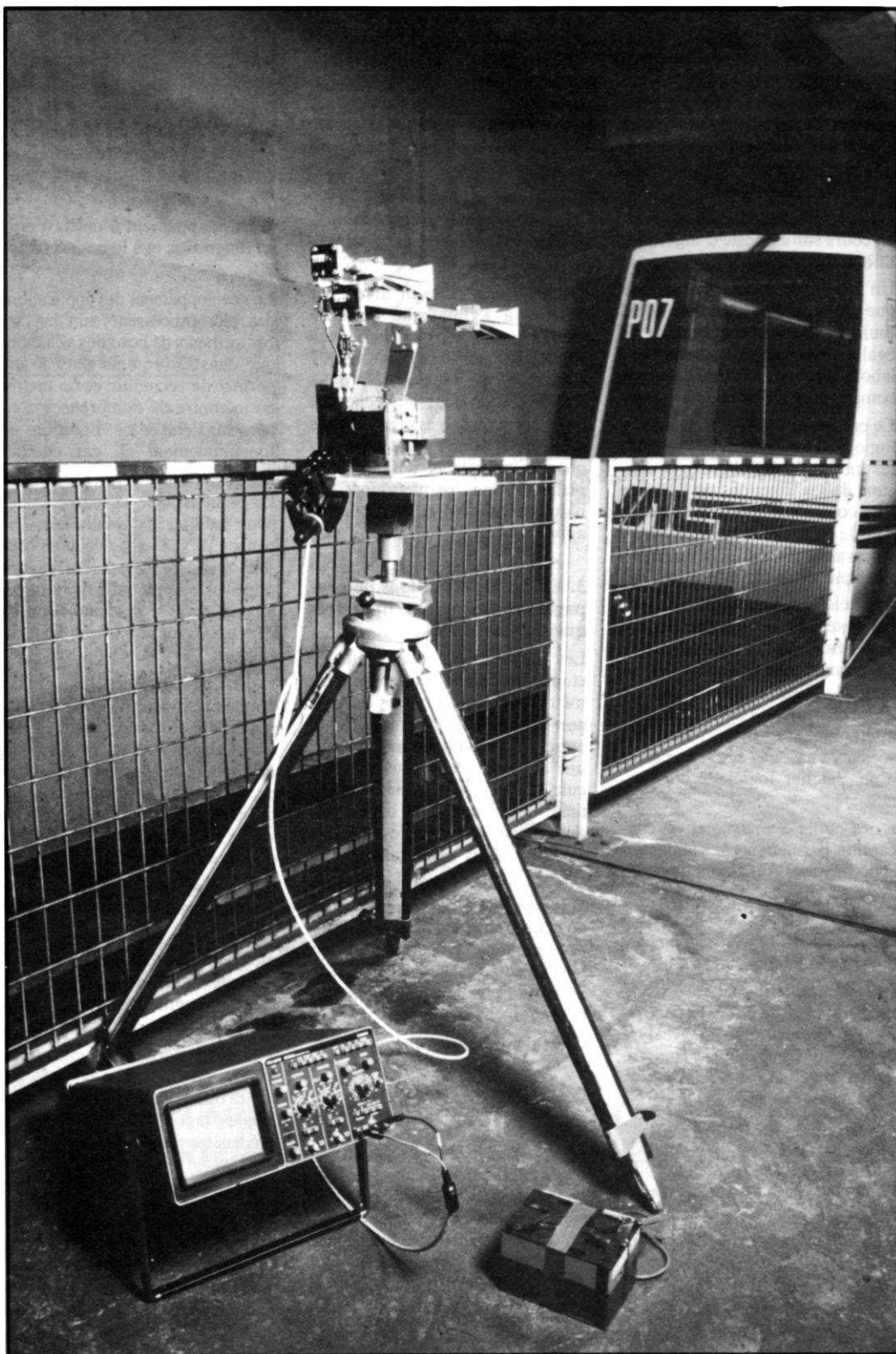
L'apparition des microprocesseurs dans ces fonctions a conduit de ce fait à une première innovation importante, l'abandon du concept de sécurité intrinsèque qui était la règle jusqu'à présent dans les transports terrestres, au profit d'un concept de sécurité probabiliste plus proche des règles en usage dans l'aéronautique.

Par ailleurs, différentes méthodes sont déjà utilisées, ou sont envisagées pour résoudre les difficultés soulevées par les risques de défaillances matérielles des microprocesseurs :

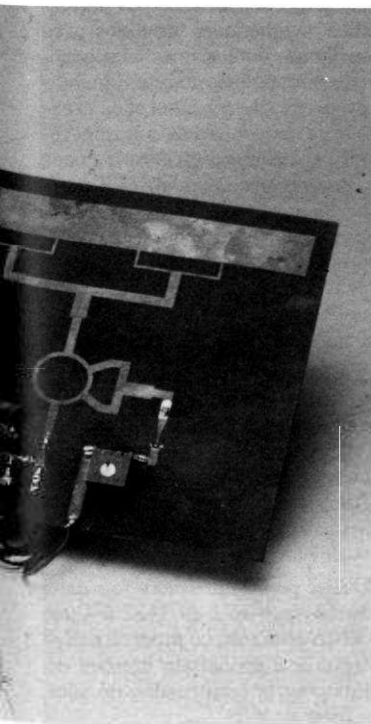
— une première série de méthodes utilisant des microprocesseurs standards repose sur le principe de la redondance :

- redondance matérielle : on fait exécuter la même fonction par 2 calculateurs en parallèle dont on compare à chaque instant les résultats dans un organe conçu en sécurité ;

- redondance logicielle : les fonctions sont programmées sur 2 logiciels différents qui sont exécutées



Essais de transmission en hyperfréquences dans le tunnel du Val (Inrets-Cresta et USTL-LRPE).



en temps partagé dans le même microprocesseur, et dont les résultats sont compris en permanence par chacun des logiciels :

- redondance par codage des données et des instructions : ce mode de redondance est utilisé dans le procédé SACEM (Système d'aide à la conduite et à la maintenance)

développé actuellement par la RATP et la SNCF en vue d'une première application sur la ligne A du RER.

— une deuxième série de méthodes fait appel à des microprocesseurs conçus spécifiquement pour des applications de sécurité, et dont la fabrication peut s'envisa-

ger maintenant en petites séries grâce aux progrès réalisés dans le domaine de la conception assistée par ordinateur des circuits à très grande intégration (VLSI). C'est ainsi qu'un processeur baptisé H. surf (haute sûreté de fonctionnement) est développé à l'IMAG (Institut de Mathématiques appli-

quées de Grenoble) par la SNCF. Ce processeur, adapté à des architectures redondantes, est conçu pour faciliter le test de toutes ses fonctions grâce à des programmes de tests se déroulant pendant les périodes d'oisiveté du programme principal, qui lui confèrent une très faible latence de panne.

Une première expérimentation est en cours sur un poste d'aiguillage informatisé (PAI).

Un 2^e type de processeur spécifique autotestable, baptisé BISC (built-in self checking circuit) est également à l'étude dans un autre laboratoire de l'IMAG pour le compte de l'INRETS.

Ce processeur est conçu en technologie N. Mos dont on connaît bien les modes de défaillance, et chacune de ses fonctions est associée à un contrôleur spécifique intégré dans le circuit et capable de détecter instantanément les défaillances affectant cette fonction.

Parallèlement à ces recherches sur les matériels, des recherches ont lieu dans de nombreux organismes sur les méthodes de vérification du logiciel. C'est ainsi que dans le cadre du projet SACEM, la RATP a été amenée, avec l'aide des sociétés Verilog et ESD, à se doter d'un "atelier logiciel" comportant :

- des outils d'analyse et de conception permettant de valider les spécifications fonctionnelles d'un système ;
- des outils de tests destinés à vérifier qu'un logiciel répond bien à ces spécifications.

Par ailleurs, la RATP et la SNCF ont fait appel au LAAS (Laboratoire d'Automatique et d'Analyse de Systèmes de Toulouse) qui travaille actuellement à la mise au point de méthodes de qualification de logiciel :

- soit par des tests symboliques permettant une couverture plus large que les tests numériques ;
- soit par des méthodes de preuve mettant en jeu une exécution conceptuelle des programmes.

2. Mesure de la vitesse et localisation des véhicules

La mesure de la vitesse et la localisation des véhicules mettent en général en jeu dans les systèmes actuels :

- un comptage de tours de roues, sujet à des erreurs dues aux phénomènes de patinage ;
- des repères situés sur la voie et constitués soit par des balises isolées, soit par les croisements d'un câble posé le long de la voie et parcouru par un courant.

Le souci d'améliorer la précision de ces mesures, de réduire les équipements au sol, ou de disposer d'une redondance supplémentaire conduit actuellement à étudier la possibilité de mesurer la vitesse d'un véhicule à l'aide de dispositifs hyperfréquences à effet Doppler.

Un premier appareil a été développé ces dernières années par la SFIM et Faiveley pour le compte de la SNCF.

Des recherches se poursuivent par ailleurs à l'Université de Lille (USTL), en association avec l'INRETS dans le cadre du GRRT (Groupement Régional Nord — Pas-de-Calais pour la Recherche dans les Transports), en vue de développer une tête hyperfréquence intégrée et des antennes plaquées qui permettraient de réduire sensiblement le coût de ces appareils.

3. Etude des conditions de propagation des ondes hyperfréquences en tunnel

Les transmissions entre véhicules et infrastructures reposent dans les métros existants sur un couplage par induction électromagnétique entre un câble posé sur la voie et une antenne située sous le véhicule. Ces transmissions s'effectuent relativement à basse fréquence (aux environs de 100 kHz) et à des débits assez faibles.

Les besoins de transmission d'un volume de plus en plus important de données numériques, ou d'images, impliquent des supports de plus grande capacité, pour lesquels les hyperfréquences semblent particulièrement adaptées.

C'est pourquoi une recherche est en cours depuis 2 ans au laboratoire de Radio-Propagation et d'Electronique de l'USTL et à l'INRETS dans le cadre du GRRT pour étudier les conditions de propagation d'ondes hyperfréquences en tunnel, et vérifier s'il est possible d'obtenir des portées suffisantes pour couvrir une interstation courante.

Cette recherche a comporté :

- des expérimentations en vraie grandeur dans les tunnels du Val, et du métro de Lyon dans des bandes de fréquence de 10 GHz et 24 GHz ;
 - une modélisation sur calculateur numérique d'un canal de transmission entre un émetteur fixe et un récepteur embarqué, tenant compte de tous les phénomènes d'affaiblissement, de réflexions multiples sur les parois du tunnel, et de bruit des appareils.
- Elles ont permis :

— de montrer qu'il était possible d'atteindre des portées de l'ordre de 1 000 m avec un tel support de transmission ;

— d'évaluer les taux d'erreurs d'un tel canal, et d'étudier les moyens de s'en prémunir par un codage approprié des messages.

4. Développement d'outils d'aide au diagnostic et à la maintenance

Le développement des applications des microprocesseurs tant dans les équipements de bord des véhicules que dans les équipements au sol permet de recueillir et de mettre en mémoire de nombreuses données sur l'état et les conditions de fonctionnement de ces équipements.

La connaissance de ces données peut faciliter la localisation des pannes, la recherche de leurs causes, ainsi que l'étude des pannes fugitives, et des outils sont développés depuis plusieurs années déjà pour mettre à profit ces possibilités.

C'est ainsi que la RATP a mis au point récemment un premier dispositif d'aide au diagnostic et à la maintenance (DAM) de systèmes de pilotage automatique du Métro de Paris. Une part importante du projet SACEM porte également sur la maintenance de ce système d'aide à la conduite.

Les progrès que l'on peut envisager dans ce domaine concernent :

- d'une part le développement de méthodes de reconfiguration automatique en cas de panne permettant une augmentation de la tolérance aux fautes de ces systèmes ;
- d'autre part, les applications des systèmes experts pour faciliter les opérations de diagnostic des pannes tant en exploitation que pendant les phases de maintenance.

5. Conclusion

L'exposé qui précède montre que les systèmes de pilotage automatique, même s'ils ont actuellement de très bonnes performances, sont encore susceptibles d'évoluer.

Un des facteurs principaux de cette évolution est la grande capacité de traitement de données offertes par les microprocesseurs, et l'une des tendances que l'on peut entrevoir actuellement dans les transports, et qui se manifeste notamment dans le projet ASTREE de la SNCF, consiste à concentrer l'intelligence dans les véhicules et à réduire la part des équipements d'infrastructures dans les systèmes de conduite. ■

UN FRUIT

Des recherches expérimentales menées à l'initiative du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées et réalisées pour l'essentiel au Centre d'Etudes Techniques de l'Equipe-ment ont permis de créer la technique de renforcement géotextile TEXOL ; ce procédé, qui ouvre une nouvelle voie pour la conception et la construction des ouvrages en terre, a fait l'objet d'un brevet déposé au nom de l'Etat Français et a reçu le 1^{er} prix de l'Innovation en 1985.

Il consiste à mélanger intimement par projection un sol et des fils textiles synthétiques continus ; ce mélange confère aux sables généralement utilisés de remarquables propriétés de cohésion et de capacité de déformation avant rupture, lui permettant d'être utilisé dans des ouvrages de renforcement et de soutènement. Les premiers chantiers mettent à profit ces propriétés pour raidir des talus à forte pente. Des machines de conceptions originales ont été mises au point pour fabriquer et mettre en œuvre le TEXOL.

Pour développer ce procédé, les entreprises Razel, Intrafor-Cofor, la Havraise des Pétroles et Soginove, dont les compétences sont complémentaires, ont créé la Société d'Application du TEXOL, seule habilitée à sa mise en place.

Utilisé pour la première fois dans un ouvrage réel en 1982 à Caudbec-en-Caux, ce procédé a déjà été utilisé un certain nombre de fois pour la construction de talus à forte pente.

DE LA RECHERCHE : LE TEXOL

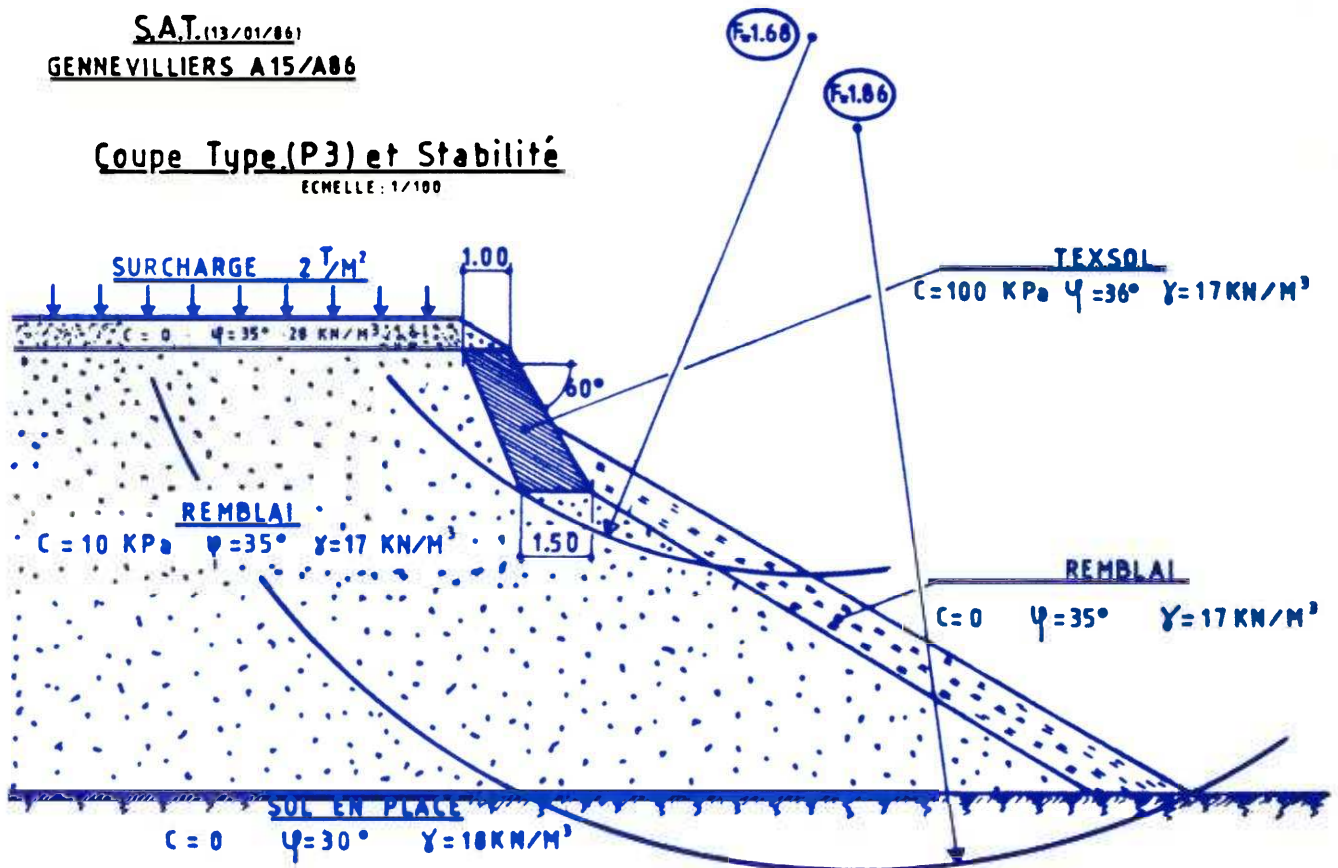
Prix de l'innovation 1985

S.A.T. (13/01/86)

GENNEVILLIERS A15/A86

Coupe Type (P3) et Stabilité

ECHELLE: 1/100



MISE EN PLACE D'UN MUR DE SOUTÈNEMENT EN TEXOL DANS LE DÉPARTEMENT DES HAUTS-DE-SEINE

Afin d'élargir à 2 voies une des bretelles de l'échangeur A15-A86 à Gennevilliers dont les talus ont déjà une pente raide, l'ouvrage de soutènement a été étudié puis réalisé avec le procédé TEXOL. Cette technique a permis une simplification des travaux de reprise, un coût plus faible et surtout un délai de mise en œuvre très court amenant une perturbation minimale du trafic.



FORMATION PERMANENTE

liste par thèmes des sessions du deuxième semestre 1986

urbanisme, environnement et équipement urbain

Aménagement

— La loi aménagement : les décrets d'applications	7 au 9 octobre	Paris
— Revitaliser les quartiers d'habitat social : les actions concertées	14 au 16 octobre	Paris
— Politique et gestion locales de l'habitat	25 au 27 novembre	Paris
— Les chaussées urbaines : nouvelles techniques spécifiques	25 au 27 novembre	Paris
— Apprendre à maîtriser le développement urbain : le jeu de simulation URBAX	2 au 4 décembre	Paris
— Espaces publics urbains : de la conception à la gestion	2 au 4 décembre	Paris

Economie et finances locales

— Diagnostic de gestion : analyser et maîtriser les dépenses communales	21 et 22 octobre	Paris
— Les financements du développement économique local	18 au 20 novembre	Paris
— Finances locales et décisions d'aménagement	25 au 27 novembre	Paris

Gestion urbaine

— Les techniques de traitement des déchets urbains	7 au 9 octobre	Paris
— Gestion urbaine : régie directe, concession ou privatisation des services ?	2 au 4 décembre	Paris

Environnement

— Ressources en eau : gestion et protection	21 au 23 octobre	Paris
— Aménagement intégré des cours d'eau et environnement	19 au 21 novembre	Aix-en-Provence
— Le bruit des transports terrestres <i>Premier module</i> : effet du bruit et stratégie de réduction	21 et 22 octobre 1986	Paris
<i>Deuxième module</i> : émission et propagation du bruit	25 et 26 novembre 1986	Paris
<i>Troisième module</i> : les protections contre le bruit	4 au 6 février 1987	Paris

Conception et gestion des réseaux urbains

— Construction des réseaux d'assainissement : les nouvelles techniques	21 au 23 octobre	Paris
— Services d'eau et d'assainissement : quelle gestion ? pour quel coût ?	18 au 20 novembre	Paris

gestion

— Management décisionnel : simulation d'entreprises	7 au 10 octobre	Aix-en-Provence
— Décision d'investissement : rationalité économique des choix	16 et 17 octobre	Aix-en-Provence
— Analyse de la valeur appliquée à un projet routier	21 au 23 octobre	Aix-en-Provence
— La gestion du temps	28 et 29 octobre	Aix-en-Provence
— Management des organisations : relations humaines et efficacité	4 au 6 novembre	Aix-en-Provence

COURRIER DES LECTEURS

J'ai lu avec intérêt le dernier numéro de "PCM" sur le câble et notamment l'article sur Cergy-Télé.

Cet article commence il y a deux ans, en janvier 1984. Il n'est donc pas inutile de rappeler que cette opération réussie doit beaucoup à la clairvoyance et à la persévérance des responsables de la Ville Nouvelle, qui ont pris l'initiative de :

- câbler tous les nouveaux logements sans exception, dès le début de la Ville Nouvelle en 1969,
- financer ce câblage par une taxe perçue sur les promoteurs,
- persévérer jusqu'à ce jour sans se soucier des diverses péripéties nationales du câble.

Cette situation a permis de céder gratuitement et en bloc au Syndicat d'Agglomération un réseau câblé desservant tous les nouveaux quartiers, assurant ainsi à la société d'exploitation une rentabilité suffisante dès le départ.

Il restait à prendre la décision politique, à mettre en place cette société, et à assurer le câblage progressif des anciens quartiers, toutes opérations dûment décrites dans cet article.

Il me semblait néanmoins nécessaire de rappeler les conditions très favorables créées dès le départ à Cergy-Pontoise.

Hervé Dupont

ERRATUM

**Nous recevons de Pierre Merlin
la lettre suivante !**

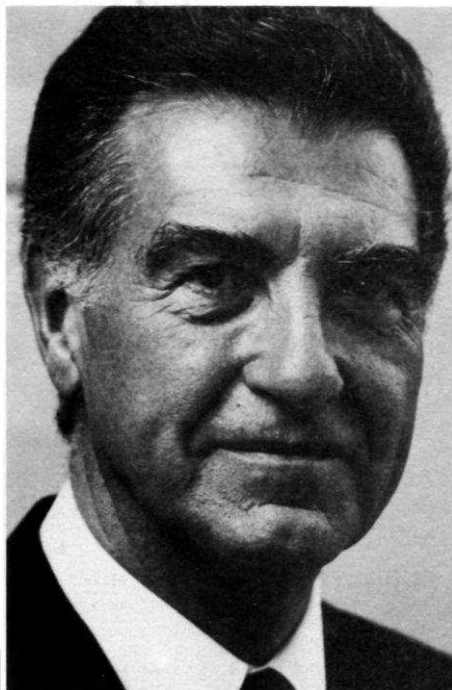
*"Monsieur le Rédacteur en Chef,
C'est avec une grande surprise que je me suis vu attribuer dans le dernier numéro un livre sur les politiques de transport urbain que je n'ai pas écrit. Je suis fort honoré de cette marque d'estime, mais je ne voudrais pas que l'on m'attribue les mérites d'un ouvrage auquel je n'ai en aucune façon contribué.*

Il est vrai que cette confusion s'est déjà produite plusieurs fois ; elle vient de ce qu'il y a 2 Pierre Merlin, tous deux Polytechniciens, et tous deux s'étant beaucoup intéressés à l'aménagement urbain en général et notamment à la politique des transports urbains, mais un seul des deux ayant publié des livres et articles à ce sujet.

Je vous prie d'agréer l'expression de ma bien amicale camaraderie.

Pierre Merlin"

Avec toutes nos excuses.



CHRISTIAN BEULLAC

Christian Beullac vient de nous quitter brutalement, et tous ceux qui, comme moi, ont été ses camarades de promotion à l'X, puis à l'École des Ponts, le ressentent douloureusement.

A la tristesse pourrait se mêler un sentiment de révolte, car l'ingénieur, l'industriel, l'homme public qu'il fut, et chaque fois, en se donnant complètement à sa mission, aurait pu, aurait dû continuer longtemps encore à rendre les plus grands services à notre Pays, aurait dû, encore de longues années être entouré de l'affection des siens, de l'amitié de ceux qui s'honoraient d'être ses amis, et rester un exemple pour tous.

Christian Beullac était Ingénieur des Ponts et Chaussées, et il a toujours été fier de son appartenance à son Corps d'origine. Son souci de la qualité l'avait conduit à compléter sa formation par l'Institut d'Etudes Politiques de Paris, et l'École Supérieure d'Electricité ; mais de 1949 à 1955, sa carrière fut celle d'un Ingénieur particulièrement compétent dans le domaine de l'énergie.

Puis, pendant plus de vingt ans, à la Régie Renault, cet ingénieur des Ponts et Chaussées est devenu un grand industriel qui a eu la responsabilité directe des fabrications dans les usines Renault. Particulièrement attentif aux problèmes humains, ses grandes qualités de cœur, jointes à une rigueur intellectuelle sans failles et à une compétence technique et économique reconnue par tous, l'ont conduit très vite à occuper des postes de direction de plus en plus importants jusqu'à celui de Directeur Général. Dans tous ces postes, sa réussite fut exemplaire.

Ceux qui le connaissaient ne furent donc pas surpris lorsque M. Raymond Barre, en août 1976, a proposé au Président Giscard d'Estaing sa nomination comme Ministre du Travail dans une conjoncture difficile. Là encore, notre camarade a montré toutes ses qualités, et en avril 1978, le Premier Ministre et le Président de la République lui confient un des postes les plus redoutables du Gouvernement, celui de Ministre de l'Education.

Il était conscient de l'ampleur de la tâche et de ses difficultés ; il avait su dégager les orientations susceptibles de redresser la situation : redécouverte des valeurs morales, lutte contre l'échec scolaire, formation des institutions portée de deux à trois ans, éveil aux technologies nouvelles telles que les ordinateurs. Il fut un pion-

nier dans la recherche de l'adéquation formation-emploi, et dans l'ouverture de l'école sur l'entreprise ; et sur ce point malgré leur opposition doctrinale, ses successeurs ont continué son action, fruit d'une analyse courageuse et lucide, pour adapter notre système d'enseignement aux réalités du monde économique.

Après mai 1981, Christian Beullac est retourné dans l'Entreprise, mais dans un autre domaine : celui de l'aide à l'évolution des entreprises en France et dans le tiers-monde qui lui tenait à cœur ; cette action a été menée dans le cadre d'Eurequip SA dont il était Président. Il était également Président de l'Association ASIE (Analyse des stratégies industrielles et énergétiques), et Président du Centre Nord-Sud à l'Institut de l'Entreprise ; il animait le Club d'Information et de Réflexion sur l'Economie mondiale.

Ces trois derniers mois, son successeur au Ministère de l'Education Nationale l'a consulté à plusieurs reprises ; depuis 1981, il n'a jamais cessé de s'intéresser à l'Enseignement et à la Formation, et il convient de citer particulièrement son action dans un domaine qui nous touche de près : le "Collège des Ingénieurs". Il avait accepté, en effet, malgré ses lourdes tâches, d'être l'élément moteur du projet de formation des ingénieurs à la stratégie de l'entreprise et à la direction de la production, monté à l'initiative de l'ENPC, de l'École Normale Supérieure et de l'École Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts.

Il joua un rôle déterminant, en y consacrant beaucoup de temps, dans la mise au point du programme et dans l'association des entreprises au projet. Son souvenir sera présent à la rentrée prochaine de la 1^{re} année du Collège des Ingénieurs avec une vingtaine d'étudiants dont la moitié d'ingénieurs des Ponts et Chaussées.

Enfin, n'oublions pas ses autres activités : dans le domaine de l'art et de la culture, par exemple, avec les Amis du Centre Georges Pompidou, et son action dans les cercles du Patronat Chrétien qui est bien connue.

C'est un homme de bien et un grand Ingénieur qui nous quitte, et notre Association prend sa part dans le deuil brutal qui frappe son épouse Francine, ses filles et ses petits-enfants, auxquels nous redisons toute notre peine.

Paul Josse
Président de Section au Conseil
Général des Ponts et Chaussées

“LE PLAN FRANÇAIS : MYTHE OU NECESSITE”

Le livre d'E. Quinet et de L. Touzery a l'ambition de mieux faire comprendre au lecteur ce qui constitue l'une des originalités de l'organisation économique et administrative française, et de le faire pénétrer au sein de ses paradoxes.

Alors que la planification elle-même a été plusieurs fois dans l'histoire au centre de débats politiques et idéologiques animés, le contenu même des plans successifs est souvent mal connu des Français, bien qu'il les concerne directement dans leur vie quotidienne par le biais des orientations qu'il définit : croissance économique, évolution des revenus des ménages, transferts sociaux, développement des équipements collectifs.

Comment apprécier l'efficacité et le rôle décisionnel d'une institution qui se veut avant tout un "pouvoir d'idées" un "pouvoir d'information" et un lieu de concertation entre partenaires sociaux ?

La planification constitue-t-elle une technique adaptée aux périodes de croissance continue, mais inapplicable dans une période de mutation ? Ou bien au contraire, une planification stratégique et prospective n'est-elle pas rendue plus indispensable par l'incertitude croissante des évolutions économiques et sociales ?

Une vue d'ensemble de la planification nécessite de l'approcher sous ses diverses facettes : les justifications de la planification indicative dans la théorie économique, les institutions et en premier lieu le rôle du Commissariat Général du Plan, l'historique des plans successifs, du "Plan Monnet au 9^e Plan". Le rôle du plan comme outil d'information et de prévision a bénéficié de techniques de plus en plus sophistiquées, qu'elles concernent l'informatisation, l'économétrie, l'amélioration des données de base sur l'évolution économique et sociale. Le plan joue un rôle d'impulsion pour le développement de la comptabilité nationale et l'élaboration de prévisions à moyen terme. La concertation entre partenaires sociaux constitue la base du processus de préparation des plans successifs à travers un dispositif minuit de commissions et de groupes de travail.

Les rapports de la "planification indicative" à la décision sont ambigus et difficiles à cerner. L'expression est elle-même contradictoire, le terme "indicative" effaçant en partie l'idée d'obligation incluse dans la notion de planifier, qui implique la volonté de décider dès maintenant de quoi demain sera fait. Si le caractère juridiquement peu contraignant des "lois de plan" ne fait aucun doute, si "l'ardente obligation" du plan quinquennal n'a pas toujours reçu sa traduction logique dans les budgets annuels successifs dont la préparation a dû tenir compte de contraintes plus conjoncturelles, on reconnaît généralement au Plan la capacité d'avoir su influencer sur quelques grandes décisions stratégiques et d'avoir fortement contribué à diffuser une mentalité de croissance chez des acteurs économiques fortement influencés par le malthusianisme qui a longtemps marqué l'économie française.

Mis en place après la seconde guerre mondiale, notre système de planification n'a connu que des évolutions lentes et progressives. Est-il encore adapté à la période de mutation que nous connaissons ? Les auteurs tentent d'apporter quelques éléments de réponse à ces questions, sans entrer dans un débat idéologique sur la place du plan comme outil de régulation économique et sociale.

Enfin, l'ouvrage comporte en annexe quelques synthèses bien documentées sur des thèmes comme l'utilisation des modèles dans la planification, les stratégies macro-économiques comparées des 7^e, 8^e et 9^e Plans, la comparaison des objectifs et des réalisations des plans successifs...



mensuel

28, rue des Saints-Pères
Paris-7^e

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION :

M. TERNIER
Président de l'Association

ADMINISTRATEUR DELEGUE :

Olivier HALPERN
Ingénieur des Ponts et Chaussées

REDACTEURS EN CHEF :

Anne BERNARD GELY
Jacques GOUNON
Ingénieurs des Ponts et Chaussées

SECRETAIRE GENERALE DE REDACTION :

Brigitte LEFEBVRE du PREY

ASSISTANTE DE REDACTION :

Eliane de DROUAS

REDACTION - PROMOTION ADMINISTRATION :

28, rue des Saints-Pères
Paris 7^e 42.60.25.33

Bulletin de l'Association des Ingénieurs des Ponts et Chaussées, avec la collaboration de l'Association des Anciens Elèves de l'École des Ponts et Chaussées.

ABONNEMENTS :

- France : 350 F
- Etranger : 400 F

Prix du numéro : 40 F
dont TVA : 4 %

PUBLICITE :

Responsable de la publicité :
H. BRAMI

Société OFERSOP :
8, bd Montmartre
75009 Paris
Tél. : 48.24.93.39.

MAQUETTE : Monique CARALLI

COUVERTURE : Marine MOUSSA

Dépôt légal 2^e trimestre 1986
N° 860675
Commission Paritaire N° 55.306

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

IMPRIMERIE MODERNE
U.S.H.A.
Aurillac

1986

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^e

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 1986 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 360,00 F
T.V.A. 18,60 66,96 F
Frais d'expédition en sus 33,00 F

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

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

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



Lyonnaise des Eaux :

**Pour eux, nous remuons
ciel et terre.**

Qu'il s'agisse d'Eau, et les enfants, dès le premier âge, deviennent les plus exigeants des consommateurs ! Pour eux, il faut une Eau de qualité irréprochable. Tout mettre en œuvre pour atteindre ce niveau de qualité et s'y maintenir, à la LYONNAISE, c'est notre mission.

Capter l'Eau, la traiter, la distribuer, la recycler... en un mot, la gérer, c'est notre métier. Un métier qui exige aujourd'hui un très haut degré de technicité !

Le développement de notre propre recherche ainsi que la collaboration que nous avons entreprise avec des Universités américaines ou japonaises nous permettent de vous faire bénéficier de connaissances technologiques nouvelles.

C'est notre expérience centenaire en France, complétée par les apports de notre activité internationale, aux Etats-Unis ou au Japon par exemple, qui donne aujourd'hui aux hommes de LA LYONNAISE DES EAUX les moyens de répondre toujours mieux à vos besoins. Quel que soit votre problème d'Eau, n'hésitez pas à consulter la LYONNAISE. Elle est au service de l'Eau, donc à votre service. Depuis toujours, les hommes ont besoin de l'Eau, aujourd'hui c'est l'Eau qui a besoin des hommes.



Lyonnaise des eaux

Pour vous, nous remuons Ciel et Terre.