

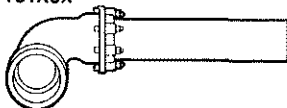
ce symbole ...

signe la **fonte ductile** élastique et incassable
[à Graphite Sphéroïdal]

Caractéristiques mécaniques de la fonte ductile

Type de fonte ductile	résistance à la traction		limite élastique		Allongement		Dureté Brinell
	minimum garanti	normalement obtenu	minimum garanti	normalement obtenu	minimum garanti	normalement obtenu	
	kg mm ²	kg mm ²	kg mm ²	kg mm ²	%	%	
Perlitique	58	58 80	42	42 60	1	15	240 300
Ferritique	42	42 55	32	32 45	10	10 20	180-210

TUYAUX



Les tuyaux en fonte ductile offrent une remarquable résistance

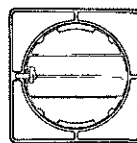
- à la corrosion
- à la pression intérieure et aux coups de belier
- aux mouvements du terrain
- aux chocs en cours de transport et de pose
- aux surcharges extérieures normales ou accidentelles

VANNES



Les vannes «Europam» en fonte ductile admettent des pressions de service de 25 à 30 hpz

REGARDS DE CHAUSSEE



Grâce à leur tampon incassable en fonte ductile les regards de chaussée DF et Paris supportent des charges dynamiques considérables

Pour recevoir gratuitement la plaquette sur la fonte ductile éditée par nos soins, découpez ce coupon-reponse et envoyez-le à la Société des Fonderies de Pont-a-Mousson - 91 avenue de la Libération - Nancy (M & M)

Nom _____

Fonction ou titre _____

Société _____

Adresse _____

SOCIÉTÉ DES FONDERIES DE PONT-A-MOUSSON

91, av. de la Libération
Nancy (M.-et-M.)
Tél. (28) 53.60.01



54, av. Hoche - Paris 8
Tél. (1) MAC. 05.05
WAG. 49.29

-ODIPAK 7878 68

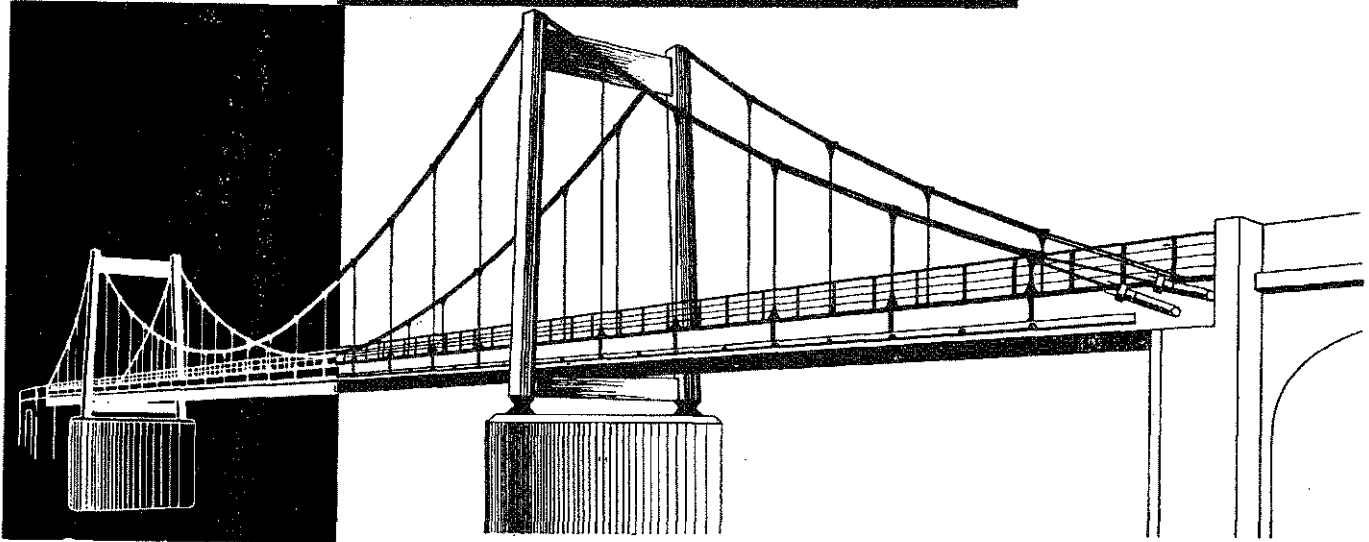
P
C
M

S O M M A I R E

<i>La Page du Président</i>	31
<i>Le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées. Mission - Programmes - Perspectives</i> (par A. PASQUET, Directeur du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées)	33
<i>La Section de Mathématiques</i> (par J. BONITZER, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées)	45
<i>Mécanique des Chaussées</i> (par Ph. LÉGER, Ingénieur des Ponts et Chaussées)	47
<i>Les Sols</i> (par J. LEGRAND, Ingénieur des Ponts et Chaussées)	57
<i>La Glissance</i> (par J. BERTHIER, Ingénieur des Ponts et Chaussées)	65
<i>Mécanique des Roches</i> (par J. BERTHIER, Ingénieur des Ponts et Chaussées)	67
<i>Mécanique des Sols et fondations</i> (par H. KARST, Ingénieur des Ponts et Chaussées)	73
<i>Traitement des Sols</i> (par J. BONNOT, Ingénieur des Ponts et Chaussées)	79
<i>Revêtements Hydrocarbonés</i> (par MM. BRUNSCHWIG et SAUTEREY, Ingénieurs des Ponts et Chaussées)	83
<i>Mise en œuvre d'un contrôle efficace des Bétons et Aciers</i> (par MM. PAREY, HOSSARD, Ingénieurs des Ponts et Chaussées, et M. LEZY, Chef de Service du Cadre du L.C.P.C.)	91
<i>Electronique</i> (par M. SIREL, Ingénieur de l'Ecole Supérieure d'Electricité)	101
<i>La Documentation au L.C.P.C.</i> (par Mlle NADEL, Chef du Service de Documentation au L.C.P.C.)	107
<i>Quelques problèmes des Laboratoires des Ponts et Chaussées</i> (par J. DURRIEU, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées)	117
<i>Les Laboratoires Régionaux</i> (par E. PRANDI, Ingénieur des Ponts et Chaussées)	123
<i>Laboratoire Régional d'Angers</i>	127
<i>Laboratoire Régional d'Autun</i>	131
<i>Laboratoire Régional de Blois</i>	135
<i>Laboratoire Régional de Bordeaux</i>	139
<i>Laboratoire Régional de Lille</i>	142
<i>Laboratoire Régional de Nancy</i>	145
<i>Laboratoire Régional de Rouen</i>	147

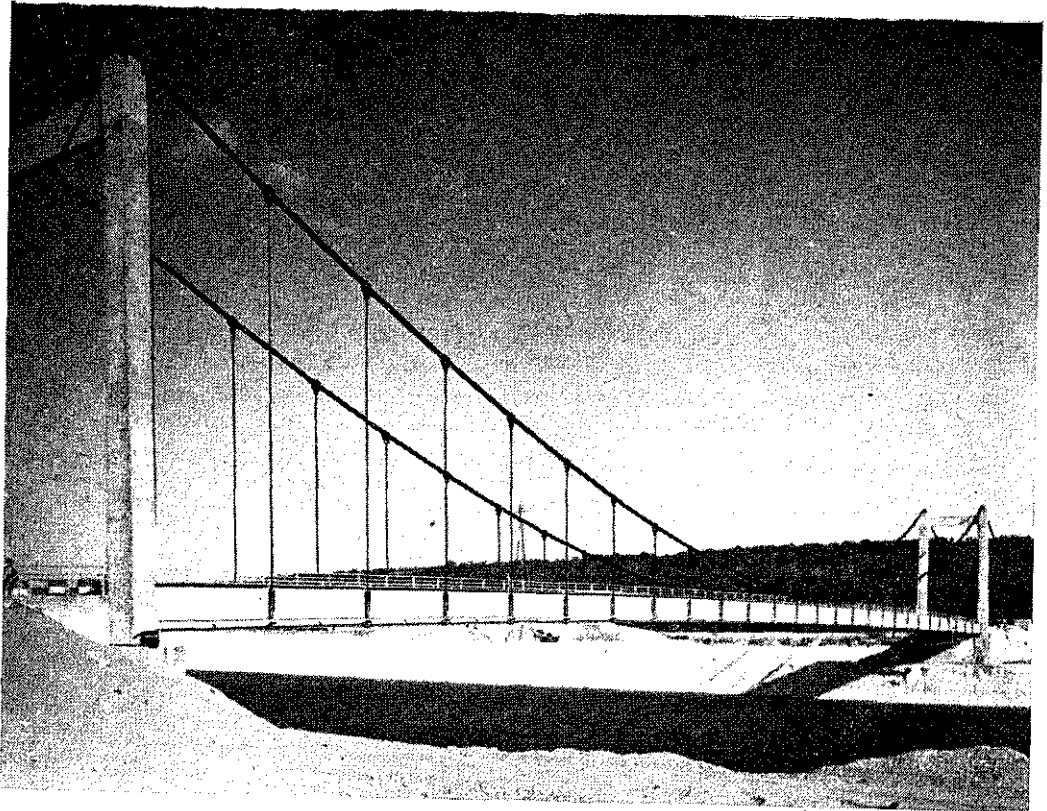
Photo de couverture : Laboratoire Central des Ponts et Chaussées.

LXIII^e année - n° 3 - mensuel RÉDACTION : 28, rue des Sts-Pères, Paris-7° LIT. 25.33
PUBLICITÉ : 254, rue de Vaugirard, Paris-15° LEC. 27.19



Aménagement du Rhône
à Pierre Bénite —
Un des deux ponts
construits par
BAUDIN-CHATEAUNEUF
sur le Canal de Fuite —
Maître de l'Œuvre :
Compagnie Nationale
du Rhône

pyc-publicité



Baudin-Châteauneuf

Société Anonyme au capital de 2.000.000 F

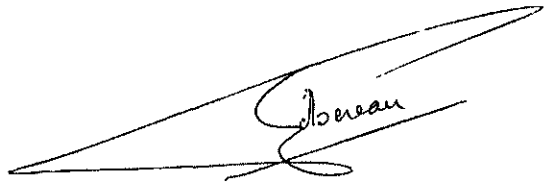
Châteauneuf-sur-Loire (Loiret) - Tél. Orléans 89-43-09

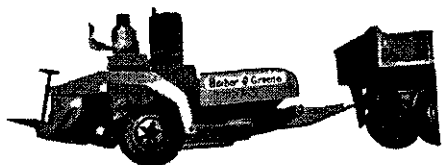
BUREAU A PARIS : 254, RUE DE VAUGIRARD - XV^e - TÉL. LEC. 27-19 +

La Page du Président

Aujourd'hui plus que jamais, au sein d'un grand Corps technique, la fonction de chercheur apparaît fondamentale. Comme le montrent clairement les exemples américains et soviétiques, le maintien d'un taux élevé d'expansion n'est possible que si, dans tous les secteurs et à tous les niveaux, une partie importante du personnel et des moyens est consacrée à la recherche.

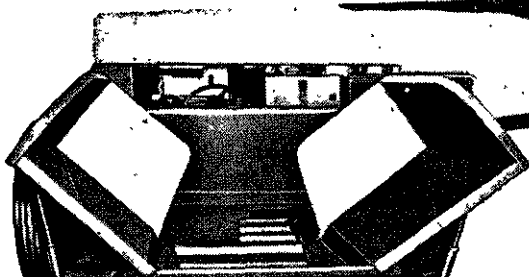
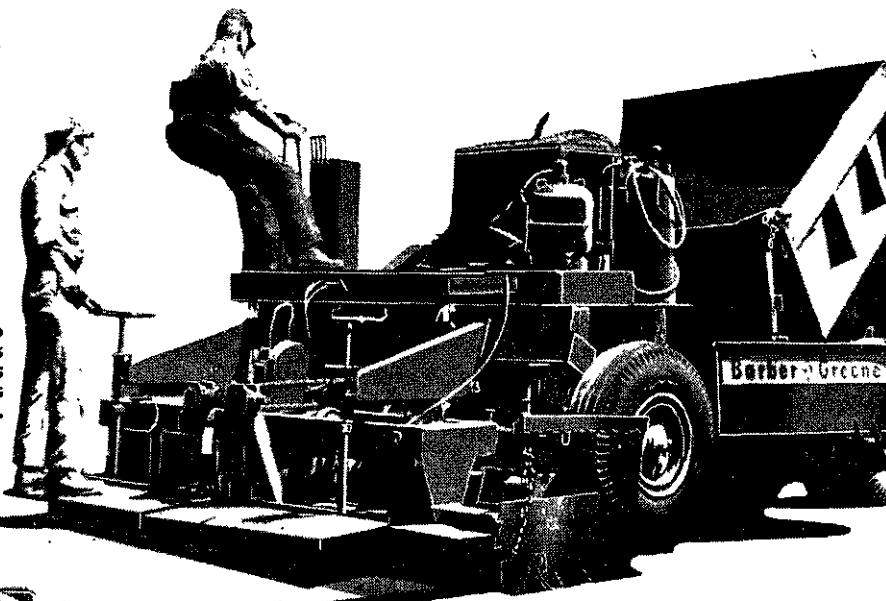
Cet effort doit se prolonger sur le plan pédagogique. Le chercheur, dont les travaux permettent à chaque instant à la technique de s'adapter à l'ampleur des tâches, doit se préoccuper d'en faire connaître les résultats à l'ingénieur. Son rôle, sur le plan économique, implique qu'il se rapproche du niveau de l'exécution. Ainsi les travaux de recherche du Laboratoire central, relayés par les études plus appliquées des laboratoires régionaux, s'intègrent dans le cadre général d'une planification économique qui vise à élever la productivité de chaque secteur.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "G. Bureau". The signature is stylized with a long, sweeping horizontal line above the name and a smaller, more intricate flourish below it.



**Remorqué sur
ses propres pneus**

Le Finisseur Barber-Greene modèle 873 a démontré ses performances exceptionnelles dans tous les genres de travaux de revêtement, dans les conditions de travail les plus diverses.



Trémie rabattable dans sa position relevée.

LE FINISSEUR BARBER-GREENE MODÈLE 873

Pavage sur chenilles... remorquage sur pneus

Le finisseur 873 comprend des améliorations techniques qui jusqu'ici n'étaient pas disponibles : par exemple la traction et la stabilité du travail sur chenilles permettant un revêtement parfait quelle que soit la couche de base. De même il peut être remorqué à la vitesse normale des camions, ses roues sont relevables automatiquement.

Le 873 possède les mêmes caractéristiques concernant le damage, le surfacage et le contrôle de l'épaisseur du revêtement que le modèle 879 B de capacité supérieure.

Pavage sur chenilles : le 873 s'adapte à tous les genres de pavage et de conditions de base, notamment les bases les moins stables, grâce à ses chenilles.

Remorquage sur pneus - Le 873 se met sur pneus grâce à un système hydraulique et comporte un crochet de remorquage.

Trémie rabattable à commande hydraulique - Ce dispositif offre en position ouverte le maximum de capacité et de dégagement pour les camions ; les côtés de la trémie se soulèvent pour assurer l'alimentation automatique. Pas de zone morte. Pour le transport la largeur est réduite à 2 m 43 commande simplifiée. Un seul levier de direction commande hydraulique pour le débit de matériau, le levage du screed, les roues de remorquage à la trémie rabattable.

Largeur de pavage de 1 m 83 à 3 m 66, par palier de 7,6 cms.

Vitesse de pavage jusqu'à 15 mètres/minute, vitesse de remorquage jusqu'à 48 kms.heure. Il suffit de quelques secondes pour passer de la position de travail à la position de remorquage.

Consultez votre distributeur

Barber-Greene



Siège Social 5, Avenue Montaigne - VIII
Tel. 359-51-69 (7 lignes groupées)
Télex : 26650 Paris

S.T.I.M.E

Ateliers et Magasins Hangar 54
Quai Hermann du Pasquier, Le Havre (Seine-Maritime)
Tel. 42-86-13

LE LABORATOIRE CENTRAL DES PONTS ET CHAUSSÉES

MISSION — PROGRAMMES — PERSPECTIVES

A. PASQUET, Directeur du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées

C'est un décret du 9 février 1949 qui a substitué au Laboratoire de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (1831-1949) le Laboratoire Central sous la forme d'un Service distinct de l'E.N.P.C.

A cette date, sous la pression des besoins du Service des Ponts et Chaussées et des rapides progrès des techniques du Génie Civil, s'amorce un important développement du L.C.P.C. qui réunit aujourd'hui 400 agents, tandis que la Direction des Routes crée à partir de 1951 les Laboratoires Régionaux dont les effectifs croissent de façon spectaculaire pour dépasser maintenant 1.200 agents.

I. — MISSION

La mission du L.C.P.C. concerne la recherche scientifique et technique dans le domaine des matériaux, éléments, structures, ouvrages et matériels intéressant les Ponts et Chaussées, l'activité de recherche étant conçue dans un sens large, c'est-à-dire qu'elle s'étend au passage dans la pratique des résultats de la recherche : pilotage et coordination des Laboratoires Régionaux, participation à la réglementation technique, conseil, documentation, enseignement et coopération technique.

Examinons les principales *caractéristiques* de cette recherche qui résultent de la mission ci-dessus :

— Il s'agit de *recherche technique* et, reprenant une définition donnée à propos du CERCHAR par M. CHERADAME, on peut dire :

« qu'elle s'oppose à la recherche pure et désintéressée ; elle peut être fondamentale ou appliquée, et elle est toujours l'une et l'autre, mais elle a pour but de faire progresser une firme ou une profession ». (Dans le cas présent, la firme est le Service des Ponts et Chaussées, la profession est celle des Travaux Publics),

« qu'elle suppose, comme la recherche libre et désintéressée, la méthode scientifique, l'emploi d'un équipement scientifique, un personnel formé à la recherche, et s'oppose en cela au simple progrès technique réalisé tant bien que mal par les Ingénieurs d'exploitation ». (Dans le cas présent, il s'agit d'une part des Ingénieurs des Services Extérieurs des Ponts et Chaussées, d'autre part des Ingénieurs des Entreprises des Travaux Publics).

De façon plus précise, le L.C.P.C. effectue :

— des recherches appliquées, consistant dans la conception et la mise au point des appareillages et méthodes d'essais, et dans le perfectionnement des méthodes d'études des matériaux et ouvrages ;

- des recherches de base, conduisant à l'emploi de matériaux nouveaux et à la transformation des structures des ouvrages ;
- des recherches fondamentales, tendant à améliorer la connaissance générale des propriétés des matériaux de construction.

— Par sa nature même, cette recherche est essentiellement *pluridisciplinaire* et se situe fréquemment aux *points de rencontre de plusieurs disciplines*. Pour s'en rendre compte, il suffit de citer, avec quelques exemples concrets à l'appui, et sans que cette liste soit exhaustive, les disciplines scientifiques auxquelles elle fait appel :

- Mathématiques : La mécanique des chaussées fait appel à des méthodes d'analyse harmonique, soit pour le problème dynamique direct (calcul des contraintes et déformations), soit pour le problème inverse (calcul des paramètres élastiques), et aussi — mais sans succès jusqu'à présent — à des méthodes de pointe telles que celle de Galerkin.

- Probabilités. Statistiques : Plans d'expérience — Contrôle des matériaux et ouvrages — Mécanique des milieux granulaires — Phénomènes aléatoires de fatigue.

- Physique nucléaire des basses énergies : Application des radio-isotopes aux mesures de densité des matériaux et de teneur en eau des sols.

- Optique. Electromagnétisme : Détermination des contraintes par photoélasticimétrie ou extensométrie (méthode des réseaux).

Auscultation magnétique des aciers.

- Physique des solides. Cristallographie : Fluorescence X — Diffraction X — Application à l'analyse des roches, sols et ciments.

- Mécanique des solides : Mécanique des sols — Résistance des matériaux — Rhéologie — Métrologie.

- Thermodynamique : Recherches sur le gel des chaussées.

- Chimie

}	physique	Etude de divers matériaux : sols - roches - silicates - ciments - métaux - liants hydrocarbonés -
	minérale	
	organique	dopes cationiques - matières plastiques.

- Physique du globe : Recherches sur les microclimats (notamment verglas des routes)

<ul style="list-style-type: none"> — Géophysique interne — Géologie — Hydrogéologie 	}	<ul style="list-style-type: none"> Reconnaissance des tracés Prospection des gisements de matériaux Fondations d'ouvrages Géotechnique routière Altérabilité des sols et roches Pétrographie et minéralogie Mouvements de l'eau dans les sols
--	---	--

— Un autre caractère de cette recherche est *qu'elle ne saurait s'effectuer complètement au laboratoire*.

Les échantillons de matériaux sont très petits par rapport aux masses mises en œuvre.

En ce qui concerne les structures, il est rarement possible d'étudier des éléments en vraie grandeur (modèles réduits).

Le comportement des ouvrages est en outre fortement dépendant des terrains sur lesquels ils sont implantés. Ceux-ci sont en général très hétérogènes et il importe toujours de s'assurer que les échantillons étudiés en laboratoire sont suffisamment représentatifs. Ce comportement est également influencé par le climat et les intempéries dont l'Ingénieur n'est pas maître.

Enfin, la mise en œuvre des matériaux et la construction des ouvrages s'effectuent au moyen de matériels puissants, hautement mécanisés qui influent beaucoup sur leur qualité et sont parfois à l'origine de mutations techniques. Il ne peut être question d'étudier en laboratoire les performances de ces matériels.

Il en résulte qu'il est nécessaire de compléter et prolonger la recherche en laboratoire par des *expérimentations en vraie grandeur et des constatations sur les chantiers et ouvrages* (1).

— En ce qui concerne le passage dans la pratique des résultats de la recherche, il est utile de donner quelques indications sur les principales tâches qui sont à la charge du L.C.P.C.

Pilotage et coordination des Laboratoires Régionaux.

Il s'agit notamment de fournir à ces Laboratoires des modes opératoires précis, de contribuer à la formation de leurs chercheurs et techniciens, de coordonner les recherches appliquées qui leur sont confiées par la Direction des Routes en fonction d'une certaine spécialisation tenant compte de divers critères régionaux : géologie, hydrologie, géographie, universités et industries. La tâche est donc considérable puisque, comme on l'a indiqué plus haut, le volume des Laboratoires Régionaux est dès maintenant trois fois plus important que celui du L.C.P.C. A cet égard, il n'est pas paradoxal d'affirmer que le succès et le développement de la décentralisation opérée grâce aux Laboratoires Régionaux dépendront dans une large mesure du renforcement de l'organisme central, c'est-à-dire du L.C.P.C.

Participation à la réglementation technique.

Les résultats de la recherche se traduisent en définitive notamment par une révision et une amélioration continues de la réglementation technique (modes opératoires des essais pour étude des projets et contrôle des travaux — cahiers des Prescriptions communes et Prescriptions spéciales annexés aux marchés de travaux — spécifications pour les fournitures — instructions techniques). Cette réglementation technique n'est pas édictée par le L.C.P.C., mais relève du pouvoir réglementaire du Ministre ou des Directions Techniques. Mais il est clair qu'une bonne réglementation technique doit s'appuyer sur les résultats de la recherche et suppose par conséquent une participation importante des divers cadres du L.C.P.C. aux commissions chargées de la préparer, et qui réunissent notamment les Ingénieurs des principaux Services Centraux d'Etudes.

(1) Ces expérimentations et constatations in situ sont principalement à la charge des Laboratoires Régionaux ; mais la préparation des programmes, l'interprétation des résultats et l'établissement des conclusions incombent essentiellement au L.C.P.C.

Conseil technique.

Le Conseil technique s'exerce au profit de l'Administration Centrale, et en particulier pour donner un avis aux Directeurs du Ministère pour des affaires particulièrement importantes (par exemple chaussée précontrainte du Tunnel du Mont-Blanc — étude géotechnique préalable au projet du Tunnel sous la Manche) mettant en cause la qualité ou les conditions de mise en œuvre des matériaux, ou le mode de réalisation des ouvrages.

Il s'exerce aussi, dans les mêmes domaines, et de façon beaucoup plus fréquente, au profit des Ingénieurs constructeurs qui font effectuer des essais, soit préalablement aux travaux, pour pouvoir dresser dans les meilleures conditions leurs projets, soit à titre de contrôle pour leur permettre de s'assurer que les matériaux utilisés et les ouvrages réalisés répondent aux conditions fixées. Sauf dans le cas d'essais spéciaux nécessitant des matériels importants, il n'entre pas dans les attributions du L.C.P.C. d'effectuer ces essais, mais souvent ses Ingénieurs et Chercheurs sont sollicités pour participer à l'interprétation de ces essais.

Il s'agit là d'une tâche très lourde, qui ne doit être acceptée que dans certaines limites et avec discernement, mais sous cette réserve elle est essentielle pour vivifier et éventuellement infléchir les recherches poursuivies au L.C.P.C. et, inversement, pour aider les Ingénieurs constructeurs à appliquer les résultats de la recherche.

Enseignement.

Dans tous les domaines et pour toutes les disciplines, on s'accorde pour reconnaître l'importance capitale d'une association étroite entre la Recherche et l'Enseignement (2). Il en fut d'ailleurs ainsi, dès l'origine, puisque, ainsi qu'on l'a rappelé, le L.C.P.C. est le successeur du Laboratoire de l'E.N.P.C. La coupure administrative réalisée en 1949 n'a d'ailleurs pas détruit les liens qui unissaient l'Ecole et le Laboratoire. Au contraire, la participation du L.C.P.C. à l'enseignement de l'E.N.P.C. s'est accrue parallèlement à son propre développement.

Actuellement, le L.C.P.C. fournit à l'E.N.P.C. 17 professeurs, Maîtres de Conférences, Examineurs ou Chefs de Travaux. Il organise pour les élèves dans ses locaux des démonstrations, manipulations, travaux personnels, petites classes, bureaux d'études.

Il n'est pas douteux que cette participation devrait s'accroître encore, grâce au développement prévu et à l'augmentation progressive d'Ingénieurs et de Chercheurs de qualité, et l'on peut penser qu'à la fin du 5^e Plan, la proportion du Corps Enseignant de l'Ecole fournie par le L.C.P.C. sera en sensible augmentation.

Grâce à une participation importante des cadres du L.C.P.C. à l'enseignement de l'E.N.P.C., on favorise l'esprit de recherche chez les Ingénieurs-Elèves, on suscite parmi eux des vocations de chercheurs et on facilite le recrutement des futurs cadres du L.C.P.C.

D'un autre côté, certains professeurs de l'E.N.P.C. pourraient utilement faire partie du Comité Scientifique du L.C.P.C. et contribuer ainsi à l'orientation de ses programmes de recherche.

(2) Dans un vœu récent, l'Académie des Sciences a souligné cette importance.

Enfin, qu'il s'agisse de recyclages pour les Ingénieurs français ou de stages pour les Ingénieurs, Chercheurs et Etudiants étrangers, les uns et les autres travaillent fréquemment à la fois à l'Ecole et au L.C.P.C.

Coopération Technique et Coopération Internationale.

L'un des aspects de la coopération technique, qui n'est pas souvent mis en avant, sans doute parce qu'il est l'un des moins coûteux, consiste à :

- recevoir des stagiaires étrangers qui désirent perfectionner leurs connaissances techniques, ces stages pouvant durer quelques jours, quelques semaines, quelques mois ou quelques années (dans ce dernier cas, les stagiaires obtiennent des diplômes français ou soutiennent des thèses devant l'Université française) ;
- recevoir des stagiaires étrangers confirmés, avec lesquels s'effectuent des échanges d'informations et se nouent des liens fructueux pour certaines directions de recherche ;
- inversement, envoyer à l'étranger des cadres français pour des missions de conseil ou de formation de courte ou moyenne durée.

Grâce aux relations ainsi instaurées, puis prolongées par des envois de documentation, la technique française peut s'implanter et se développer de façon durable à l'étranger.

Un organisme de recherche est spécialement bien placé pour jouer un rôle de ce genre en matière de coopération technique et, en particulier, le L.C.P.C. peut apporter une sérieuse contribution dans un domaine où les entreprises françaises de Travaux Publics ont su conquérir à l'étranger des positions solides et y réaliser une part non négligeable de leur chiffre d'affaires.

On a déjà pu constater, au cours des dernières années, que des missions effectuées à l'étranger par des Ingénieurs du L.C.P.C. ont été suivies de relations entre le pays intéressé et certains producteurs ou entrepreneurs français.

A signaler que l'accueil des stagiaires en France se fait d'autant mieux qu'il est plus aisé de grouper leur séjour au L.C.P.C. avec celui qu'ils font dans d'autres organismes voisins tels que l'E.N.P.C. et les Services Centraux d'Etudes du Ministère, et en particulier de la Direction des Routes.

On ne doit d'ailleurs pas limiter l'œuvre de coopération technique aux seuls pays francophones d'Afrique. Si l'on en juge par la diffusion actuelle du Bulletin de Liaison du Laboratoire Central, qui est envoyé à l'étranger uniquement sur demande, et qui est actuellement diffusé en 540 exemplaires dans 45 pays, on constate que des régions autres que l'ancienne Afrique française sont particulièrement intéressées par les recherches du L.C.P.C., notamment le Moyen-Orient, l'Amérique du Sud et l'Amérique Centrale, et plus récemment l'Europe Centrale.

Allant plus loin, on doit envisager la part que pourrait prendre le L.C.P.C. en matière de coopération internationale, dans le domaine de sa compétence, et en particulier dans le cadre d'une organisation européenne qui pourrait se proposer, outre les échanges de documentation déjà en cours, une coordination des recherches et même la réalisation et le financement en commun de certaines recherches importantes.

2. — PROGRAMMES

A première vue, il peut sembler que l'établissement des programmes de recherche soit une tâche assez facile dès lors que l'on connaît bien l'ensemble des préoccupations du Service des Ponts et Chaussées. Mais lorsqu'il faut donner une forme définie et précise à ces programmes, on s'aperçoit qu'il s'agit au contraire d'un travail ardu qui nécessite beaucoup de temps, un effort continu et de nombreux échanges de vues, sans que l'on ait la prétention d'aboutir à un résultat parfait.

Une enquête faite en 1960-1961 auprès d'organismes comparables au L.C.P.C. avait d'ailleurs montré que ces organismes étaient loin, à cette époque, de disposer d'une doctrine uniforme en matière d'élaboration de programmes. Certains n'établissaient aucun programme. D'autres se bornaient à répartir, compte tenu de leur budget global, les crédits entre les différents services en leur fixant seulement les grandes directions de recherche. Certains examinaient l'avancement des travaux une ou deux fois par an en Conseil de Direction et ce sont les procès-verbaux de ces réunions qui concrétisaient les programmes. Quelques-uns fixaient des programmes précis et rigides.

En ce qui concerne le L.C.P.C., la méthode retenue a été la suivante :

— En premier lieu l'Administration supérieure a fixé les *objectifs* qui ont été classés suivant 9 *têtes de chapitres* :

- Sols
- Roches
- Eau
- Matériaux de construction
- Fondations
- Structures
- Chaussées
- Méthodes générales de mesure, d'investigation et de contrôle
- Disciplines fondamentales.

Ces objectifs ainsi classés permettent en quelque sorte de fixer et délimiter le domaine d'activité du L.C.P.C.

— En second lieu, et comme il n'est pas possible de mener à bien simultanément tous les objectifs proposés, il a été décidé de concentrer les moyens sur un nombre limité d'objectifs considérés comme prioritaires et précisés dans des *fiches d'actions de recherche*.

Chaque fiche précise l'objet de l'action, son intérêt économique, le contenu de la recherche envisagée, les moyens à mettre en œuvre et la durée prévue.

En ce qui concerne l'objet, on est parti de problèmes techniques concrets, posés par les Directions Ministérielles ou les Services Constructeurs, qui restent actuellement sans réponse, ou sans réponse satisfaisante. Dans la plupart des cas, les résultats visés concernent des éléments devant servir de base à des règlements, spécifications, cahiers de prescriptions, recommandations techniques.

Quant à l'intérêt économique, il n'est pas toujours aisé de chiffrer les économies escomptées. Fréquemment, on s'est borné à donner une indication sur le volume chiffré des travaux auxquels pourraient s'appliquer les résultats de l'action.

Le contenu de la recherche énumère les principales directions de travail, sans entrer dans les détails.

A noter que la mission du L.C.P.C. intéressant un domaine pluridisciplinaire, il est exclu qu'il en ait le monopole et prenne en charge la totalité des travaux correspondants, non seulement pour éviter des doubles emplois onéreux mais aussi et surtout pour que les recherches soient réalisées par les Laboratoires et Organismes (intérieurs ou extérieurs au Ministère de l'Équipement) qui sont les plus compétents pour les mener à bien. On a donc tenu compte de nombreux concours et liaisons, et aussi de la possibilité que certaines parties soient confiées à d'autres organismes.

D'une façon générale, la durée prévue pour une action est de 5 ans.

Il est enfin entendu que la rédaction des fiches devra être revue ultérieurement en fonction des travaux effectués et résultats obtenus tant en France qu'à l'étranger.

Les principales fiches rédigées ou en cours d'établissement sont :

- Calcul des chaussées
- Problèmes posés par la présence d'eau dans les chaussées
- Problèmes du compactage
- Caractéristiques de surface des chaussées
- Sondages et investigations des sites et gisements
- Evolution des sols et roches
- Mécanique des sols appliquée aux ouvrages
- Mécanique des roches appliquée aux ouvrages
- Amélioration des méthodes de contrôle des chantiers
- Bétons et liants hydrauliques
- Aciers
- Liants hydrocarbonés et enrobés
- Assises traitées
- Matières plastiques
- Utilisation des radio-éléments

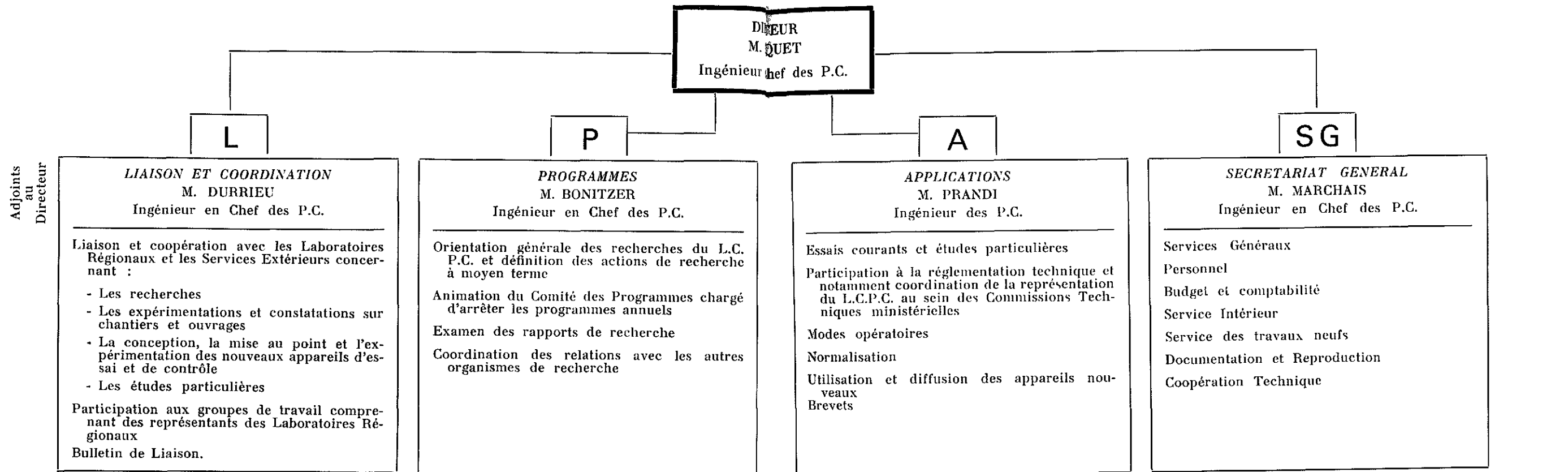
-- En troisième lieu, la Direction du L.C.P.C. déduira des objectifs et actions de recherche ainsi fixés par l'Administration Supérieure, des fiches programmes détaillées, à mettre à jour en principe chaque année, compte tenu des personnels et crédits disponibles.

Ce travail de mise à jour périodique sera effectué au sein d'un Comité des Programmes du L.C.P.C. auquel il serait très souhaitable d'associer d'une part certains professeurs de l'université et représentants d'organismes de recherche, d'autre part des ingénieurs de l'Administration et des Entreprises bien informés et ayant une vue aussi claire que possible de l'évolution des techniques qui nous intéressent.

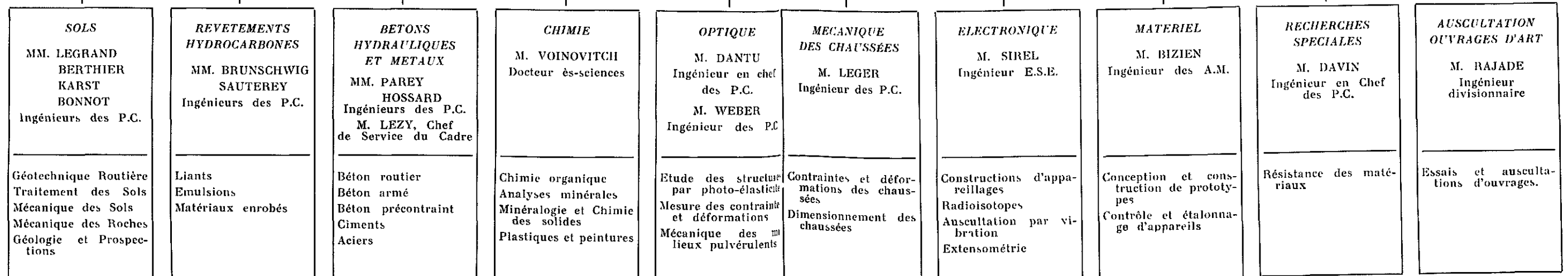
— Signalons enfin que le Comité de la Recherche du Ministère de l'Équipement est chargé de la coordination des programmes entre les divers services ou organismes relevant du Ministère.

LABORATOIRE CENTRALES PONTS ET CHAUSSÉES

ORGANIGRAMME STATIQUE AU 1-1-1966



SECTION TECHNIQUES



3. — PERSPECTIVES

Lorsque l'on considère l'évolution du L.C.P.C. au cours des 15 dernières années, on doit reconnaître qu'un effort considérable a été effectué pour augmenter ses effectifs et moyens matériels.

L'encadrement supérieur a été renforcé grâce à l'affectation de jeunes Ingénieurs des Ponts et Chaussées de valeur et au recrutement d'Ingénieurs et Spécialistes en provenance des Grandes Ecoles et de l'Université.

Des équipes valables de Chercheurs et Techniciens ont été constituées. Un matériel moderne a été mis à leur disposition.

Les nouveaux laboratoires du Boulevard Lefèbvre s'ajoutant à ceux d'Orly, vont être prochainement mis en service.

Quant aux résultats obtenus, ils sont à coup sûr importants dans un certain nombre de domaines tels que : dimensionnement des chaussées — bitumes, émulsions et matériaux enrobés — assises traitées — bétons hydrauliques et ciments — aciers durs pour béton précontraint — sondages et investigations des tracés et gisements de matériaux — mécanique des sols appliquée aux fondations d'ouvrages, remblais sur sols compressibles et stabilité des talus.

Des comptes rendus ont été présentés à l'Académie des Sciences, des Thèses de Docteur-Ingénieur ont été soutenues et des brevets ont été déposés.

Depuis quelques années, un rapport général annuel rend compte de l'ensemble des activités du Laboratoire. Plus récemment, la publication régulière du Bulletin de Liaison des Laboratoires Routiers et l'intérêt qu'il suscite en France et à l'Étranger témoignent de la valeur des résultats obtenus.

Au total, il n'est pas exagéré de dire, en particulier, que la technique routière française occupe actuellement un bon rang dans le monde, et que le L.C.P.C. a pris sa part dans les progrès accomplis. Ceux-ci ont une incidence économique directe et immédiate sur les travaux réalisés en France et il en résulte, indirectement, une compétitivité accrue pour les entreprises françaises qui affrontent à l'étranger une sévère concurrence.

Mais les progrès constatés ne doivent pas être appréciés par rapport à la situation de 1950. Il faut les comparer aux besoins actuels et futurs en tenant compte des missions et objectifs assignés au L.C.P.C. Entre ce qu'il fait et ce qu'il devrait faire il existe aujourd'hui un sérieux décalage.

Que faut-il faire pour combler les lacunes et pallier les insuffisances ?

— Augmenter le rendement et l'efficacité en assurant une liaison et une coordination plus étroites avec les Laboratoires Régionaux en ce qui concerne les recherches appliquées et les études générales.

— Faire passer dans la pratique et dans les plus courts délais les résultats, même partiels, des recherches et en tirer toutes les applications utiles au Service des Ponts et Chaussées.

— Limiter le nombre et le volume des activités, en concentrant les efforts sur les objectifs et actions prioritaires et en évitant une dispersion excessive. Cela suppose au départ une information aussi complète que possible sur les questions à étudier, une réflexion approfondie, des choix méthodiques pour l'élaboration et la mise au point périodique des programmes, et une attention accrue au déroulement des travaux.

— Accroître les moyens. Sur ce point, il est réconfortant de constater que les Commissions préparatoires du 5^e Plan (Commission horizontale de la Recherche et Commission verticale du Bâtiment et des Travaux Publics) sont arrivées, après un examen très complet de la situation, à la conclusion qu'il faut doubler l'effort de recherche au cours du Plan.

En particulier, la loi portant approbation du 5^e Plan a prévu pour le L.C.P.C. la construction d'un nouveau Centre de Recherches. Il faut maintenant qu'une décision soit prise rapidement en vue de fixer l'implantation de ce Centre.

Pour préparer ce développement il faut avant tout renforcer l'encadrement supérieur du Laboratoire, recruter (et conserver) des Ingénieurs et Chercheurs de qualité et les former aux disciplines de base qui, on l'a vu par les quelques exemples cités plus haut, sont assez nombreuses dans le domaine des Travaux Publics.

L'Entreprise Industrielle

Entreprises Electriques et Travaux de Génie Civil

Société Anonyme au Capital de 15.000.000 de Francs

GENIE CIVIL

GROS TERRASSEMENTS MÉCANIQUES
TRAVAUX SOUTERRAINS - BARRAGES
USINES HYDRO-ÉLECTRIQUES
TRAVAUX ROUTIERS
BATIMENTS INDUSTRIELS
ET TOUS TRAVAUX PUBLICS

ELECTRICITÉ

Bureaux
d'études

CENTRALES ÉLECTRIQUES — ÉLECTRIFICATION DE VOIES FERRÉES
GRANDES LIGNES DE TRANSPORT — POSTES DE TRANSFORMATION
AUTOMATISATION

29, rue de Rome - PARIS (8^e) — 387.50.90

ENTREPRISE GAGNERAUD PÈRE & FILS

S. A. R. L. au Capital de 6.000.000 F

7 et 9, Rue Auguste-Maquet
— PARIS XVI^e —

TÉL. AUTEUIL 07-76
et la suite

FONDÉE EN 1886

Travaux Publics
Terrassements
Béton armé précontraint
Bâtiments - Viabilité
Travaux Routiers
Revêtements bitumeux
Exploitation de Carrières



AGENCES

VALENCIENNES - DENAIN
MAUBEUGE - DUNKERQUE (Nord)
LE HAYRE (Seine-Maritime)
PARIS (Seine)
MANTES (Seine-et-Oise)
PERIGUEUX (Dordogne)
MARSEILLE (Bouche-du-Rhône)
CONSTANTINE (Algérie)
CASABLANCA (Maroc)
BUENOS-AIRES (Rép Argentine)

S^{té} A^me des FONDERIES & ATELIERS
de **MOUSSEROLLES** à **BAYONNE (B.-P.)**
Tél. : 501-35 Capital 200.000 NF

FONTES ORDINAIRES ET SPÉCIALES
FONTE MALLÉABLE
Bronze — Laiton — Aluminium
GALVANISATION A CHAUD
Spécialité de pièces en grande série
pour chemins de fer

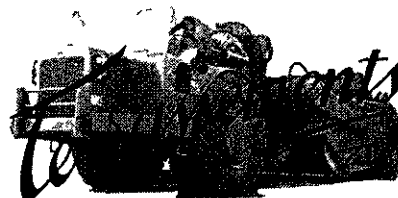
ENTREPRISE RAZEL FRÈRES

Société Anonyme au capital de 28 millions de Frs

17, rue de Tolbiac - 75-PARIS — Tél. 707-45-59

Adr. Télég. RAZELFRER-PARIS — Téléx : 25.853 Paris

ALGER - DOUALA - LIBREVILLE - ADDIS-ABEBA



OUVRAGES D'ART
TRAVAUX PUBLICS
ET PARTICULIERS

ROUTES - CANAUX - CHEMINS DE FER
INSTALLATIONS INDUSTRIELLES
— DIGUES ET BARRAGES —
TERRAINS DE SPORT - PISTES D'ENVOL

TRAVAUX PUBLICS ET PARTICULIERS

Société Anonyme des Anciens Etablissements

TRARIEUX & ROGARD

Capital : 1.000.000 F.

13, 15, 17, Quai V. Continsouza (ex Quai Favart)
TULLE (Corrèze)

Téléph. : (52) 26-11-75 - C.C.P. Limoges 32-02 - R.C. Tulle 54 B 0

ENTREPRISE GÉNÉRALE — MAÇONNERIE
BETON ARME — TRAVAUX EN CIMENT ET
CONDUITES D'EAU - ROUTES - PONTS - BARRAGES

Bureaux : à ROUEN (Seine-Maritime)
4, 6, 8, rue Pierre Rencaudel - Tél. 71-59-22
à PEYRAT-LE-CHATEAU (Haute-Vienne)
Tél. 46.

LA SECTION de MATHÉMATIQUES

J. BONITZER, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées

La Section de Mathématiques est en voie de création. A la fin de 1966, elle comprendra un groupe de mathématiques proprement dit, avec 4 mathématiciens, et un groupe de calcul électronique. Actuellement, seul ce dernier fonctionne sous la direction (provisoire, jusqu'en octobre 1966) de M. BONITZER, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, avec un Ingénieur-Programmeur (M. RABECHAULT) et une programmeuse (Mme LÉVY) ; il est doté depuis juin 1965 d'une machine C.A.E. 510.

Une quarantaine d'ingénieurs du Laboratoire Central ont été initiés au langage de programmation ALGOL (cours professé par M. RABECHAULT), et peuvent rédiger des programmes dans ce langage. Un cours FORTRAN sera professé en septembre 1966. Des cours d'analyse numérique seront également organisés.

Le Groupe de Calcul a traité jusqu'à présent :

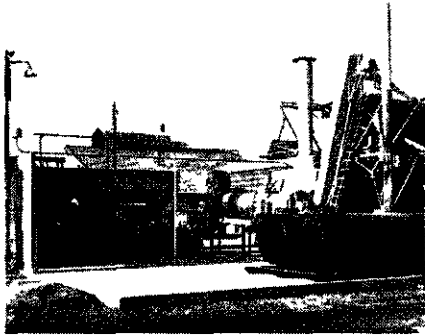
- des problèmes de stabilité des talus ;
- des problèmes d'exploitation statistique de données d'essais (il a notamment exploité un ensemble de plus de 15.000 résultats d'essais sur des éprouvettes de béton) ;
- des plans d'expériences statistiques.

Il utilise également des programmes d'exploitation courante de résultats de mesures tels que ceux élaborés pour le calcul des caractéristiques granulométriques d'une émulsion de bitume, celui des surfaces spécifiques d'argiles, etc...

Il doit intervenir dans le traitement des résultats fournis par les déflectographes LACROIX (programme actuellement à l'étude).

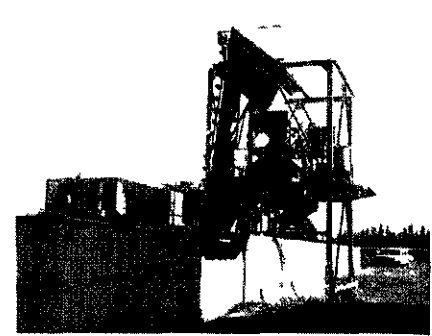
La machine à calculer est aussi utilisée pour l'initiation au calcul électronique d'élèves de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

Le Groupe de Mathématiques aura au début deux branches principales : analyse et probabilités. Il aura à participer à la solution de problèmes tels que ceux de la propagation du gel dans les chaussées, du calcul des contraintes et déformations des structures de chaussées, du calcul des caractéristiques d'une chaussée à partir des résultats de son auscultation, de l'analyse des profils de chaussées, de la fatigue des matériaux, etc... Un statisticien sera spécialisé dans les plans d'expériences.



569 - Installations fixes pour enrobage a chaud et a froid

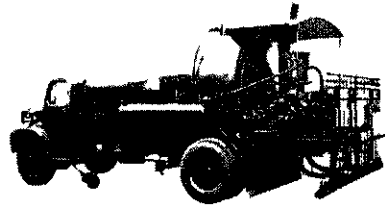
Routes modernes... Matériel moderne.



567 - Installations fixes pour enrobage a froid

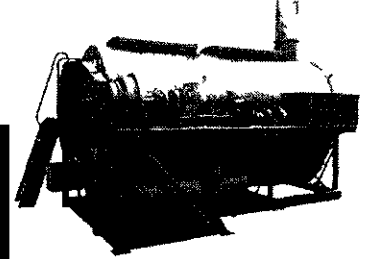


587 - Equipements de gravillonnage

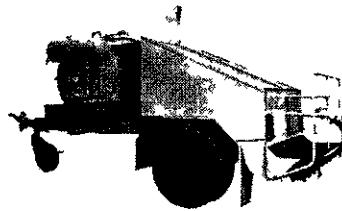


519-C - Repanduses sur camions

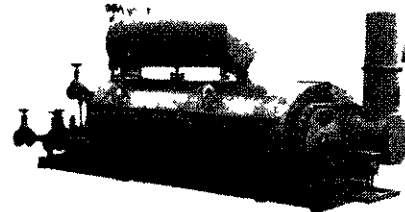
ATELIERS DE CONSTRUCTION DE MATÉRIELS ROUTIERS ET DE TRAVAUX PUBLICS



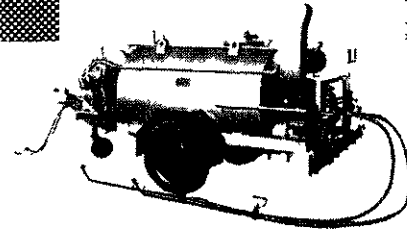
7665 - Fondeurs pour preparation d'asphalte coule fixes et mobiles Chauffage direct ou a l'huile



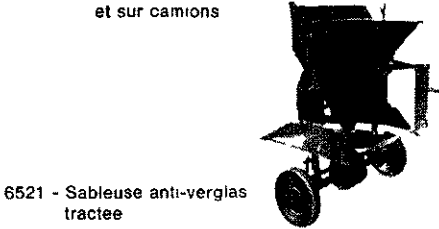
517-TCR - Point a temps tractes et sur camions



726-F - Chaudières de chauffage par circulation d'huile



51615-RPC - Repanduses tractees tous lants



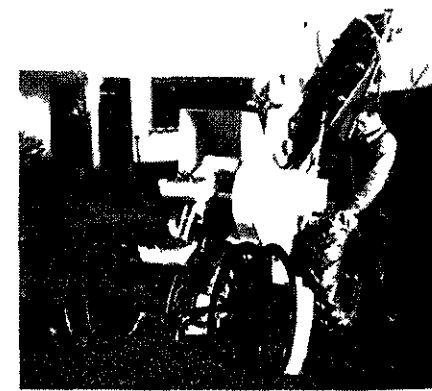
6521 - Sableuse anti-verglas tractee



7365 Pelleteuse de materiaux en cordons 150 t/h

Acmaz

BUREAUX : PARC DE LA HAYE
AVRILLÉ (Maine-et-Loire)
TÉL. (41)87-53-85 Angers
ATELIERS à CRAON (Mayenne)



7351 - Chargeur de gravillons 50 t/h

MÉCANIQUE DES CHAUSSÉES

Ph. LEGER, Ingénieur des Ponts et Chaussées

I. — PRESENTATION

La Section de Mécanique des Chaussées a été créée en octobre 1962 pour regrouper les différentes recherches qui avaient pu être faites en France, tant au point de vue théorique qu'expérimental sur le dimensionnement des chaussées ; elle comprend à l'heure actuelle 11 personnes dont 6 ingénieurs.

Les études et les recherches peuvent maintenant se regrouper sous cinq rubriques :

- Etudes mathématiques des milieux stratifiés.
- Comportement des matériaux.
- Développement d'appareillage d'auscultation.
- Essais en vraie grandeur.
- Rédaction de recommandations pour le dimensionnement et le renforcement des chaussées.

Les diverses Sections du Laboratoire (Sols, Revêtement hydrocarbonés, Optique, Electronique, Matériel) participent à ces recherches suivant leurs spécialisations selon les directions définies en commun accord avec la Section de Mécanique des Chaussées. D'autre part, des équipes spéciales ont été constituées dans certains Laboratoires régionaux (Points d'Appui pour le renforcement des chaussées) pour contribuer à la mise en application et au contrôle in situ des méthodes qui auront pu être préconisées par la Section de Mécanique des Chaussées, ainsi que pour réaliser certaines études particulières sur les chaussées existantes et en construction.

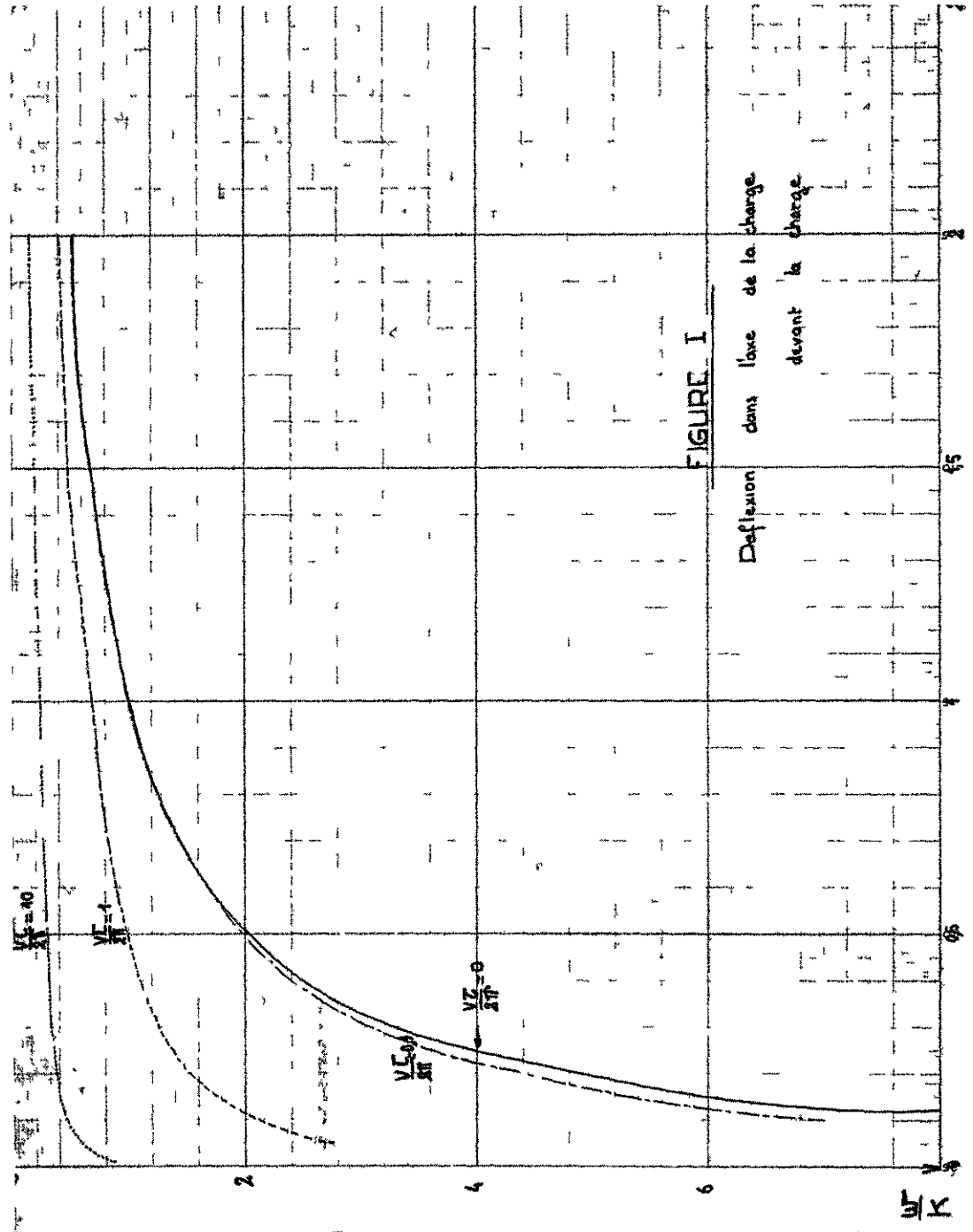
II. — QUELQUES ETUDES ET REALISATIONS

Plutôt que de décrire l'ensemble de l'activité de la Section, il peut paraître préférable de donner quelques exemples de réalisation :

a) Une étude d'ensemble sur le comportement des matériaux enrobés sous charge roulante.

Une étude effectuée par M. HUET à la Section des Revêtements ayant indiqué la forme du modèle rhéologique des matériaux enrobés, il convenait d'examiner l'influence des propriétés visco-élastiques de l'enrobé sur son comportement routier. Pour cela, on a d'une part effectué un certain nombre d'études théoriques qui ont permis d'indiquer que l'influence de la vitesse de la charge sur le comportement d'un massif élastique est négligeable (pour les vitesses usuelles et les ordres de grandeur habituels des paramètres élastiques des matériaux routiers) que, par con-

tre, vitesse et température interviennent dans le comportement d'un massif visco-élastique sous la forme d'un produit $V \cdot \tau$ ($V =$ vitesse du véhicule, $\tau =$ fonction rapidement décroissante de la température)(fig 1) On a, d'autre part, procédé à un essai en vraie grandeur en faisant passer à différentes vitesses et pour différentes températures de la masse bitumineuse une roue de charge (fig. II) sur un capteur de pression (fig III) situé à l'interface d'un binder de 15 cm d'épaisseur et d'une grave 0/100 en grande épaisseur. Les résultats se sont montrés conformes à la théo-



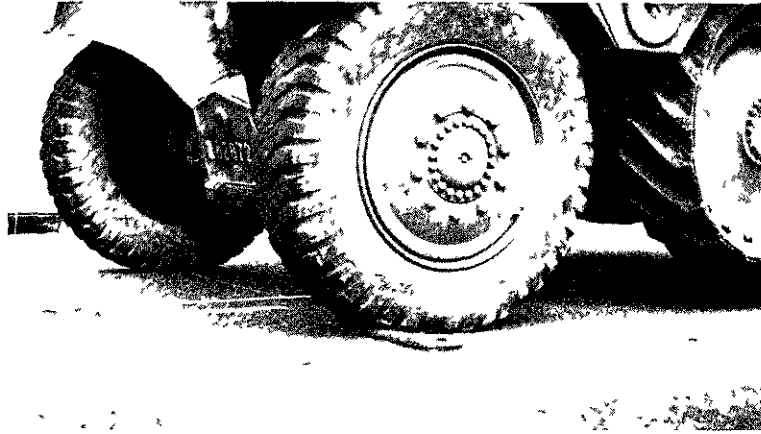


FIG. 2

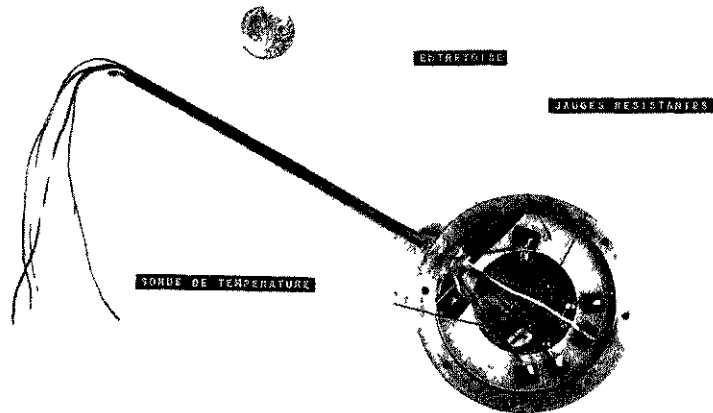


FIG. 3

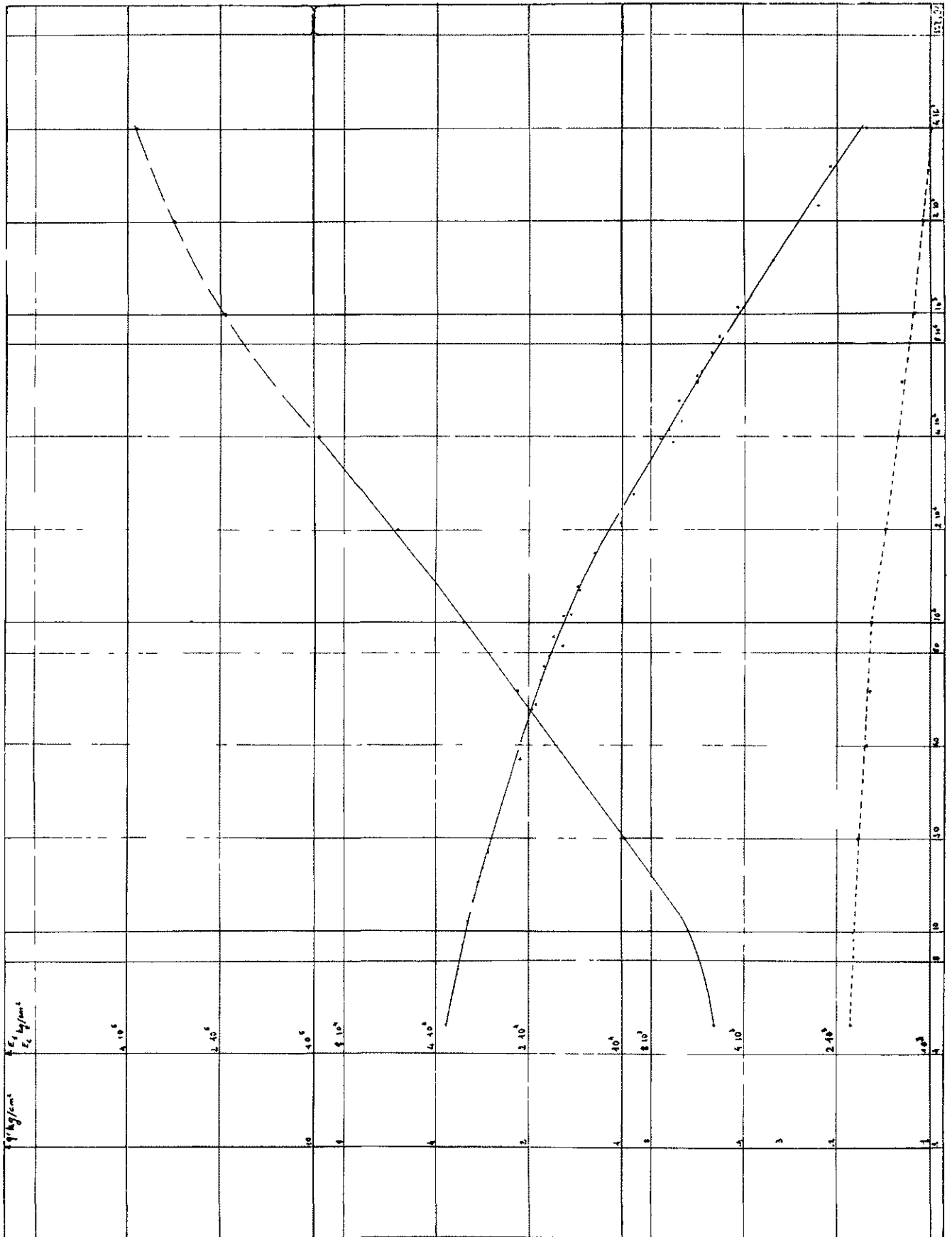
rie (fig. IV). Cet ensemble de résultats a donc permis de mettre en évidence l'influence sur le comportement des couches bitumineuses du produit $V. \tau$ et de mieux comprendre quel sens exact il convient d'attribuer à « l'effet de dalle » des enrobés. D'autre part, cette étude jointe à une analyse du comportement des bicouches élastiques (en assimilant l'enrobé à un matériau élastique de module E fonction de $V. \tau$) et à une analyse bibliographique des résultats d'étude de fatigue des matériaux enrobés a permis de déterminer les valeurs minimum des épaisseurs des couches enrobées qui ont été données dans la méthode de dimensionnement des chaussées à trafic lourd, rédigée par la Section de Mécanique des Chaussées du L.C.P.C. et publiée en 1965.

b) Un appareil d'auscultation dynamique : le vibreur Goodmans.

FIG. 4

$-x \cdot \cdot \cdot x-$ q^i pression à l'interface
 $- \bullet \cdot \cdot \bullet -$ E_1 module du binder
 $x \cdot \cdot \cdot x \cdot \cdot \cdot$ E_2 module de la grave

en fonction de $V : (f)$
 $5 < V < 50 \text{ km/h}$
 $16 < f < 32^\circ \text{C}$
 $k (25^\circ \text{C}) = 10$



A la suite des Britanniques du Road Research Laboratory, la Section de Mécanique des Chaussées a développé un ausculteur dynamique léger à moyenne fréquence (40 Hz — 5000 Hz) (fig. V et VI). A l'aide de cet appareil on peut en un point de la chaussée tracer une courbe de dispersion obtenue en portant en abscisse la longueur des ondes issues du vibreur à une fréquence donnée et en ordonnée la célérité (produit de la longueur d'onde par la fréquence) de ces mêmes ondes. L'étude mathématique des *ondes propres* de certains systèmes continus (analogues aux fréquences propres des systèmes discrets) a permis une interprétation satisfaisante des résultats dans de nombreux cas (fig. VII). Le vibreur Goodmans équipe maintenant les Points d'Appui pour le renforcement des chaussées et peut être utilisé en particulier dans les cas suivants :

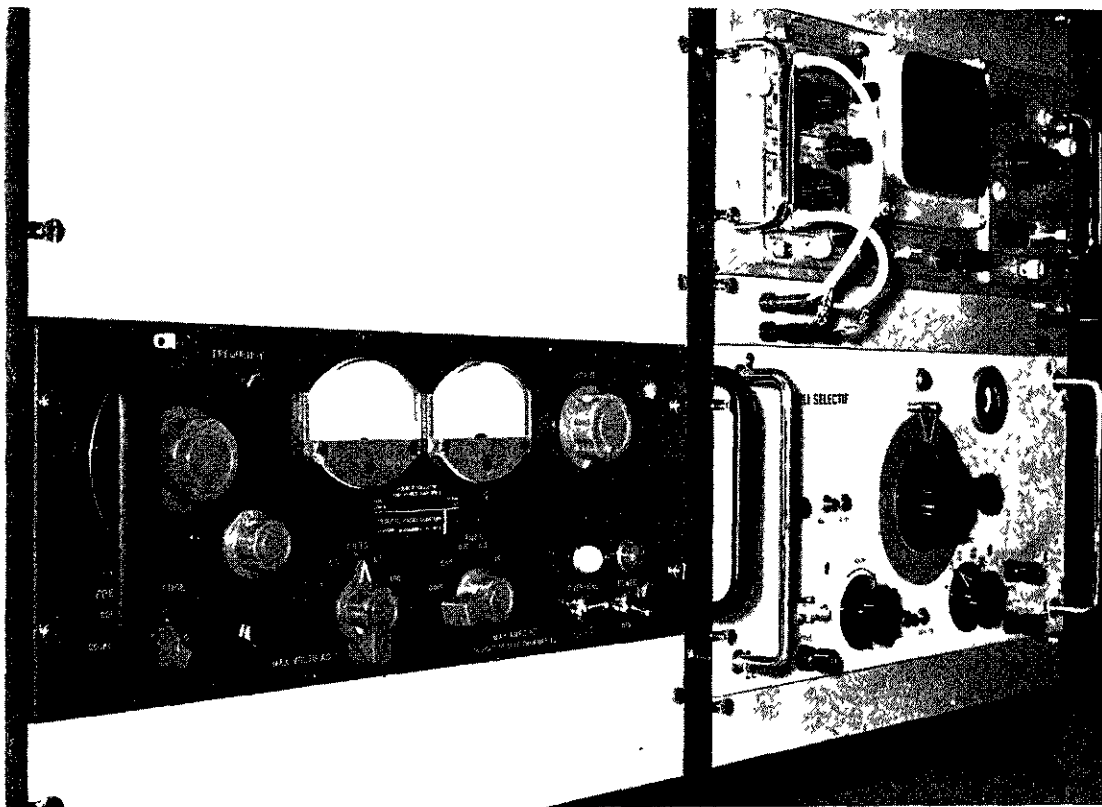


FIG. 5

- Etude de l'évolution d'une chaussée dans le temps (fig. VIII).
- Etude de la prise d'un matériau traité aux liants hydrauliques (fig. IX).
- Etude de la qualité d'une couche traitée (aux liants hydrocarbonés ou hydrauliques) épaisse.
- Contribution à l'analyse de la chaussée en un point de déflexion de valeur anormale.

Ceci en fait donc un appareil précieux pour les études de renforcement et particulièrement pour juger des qualités des matériaux employés en renforcement ainsi que pour suivre l'évolution des chaussées renforcées et donc contrôler, et, éventuellement contribuer à modifier les méthodes préconisées pour le calcul des renforcements ainsi que les matériaux utilisés.

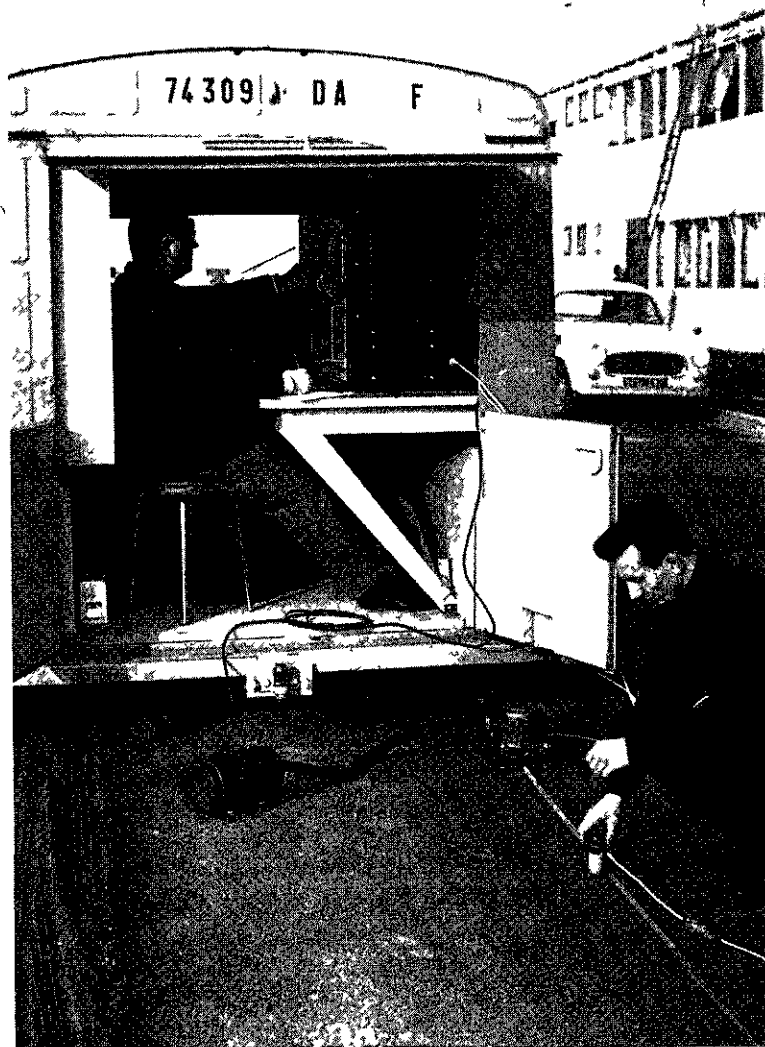
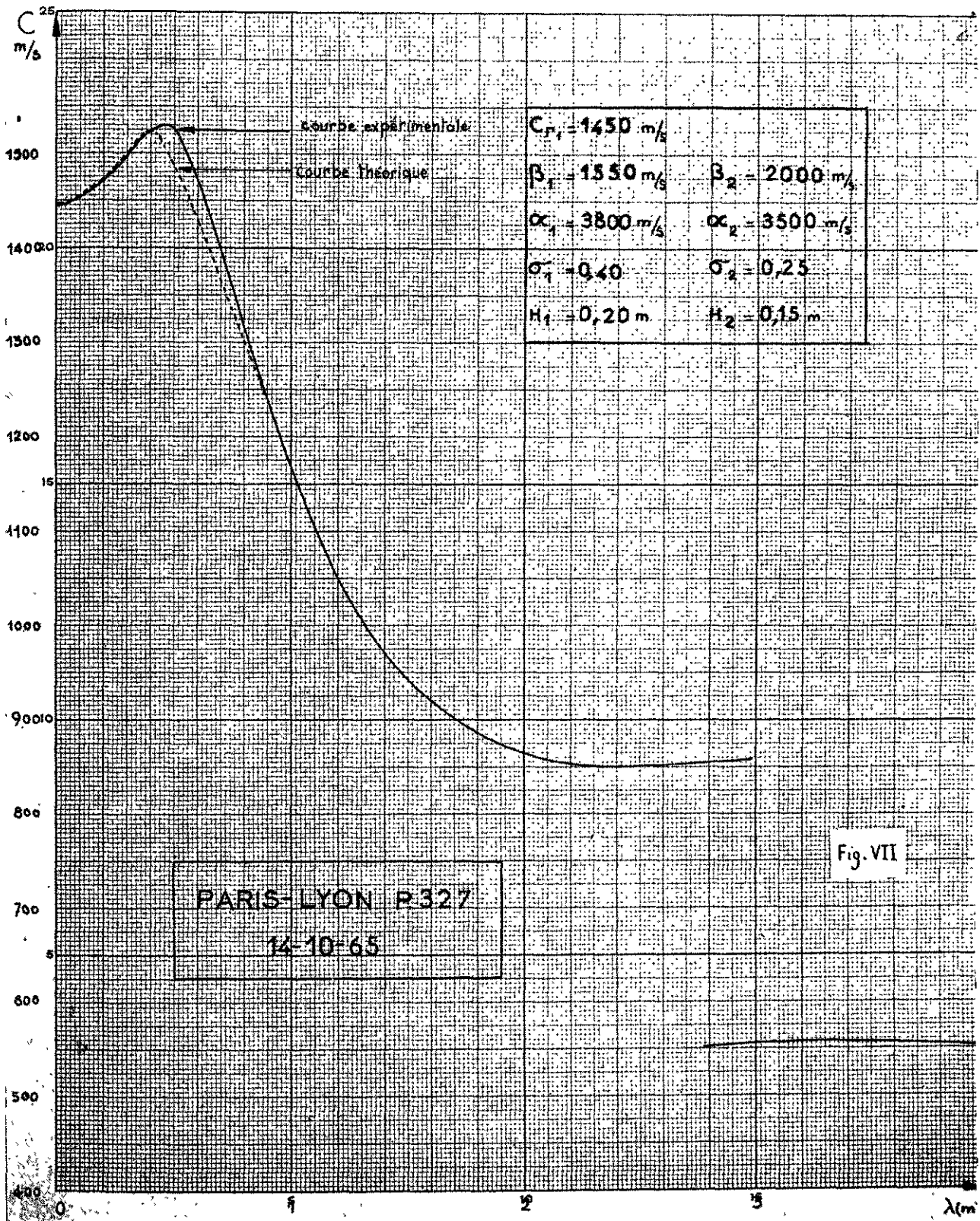


FIG 6

III. — CONCLUSION

Les deux exemples que nous avons choisis portaient de considérations très différentes (l'étude d'un matériau en Laboratoire d'une part, un appareil d'excitation des chaussées d'autre part) mais nous pensons avoir montré comment les études correspondant à ces deux cas ont déjà contribué et continueront à contribuer à l'élaboration de méthodes (tant de dimensionnement que de renforcement) fondées sur des mesures précises et sur les constatations expérimentales les plus nombreuses possibles, élaboration qui doit rester la préoccupation dominante de la Section de Mécanique des Chaussées. Il faut toutefois bien se rappeler qu'aussi fines que puissent devenir ces méthodes, aussi loin que puissent dans l'avenir porter les investigations, le comportement de la route est suffisamment complexe pour que toutes ces méthodes ne puissent prétendre qu'à étayer l'expérience de l'ingénieur maître-d'œuvre mais jamais à y suppléer.



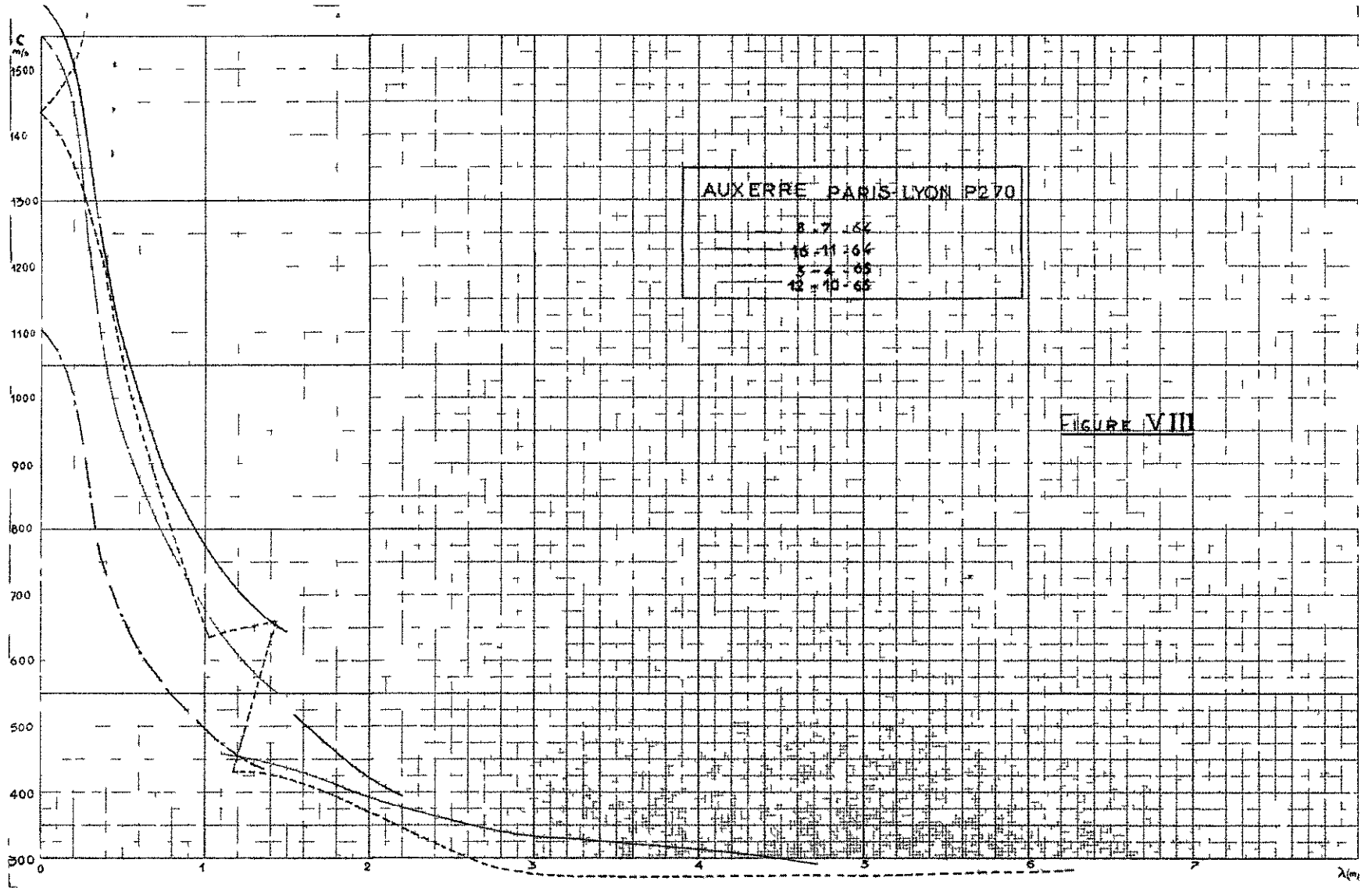
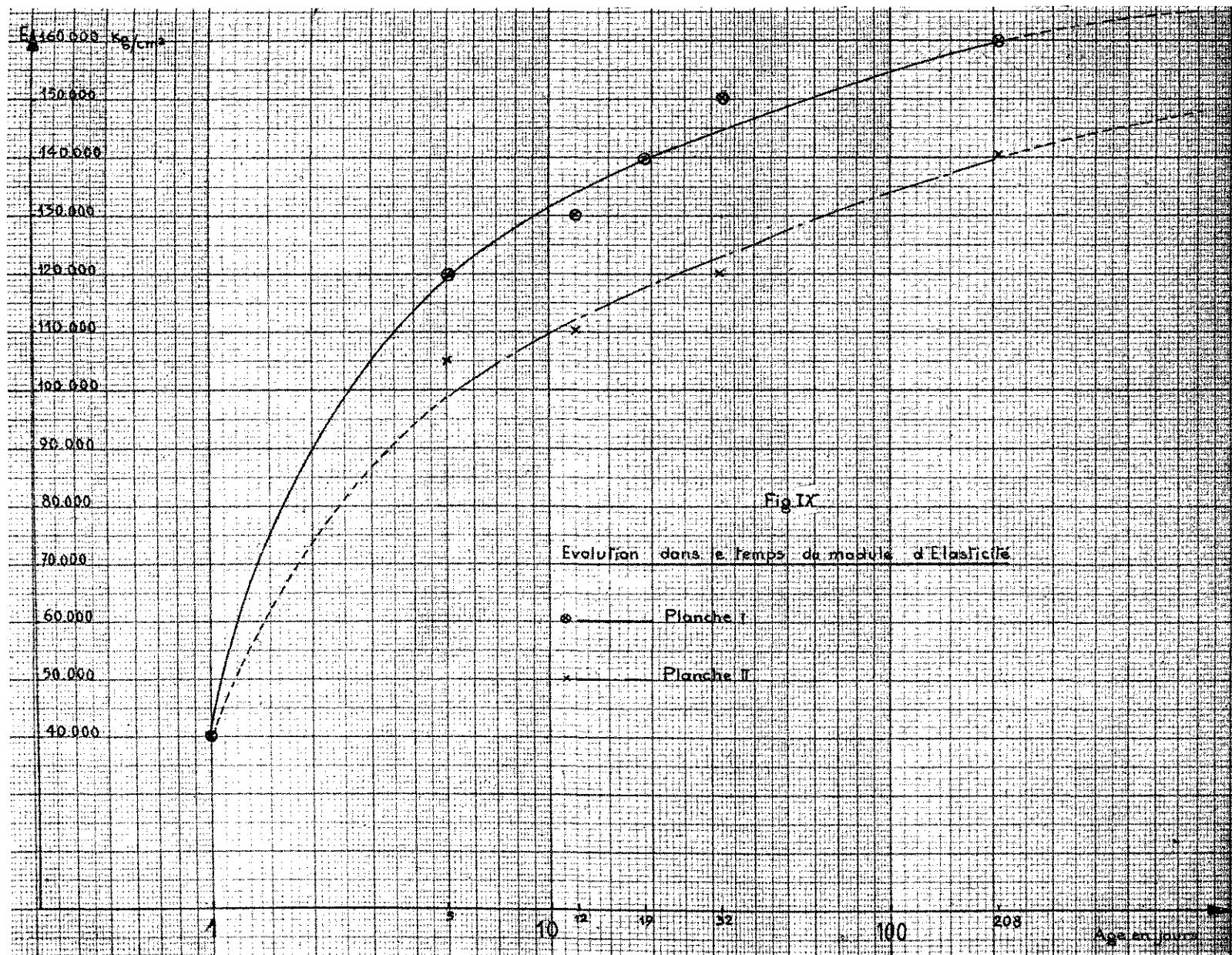


FIGURE VIII



CELLER MASCHINENFABRIK



GEBRÜDER SCHÄFER

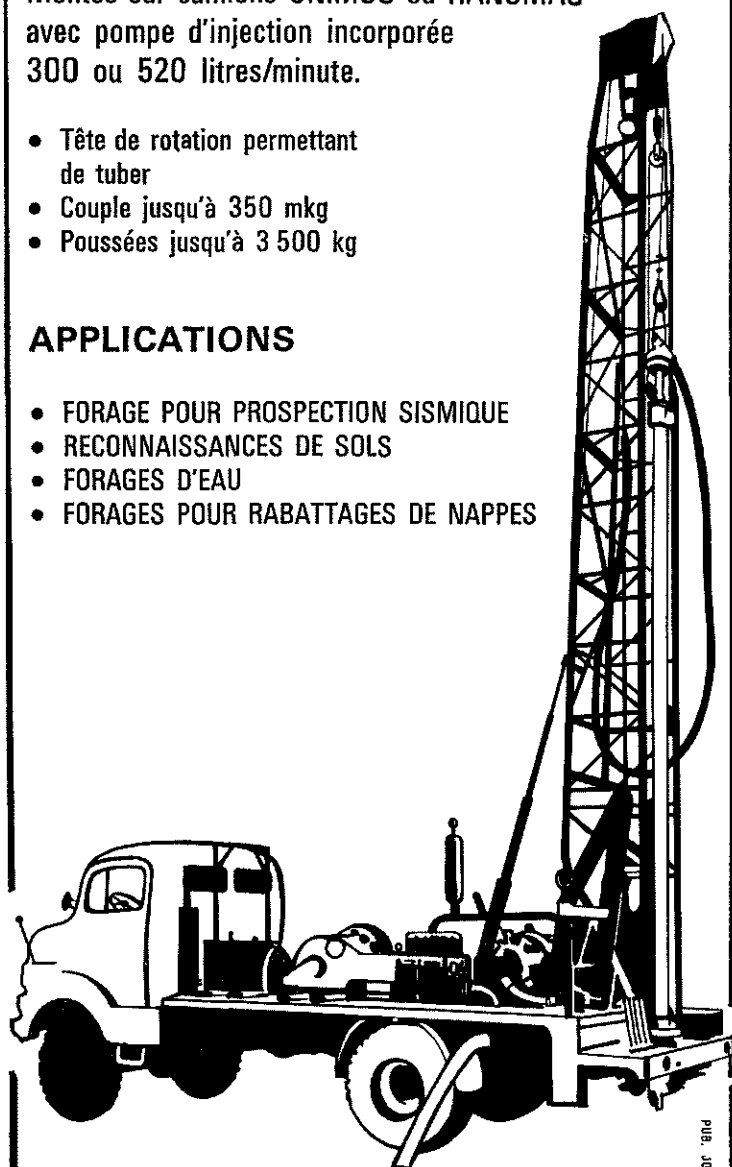
ENGINS DE FORAGE ROTATIF

Montés sur camions UNIMOG ou HANOMAG
avec pompe d'injection incorporée
300 ou 520 litres/minute.

- Tête de rotation permettant de tuber
- Couple jusqu'à 350 mkg
- Poussées jusqu'à 3 500 kg

APPLICATIONS

- FORAGE POUR PROSPECTION SISMIQUE
- RECONNAISSANCES DE SOLS
- FORAGES D'EAU
- FORAGES POUR RABATTAGES DE NAPPES



PUB. JULY

SPEC

SOCIÉTÉ POUR L'ÉQUIPEMENT DES CHANTIERS
36, rue de Laborde PARIS 8^e Tél. 522.55.91 et 522.15.11

Au service des Ponts et Chaussées...

- Panneaux de signalisation routière normaux
- Panneaux de signalisation routière réflectorisés
- Panneaux de signalisation éclairés intérieurement
- Supports de signalisation de tous genres
- Balises spéciales pour passages dangereux
- Signalisation de chantiers
- Panneaux et appareils de signalisation pour autoroutes, sur portiques, réflectorisés ou éclairés intérieurement

QUALITÉ ÉPROUVÉE

ESTHÉTIQUE NOUVELLE

DAMBACH SIGNALISATION

S.A.R.L.

HATTEN (Bas-Rhin)

Boîte Postale 10 - Tél. Strasbourg (88) 93-50-09

Agrément Ministériel N° 81

LES SOLS

J. LEGRAND, Ingénieur des Ponts et Chaussées

1. — Les premières tentatives pour faire atterrir sur la lune une station scientifique d'observation se sont donné entre autres objectifs la recherche d'informations sur la nature du sol lunaire, sur sa composition, sa structure et son comportement mécanique. Ainsi la possession de tels renseignements constitue-t-elle dans l'état actuel de développement des programmes spatiaux visant à la conquête de notre satellite une préoccupation importante des responsables de ces programmes.

Certes des études ont déjà été entreprises sur les propriétés mécaniques de milieux solides granulaires dans des conditions de température, de pression et de pesanteur analogues à celles existant à la surface de la lune, mais il ne semble pas qu'on ait pu acquérir à ce jour une idée suffisamment exacte de la nature du sol lunaire pour le reproduire ou le simuler dans des expériences en laboratoire.

Les controverses non encore apaisées sur l'existence d'une épaisse couche de poussière d'origine détritique ou météorique, les questions toujours ouvertes sur la structure alvéolaire, expansée de la croute et par là sur sa capacité portante viennent à point nommé nous rappeler que dès les premiers âges les hommes ont eu à affronter et à résoudre sur le sol de leur propre planète des problèmes de construction.

L'habitude et le progrès en ont certes émoussé la perception, tant il appert à chacun de nous que la terre nous supporte ainsi que nos œuvres.

Cependant l'augmentation incessante des dimensions et l'accroissement continu des charges de service des ouvrages, la multiplication des constructions alors que la qualité des sites disponibles va s'amointrissant, l'accélération des cadences de construction entraînée par l'industrialisation des chantiers posent de nos jours encore aux Ingénieurs des problèmes nouveaux. On ne traite pas une tranchée d'autoroute de trente à quarante mètres de profondeur comme un quelconque déblai, une tour de plusieurs dizaines d'étages comme un vulgaire immeuble, un ouvrage de franchissement de vallée tourbeuse comme un ouvrage courant. On n'installe pas davantage une unité sidérurgique en bordure de mer sur des formations récentes sans précautions particulières ni sans études.

II. — Les « Sols » sont définis couramment comme les matériaux constitutifs de l'écorce terrestre, dans la zone intéressée par les activités de l'homme. Cette définition n'est pas sans ambiguïté qui englobe sous le même vocable les sols proprement dits, c'est-à-dire les agrégats naturels de grains minéraux susceptibles d'être dispersés par trituration sous l'eau, et les roches, sans que la frontière entre eux soit parfaitement définie.

Suivant leur origine, les sols peuvent être classés en deux grandes catégories : les uns résultent de l'altération physique et chimique des roches. L'altération peut s'être produite sur place ; l'épaisseur des sols varie alors avec les conditions

climatiques. Ils peuvent aussi avoir été repris et transportés par un agent naturel ; transport glaciaire, fluvial, éolien ou marin.

Les sols peuvent résulter également de la décomposition d'organismes vivants : pourrissement de végétaux (tourbes) ou dépôt de débris de micro organismes.

Quelle que soit leur origine les sols sont le point de rencontre d'un grand nombre de disciplines.

Les unes s'intéressent :

- aux conditions de formation et à l'évolution de la croûte terrestre. Elles se regroupent autour de la géologie : géologie historique et géologie générale, géomorphologie, tectonique, géodynamique, sédimentologie, minéralogie, cristallographie.
- à la circulation souterraine des eaux, hydrogéologie et hydrodynamique souterraine.
- aux conditions de formation et de dépôt de certaines substances minérales, géologie des sites minéraux, géologie minière.

D'autres s'intéressent à la description et à l'explication des formes actuelles ou anciennes de la surface du sol : géographie générale ou aux liaisons plus ou moins étroites entre le sol, le climat et les activités humaines, géographie économique et humaine, pédologie.

Nos préoccupations se limitent à la partie tout à fait superficielle de la croûte terrestre, sur l'épaisseur intéressée par les constructions ; elles en abordent l'étude dans une optique essentiellement mécanique : Géologie de l'Ingénieur ou du Génie Civil, Mécanique des Sols, Mécanique des Roches, Hydrodynamique des milieux poreux, Technique Routière.

III. — Les problèmes qui se posent à l'Ingénieur sont essentiellement de trois ordres :

- déterminer le comportement des sols sous l'effet des charges qui leur sont transmises par les ouvrages (immeuble, fondation d'une culée ou pile de pont) ou sous l'effet de modifications apportées par des travaux aux équilibres naturels. Les exemples ne manquent pas d'ailleurs de déblais imprudents dont le volume a largement dépassé les prévisions des Maîtres d'œuvre.
- à l'inverse déterminer les efforts transmis par les masses de sol sur les ouvrages ; murs de soutènement, quais, tunnels et galeries.
- trouver les matériaux nécessaires pour la réalisation des ouvrages : pierres, granulats naturels et artificiels, matières premières pour liants.

Ces études ont pour but finalement de permettre d'arrêter les dimensions des organes constructifs chargés de transmettre aux sols de fondation les efforts des superstructures ou des ouvrages destinés à encaisser les efforts transmis par les sols.

Les dernières se traduisent par la création d'exploitations industrielles qui prennent en charge les opérations d'extraction et de transformation des roches et granulats naturels.

IV. — Les activités du Département Sols du Laboratoire Central s'insèrent dans ces préoccupations en se limitant toutefois aux domaines qui intéressent plus directement l'Administration des Ponts et Chaussées : étude et réali-

sation des infrastructures nécessaires au développement des moyens de communication et à la mise en valeur et à l'équipement du territoire national.

Jusqu'à ces toutes dernières années, ces activités ont été axées principalement sur la route, en raison des origines du Laboratoire Central et au moment où s'annonçait un programme de construction d'autoroutes. Elles tendent maintenant à se diversifier et touchent dès à présent aux Bases Aériennes, aux Ports Maritimes et aux Voies navigables.

Ces activités se répartissent sur cinq sections techniques et un groupe d'études.

Géologie et Prospections.

Géotechnique Routière.

Traitement des Sols.

Mécanique des Roches.

Mécanique des Sols et Fondations.

Groupe de la Glissance.

dont on trouvera ci-après un aperçu rapide.

V. — *Géologie et Prospections.* — L'examen de tout problème important de Génie Civil débute par une étude géologique. Aussi notre Administration a-t-elle entrepris un effort particulier pour réunir dans le réseau de ses laboratoires les moyens nécessaires pour effectuer des études géologiques détaillées. Elle a donc recruté une trentaine de jeunes géologues et entrepris de leur faire appliquer aux problèmes propres du Génie Civil les méthodes générales de la géologie. Traits particuliers de cette géologie du Génie Civil ou de l'Ingénieur : géologie de subsurface ou superficielle, elle ne s'intéresse qu'aux formations tout à fait superficielles et dans de nombreux cas récents ; géologie de détail, car les renseignements recherchés non seulement sont circonscrits à des zones limitées, mais intéressent bien souvent les hétérogénéités présentes à l'intérieur de ces zones ; géologie s'appuyant largement sur les renseignements donnés par les sondages et les prospections géophysiques à côté de l'observation des affleurements naturels ; géologie orientée vers la solution de problèmes précis, stabilité et nature de grands déblais, recherche de nappes ou circulations souterraines, nature et qualité de sols de fondation, profils de formations récentes non consolidées...

Si par ses buts et certains procédés d'études particuliers la Géologie du Génie Civil tend à s'écarter de la Géologie classique, il n'empêche qu'elle recourt aux méthodes générales d'observation, d'étude de terrain et de synthèse de cette dernière. Il n'y aura de bons spécialistes de la Géologie du Génie Civil que bons géologues au sens classique ; c'est un point auquel il importe de prendre garde au stade actuel de développement de la Géologie dans nos laboratoires pour donner aux géologues que nous recrutons la possibilité de devenir de véritables géologues sans spécialisation hâtive.

L'orientation à prévoir dans les prochaines années est celle d'un approfondissement de la géologie Régionale, de l'hydrogéologie et des méthodes applicables à la recherche des gisements de matériaux naturels. Une étude de caractère général a d'ailleurs été entreprise sur les relations pouvant exister entre les propriétés des matériaux et leur situation dans un bassin.

L'étude géologique débute par l'examen des cartes et photos aériennes (photogéologie notamment), elle se poursuit, se complète et s'affine avec les renseignements donnés par les prospections. Il en est de deux types essentiellement :

les méthodes non destructives d'investigation, électrique ou sismique, basées sur l'étude de la propagation dans le sol d'un courant électrique ou d'un ébranlement fournissent le plus souvent des renseignements globaux, par grandes masses, notamment pour la recherche d'horizons bien marqués (niveau de nappe ou de bed rock, état d'altération d'une masse rocheuse) ou de formations particulières (gisement de graviers).

Ces méthodes sont couramment utilisées depuis de nombreuses années dans la recherche du pétrole. Elles ont été adaptées à nos problèmes qui se caractérisent tant en plan qu'en profondeur par une définition plus courte. Des améliorations sont encore possibles dans l'utilisation des divers paramètres caractérisant le signal et sa propagation pour identifier le milieu.

Les forages et sondages donnent à l'opposé des renseignements ponctuels et permettent en outre de prélever dans le sol des échantillons remaniés, ou suivant leur usage, aussi « intacts » que possible. Les Laboratoires des Ponts et Chaussées ont cherché, en liaison avec les constructeurs privés, à mieux définir et arrêter la nature des matériels adaptés à chaque phase des opérations de reconnaissance géologique et géotechnique, tarières rapides et robustes pour les forages en gros diamètre, peu profonds et en grand nombre, carotteuses pour les sondages profonds en petit diamètre, en nombre limité et comportant des prélèvements d'échantillons. Divers types de carottiers à simple, double et triple enveloppe suivant la nature et l'état du sol à prélever en vue de réduire au minimum le remaniement et éviter les manutentions préjudiciables. Appareils de prélèvement par pression ou par battage. Véhicules porteurs tout-terrain. -

Simultanément une liaison a été assurée entre les études géologiques et les opérations de reconnaissance. L'implantation des sondages est arrêtée à chaque phase en fonction de l'avis du géologue et de l'ensemble des renseignements recueillis au cours des phases précédentes. Le géologue suit directement la campagne de sondages et demeure en contact avec les géotechniciens géomécaniciens chargés d'effectuer les essais de laboratoire sur les échantillons prélevés dans le sol. Certains essais mécaniques simples sont effectués au chantier même, sur les échantillons qui ne sont pas destinés au laboratoire.

Actuellement la collaboration amorcée dès l'étude de la campagne de reconnaissance entre géologues, géophysiciens, sondeurs, géotechniciens et géomécaniciens a permis de valoriser très sensiblement l'information retirée de l'opération souvent onéreuse que constitue la campagne de sondages.

VI. -- *Géotechnique Routière.* — Elle nous est plus familière. Elle vise à donner une description aussi précise et exacte que possible de la nature et de l'état des sols rencontrés sur un tracé en vue de prévoir au mieux l'importance des terrassements et leur mode d'exécution. Comment exécuter les déblais, notamment s'ils sont rocheux, comment les réutiliser pour les remblais, comment choisir les zones d'emprunt et dépôt et exécuter ces derniers, comment compacter les divers types de sols, compte tenu de leur état en place et de diverses hypothèses sur le climat, quelles dispositions prendre pour exécuter la couche supérieure des terrassements, quelles méthodes retenir pour mesurer et contrôler la portance de cette couche, comment compacter les diverses assises granulaires constituant la chaussée, quelle est l'influence du gel sur les propriétés des sols ; autant de questions auxquelles il lui faut répondre.

Encore lui faut-il dominer l'hétérogénéité naturelle des sols pour arriver à ne retenir qu'un petit nombre de « familles » de sols dont les propriétés seront définies par une fourchette de valeurs.

La section de Géotechnique Routière poursuit actuellement cinq directions importantes de recherche. Deux concernent le compactage :

Comment contrôler le compactage sur chantier en s'adaptant aux conditions actuelles des chantiers et notamment aux cadences de terrassements des ateliers mécanisés de grande capacité et ce, pour les remblais, les couches de forme et les assises. Faut-il passer d'un contrôle discontinu très délicat à un contrôle continu ?

Comment caractériser en laboratoire le compactage des sols granulaires non justiciables de l'essai PROCTOR ; par quel essai et avec quel type de compactage.

Deux autres recherches s'intéressent aux mouvements de l'eau dans les sols sous les chaussées. On ne répétera jamais trop que l'eau est l'ennemi principal. Les méthodes actuelles de dimensionnement des chaussées se réfèrent pour la détermination de la portance du sol de fondation à des essais conventionnels dont on peut douter qu'ils replacent en laboratoire le sol de l'éprouvette dans un état de teneur en eau comparable à celui qu'il aurait en place. Or, on sait combien la portance d'un sol varie avec sa teneur en eau. Des enquêtes récentes conduites en France et en Angleterre ont confirmé que ces essais ne reproduisent pas les teneurs en eau d'équilibre qui s'établissent dans les sols sous les chaussées. Les valeurs atteintes à l'équilibre sont elles-mêmes fonction de divers paramètres tels que la nature et l'état des sols, la structure de la chaussée et de ses dépendances, leur degré plus ou moins élevé d'imperméabilité, les conditions d'exposition, l'existence d'une nappe et sa profondeur.

On a donc entrepris l'étude en laboratoire dans une cuve et sur sections expérimentales d'autoroutes des bilans de percolation et des équilibres de teneur en eau sous chaussée en vue d'effectuer les essais de portance dans des conditions plus proches de la réalité. Simultanément on examine les dispositions constructives susceptibles d'agir sur les mouvements de l'eau, d'abaisser les teneurs en eau d'équilibre et de réduire leurs variations saisonnières.

La dernière recherche porte sur le gel des sols. Cette recherche est probablement la plus difficile de celles abordées dans le Département. Les facteurs à prendre en compte sont si nombreux et à ce point interdépendants qu'il est apparu indispensable d'aborder le problème simultanément à plusieurs niveaux pour dégager les plus importants d'entre eux.

Dans le cas d'une recherche coopérative sur programme, un laboratoire du C.N.R.S. a entrepris une étude de caractère fondamental, études théoriques et vérifications expérimentales, sur la propagation du front de gel et la formation de lentilles de glace dans les milieux poreux sous l'effet d'un gradient de température.

Parallèlement des études ont été conduites sur la détermination des profondeurs de gel en fonction des caractéristiques climatiques, celles-ci pouvant être connues par les relevés de température des postes thermométriques placés dans les chaussées, ainsi que sur la prise en compte du phénomène de gel pour le dimensionnement des chaussées.

On a cherché également à mettre au point et à développer les appareils permettant de relever les températures et de mesurer les variations du niveau du front de gel ou celles de l'isothermie 0° C dans la chaussée.

Les objectifs essentiels de cette recherche coordonnée sont les suivants :

- élaboration d'une théorie ou à défaut d'un modèle théorique de propagation du front de gel dans un milieu poreux homogène.
- mise au point d'un critère de gélivité des sols qui tienne compte simultanément des caractéristiques du sol et de l'intensité et de la durée du gel ;

relation entre ce critère et les inconvénients qui peuvent en résulter pour la chaussée au dégel.

- mise au point de méthodes, procédés de traitement des sols, protections diverses susceptibles de réduire la susceptibilité des chaussées au gel, en agissant soit sur la propagation thermique, soit sur le mouvement ascensionnel de l'eau dans le sol gelé.
- élaboration d'une méthode de dimensionnement des chaussées au gel : épaisseur, nombre et nature des diverses couches constitutives de la chaussée.

La Géotechnique Routière est enfin le domaine privilégié des essais d'identification des sols qui sont la base d'une description relativement précise chiffrée et exploitable de la nature et de l'état des sols. Il lui incombe donc de perfectionner les essais existants, d'en imaginer de nouveaux, d'uniformiser les processus d'essais et les modes opératoires.

VII. — *Traitement des Sols.* — Les activités de cette section sont actuellement orientées pour l'essentiel sur le traitement des matériaux destinés à la réalisation des assises ou couches supérieures de la chaussée. Ces techniques de traitement qui sont exposées plus en détail répondent aux objectifs suivants :

- L'observation des chaussées existantes a mis en évidence une évolution relativement rapide des matériaux constitutifs des assises de chaussée (sauf peut-être pour certains matériaux très particuliers comme les silex) surtout dans ces dernières années qui ont vu un accroissement considérable du volume et des charges du trafic. Cette évolution se traduit par l'apparition sous les effets mécaniques liés au passage des véhicules d'éléments fins, généralement doués de plasticité, et susceptibles d'altération rapide. Ces éléments fins plastiques rendent les couches de chaussée sensibles à l'eau et déformables, entraînant le plus souvent leur ruine complète. Il est alors apparu indispensable d'empêcher cette évolution, ce à quoi aboutit en pratique le traitement du sol qui réduit de façon considérable l'amplitude des déplacements relatifs des grains du sol.
- Avec l'accroissement des charges et le recours quasi général aux matériaux enrobés pour la réalisation des couches de surface, il est devenu nécessaire de réduire la déformabilité ou d'accroître très sensiblement la rigidité des couches de base et de fondation de la chaussée. Le traitement des sols fournit précisément, dans de nombreux cas, cette rigidité, en accroissant de façon générale les caractéristiques mécaniques du matériau qui deviennent intermédiaires entre celles d'un sol non traité et celles d'un béton maigre.

On a constaté en particulier que dans leur ensemble les chaussées comportant des assises traitées, dites semi-rigides, avaient un comportement satisfaisant au dégel.

- Enfin, d'un point de vue autant technique qu'économique, les techniques de traitement permettent de valoriser de très nombreux matériaux locaux, c'est-à-dire provenant de gisements ou carrières proches des chantiers, parfois même des déblais et dont l'utilisation serait autrement difficilement envisageable, ainsi que d'améliorer les conditions d'utilisation de matériaux existants (matériaux de carrière par exemple).

En particulier elles ont permis de développer largement les utilisations en Technique Routière de sous-produits industriels comme les laitiers de haut fourneau et les cendres volantes de centrale thermique.

Ces techniques de traitement sont dès à présent très diversifiées en raison du nombre et de la nature des divers constituants, et des proportions des mélanges. Les plus courantes reposent sur l'utilisation du ciment ou du laitier granulé activé à la chaux, comme liant, mais les matières plastiques semblent devoir ouvrir un domaine nouveau. Les granulats peuvent être des graves propres, des laitiers concassés ou granulés, des sables grossiers ou fins, des cendres volantes. La diversité des solutions apparaît comme une garantie d'adaptation aux conditions locales et par suite d'économie.

VIII. — *Mécanique des Roches*. — Née de l'ancien groupe des Pierres, la section de Mécanique des Roches poursuit trois grandes directions de recherche qui font l'objet d'un exposé plus détaillé.

- Etude des propriétés des roches en vue de leur utilisation comme granulats pour la réalisation de couches de chaussée et d'ouvrages : résistance au choc ou fragilité, résistance à l'usure ou friabilité, résistance au gel, forme, caractéristiques de fragmentation...
- Etude des relations entre les propriétés physiques ou mécaniques des roches et leur nature pétrographique. En particulier une recherche de niveau élevé est en cours depuis quelques années sur la prévision de l'altérabilité des roches dans leurs conditions d'utilisation dans les ouvrages.
- Recherche en développement sur le comportement des milieux fissurés et la stabilité des ouvrages construits dans ces milieux : tunnels, déblais rocheux.

IX. — *Mécanique des Sols et Fondations*. — La section de Mécanique des Sols a plus spécialement en charge l'application et le développement des méthodes de la « Mécanique des sols » qui permettent la détermination des propriétés mécaniques instantanées ou à long terme des sols et le calcul des ouvrages de fondation.

Son activité qui est exposée ci-après de façon plus complète s'exerce sur trois plans :

- Recherches relativement fondamentales sur les propriétés mécaniques des sols, relations entre contraintes et déformations, en fonction de leur état, de la nature et de l'intensité des contraintes, éventuellement de la vitesse d'application des charges et de leur répétition.
- Recherches appliquées dans quelques domaines intéressant les travaux routiers :
 - franchissement des zones de sols très compressibles.
 - stabilité des pentes de talus.
 - hydraulique des sols.
- Etudes particulières ou de cas concrets permettant de garder le contact indispensable avec la réalité.

X — *Groupe de la Glissance Routiere.* — Quelques indications sont données ci-après sur l'activité et les objectifs de ce groupe qui concerne également les sections Revêtements et Bétons.



Cet exposé des directions de recherche abordées dans le Département « Sols » ne serait pas complet si n'étaient finalement soulignées les nombreuses insuffisances que, face aux besoins exprimés, nous ressentons dans le développement des recherches existantes comme dans le nombre des sujets de recherches retenus.

Il appartient précisément aux membres et aux dirigeants de notre Association de s'informer pour s'en persuader et pour définir le volume des moyens qui devraient être raisonnablement consacrés à la recherche dans les Travaux Publics.



ESCOFFIER équipe le chantier de la Rance..

- Centrale A 180 automatique à présélection de 3 bétons. Production 80 m³ heure.
- Convoyeur d'alimentation, longueur totale 400 m. environ en éléments de 100 m. Débit : 250 m³ heure.
- Béton "Pozzolith"

les centrales à béton s.a.
Procédés P. ESCOFFIER, Ing. E.P., 9 quai du dr Dervaux
Asnières - Seine - Téléphone GREsillons 17-01 +
Centrales au sel - Centrales mobiles - Tours à béton - Convoyeurs
Lève béton - Scrapers - Siles, Vis et bascules à ciment

PUB An n° 3 Photo SIA angep

LA GLISSANCE

J. BERTHIER, Ingénieur des Ponts et Chaussées

1. Des comptages récents sur l'autoroute du Sud ont montré que dans la zone libre, 5% de véhicules roulaient à des vitesses supérieures à 140 km/h. Des vitesses analogues ont été obtenues en Belgique et en Angleterre où on estime que l'augmentation moyenne de vitesse est de un mile par an.

La stabilité des véhicules dans les manœuvres à de telles vitesses pose de sérieux problèmes que les constructeurs d'automobiles se sont attachés à résoudre, avec d'ailleurs des fortunes diverses, ce qui laisse dans l'ensemble l'impression que pour la plupart des véhicules les vitesses maximales sont toujours supérieures à celles qu'il serait raisonnable d'admettre.

Que dire de ces vitesses par rapport à celles que le revêtement serait raisonnablement en mesure de supporter ? Malheureusement, à notre avis, que la situation est encore plus inquiétante et que les progrès dans le domaine des revêtements sont très en retard sur ceux de l'automobile.

Ce n'est guère que dans son dernier congrès à Rome en 1964 que le Comité de Glissance de l'A.I.P.C.R. a pris une conscience très nette de l'importance décisive des mesures de glissance à grande vitesse et rares sont les pays qui sont équipés pour les effectuer.

2. En ce qui concerne l'Administration des Ponts et Chaussées Française, deux remorques sont actuellement en cours de mise au point à Lyon, par les soins de l'O.T.R. L'une permettra des mesures assez fines jusqu'à 120 à l'heure, l'autre plus simple devrait permettre de dépasser largement 150 km/h.

De son côté, le C.E.B.T.P. a construit un nouveau stradographe qui permet d'atteindre 150 km/h. Compte tenu de l'intérêt de cet appareil, nous comptons l'utiliser largement concurremment avec les remorques de Lyon.

Nous pensons qu'au cours de l'année 1966 des progrès sérieux devraient être obtenus dans la connaissance de la glissance des revêtements à grande vitesse.

3. La plupart des auteurs admettent que la sécurité à grande vitesse ne peut être obtenue que par une texture superficielle suffisamment rugueuse. Les essais de Dunlop sur l'aquaplaning illustrent les conséquences de la présence d'un film d'eau sur un revêtement fin.

Nous nous efforçons actuellement de mettre au point une méthode efficace et précise d'appréciation de la rugosité superficielle. Ceci devrait nous permettre, en accompagnement des mesures de glissance à grande vitesse, de préciser les relations entre glissance et rugosité géométrique.

Parallèlement on connaît les efforts de MM. DURRIEU et SAUTEREY pour promouvoir l'utilisation des enrobés « squelettes » dont plusieurs sections d'autoroutes ont été revêtues en 1965. Les premières constatations montrent que ces enrobés

présentent effectivement une rugosité géométrique bien supérieure à celle des enrobés traditionnels.

4. Le polissage des granulats est également un aspect important du problème de glissance. Rares sont d'ailleurs les granulats qui sont réellement dangereux à ce point de vue.

On doit cependant et sans aucun doute classer dans cette catégorie un grand nombre de nos calcaires durs.

Une étude approfondie nous a montré que l'on ne devait cependant pas jeter en bloc le discrédit et que certains calcaires siliceux ou dolomitiques avaient des performances meilleures.

Dans les régions où les calcaires constituent une part importante des ressources, nous incitons les ingénieurs à essayer des formules mixtes par mélange de calcaire et de matériaux siliceux. Des résultats très intéressants ont déjà pu être obtenus et laissent penser qu'avec un effort d'imagination et de recherche suffisant des solutions acceptables pourront être obtenues.

ENTREPRISE

BOURDIN & CHAUSSE

S. A. au Capital de 5.000 000 F

**Saint-Joseph
N A N T E S**

Téléph. 74-59-70

***Terrassements
Construction de routes
Tous enrobés
Cylindrages
Adduction d'eau
Assainissement***

AU SERVICE DE LA PROFESSION

— DEPUIS 1859 —

Société Mutuelle d'Assurance

des Chambres Syndicales

du Bâtiment

et des Travaux Publics

Entreprise privée
régie par le décret loi du 14 juin 1938

9, Avenue Victoria - PARIS-IV^e
ARCHives : 86.50

MÉCANIQUE DES ROCHES

J. BERTHIER, Ingénieur des Ponts et Chaussées

1. L'intervention du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées en matière d'études de roche s'est longtemps limitée à l'exécution et au perfectionnement des essais de pierres.

Fort vénérables pour certains, puisque l'essai Deval a été adopté pour la première fois en 1879 par la Commission des Routes, ces essais ont sans aucun doute aidé au progrès de la technique routière en donnant aux ingénieurs routiers des moyens d'appréciation pour leurs matériaux d'empierrement.

Depuis quelques années, l'exécution de la plupart de ces essais est décentralisée sur les Laboratoires Régionaux, ce qui permet au groupe de Mécanique des Roches de consacrer la plus grande partie de son temps à la recherche et à la coordination de l'action des Laboratoires Régionaux.

2. Cette recherche porte actuellement sur la mise au point d'essais nouveaux, dans le but d'apprécier certaines caractéristiques qui échappent aux essais actuels (gel, altérabilité, plasticité des fines produites par l'attrition, etc...), et sur l'étude des corrélations entre les propriétés mécaniques des roches et leurs caractéristiques pétrographiques.

Cette dernière préoccupation se situe à l'échelle nationale puisqu'elle est le thème d'une action concertée de recherche de la D.G.R.S.T. à laquelle nous participons. Elle a une acuité particulière pour les Ponts et Chaussées qui sont les plus gros utilisateurs de produits de carrière. On doit d'ailleurs noter qu'elle n'est pas toujours bien ressentie par les ingénieurs qui, bien à tort à notre avis, n'attachent pas à l'identification précise des roches le même intérêt qu'à celle des sols.

3. Du point de vue de notre action auprès des Laboratoires Régionaux, un problème préoccupant actuellement est celui du contrôle des produits de carrière.

Il n'est évidemment pas normal qu'une fourniture puisse être refusée à son lieu d'arrivée par une administration qui dispose dans chaque région d'un organisme capable d'effectuer le contrôle au départ. Il serait infiniment plus logique de charger chaque Laboratoire Régional du contrôle, pour le compte de tous, des produits de sa région.

C'est ce vers quoi nous souhaitons orienter notre Administration Supérieure, mais cela suppose que les Laboratoires soient en mesure d'exercer un contrôle efficace.

Or dans le domaine des produits de carrière comme dans beaucoup d'autres touchant les Ponts et Chaussées, les moyens classiques de contrôle apparaissent dérisoires en regard des tonnages fabriqués. L'Administration ne peut avoir de garantie que par :

- une surveillance de la matière première (ici étude approfondie de la roche exploitée et surveillance des conditions d'exploitation),
- un contrôle de la chaîne de fabrication (ici suite des matériels et des processus de transformation des matériaux extraits).

Ceci suppose qu'elle ait un minimum de connaissances sur le matériel de carrière (usure des concasseurs, rendement des cribles, etc...). On doit bien reconnaître qu'elle ne l'a pas actuellement.

Ceci nous a conduit, sous l'impulsion en particulier de MM. DURRIEU et ARQUIÉ, à créer au Laboratoire Régional d'Angers, et en plein accord avec le Syndicat des Producteurs, une équipe de constatation dont le travail est d'observer tout ce qui se passe dans les carrières étudiées, en faisant toutes les mesures nécessaires pour étayer ces observations par des données chiffrées. Cette équipe fonctionne depuis 6 mois. Nous pensons que dans le courant de l'année, elle devrait nous avoir apporté suffisamment d'éléments pour commencer à réfléchir avec des bases valables à l'organisation d'un contrôle en carrière efficace et par la suite à la mettre sur pied de façon à répondre au mieux aux besoins des services.

4. La Mécanique des Roches connaît actuellement une grande vogue dans le monde entier et tend à marquer ses distances vis-à-vis de la Mécanique des Sols.

Il faut reconnaître effectivement que les méthodes de travail et les théories de la Mécanique des Sols sont d'un très faible secours pour l'étude des problèmes de roche.

La prise de conscience de l'importance des problèmes de Mécanique des Roches date approximativement en France de la rupture du barrage de Malpasset et n'en est pas indépendante.

Certaines des explications avancées pour la rupture de ce barrage mettent d'ailleurs en évidence une des particularités fondamentales de la Mécanique des Roches qui est la suivante : un défaut de la roche peut faire varier de 1 à 100 ou même de 1 à 1000 sa résistance mécanique ; même assez infime pour échapper aux investigations, il peut suffire à entraîner l'effondrement du massif sous la poussée de l'ouvrage. Il en résulte que l'étude de la fissuration à toutes les échelles est plus importante que celle de la roche elle-même.

C'est ce que les Ingénieurs Autrichiens semblent avoir compris les premiers et rares sont les Laboratoires de Mécanique des Roches qui actuellement ne s'en préoccupent pas.

5. Nous-mêmes avons entrepris tout récemment des recherches sur la Mécanique des milieux fissurés et plus particulièrement des milieux stratifiés qui posent fréquemment des problèmes dans les travaux des Ponts et Chaussées lorsqu'ils présentent un pendage défavorable (tenue de talus, fondations d'ouvrages d'art, murs de soutènement).

L'effet de cette stratification est d'ailleurs double, ce qui rend le problème assez complexe.

- elle modifie la répartition des contraintes et en particulier le classique bulbe de BOUSSINESQ est profondément altéré par l'anisotropie du milieu (allongement dans le sens de la fissuration, dédoublement),
- elle crée des surfaces de rupture privilégiées.

Ces études à caractère fondamental ne pourront malheureusement aboutir à des résultats pratiques avant des délais assez longs et la construction des ouvrages ne peut en attendre les résultats.

En particulier d'assez nombreux problèmes de talus dans les milieux stratifiés nous ont été posés récemment.

Nous nous sommes appuyés pour nos conseils au maître d'œuvre sur l'expérience d'ouvrages antérieurs en France et à l'étranger, sur les informations que donne la bibliographie. Dans le cas où les indications que nous pouvions lui donner de cette façon ne lui suffisaient pas, nous lui avons recommandé la construction des talus expérimentaux.

Il peut paraître étonnant que la conclusion d'une étude de laboratoire passe par l'intermédiaire d'un ouvrage expérimental. Dans l'état actuel des connaissances de la Mécanique des Roches, c'est pourtant la solution la plus sûre de la plupart des problèmes et une des conditions du progrès de nos connaissances. Nous y faisons très fréquemment appel.

6. Les ouvrages des Ponts et Chaussées sont souvent superficiels. Le volume de matériau intéressé par les contraintes développées est faible et ne déborde que rarement la zone exposée aux phénomènes d'altération, de fauchage des couches et d'une façon générale de tous ceux qui se manifestent au voisinage d'une paroi naturelle ou artificielle soit du fait des intempéries, soit par suite des méthodes d'exécution.

Ceci est assez particulier à nos travaux et la littérature ne donne que peu d'informations à ce sujet.

Beaucoup des problèmes de roches qui nous ont été posés rentrent pourtant dans cette catégorie.

Citons par exemple toute une série de problèmes de talus dans le grès des Vosges qui nous ont été posés par plusieurs départements, que nous sommes en train d'essayer de résoudre en commun en nous inspirant autant que possible de l'expérience allemande et américaine, et qui nous paraissent être un bon exemple des problèmes qui risquent de se poser aux Ingénieurs des Ponts et Chaussées.

Le grès des Vosges a la particularité d'être très résistant en place, mais de se désagréger facilement sous l'effet de chocs, de vibrations, etc...

Extrait à l'explosif ou dans les cas les plus favorables au ripper, il devient sable du seul fait du transport ou de la mise en œuvre. Il va sans dire que le cœur du talus est profondément altéré par les tirs d'explosifs. Il est placé dans des conditions très défavorables pour résister à l'altération ultérieure. De plus ce matériau est gélif.

C'est ainsi que les Ingénieurs Allemands, dans des matériaux identiques, ont pu faire les observations suivantes :

- les talus taillés à la main au siècle dernier ont évolué en 100 ans de la verticale à une pente de 1/1,
- pour des talus taillés à l'explosif, la pente suit la même évolution en quelques années,
- en arrêtant les tirs à deux mètres du parement définitif et en taillant à 1,25/1, on peut par contre avoir un talus stable, sur lequel la végétation peut se développer et auquel le pointement de blocs intacts donne un aspect assez esthétique.



Fig. 1. — Glissement de talus dans le rocher stratifié

Ils en ont déduit toute une méthode conduisant à des talus assez harmonieux. La pente relativement douce conduit évidemment à des cubes de déblai important.

Une autre idée qui peut venir à l'esprit est d'arrêter les tirs aux explosifs normaux beaucoup plus loin et de terminer avec des méthodes plus douces. On peut penser par exemple au « presplitting ». Cette technique consiste à fendre à l'avance la roche au droit du parement définitif par des charges très faibles dans des sondages très rapprochés, puis à l'abattre par des tirs normaux. Elle a déjà permis aux Etats-Unis d'obtenir des parements extrêmement réguliers en ménageant au maximum la roche. Cette solution est actuellement à l'étude.

L'une et l'autre méthodes seront étudiées en talus expérimentaux.

7. Sous la poussée de la demande, nous avons été amenés également à apporter notre concours à plusieurs maîtres d'œuvre pour l'étude de problèmes de tunnels. D'autre part, la Direction des Routes nous a confié la gestion d'un crédit destiné à l'étude des impressionnants phénomènes de décompression des roches qui se sont manifestés au tunnel du Mont-Blanc.

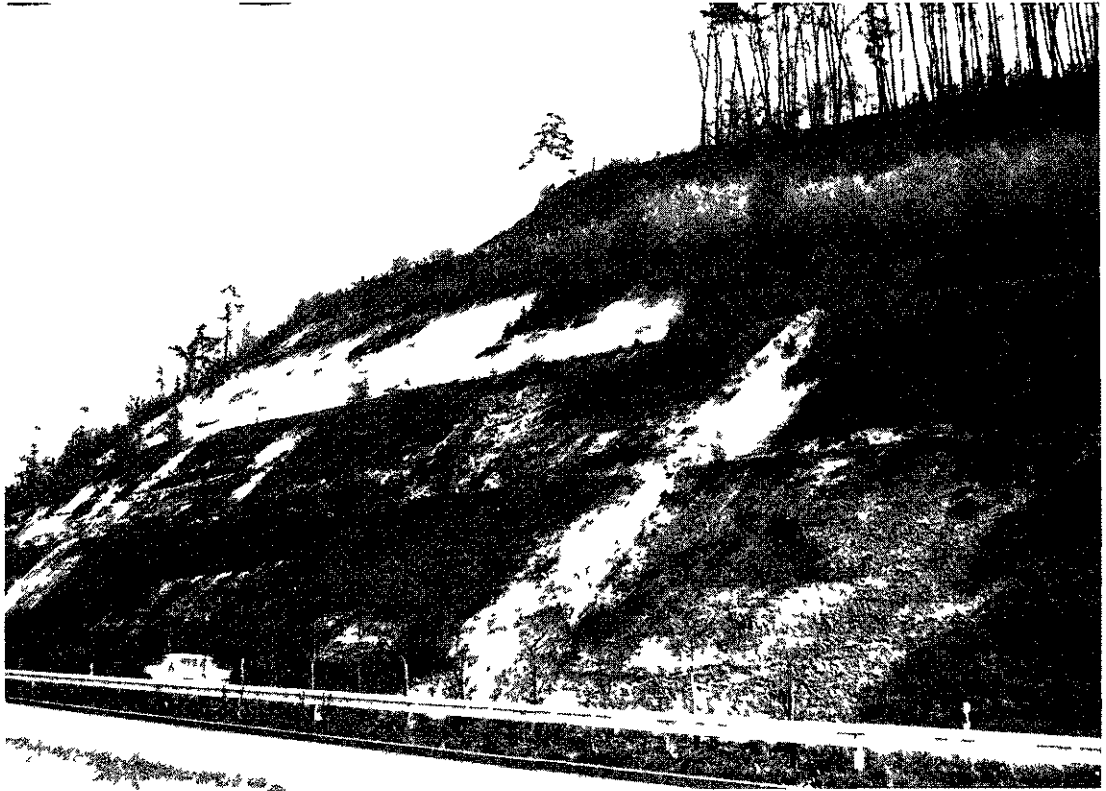


Fig 2. — Evolution d'un talus taillé à l'explosif dans le qies des Vosges.

En matière de tunnels, deux problèmes nous paraissent mériter des études qui seraient utiles au maître d'œuvre :

- la poussée sur le revêtement de certains terrains, heureusement assez rares, et parmi lesquels les marnes paraissent en France occuper une place de choix,
- les méthodes d'exécution et de soutènement qui devraient pour les terrains permettre de s'affranchir pratiquement de revêtement coûteux. Nous pensons en particulier aux techniques de boulonnage qui sont très mal connues des Ingénieurs des Ponts et Chaussées et qui pourraient pourtant leur apporter la solution à de nombreux problèmes de roches.

8. Plusieurs problèmes nous ont enfin été posés qui font intervenir les caractéristiques de cisaillement ou de déformabilité de la roche.

Comme nous l'avons déjà dit, la roche elle-même joue, dans ces problèmes, un rôle beaucoup moins important que les surfaces de discontinuité. Ceci oblige pratiquement à essayer la roche sur place.

Peu de laboratoires en France sont capables de faire de telles mesures. Citons pas exemple le C.E.B.T.P. qui est intervenu à plusieurs reprises sur nos conseils. Pour les besoins des Laboratoires Régionaux, pour mieux utiliser ces méthodes en les connaissant mieux, nous envisageons de nous équiper nous-mêmes pour pouvoir exécuter certaines d'entre elles.

St^e des Carrières

de **QUARTZITE**
à **JEUMONT - 59**

Gravillons durs et anti-dérapants.
Matériaux lavés, contrôle laboratoire permanent.

G. E. C. T. I.

**SOCIÉTÉ D'ÉTUDES
DE GÉNIE CIVIL
ET DE TECHNIQUES
INDUSTRIELLES**

Siege Social 59 bis, avenue Hoche - PARIS (8^e)
Tel. : 227 10-15

Études complètes
de tous projets de Génie Civil
et d'Équipements Industriels

Assistance Technique
pour la conception,
l'organisation des chantiers
et la détermination
des moyens d'exécution

PSYCHO PUB 616

JURIS-CLASSEURS

Tous Ouvrages de DROIT PRATIQUE
édités sur fascicules mobiles constamment tenus à jour
A l'usage des Ingénieurs des Ponts et Chaussées et des Mines.

- Juris-Classeur ADMINISTRATIF 5 vol.
- Juris-Classeur CONSTRUCTION 3 vol.
- Juris-Classeur FONCIER 2 vol.
- CODES et LOIS, 3^e partie :
(Droit Administratif) 6 vol.

Renseignements Specimen et Conditions spéciales de Vente

ÉDITIONS TECHNIQUES

123, rue d'Alésia, PARIS XIV^e — Tél. 828-89-09



RISS

tubes
en
acier

tubes en acier
pour canalisations souterraines d'eau
tubes soudés et sans soudure

etecteda

64, RUE PIERRE CHARRON, PARIS 8^e - ÉLY 97-41

Celui qui m'écoute est comme le sage qui a bâti sa maison sur le roc. La pluie est tombée, les torrents sont venus, les vents ont soufflé et se sont déchainés contre cette maison et elle ne s'est pas abattue car elle était fondée sur le roc.

Mathieu 7/24-25

MÉCANIQUE DES SOLS ET FONDATIONS

H. KARST, Ingénieur des Ponts et Chaussées

Faut-il fonder un ouvrage sur pieux ou sur fondation superficielle ? Les tassements prévisibles des fondations d'un pont sont-ils compatibles avec une superstructure hyperstatique et très rigide ? Quelle pente doit-on donner à un talus de déblais de 20 ou 30 mètres de hauteur, et par quel soutènement au drainage pourra-t-on en améliorer la stabilité ? Est-il possible de construire un remblai sur une épaisse couche de tourbe ou vase, ou doit-on, au contraire, faire passer la voie sur un viaduc ?

Il est bien rare que, dans l'étude d'un projet routier ou autoroutier important, plusieurs des questions précédentes ne se posent pas. Il est plus rare encore que des problèmes de Mécanique des Sols n'apparaissent pas lors de la construction de canaux, de barrages ou de murs de quai. Pratiquement, tout ouvrage de Génie Civil doit être construit sur un sol et il est essentiel de s'assurer que ce sol pourra supporter l'ouvrage.

C'est à ce genre de questions que la Section de Mécanique des Sols et Fondations du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, et la trentaine d'Ingénieurs spécialisés dans ce domaine dans les Laboratoires Régionaux, essaient de répondre.

Le domaine de la Mécanique des Sols appliquée aux Travaux Publics est vaste et couvre la recherche fondamentale, la recherche appliquée, mais aussi les études particulières et les constatations de chantier.

LA RHEOLOGIE DES SOLS

C'est l'étude des propriétés mécaniques fondamentales des sols, des relations entre les contraintes et les déformations. En Mécanique des Sols classique, on suppose soit que le sol est élastique, comme pour la détermination des contraintes verticales, soit qu'il est plastique ; c'est l'application de la loi de Coulomb. Les recherches du Laboratoire Central ont montré que le sol n'avait un comportement ni parfaitement élastique, ni parfaitement plastique, ni, dans le cas où les déformations dépendent du temps, parfaitement visqueux. Il reste encore à définir les propriétés rhéologiques du sol, même sur des matériaux granulaires soigneusement reconstitués et homogènes, mais les recherches poursuivies dans ce domaine depuis plu-

sieurs années permettent de « sentir », au moins qualitativement, à l'aide de règles empiriques simples, les modes de déformation d'un sol sous l'action d'un tenseur de contraintes.

Naturellement, le Laboratoire Central, comme les Laboratoires Régionaux, possède l'appareillage indispensable pour définir les propriétés classiques des sols comme résistance au cisaillement par boîte de cisaillement ou triaxial (voir photo 1), compressibilité par œdomètre, circulation de l'eau par analogie électrique, etc...

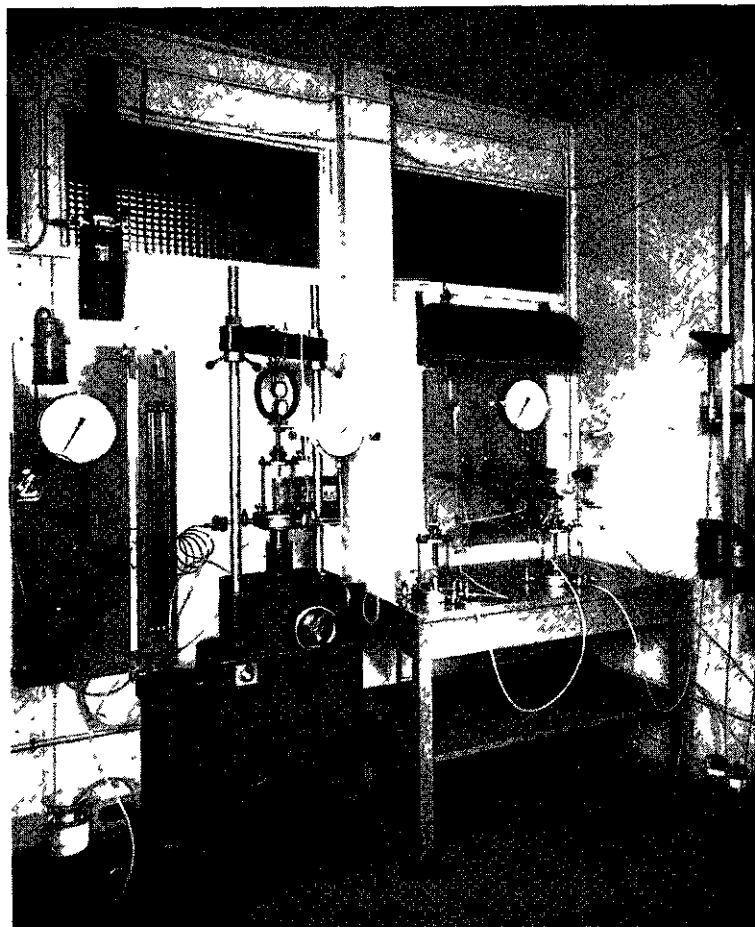


Fig. 1. — Appareillage Triaxial

Les résultats des essais de sol, obtenus au fur et à mesure des études particulières, sont répertoriés et fichés, et seront ultérieurement exploités sur un ordinateur. Certaines couches géologiques de sol commencent à être bien connues, sur le plan de leurs propriétés physiques et mécaniques et, au stade d'un avant-projet sommaire, il est possible de donner une estimation de la force portante de fondations, sinon à la simple vue du sol, du moins à l'aide d'essais sommaires, comme une teneur en eau.

LA MECANIQUE DES SOLS APPLIQUÉE

Le Laboratoire Central a spécialisé un Ingénieur dans quelques domaines d'application, particulièrement importants, de Mécanique des Sols.

1) Construction de remblais sur des sols de mauvaise qualité.

Plusieurs kilomètres d'autoroutes ou de voies importantes, sont construits chaque année sur des sols constitués de tourbe, de vase, d'argile molle, capables, dans leur état initial, de ne supporter que de faibles charges. Le problème posé est de savoir s'il est possible d'assurer la bonne tenue et la stabilité d'un remblai ou si l'on doit construire un ouvrage d'art. Il est bien entendu que le remblai est presque toujours le moins coûteux s'il est construit correctement. Les études de nombreux cas particuliers et les résultats des mesures faites en place l'ont montré ; il est pratiquement toujours nécessaire de disposer d'un certain temps 2, 3, 4 ou 5 ans pour monter le remblai dans de bonnes conditions.

Il appartient donc au Maître d'œuvre d'obtenir les crédits nécessaires, à temps, s'il choisit la solution remblai.

Une méthode d'étude a été mise au point au Laboratoire Central portant sur les campagnes d'investigations des sols, les mesures de caractéristiques en laboratoire ou in situ, l'analyse de la stabilité à la rupture, l'estimation des tassements et des temps de tassements, et également sur les procédés d'exécution comme enlèvement du sol, accélération des tassements par surcharge, drains de sable dans le sol compressible ou enlèvement. Ou encore, et c'est souvent la meilleure méthode, faire l'étude du tracé suffisamment de temps à l'avance pour éviter les zones compressibles les plus dangereuses.

La Mécanique des Sols est loin d'être une Science exacte quel que soit le soin apporté à la mesure des caractéristiques de sol en laboratoire et la précision de la théorie utilisée, il reste toujours des facteurs impondérables, l'hétérogénéité du sol par exemple. Les Maîtres d'œuvre ne doivent pas se faire d'illusions, les résultats proposés par le Laboratoire, à partir d'une étude préliminaire, ne pourront être qu'approximatifs.

Aussi, est-il nécessaire de vérifier sur le chantier les données proposées par le Laboratoire, et c'est le rôle de constatations. Dans ce domaine particulier des remblais sur sols compressibles, des appareils de mesure de tassements ont été placés dans de nombreux remblais.

Sur trois de ces remblais, qualifiés d'expérimentaux, avec l'accord du Maître d'Œuvre, plusieurs types d'appareils ont été placés : tassomètres, piézomètres ou sondes pour mesure de pression interstitielle, tubes de déformation flexibles, jalons de déplacements, etc...

2) Les talus de déblais.

Les autoroutes ont des caractéristiques géométriques sévères. On voit apparaître couramment des déblais de 20 mètres de hauteur, ou même de 30 ou 40 mètres. Pour peu qu'il y ait des sols de mauvaise qualité dans ce talus et de l'eau, ou des arrivées d'eau, l'étude de ce talus de déblais devient un des problèmes les plus délicats en matière de Génie Civil.

Le problème de la stabilité des pentes de talus est étudié sous plusieurs aspects au Laboratoire Central.

Comme d'habitude, le problème est d'abord examiné théoriquement et on s'efforce de déterminer les forces en présence, la forme de la surface de rupture.

Par exemple, un programme de stabilité de talus pour cercle de glissement a été établi spécialement adapté aux talus routiers, et est susceptible de fonctionner sur l'ordinateur du Laboratoire Central.

Mais l'aspect constatations, voir ce qui se passe est là encore le plus important. Il peut consister à placer dans certains talus des appareils de mesure précis, ce qui commence à être fait. Il peut consister aussi à mettre ses bottes et à examiner sur place les talus qui n'ont pas tenu — et il est facile de trouver des exemples de rupture de talus en France (voir photo 2).



Fig. 2. — Rupture de talus. Déviation de Sannois

3) L'hydraulique des sols.

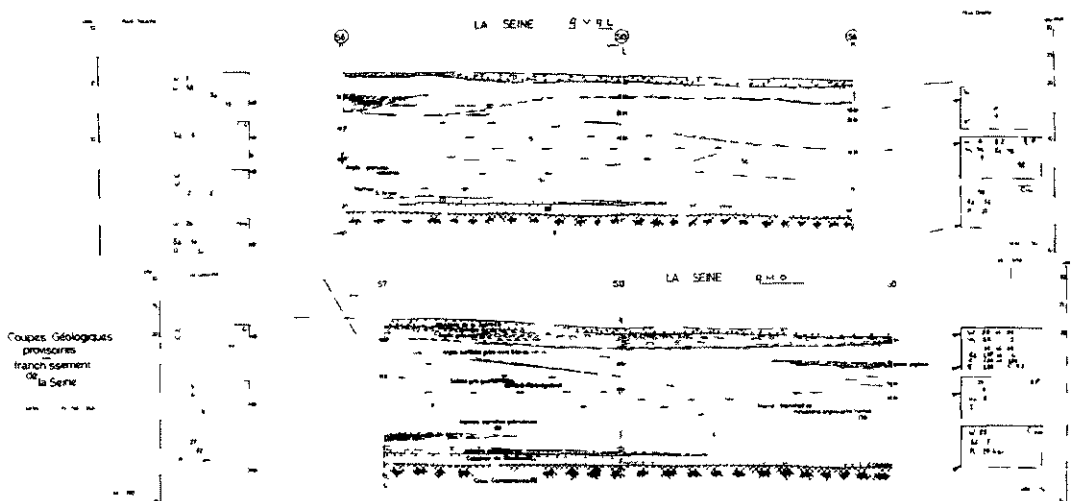
S'il n'y avait pas d'eau ou de circulation d'eau dans les sols, il n'y aurait 9 fois sur 10 pas de problèmes sérieux de Mécanique des Sols. L'eau — l'ennemie de la chaussée — est encore plus l'ennemie des propriétés mécaniques des sols.

Quelles sont les forces introduites dans un talus par la percolation de l'eau ? Comment assurer la stabilité d'une famille d'ouvrages d'art ? Comment drainer un mur de soutènement ? Comment calculer un rideau de palplanches ? Comment assurer la stabilité de fondations voisines d'un rabattement de nappe ?

Là encore, le Laboratoire Central a pris les problèmes sous l'aspect théorique, comme mise au point d'une méthode d'analogie électrique, sous l'aspect pratique, mise au point de piézomètres de mesures et d'observation, sous l'aspect des méthodes, étude des propriétés fondamentales de la circulation de l'eau dans les sols.

LES ETUDES PARTICULIERES

Toute étude de Mécanique des Sols, prise à une certaine échelle, est un cas particulier. La Section de Mécanique des Sols et Fondations étudie chaque année un certain nombre de cas pratiques, de fondations de ponts (voir photo 3), de talus, de remblais sur sols compressibles, ou même de rabattement de nappe, de barrage en terre.



On s'aperçoit, à l'occasion de ces études indispensables, que le sol ne se comporte jamais suivant la théorie, et qu'il faut savoir interpréter, avec beaucoup de bon sens, les résultats des mesures sur le sol.

Il reste beaucoup à faire pour aider convenablement les Ingénieurs Maîtres d'Œuvre dans ce domaine. Les fondations d'ouvrages courants ou exceptionnels ne sont pas encore suffisamment étudiées, de même que l'utilisation des essais in situ, comme le pénétromètre ou le pressiomètre — ou plus important encore les sondages et les carottages d'échantillons. Un certain effort a déjà été fait, mais il faudra encore longtemps avant que l'Administration des Ponts et Chaussées, par l'intermédiaire de ses Laboratoires, maîtrise le comportement de cette terre, sur laquelle tout ouvrage repose



ASSOCIATION TECHNIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT DES UTILISATIONS DES LAITIERS DE HAUTS FOURNEAUX

SIÈGE SOCIAL : 6, rue de Rome, PARIS (8^e) - Tél. 387.31.87
SERVICE DE DOCUMENTATION : 39, rue d'Anjou, PARIS (8^e) - Tél. 265.79.98

LAITIER CONCASSÉ
TARMACADAM DE LAITIER
LAITIER GRANULÉ
LAITIER EXPANSÉ

Pour : **ROUTES** - Pistes d'envol - Voies urbaines - Pistes cyclables
Parkings - Terrains de sports - Trottoirs

BÉTONS DE CONSTRUCTION
BALLAST DE VOIES FERRÉES - LITS BACTÉRIENS
BÉTONS D'AGRÉGATS LÉGERS

TRAITEMENT DES SOLS

J. BONNOT, Ingénieur des Ponts et Chaussées

On assiste depuis quelques années à un développement important en France de l'emploi en couche de base de chaussées de graves traitées au ciment, aussi bien pour les renforcements de chaussées anciennes que pour les chaussées neuves, notamment les autoroutes. On estime en effet que pour les chaussées à trafic lourd actuelles il n'est plus possible d'utiliser des matériaux non traités en couche de base ; or les couches de base traitées au ciment sont plus économiques que les couches de base enrobées au bitume, et présentent sur celles-ci des avantages techniques sur certains points.

On est de plus en plus exigeant pour les qualités, notamment d'homogénéité de ces graves-ciment utilisées en couche de base, ce qui est d'autant plus justifié que les études montrent des variations sensibles de leurs propriétés mécaniques avec les paramètres caractéristiques du traitement : teneur en ciment, teneur en eau, compacité en particulier. Nous pensons qu'il convient de considérer ce matériau au même titre que les enrobés pour le soin qu'il faut apporter à l'étude préliminaire d'une formule et ensuite à la mise en œuvre. C'est là que l'intervention du Laboratoire devient essentielle.

La tâche du Laboratoire Central a donc consisté à mettre au point et à diffuser dans les Laboratoires Régionaux une méthode pour l'étude préliminaire, avant un chantier, qui doit permettre de choisir les meilleures caractéristiques du traitement, méthode qui n'existait pas pour les graves traitées au ciment. Il a également mis au point avec l'aide des Laboratoires Régionaux, et diffusé, une méthode de chantier de contrôle de la teneur en ciment dans un sol fraîchement traité, suffisamment rapide (un résultat en 20 minutes) et précise ($\pm 0,2$ point de teneur en ciment) pour être maintenant employée sur tous les chantiers importants. Elle continuera sans doute longtemps à rendre des services appréciables pour contrôler la marche des centrales de grave-ciment, jusqu'à ce que se soient généralisés les dispositifs de contrôle par pesée continue qui existent à l'état de prototype. L'intervention d'un laboratoire routier sur un chantier de grave-ciment ne se limite d'ailleurs pas au contrôle de la teneur en ciment : il est aussi essentiel de contrôler la teneur en eau et le degré de compactage du matériau.

Il reste maintenant un effort important à faire pour mieux connaître comment varient, en fonction des paramètres du traitement, les propriétés mécaniques des graves-ciment que l'on peut prendre en compte pour un dimensionnement le plus rationnel possible des chaussées ; il faut également s'efforcer de mieux connaître, en vue si possible de limiter ses inconvénients, le phénomène de la fissuration concentrée de retrait de ce matériau. Pour atteindre ces objectifs, il faut tout un programme d'études de Laboratoire, de planches expérimentales, et aussi de constatations sur les chantiers.

Il ne faudrait pas, sous prétexte que c'est actuellement le problème le plus important, perdre de vue que le traitement au ciment des sols grenus n'est pas le seul traitement possible ; peut-être des techniques comme le traitement aux résines

synthétiques ou des traitements mixtes ciment-bitume apporteront-elles dans l'avenir des solutions intéressantes : il faut s'en préoccuper dès maintenant.

Nous pensons en conclusion que les couches de base des chaussées, bien qu'on les considère comme moins « nobles » que les couches supérieures en béton ou en enrobés — puisqu'en particulier l'automobiliste ne les voit pas — méritent de la part des laboratoires routiers un effort important.

Le problème de l'utilisation en technique routière de certains sous-produits industriels : cendres-volantes et laitiers, a été rattaché au même groupe de recherche du Laboratoire Central. L'emploi et la valorisation de ces déchets de la production, respectivement, de l'énergie électrique et de l'acier, est évidemment très intéressant pour l'économie nationale ; elle est aussi utile pour les Ponts et Chaussées, qui peuvent trouver en eux des matériaux qui ont parfois des propriétés intéressantes, dans des régions souvent démunies de matériaux naturels ; mais c'est surtout une obligation devant le problème, parfois angoissant, que pose l'évacuation de centaines ou même milliers de tonnes de déchets produits chaque jour par une seule centrale thermique ou un seul haut-fourneau, toujours situés dans des régions où le sol est très encombré et où la place manque. Certes l'utilisation en construction routière de ces sous-produits n'est pas la seule utilisation possible, mais nous verrons que les besoins routiers absorbent une part non négligeable de la production.

C'est sans doute le problème de l'évacuation des *cendres-volantes* récupérées dans les fumées des centrales thermiques brûlant du charbon pulvérisé, qui est le plus préoccupant. La nouvelle centrale de Blénod, dans son état définitif, produira 2.000 tonnes de cendres *par jour* ; si les cendres de la future centrale du Havre sont stockées en chambres de décantation, c'est 25 hectares par an qui seront dévolées en 1970, et 50 ha par an en 1980.

Sur une production d'environ 4 millions de tonnes de cendres volantes en 1965, 2 millions de tonnes ont été valorisées, dont 750.000 tonnes pour les usages routiers (le reste étant surtout utilisé par les cimenteries). Il n'était pas possible d'utiliser en remblai ou en assises de chaussées ce matériau, qui a la finesse d'un ciment et que certains producteurs appellent du nom peu flatteur de « suies », sans prendre de garanties sérieuses, c'est-à-dire notamment sans faire d'études de laboratoire. Le Laboratoire Central, puis le Laboratoire Régional de Lille, ont étudié diverses formules de couches de chaussée faisant intervenir des cendres-volantes et tirant profit de leurs propriétés pouzzolaniques : en addition dans un sable-ciment, ou bien traitées au ciment, avec ou sans mélange avec du laitier granulé ; un remblai expérimental a été réalisé. Le résultat de ces études est que certains terrils de cendres, qui s'étaient intégrés au paysage de la région du Nord, ont maintenant disparu ; plus de 800.000 tonnes de cendres y ont été utilisées pour la route depuis 1963 ; sur la dernière section de l'autoroute A. 25 Lille-Dunkerque, seules les couches de base et de surface sont en enrobés, remblai et couches de fondations sont en cendres-volantes, traitées ou non. Grâce à l'apport des cendres-volantes et du laitier, la région du Nord, qui était totalement dépourvue de matériaux routiers, trouve maintenant sur place des ressources avantageuses. D'autres régions songent maintenant à développer l'utilisation des cendres en construction routière.

Autre sous-produit industriel important, le *laitier de haut fourneau* se présente sous deux formes : le *laitier concassé*, obtenu après refroidissement dans d'immenses fosses, puis concassage, est en quelque sorte une roche artificielle ; le *laitier granulé*, refroidi brutalement dans un courant d'eau, se présente sous la forme d'un sable, et a la propriété de faire prise dans certaines conditions, propriété qu'il doit à la trempe qu'il a subie.

La production de laitier valorisée est plus forte que pour les cendres : en 1963, sur 13 millions de tonnes produites, 80% environ ont été valorisés, dont

les deux tiers pour les usages routiers, le tiers restant étant surtout utilisé par les cimenteries sous forme de laitier granulé.

Un mélange des deux formes de laitier est utilisé depuis assez longtemps en assise de chaussée dans la région de l'Est. Cependant l'extension de l'emploi de cette formule en couche de base d'autoroute, en particulier sur l'autoroute A. 1, a amené un certain nombre de laboratoires des Ponts et Chaussées à se pencher sur le problème de l'amélioration de ce produit dans le but d'augmenter son homogénéité et sa facilité de mise en œuvre, lui permettant de mieux satisfaire aux exigences de qualité et d'« industrialisation » d'un chantier autoroutier. Aussi une étude décentralisée dans certains Laboratoires Régionaux a-t-elle été lancée, le Laboratoire Central en assurant la coordination.

Un effort important d'études et de constatations sur le chantier de l'autoroute A. 1 a été fait par le Laboratoire Régional de St-Quentin, qui a abouti à certains résultats tangibles. Un laboratoire spécial a été créé à Nancy, près des centres producteurs de l'Est.

Un autre emploi du laitier, qui va être amené à se développer d'une façon importante, a été mis au point en Saône-et-Loire. Il s'agit du traitement de graves naturelles par du laitier granulé, avec addition de chaux grasse comme catalyseur. Un million de tonnes de ce matériau ont été mis en œuvre avec succès dans ce département. Appelé aux mêmes usages que les graves-ciment, il présente sur elles des avantages importants, liés surtout au fait que sa prise très lente facilite beaucoup la mise en œuvre, et à ce que le liant peut être réparti de façon plus complète et homogène au sein du matériau brut du fait qu'il est en proportion élevée (15%). Cependant le laitier granulé, sous-produit industriel, n'a pas la même constance de qualité que le ciment, d'une source de production à une autre, ni même à l'intérieur d'une même source de production ; c'est pourquoi le développement en France de cette technique suppose, pour avoir toute chance de réussir, une bonne connaissance des propriétés hydrauliques du laitier granulé telles qu'elles se manifestent lors du traitement d'un sol, et notamment, que l'on mette au point un essai permettant de distinguer rapidement les bons laitiers des mauvais laitiers à ce point de vue. Le Laboratoire Régional d'Autun s'est donc attaqué à ce problème, et a déjà obtenu des résultats fort intéressants, qui peuvent déboucher sur une amélioration de la qualité du laitier granulé en jouant sur ses conditions de granulation. Le Laboratoire Régional de Trappes prépare dès maintenant l'extension de la technique des graves-laitier à la région parisienne.

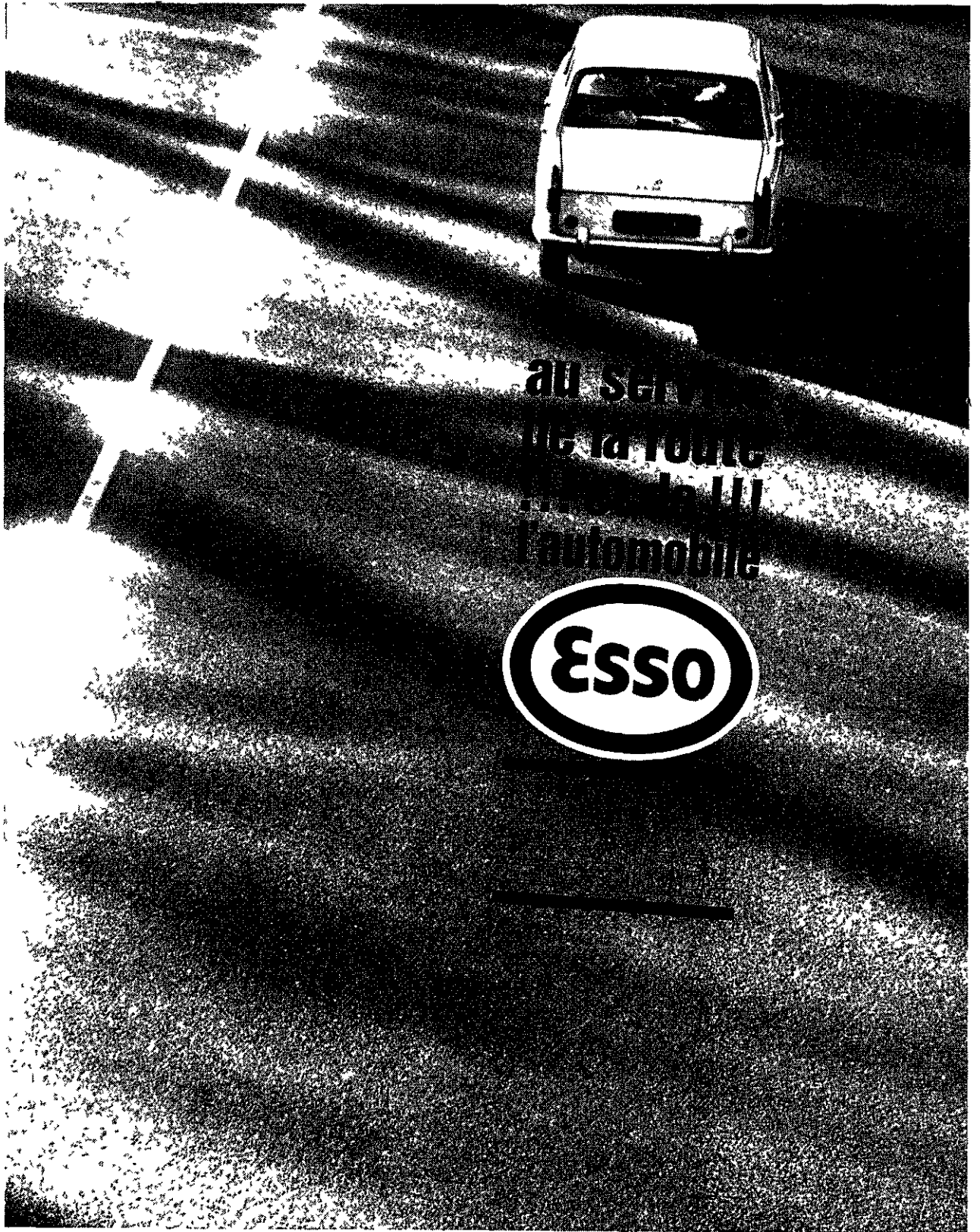
PELLES EIMCO

2, rue de Clichy

PARIS (9^e)

Téléphone : TRINITE 69-47 (2 lignes)

Télégrammes EMCOR-PARIS



au service
de la route
mondiale
de l'automobile



REVÊTEMENTS HYDROCARBONÉS

Recherches rhéologiques et tendances nouvelles

MM. BRUNSCHWIG et SAUTEREY, Ingénieurs des Ponts et Chaussées

Les revêtements hydrocarbonés ont eu jusqu'à ces dernières années un rôle essentiellement « superficiel » : sous forme d'enduits gravillonnés ou de couche de roulement de quelques centimètres d'épaisseur — ils étaient en quelque sorte le « couvercle » de la chaussée, chargés de la protéger contre l'infiltration des eaux de pluies et d'offrir au roulement des véhicules automobiles une surface confortable.

A l'heure actuelle, ils ont gagné « en profondeur » et sous forme de couches de liaison ou de couches de base, ils forment une part très importante de la chaussée.

Dans le contexte actuel de programmes de construction ou de renforcement de chaussées à trafic lourd, les moyens de fabrication et de mise en œuvre augmentent en nombre et en capacité et les préoccupations de prévision, de planification et de calculs présentent une singulière acuité.

Le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées et les Laboratoires Régionaux ont donc dû acquérir une meilleure connaissance des propriétés intrinsèques, des conditions d'emploi, de fabrication et de mise en œuvre des enrobés bitumineux ;

— d'une part, pour connaître les lois générales qui régissent le comportement mécanique de ces matériaux et en tenir compte pour l'établissement des règles de dimensionnement de la chaussée

— d'autre part, pour les rendre aussi aptes que possible à remplir leur mission, en eux-mêmes et en tant que constituants de la structure routière.

Nous allons esquisser les grandes lignes de ce qui est fait au L.C.P.C. dans ce sens :

I. — RECHERCHES RHEOLOGIQUES

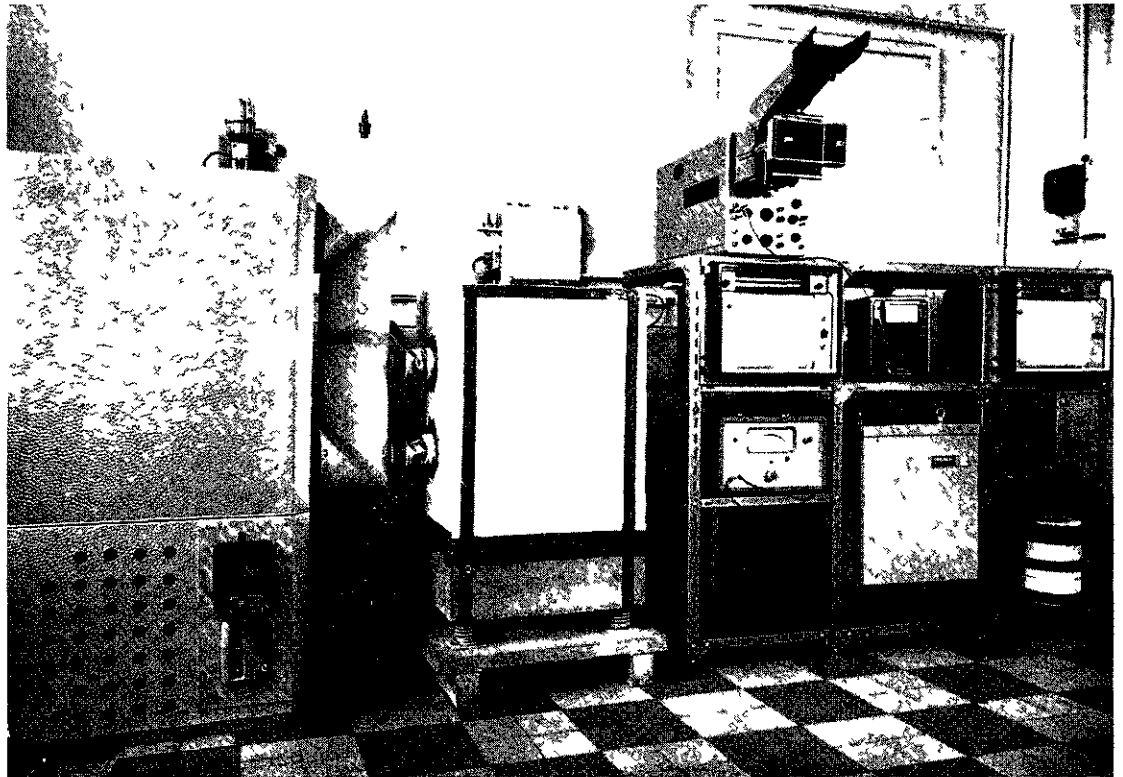
La Rhéologie est une discipline relativement récente qui concerne les déformations des matériaux sous l'application d'un champ de contraintes. Elle constitue donc la fondation commune d'un très grand nombre d'applications, dans des domaines d'une stupéfiante diversité, puisque les matériaux impliqués dans ces applications peuvent aller des couches géologiques aux liquides biologiques...

L'essor des matières plastiques a provoqué de très nombreuses recherches rhéologiques, leur comportement mécanique étant souvent très différent de celui auquel l'Ingénieur était accoutumé de rencontrer dans d'autres matériaux. Il se trouve ainsi que les recherches rhéologiques sur les bitumes et matériaux enro-

bés ont profité, en quelque sorte d'un puissant courant de recherche, aussi bien expérimental que théorique, qui s'est récemment développé.

L'étude de laboratoire a consisté à examiner dans quelles conditions on pouvait considérer bitumes et enrobés comme relevant de la théorie de la visco-élasticité linéaire ; c'est-à-dire présentant un comportement élastique couplé avec un comportement visqueux, l'ensemble étant néanmoins régi par la loi de linéarité, proportionnant les effets aux causes.

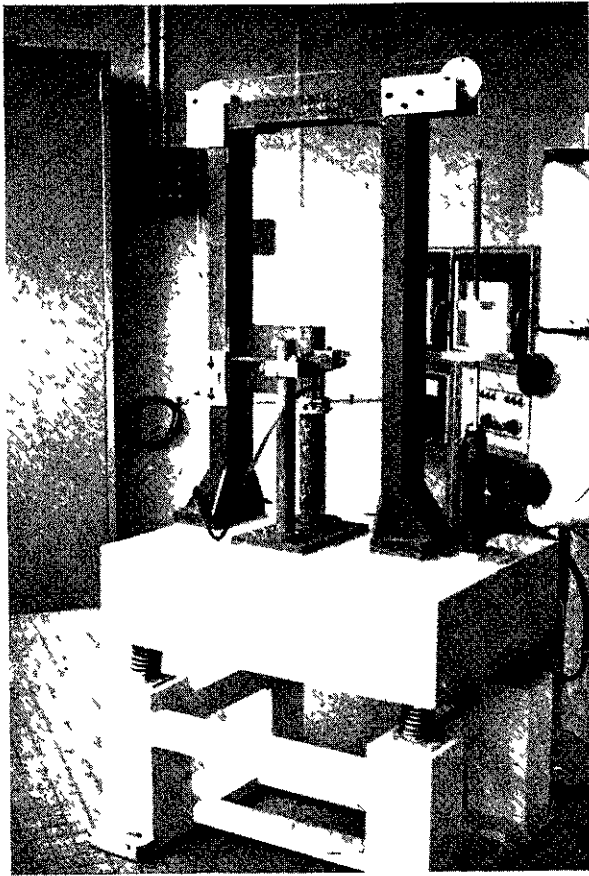
C'était une première étape indispensable avant d'aborder le domaine « non linéaire » dans lequel « vivent » certainement les revêtements, au moins une partie de leur existence.



Essais statiques de fluage Vue d'ensemble de l'appareillage

Cette étape a déjà permis de faire un certain nombre de constatations intéressantes.

Tout d'abord, il est frappant de remarquer la grande analogie de comportement des bitumes — mélanges de corps de masses moléculaires moyennement élevées — avec celui de hauts polymères. En particulier, la dépendance caractéristique des propriétés mécaniques des bitumes vis-à-vis de la température et de la durée d'application des charges, comporte une symétrie remarquable entre le rôle de ces deux paramètres ; au point que le recours à une variable réduite (temps ou fréquence) fonction de la température permet le regroupement des isothermes d'un paramètre intrinsèque (module, fonction, fluage, etc.) sur une courbe unique, pour un liant donné.



*Essais statiques de fluage de torsion.
Vue du bloc d'essai (caisson thermostatique enlevé)*

à des matériaux dont les fonctions visco-élastiques (module, fluage, etc...) peuvent en principe être déterminées moyennant la connaissance des éléments suivants :

module instantané, correspondant aux temps de charge très courts ou aux températures très basses (de l'ordre de quelques centaines de milliers de bars)

module statique, correspondant aux temps de charge longs ou aux températures élevées (de l'ordre de quelques centaines de bars)

Ces deux modules dépendent de la granulométrie et de la compacité

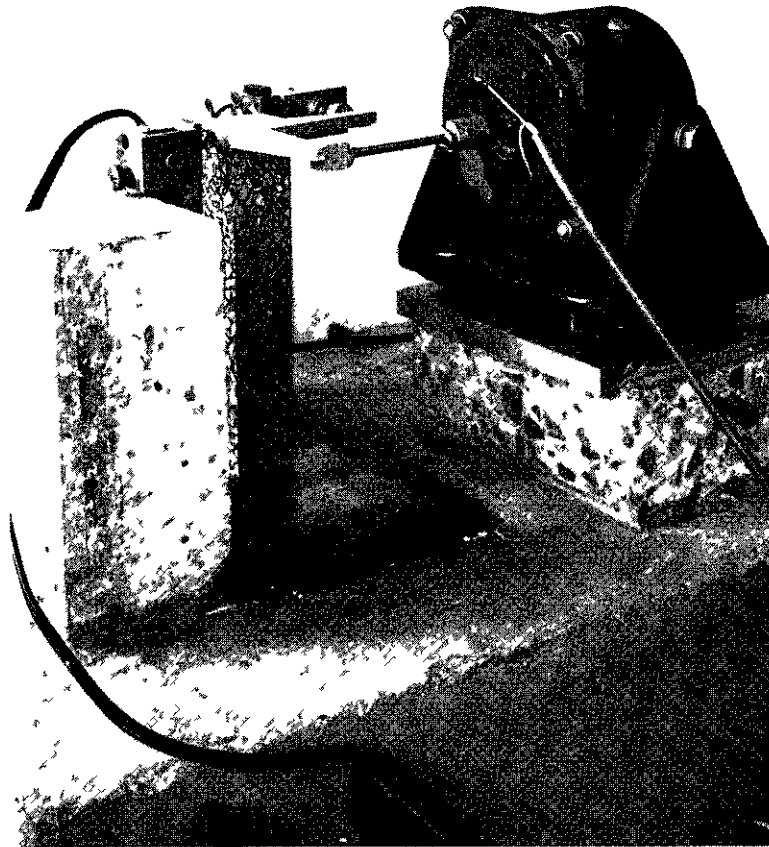
susceptibilité thermique, dépendant directement de celle de la viscosité du liant et représentable à l'aide de 2 constantes liées à des caractéristiques thermo-dynamiques du liant.

On peut penser, d'autre part, que le vieillissement du liant, sous l'effet des diverses « agressions » que lui font subir les conditions extérieures, et la fatigue du matériau sous la répétition des charges, apportent des modifications qui se différencient suivant les formules et les liants employés. C'est dire l'importance que revêt l'étude des phénomènes de vieillissement et de fatigue, importance qui doit primer les difficultés indéniables d'une telle étude.

Le facteur important, dans ce domaine, semble bien devoir être la déformation, qui joue un rôle bien plus que proportionnel, puisqu'il s'agit de la puissance 5, dans la réduction des durées de vie avant rupture. Ceci permet de souligner la part très prépondérante du trafic lourd dans la vie d'une chaussée souple.

Il est non moins frappant de noter l'importance du rôle du bitume dans un béton bitumineux où il n'intervient, en poids, que pour quelques %, le reste du matériau étant composé de solides à comportement, grosso modo, élastique. Mais le bitume est finement réparti, en films minces, et imprime au béton bitumineux le caractère visco-élastique de son propre comportement, à l'échelle près. Le granulats semble bien intervenir essentiellement dans le *facteur d'échelle* ; la compacité, en particulier, influence ce facteur, comme le montrent des expériences effectuées récemment. Il est d'ailleurs heureux qu'un matériau fortement hétérogène comme le béton bitumineux présente, cependant, même à l'échelle d'une éprouvette de laboratoire d'une vingtaine de centimètres, une reproductibilité raisonnable dans sa réponse aux sollicitations, qui autorise le calcul et l'étude de ses paramètres fondamentaux.

On a également mis en évidence une grande parenté de réaction parmi les bitumes routiers classiques (indices de pénétration compris entre ± 1) ; leur utilisation en enrobage conduit



*Essais dynamiques en flexion-torsion alternée
Detail de l'appareillage*

Mais cette étude des phénomènes de fatigue, qui va débiter sur un certain nombre de cas concrets, devra se poursuivre sur un plan plus général, qui permettra — on est du moins en droit de l'espérer — de fonder raisonnablement une *prévision* de durée de service d'une couche bitumineuse, dans des conditions données de composition d'une part et de trafic d'autre part. L'outil ainsi élaboré sera donc au service de l'Ingénieur pour l'aider à choisir le meilleur matériau pour les conditions qu'il doit remplir.

II. — TENDANCES ACTUELLES EN MATIERE DE BETON BITUMINEUX

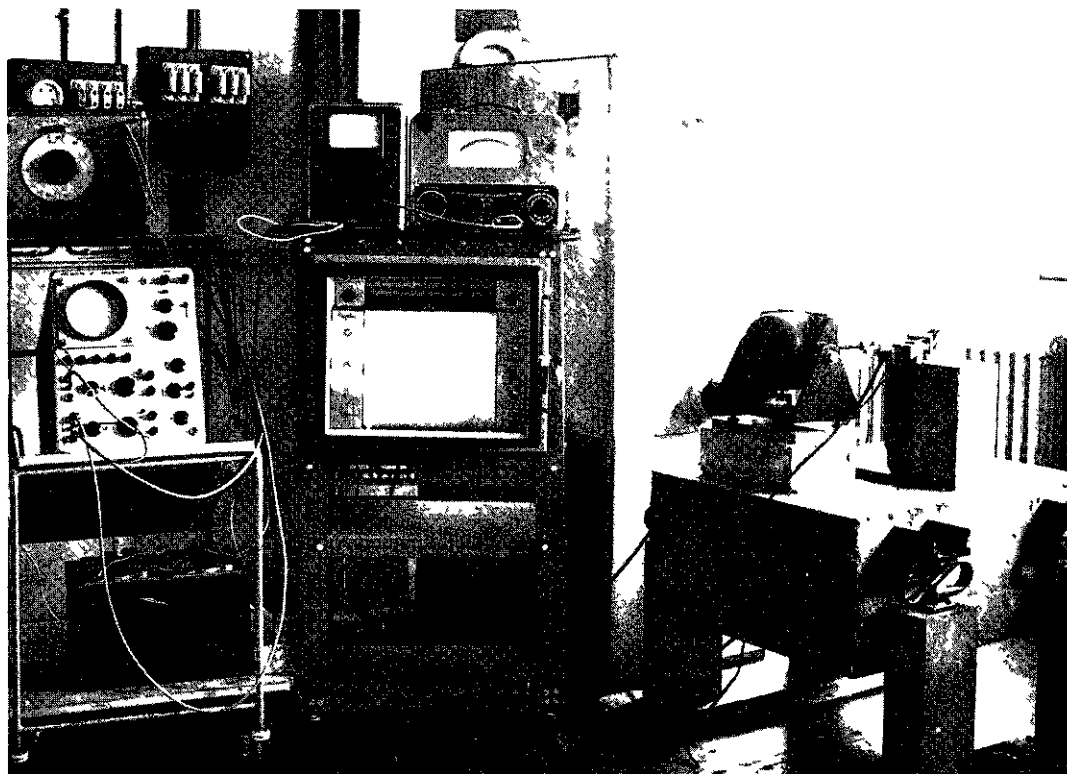
Compte tenu des recherches entreprises au L.C.P.C., notamment de celles relatives ci-dessus ayant trait au comportement rhéologique des bétons bitumineux et de celles entreprises dans le cadre du Groupe de la Glissance, une évolution se manifeste à l'heure actuelle dans la conception des bétons bitumineux pour couches de roulement d'Autoroutes ou de renforcement de routes nationales.

Cette évolution est dictée par deux faits :

- d'une part, il est évidemment nécessaire que les couches de roulement modernes présentent des qualités anti-dérapantes, non seulement à vitesse

modérée, mais également aux vitesses élevées qui seront notamment très couramment pratiquées sur les routes françaises.

Or, des études étrangères — anglaises — en particulier — que recourent d'ailleurs de façon satisfaisante les éléments dont nous disposons en France — montrent que des qualités anti-dérapantes convenables à vitesse élevée ne peuvent être obtenues que pour des revêtements à rugosité géométrique forte, que ne peuvent présenter des bétons bitumineux fins ou des bétons bitumineux habituels, riches en mortier.



*Essais dynamiques en flexion-torsion alternée.
Vue d'ensemble de l'appareillage (caisson thermostatique enlevé)*

-- d'autre part, les constatations actuelles sur les tronçons d'autoroute déjà réalisés ou sur les déviations de routes nationales importantes montrent que, pour des chaussées convenablement dimensionnées et comportant des couches épaisses d'enrobés bitumineux, le risque principal de dégradation n'est plus la fissuration par temps froid, mais le fluage par temps chaud.

Ce fluage se manifeste essentiellement par un phénomène « d'ornièrage » particulièrement marqué sur la voie de droite.

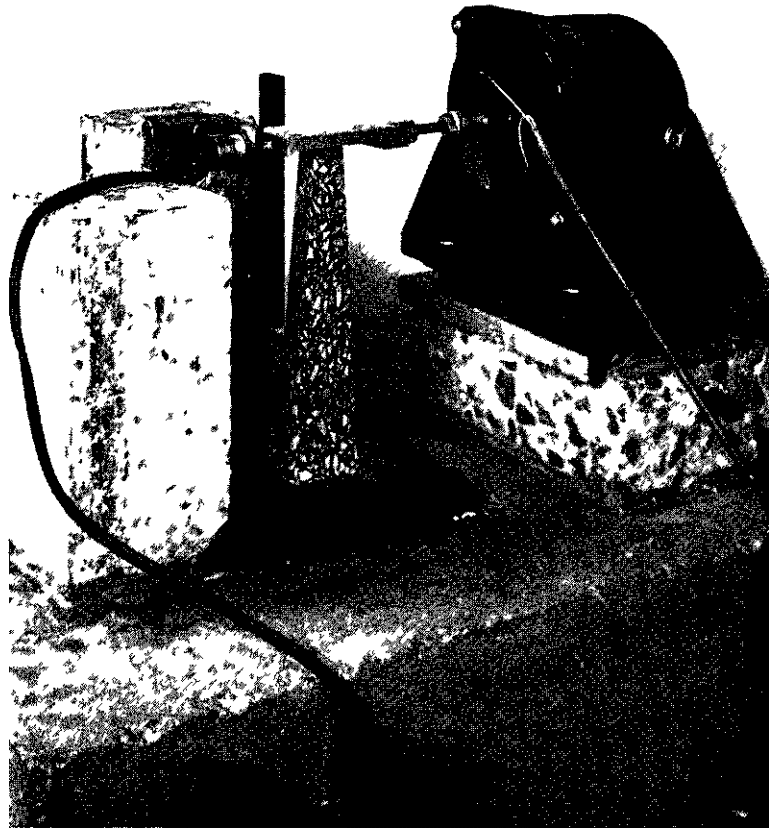
Diverses raisons expliquent ce phénomène :

— par les chaudes journées d'été, on peut relever dans les revêtements noirs des températures de l'ordre de 60° C — et même plus.

- le trafic lourd circule principalement sur la voie de droite, d'une façon très canalisée, et à allure relativement faible.

— dans ces conditions (températures élevées, vitesses de sollicitations faibles) le module des enrobés bitumineux s'abaisse considérablement. Ceux-ci deviennent donc très facilement déformables.

On peut même penser que, dans certaines conditions, le module de l'enrobé devient inférieur au module de la grave traitée au ciment sur laquelle il repose : un effet, que certains appellent « effet d'enclume » favoriserait alors la concentration des contraintes et l'apparition de déformation plastique dans l'enrobé.



*Essais dynamiques en flexion alternée
Detail de l'appareillage*

Pour obtenir des bétons bitumineux ayant une texture superficielle « à rugosité géométrique forte » et possédant une bonne résistance au fluage, il nous paraît nécessaire d'appliquer les principes suivants :

1) utiliser des formules « grenues » c'est-à-dire comportant une très forte proportion de gravillons — par exemple 60 % d'éléments supérieurs à 3 mm dans un béton bitumineux 0/12,5.

Dans les formules comportant un pourcentage supérieur d'éléments fins, le mortier remonte en surface lors du compactage et dans ces conditions la rugosité géométrique et la résistance au dérapage obtenues ne sont pas essentiellement différentes de celles obtenues avec un « enrobé fin ».

2) faire très largement appel aux matériaux de concassage — de roches dures ; pour préciser, disons que tous les gravillons devraient être des éléments concassés (et pas seulement « ébréchés » comme ceux que l'on rencontre dans les matériaux dénommés — souvent avec un bel optimisme — « semi-concassés »).

Dans les sables, on pourra admettre — pour ne pas trop sacrifier la maniabilité — l'incorporation de sable roulé, mais d'une façon limitée (de l'ordre de 10 %).

Dans de tels enrobés, une part importante des contraintes de cisaillement sera supportée par le frottement interne et la cohésion d'imbrication du squelette minéral, donnant ainsi un risque moindre d'apparition de déformation plastique due au bitume.

Nota : il pourra par ailleurs être intéressant, notamment pour simplifier la composition d'utiliser des formules discontinues, ne comportant pas d'éléments compris entre 2 et 5 mm.

L'on aura ainsi, par exemple, un béton bitumineux comportant :

65 % de gravillons 5/12,5

35 % de sable de concassage 0/2, apportant 6 % de filler

2 % de filler d'apport (chaux).

3) utiliser des bitumes durs.

Les Ingénieurs français qui ont été surtout habitués — pour des raisons non techniques — à utiliser des enrobés en couches minces sur des chaussées assez déformables — ont gardé une certaine tendance à utiliser des bitumes mous.

Pour les chaussées comportant des couches bitumineuses épaisses, il faut réviser cette habitude.

On ne devrait pas raisonnablement prévoir l'utilisation des bitumes plus mous que le 60/70 au sud de la Loire, et que le bitume 80/100 dans le Nord et l'Est.

Mais l'utilisation de bitumes plus durs ne permet pas d'accepter pour la confection de ces bétons bitumineux des granulats de moins bonne qualité, partiellement concassés, moins durs et plus ou moins bien gradués.

Il n'y a aucune raison de se priver de l'amélioration des performances mécaniques que procure un bitume dur, mais à condition d'appliquer cette amélioration à un enrobé bien étudié et de bonne qualité.

On reprochera certainement à de tels enrobés d'être peu maniables ; c'est vrai, et nous l'avons cherché, puisque la maniabilité n'est en fait que la manifestation immédiate de l'aptitude à la déformation que présentera l'enrobé.

Des précautions devraient être prises lors de sa mise en œuvre.

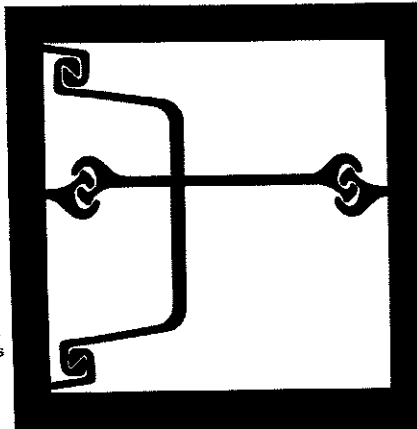
— répandage en couches suffisamment épaisses (minimum de 5 ans pour un 0/12,5).

— compactage à l'aide du compacteur à pneumatiques à pression élevée et à charge forte, immédiatement derrière le finisseur.

Cette évocation, commencée pour des éléments à apparence aussi « spéculative » que la rhéologie, la visco-élasticité linéaire et le module complexe, se termine de façon très « terre à terre » par le compactage.

C'est là, la physionomie que doit avoir la recherche dans un Organisme comme le L.C.P.C., elle ne doit pas craindre d'aller chercher ses méthodes près de la recherche fondamentale, mais elle doit en fin de compte aboutir à ce qui est sa raison d'être : l'amélioration de la technique routière.

La Courneuve 1964
(Autoroute du Nord)
fondation de culées
d'ouvrage d'art
sur pieux
métalliques
Larssen L.P. IV n



S.A.
au capital de
350.880 000 F

Sidélor

Service
technique
des palplanches .
4, rue des Clercs
Metz
(Moselle)
Tél 68-48-00

Bureau central
des palplanches :
1 rue Georges Berger
Paris 17^e
Tel 924-83-60

Palplanches métalliques, larssen, lackawanna, rombas 400 g



MISE EN ŒUVRE D'UN CONTROLE EFFICACE DES BÉTONS ET ACIERS

MM. PAREY, HOSSARD, Ingénieurs des Ponts et Chaussées, LEZY, Chef de Service du Cadre du L.C.P.C.

L'aménagement du réseau routier et le développement des autoroutes rendent nécessaire la construction d'ouvrages d'art toujours plus nombreux et toujours plus hardis.

On est conduit, notamment pour les ouvrages en béton précontraint, à faire appel à des matériaux de qualité suffisamment élevée.

En ce qui concerne le béton, l'obtention de hautes performances résulte d'un compromis entre des exigences parfois contradictoires :

- de bonnes résistances mécaniques et un module d'élasticité suffisant,
- un faible retrait et un faible fluage,
- une bonne compacité garantissant à la fois le béton et les armatures d'une corrosion possible,
- enfin, une bonne maniabilité permettant une mise en place facile dans les parties à forte densité d'armatures.

Ceci implique que le béton soit étudié préalablement à la réalisation, et que l'on s'assure que la fabrication sur chantier respecte les conditions déterminées par l'étude de laboratoire.

Le laboratoire peut donc apporter son concours au Maître d'œuvre à plusieurs stades de la conception et de la réalisation.

Il peut, tout d'abord, effectuer une étude préalable destinée à établir la composition optimum du béton de l'ouvrage compte tenu de certains éléments :

- caractéristiques des matériaux disponibles et du ciment qui sera utilisé,
- caractéristiques de l'ouvrage et notamment densité d'armatures et épaisseurs minima à réaliser,
- dans une certaine mesure, caractéristiques du matériel de fabrication, de mise en place et de serrage, qui sera utilisé sur le chantier.

Le laboratoire doit s'attacher à réaliser une composition donnant des caractéristiques relativement peu « pointues ». Cependant, compte tenu des impératifs énumérés ci-dessus, il n'est pas toujours possible d'aboutir à des formules peu sensibles aux variations possibles de constituants ou de dosages.

On ne peut donc pas se contenter d'une étude théorique et la vérification sur chantier s'impose ; certaines recommandations récentes prescrivent la fabrication d'éprouvettes, après l'étude préalable, à l'aide du matériel de chantier, pour réaliser des « bétons témoins ».

Le contrôle des bétons en cours de chantier n'est pas chose particulièrement aisée : il est en effet tout à fait illusoire d'apprécier la valeur d'un ouvrage, en prélevant un très petit nombre d'éprouvettes fabriquées, conservées et soumises aux essais dans des conditions variables.

Jusqu'à présent, le contrôle des bétons sur chantier se limite à la fabrication d'un certain nombre d'éprouvettes par élément d'ouvrage.

Ces éprouvettes, cubiques ou cylindriques, sont fabriquées dans des conditions très diverses (piquage, vibration à l'aiguille, etc...). Il s'avère que ce mode de contrôle donne des résultats très dispersés et peu représentatifs de l'ouvrage.

On s'oriente, à présent, vers des fabrications d'éprouvettes standardisées (cylindres 16/32) fabriquées avec un mode opératoire précis et à l'aide de microtables vibrantes utilisables sur chantier (fig. 1).

Par ailleurs, ce contrôle, à posteriori, ne devrait être là que pour confirmer les contrôles effectués en cours de fabrication ; en effet, si l'on est certain que les constituants élémentaires sont réguliers (granularité et propreté des granulats — qualité du ciment) et si l'on est sûr que le matériel de fabrication donne un béton conforme à la formule imposée (c'est-à-dire que le dosage est respecté et que le malaxage est correct), il y a peu de chances que le produit final ne soit pas convenable.

Ceci implique la vérification des points suivants :

A) Constituants.

- granularité et propreté des sables, graviers et cailloux (le fractionnement de certains granulats peut être imposé si l'on désire une régularité suffisante),
- prise, fissurabilité et évaluation accélérée des résistances des ciments (fig. 2).

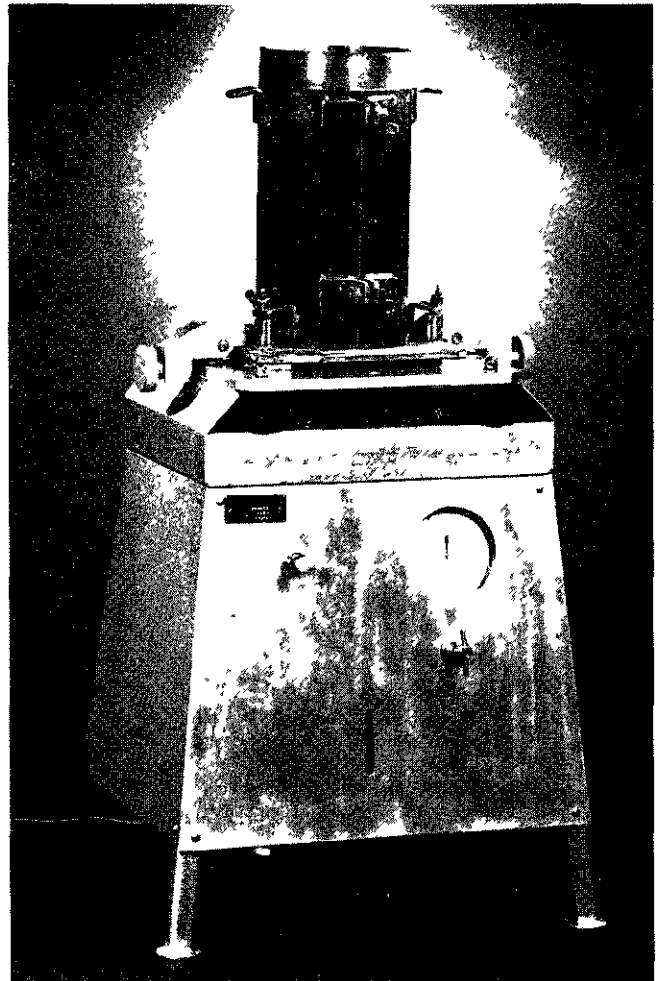


Fig. 1. — Micro-table vibrante à air comprimé utilisable sur chantier

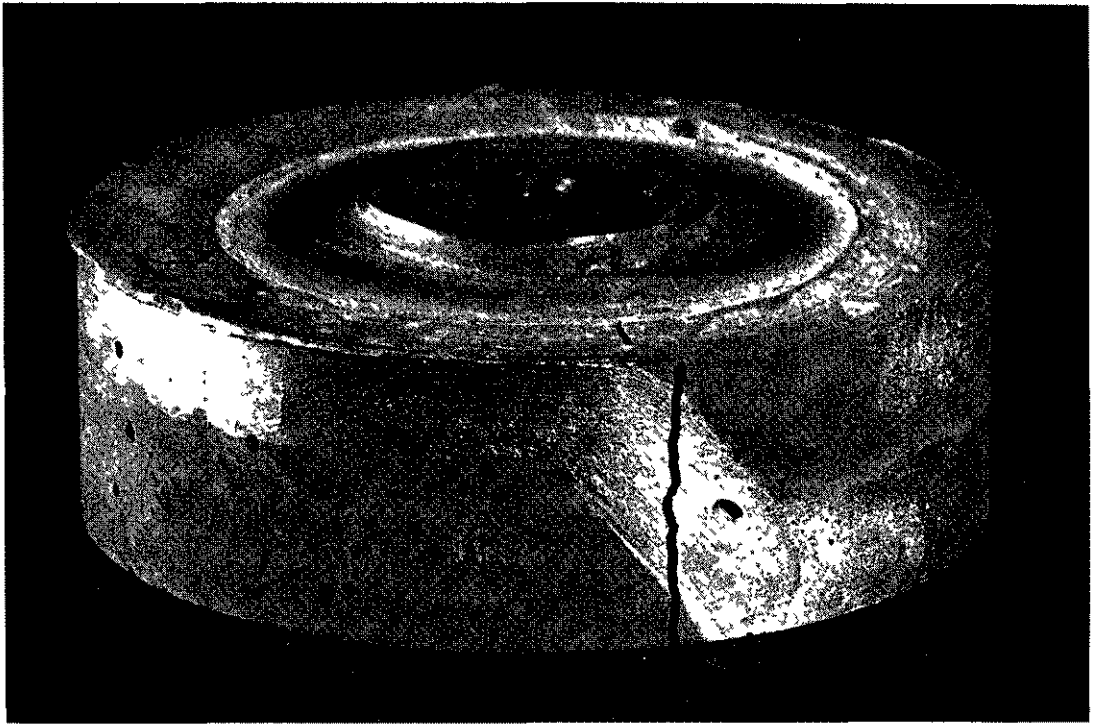


FIG. 2. — Anneau de fissurabilité montrant l'ouverture de la fissure

B) Matériel de fabrication.

- interdiction des installations de dosage volumétrique,
- adjonction aux centrales pondérales de dispositifs d'enregistrement des pesées et de l'énergie consommée par le malaxeur, permettent de garder une « bande témoin » de la fabrication,
- emploi de dispositifs automatiques contrôlés d'introduction éventuelle d'adjuvants.

Enfin, on peut espérer que la mise en service de moyens d'auscultation non destructifs (radio-isotopes, mesures électriques, etc...) permettra d'apprécier la densité du béton frais en place et, par suite, l'efficacité du serrage.

En ce qui concerne les aciers, nous examinerons successivement les aciers utilisés dans les ouvrages d'art et les essais pratiqués sur ces matériaux.

CATEGORIES D'ACIER UTILISÉES

On peut distinguer trois grandes catégories dans les aciers utilisés dans les ouvrages d'art :

- les armatures pour béton armé (ronds lisses et armatures à haute adhérence),
- les fils et câbles pour béton précontraint,
- les aciers pour construction métallique proprement dite.

Ces divers aciers se différencient à la fois par leur mode d'élaboration et leurs caractéristiques mécaniques.

ESSAIS MECANQUES PRATIQUES SUR CES ACIERS

Pour tous ces aciers, le contrôle fondamental est l'essai de traction poursuivi jusqu'à rupture avec enregistrement de la courbe contrainte-déformation (fig. 3). Cet essai permet la détermination des trois grandeurs suivantes :

- limite élastique (limite apparente ou limite conventionnelle suivant les cas) (fig. 4),
- résistance à la rupture,
- allongement à la rupture.

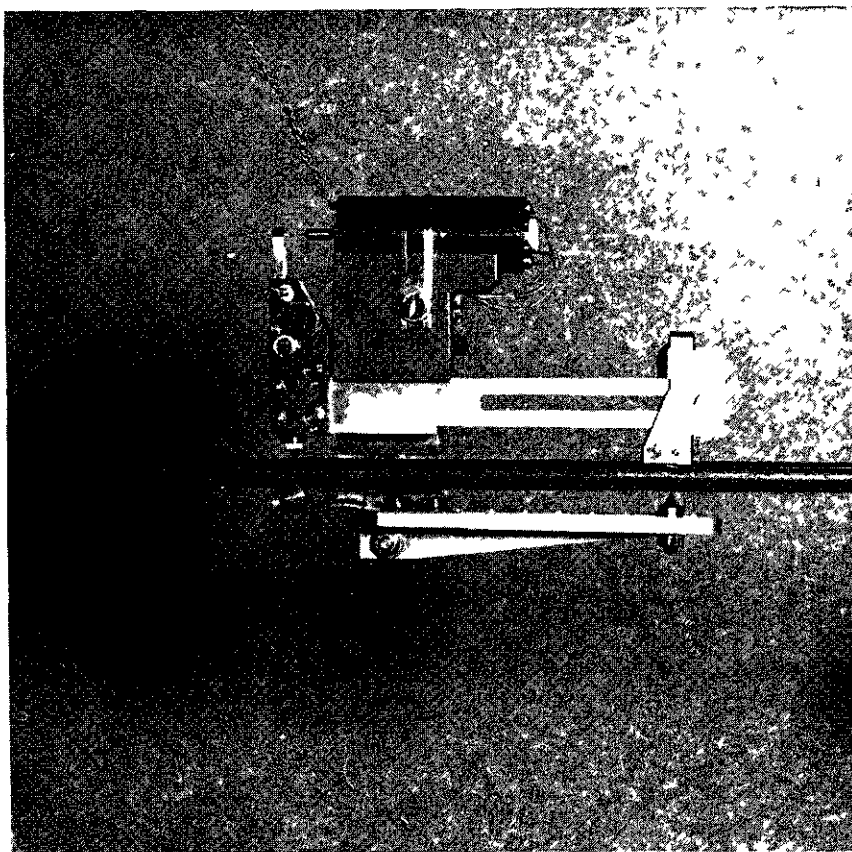


FIG. 3. — Extensometre électronique utilise pour mesurer les allongements dans l'essai de traction

Après cet essai de base, viennent ceux destinés à apprécier l'aptitude au pliage des aciers utilisés. Les modalités de ces essais varient du simple pliage à bloc ou sur mandrin pour les aciers de construction au pliage alterné et à la torsion alternée pour les aciers de précontrainte en passant par l'essai de pliage-dépliage pour les armatures de béton armé. D'autre part, la fragilité des aciers est appréciée au moyen des essais de résilience, dont le principe est bien connu.

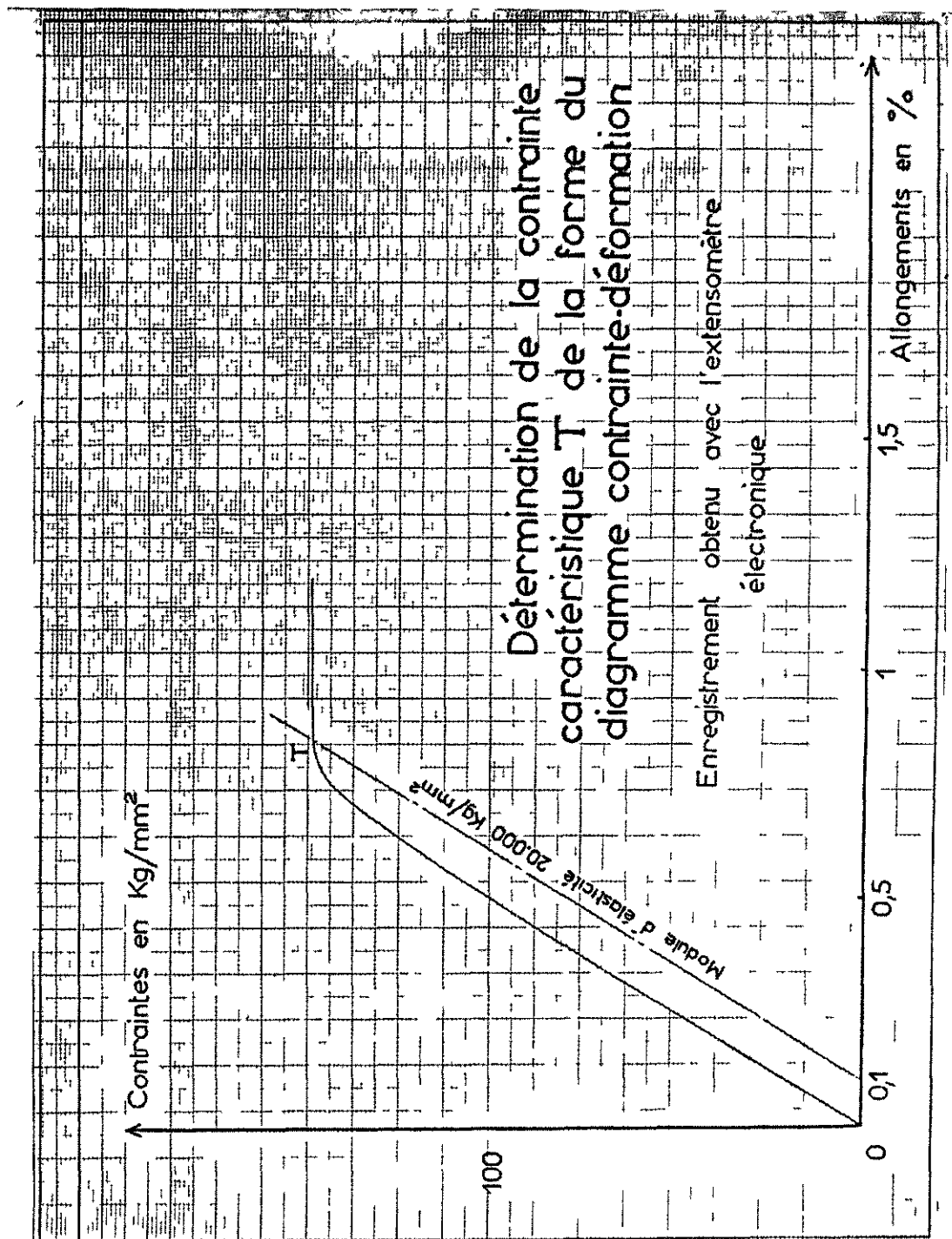


Fig. 4 — Diagramme contrainte-déformation d'un acier de précontrainte

ESSAIS PARTICULIERS AUX ACIERS DE PRECONTRAINTÉ

Nous voudrions indiquer ici quelques-uns des problèmes particuliers soulevés par les aciers de précontrainte et qui sont dus essentiellement aux conditions de travail très sévères de ces aciers

a) Relaxation.

On sait que le phénomène de relaxation consiste en la perte de tension dans un fil ou dans un câble dont la longueur est maintenue constante. On voit immédiatement l'intérêt qui s'attache à la connaissance de la relaxation des aciers pour le calcul des ouvrages en béton précontraint. Malheureusement, l'étude du phénomène est rendue très difficile par le fait que la relaxation se poursuit indéfiniment et qu'il faut plusieurs années avant que l'on puisse considérer qu'elle a pratiquement atteint sa valeur limite. Le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées a mis au point une machine précise qui permet d'obtenir des enregistrements continus de la relaxation des fils de précontrainte (fig. 5).

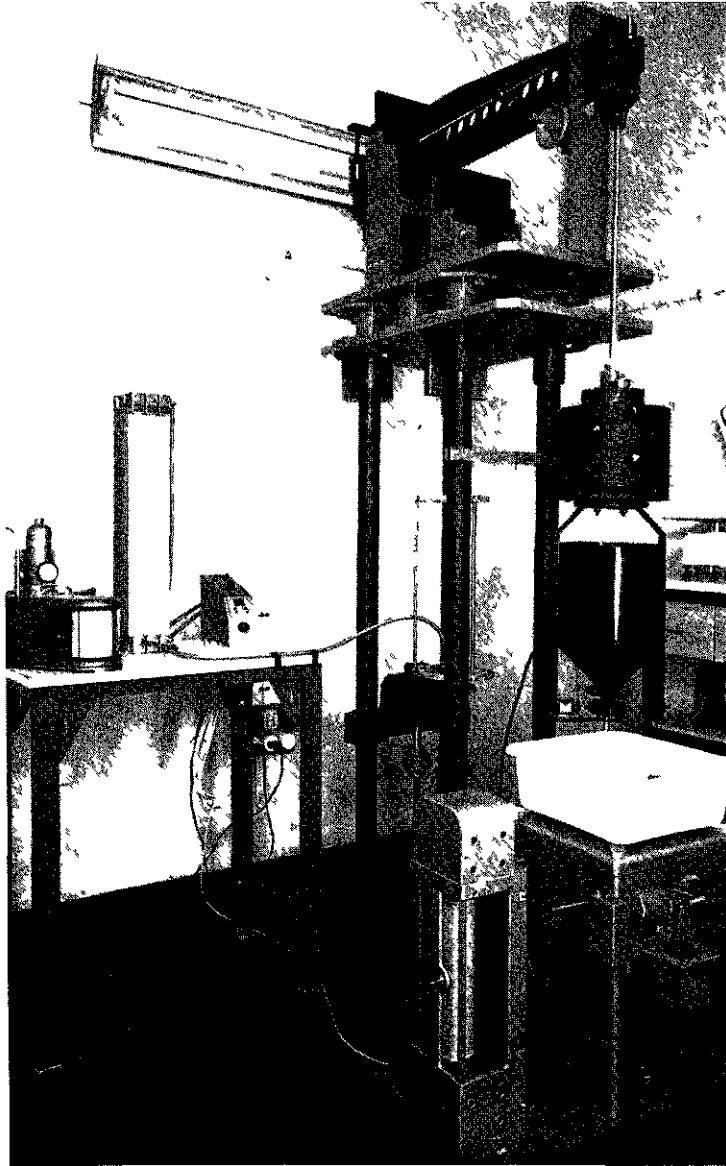


FIG. 5 — Machine de relaxation du L.C.P.C.

b) Corrosion sous tension.

Le phénomène de corrosion sous tension consiste en la rupture fragile des aciers sous tension en milieu corrodant. Le mécanisme de ce phénomène, qui peut avoir des conséquences extrêmement graves pour les constructions précontraintes, est encore imparfaitement élucidé et le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées se préoccupe actuellement de mettre au point un essai permettant d'apprécier le comportement des aciers vis-à-vis de la corrosion sous tension (fig. 6).

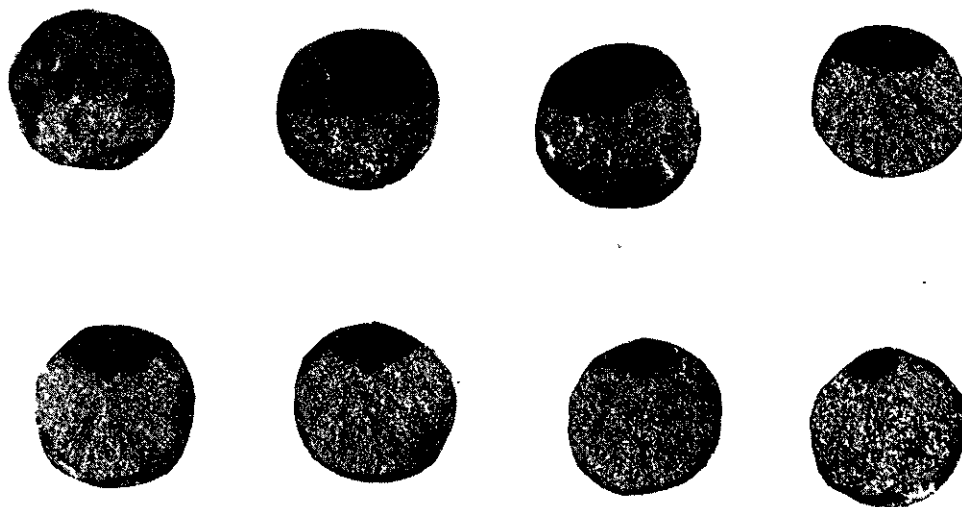


FIG. 6. — Faciès de rupture obtenus par corrosion sous tension

c) Fatigue.

Le phénomène de fatigue des matériaux consiste en une diminution de leurs propriétés mécaniques sous l'effet de charges répétées un très grand nombre de fois. En ce qui concerne les aciers de précontrainte, le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées a entrepris une étude de leur comportement sous traction répétée et sous traction ondulée (fig. 7). Les premiers résultats montrent que la tenue des aciers à la fatigue est liée à leur fragilité et à leur sensibilité à l'effet d'entaille.

EVOLUTION DES REGLEMENTS RELATIFS AUX ACIERS

Le Cahier des Prescriptions Communes relatif à la fourniture des aciers de construction métallique, qui a été récemment promulgué, ainsi que celui relatif à la fourniture des aciers pour béton armé, qui va bientôt être publié, ont marqué une évolution des principes régissant le contrôle de la fourniture des aciers. On voit apparaître dans ces textes deux notions distinctes : l'agrément du producteur et l'agrément du produit (le mot agrément étant pris au sens d'agrément ministériel donné sur proposition d'une Commission d'Agrément et de Contrôle). Il importe de bien distinguer ces deux notions :

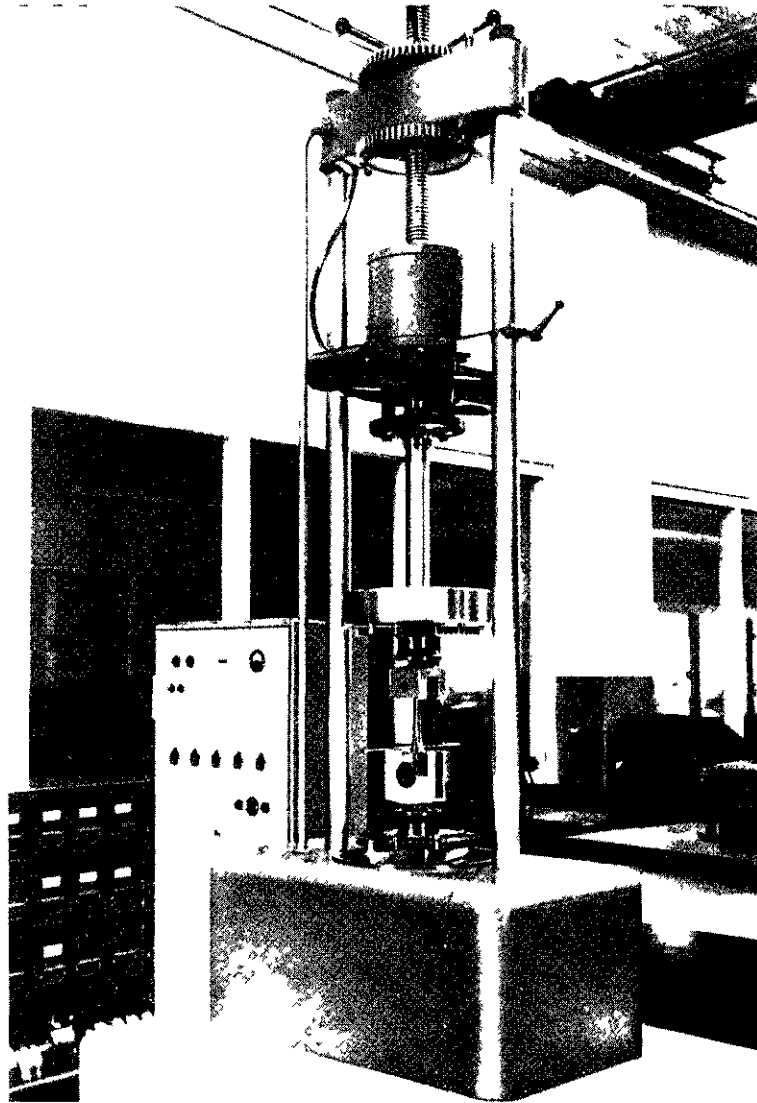


FIG. 7. — *Machine de fatigue vibrophase Amster*

- L'agrément du producteur signifie que, après examen de ses méthodes de fabrication et de contrôle, l'administration fait confiance au fabricant moyennant un contrôle intermittent.
- L'agrément du produit donne lieu à l'élaboration d'une fiche d'agrément dans laquelle sont indiqués les caractères de toute nature définissant une certaine fabrication, caractères sur lesquels porte la garantie du producteur.

S'agissant d'un producteur agréé, la présentation en recette prend alors un caractère assez exceptionnel. Elle peut cependant être imposée par l'ingénieur, Maître d'œuvre, chaque fois que celui-ci le juge nécessaire.

Le Cahier des Prescriptions Communes relatif aux fournitures de fils pour armatures de précontrainte, qui est antérieur, avait amorcé cette évolution des rè-

gements. Il considère en effet que les essais de recette ont seulement le caractère d'essais d'identification, ayant pour but de vérifier qu'un lot présenté correspond bien à la qualité annoncée et garantie qui a été préalablement agréée.

CONCLUSION

Bien que des progrès sensibles aient été enregistrés dans la connaissance des bétons et des aciers mis en œuvre et dans leurs modes de contrôle, des efforts restent à faire.

Ces efforts seront d'autant plus payants, qu'une collaboration étroite s'instaurera entre les services constructeurs, les laboratoires régionaux et le Laboratoire Central. Par ailleurs, le développement de contrôles efficaces, rendu nécessaire par les cadences et les conditions de travail actuelles, ne peut résulter que d'une meilleure connaissance fondamentale des matériaux utilisés.

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'ENTREPRISES

Société Anonyme au Capital de 36.160.000 Francs

56, rue du Faubourg St-Honoré, PARIS-8^e

**ENTREPRISES GÉNÉRALES
TRAVAUX PUBLICS ET BATIMENT
ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE**

**BARRAGES - USINES HYDRO-ÉLECTRIQUES
ET THERMIQUES**

USINES, ATELIERS ET BATIMENTS INDUSTRIELS

TRAVAUX MARITIMES ET FLUVIAUX

AÉROPORTS - OUVRAGES D'ART

ROUTES - CHEMINS DE FER

CITÉS OUVRIÈRES

ÉDIFICES PUBLICS ET PARTICULIERS

ASSAINISSEMENT DES VILLES

ADDUCTIONS D'EAU

BUREAUX D'ÉTUDES

CENTRALES ÉLECTRIQUES

GRANDS POSTES DE TRANSFORMATION

LIGNES DE TRANSPORT DE FORCE

ÉLECTRIFICATION DE VOIES FERRÉES

ÉLECTRIFICATIONS RURALES

ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES INDUSTRIELS

INGEROUTE

14, RUE CAMBACERES - PARIS 8^e

**ÉTUDES ROUTIÈRES
A TOUS LES STADES :**

Etudes Economiques

Etudes de Tracé

Etudes Géotechniques

Etudes d'Ouvrage d'Art

Avant Projets et Projets Routiers

Etudes de Circulation

Etudes en Milieu Urbain

SURVEILLANCE DES TRAVAUX

INGEROUTE a été constituée par les Sociétés suivantes :

*B.C.E.O.M. 15, Square Max-Hymans, Paris 15^e
160 Ingénieurs et Techniciens*

*S.O.G.E.I. 4, rue d'Aguesseau, Paris 8^e
200 Ingénieurs et Techniciens*

*C.E.B.T.P. 12, rue Brancion, Paris 15^e
300 Ingénieurs et Techniciens*

FORCLUM

67, Rue de Dunkerque

PARIS-IX^e

Trudaine 74-03



TOUTES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES

Éclairage privé et public

*Équipement
Usines et Centrales*

Tableaux

Réseaux de distribution

*Lignes et Postes
toutes tensions*

*Candélabres
d'éclairage public*

Société Parisienne de Canalisations

S. Pa. C.

S. A. au Capital de 1.800.000 F

Siège Social et Direction Générale :

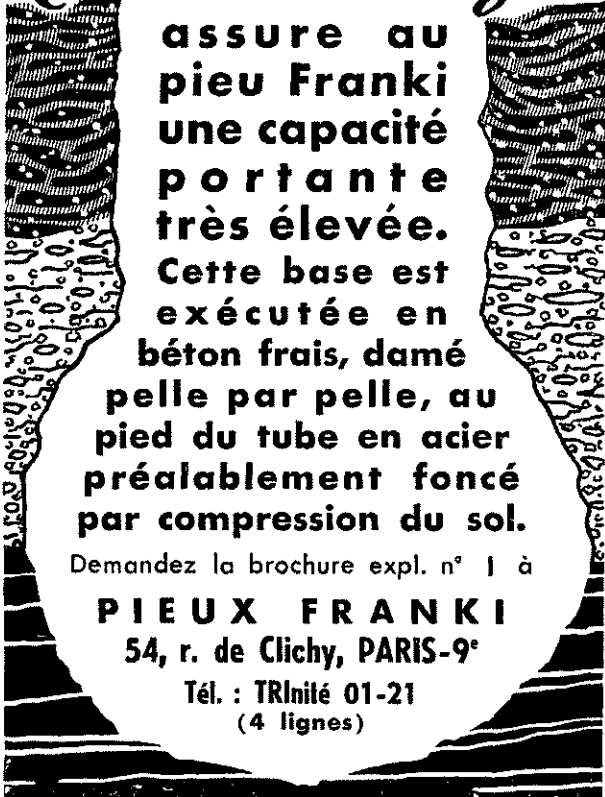
13, Rue Madame de Sanzillon

CLICHY (Seine)

Téléphone : PEReire 94-40 (+)

**EAU - GAZ - HYDROCARBURES
ET TOUS FLUIDES**

La base élargie



assure au
pieu Franki
une capacité
portante
très élevée.

Cette base est
exécutée en
béton frais, damé

pelleté par pelleté, au
pied du tube en acier
préalablement foncé
par compression du sol.

Demandez la brochure expl. n° 1 à

PIEUX FRANKI

54, r. de Clichy, PARIS-9^e

Tél. : TRInité 01-21

(4 lignes)

PLANUS

P.E.R.T. 233, FG ST-HONORÉ
PARIS 8^e - 924.78.23

OPTIMISATION DES INVESTISSEMENTS
PROGRAMMATION DES TRAVAUX
ORGANISATION DU SERVICE
COURS P.E.R.T. par CORRESPONDANCE

“ ELECTRONIQUE ”

M. SIREL, Ingénieur de l'École Supérieure d'Électricité

QUELQUES SOLUTIONS APPORTÉES PAR L'ELECTRONIQUE A DES PROBLEMES DE TRAVAUX PUBLICS

Les techniques électroniques ont permis ces dernières années de résoudre un certain nombre de problèmes qui intéressent les Travaux Publics, grâce à la souplesse qu'elles apportent pour des mesures de faibles déplacements, de courts intervalles de temps, pour transmettre des informations, pour enregistrer des signaux qui ne sont pas à la portée des techniques conventionnelles.

Les exemples suivants illustrent ces possibilités ; ils sont choisis parmi les utilisations les plus représentatives.

1. L'étude des déformations d'un ouvrage.

Dans le cas d'un ouvrage neuf, le projeteur est parfois conduit à faire un certain nombre d'hypothèses sur la répartition des contraintes ; dans le cas de réparations, l'efficacité d'un renforcement peut se mesurer par la diminution des contraintes dans l'ouvrage. Si on connaît les paramètres élastiques (E et γ) du matériau qui constitue l'ouvrage — c'est le cas pour un produit industriel comme l'acier avec une bonne approximation, mais non pas pour le béton — on peut remonter aux contraintes pour un calcul classique à partir des déformations : celles-ci seront mesurées avec une jauge à fil résistant.

La jauge de déformation à fil résistant est en principe constituée par un fil métallique que l'on colle — avec l'interposition d'un isolant — sur la surface de l'ouvrage à ausculter. La variation de la longueur de ce fil, produite par une déformation de la structure dont il est ainsi solidaire, provoque une variation de résistance et dans certaines limites la variation relative de résistance est proportionnelle à la variation relative de longueur :

$$\frac{\Delta R}{R} = K \frac{\Delta l}{l}$$

Le coefficient de proportionnalité est voisin de 2 pour la plupart des jauges à fil. Dans certaines jauges, le fil métallique est remplacé par un ruban cristallin dopé ; le coefficient est alors de 130 et peut même atteindre 160.

Suivant l'usage que l'on veut en faire, on peut choisir des jauges longues et minces dont le fil est simplement replié en épingle à cheveux (longueur 120 mm, largeur 1 mm) ou des jauges beaucoup plus petites dont le fil fait plusieurs aller et retour (exemple longueur 5 mm, largeur 3 mm). La première sera employée pour du

béton afin d'obtenir une valeur moyenne de la déformation dans une zone homogène, la seconde est utilisée sur acier pour mesurer les déformations dans des zones à variation rapide (congés, trous...) (fig. 1).

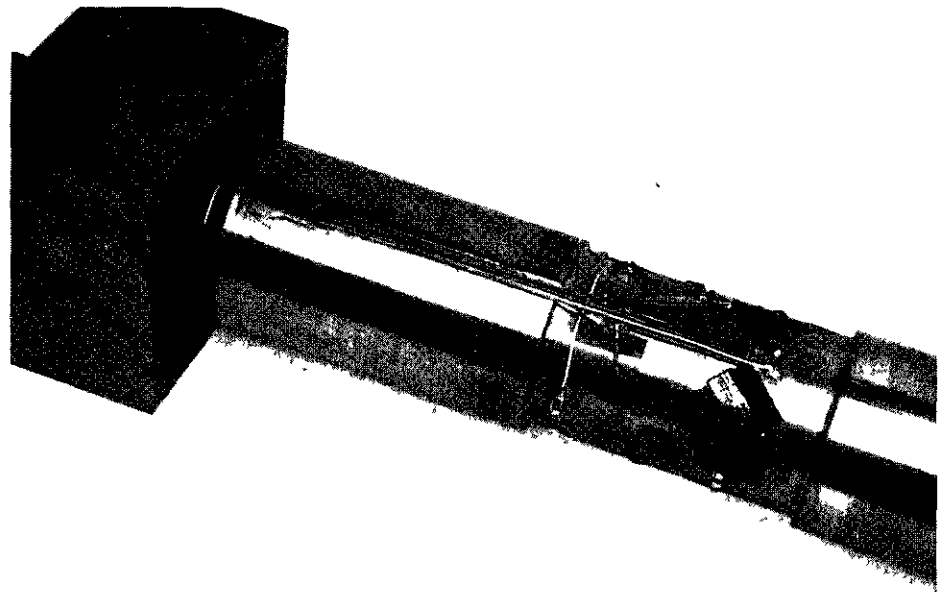


FIGURE 1
Tirant équipé de jauges de 10 mm de long pour mesures de traction et de torsion

La chimie appuyant l'électronique a mis au point des adhésifs qui permettent un collage rapide (1 min.) et autorisent des mesures une demi-heure après la mise en place des jauges. Cette rapidité de collage est intéressante pour l'auscultation des ouvrages qui sont déjà livrés à la circulation, car l'interruption nécessaire du trafic ne cause alors qu'une faible gêne à l'utilisateur (fig. 2).

LES PERFORMANCES DES JAUGES DE DEFORMATIONS A FIL RESISTANT

En laboratoire, les jauges permettent de mettre en évidence des variations de déformation de l'ordre de un micron par mètre (1.10^{-6}) mais les erreurs sont supérieures quand on fait des mesures sur un chantier ; dans ce cas, suivant l'importance des déformations, la précision des mesures est de l'ordre de 5 à 10%.

Mais à la grande sensibilité des jauges s'ajoute leur excellente réponse en fréquence : une jauge de déformation peut donner un signal exact même quand la durée de la sollicitation est inférieure à une milliseconde. C'est ainsi que l'on peut enregistrer la rupture d'une éprouvette de traction, avec un appareil enregistreur rapide.

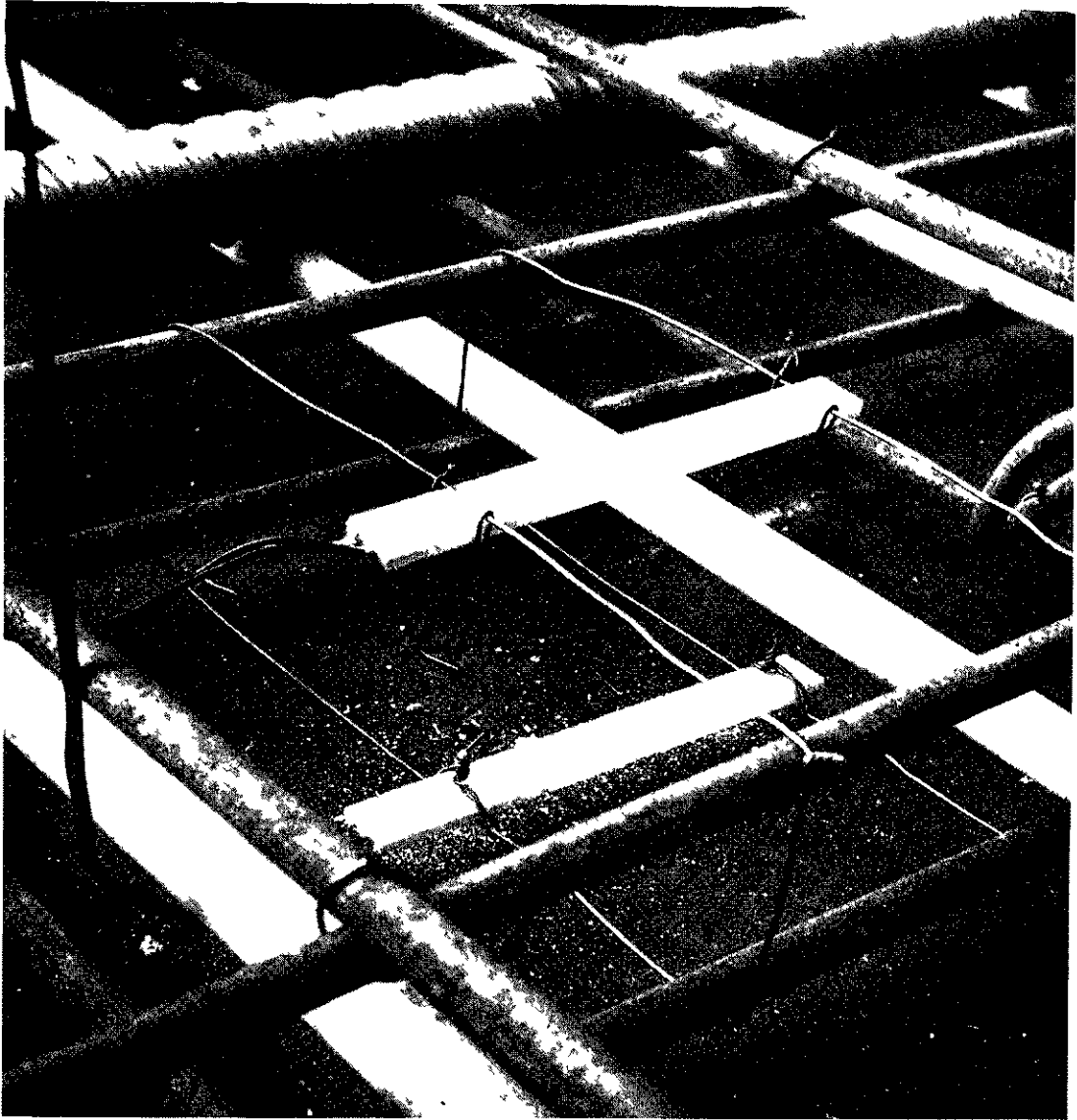


FIGURE 2
Jauges incorporées à une dalle vues avant coulee du béton

2. Les déflexions des chaussées.

Jusqu'à ces dernières années, les déflexions sous charge des chaussées étaient mesurées au moyen d'appareils statiques mécaniques (poutre Benkelman) ou optiques (déflectomètre J.Y.C.). Un camion réalisé par le parc d'Angers sur les prototypes de M. LACROIX I.C.P.C. effectue l'enregistrement photographique des déflexions, qui sont mesurées au moyen de « capteurs » de déplacement (fig 3).

Ce dispositif permet d'explorer dix kilomètres de chaussée par jour avec un point tous les 3,40 m. Avec les déflectomètres optiques, même avec une mesure tous les 50 mètres, les équipes les plus entraînées ne dépasseraient pas 5 km par jour.

Une telle abondance de résultats entraîne d'ailleurs la nécessité de recourir à des enregistrements faciles à dépouiller, et nous sommes conduits à nous orienter vers des enregistrements magnétiques.

Ces deux exemples des applications de l'électronique montrent les améliorations qu'a pu apporter cette technique à des mesures déjà effectuées par les procédés conventionnels. Mais il existe des grandeurs qui sont inaccessibles sans le secours d'appareils électroniques, comme les paramètres élastiques d'une chaussée par la propagation d'ondes harmoniques (méthode Jones du R.R.L.

dite « vibreur Goodmans »), ou le module d'un matériau à partir de la vitesse de propagation d'un choc mécanique. Car on atteint ces grandeurs en soumettant le matériau à des déplacements de quelques microns au maximum et pendant un temps de quelques micro-secondes.

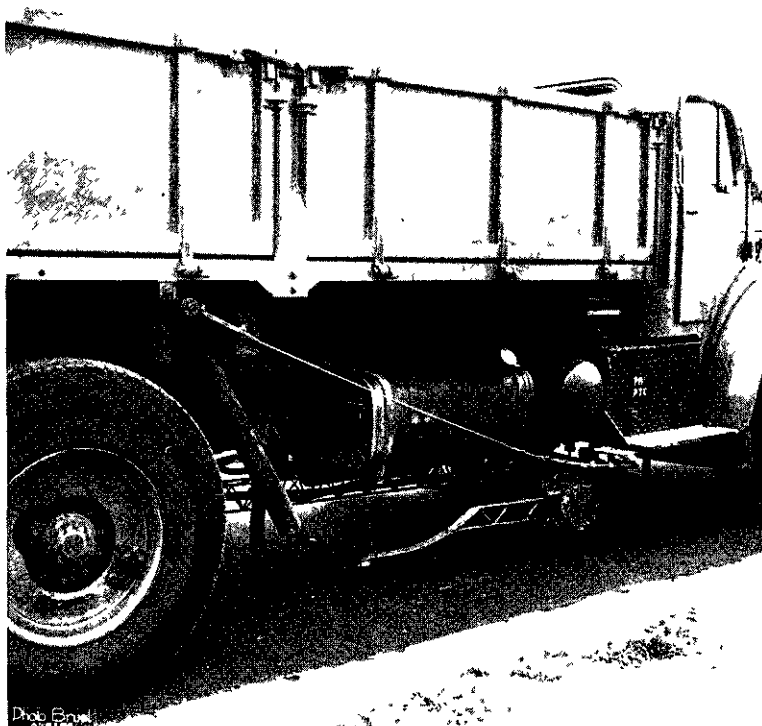


FIGURE 3
Défectographe Lacroix

3. Auscultation dynamique d'un matériau par la propagation d'ondes élastiques.

L'auscultation dynamique d'un matériau consiste à propager dans celui-ci une onde ultrasonore et à relier la vitesse de propagation de cette onde avec la qualité du matériau.

Cette technique de mesure n'est pas destructive, car elle met en jeu des puissances faibles. Elle s'applique aussi bien sur des éprouvettes que sur des ouvrages.

Les ondes élastiques sont polarisées suivant deux directions perpendiculaires : les ondes longitudinales, qui sont parallèles au sens de la propagation et les ondes transversales qui leur sont perpendiculaires. Les équipements que nous avons développés jusqu'à ce jour utilisent des ondes longitudinales.

En un point déterminé du matériau à ausculter, on émet un choc bref au moyen d'un « émetteur » d'ondes élastiques, et en un point situé à une distance donnée du premier on dispose un « récepteur » d'ondes élastiques, qui effectue la transformation inverse du précédent.

La Section d'électronique du L.C.P.C. utilise deux types d'appareils différents, de sa conception propre. Ces deux appareils sont destinés à deux genres d'application, qui sont respectivement des mesures en laboratoire et des mesures sur chantier.

Mais ces deux appareils ont en commun le fait qu'ils utilisent le même type d'oscilloscope, qui est d'ailleurs indépendant et de la meilleure précision possible dans l'état actuel de la technique.

3.1. — Appareil de laboratoire.

Cet appareil est représenté sur la figure 4.

Il comprend, outre l'oscilloscope à ligne retard étalonnée :

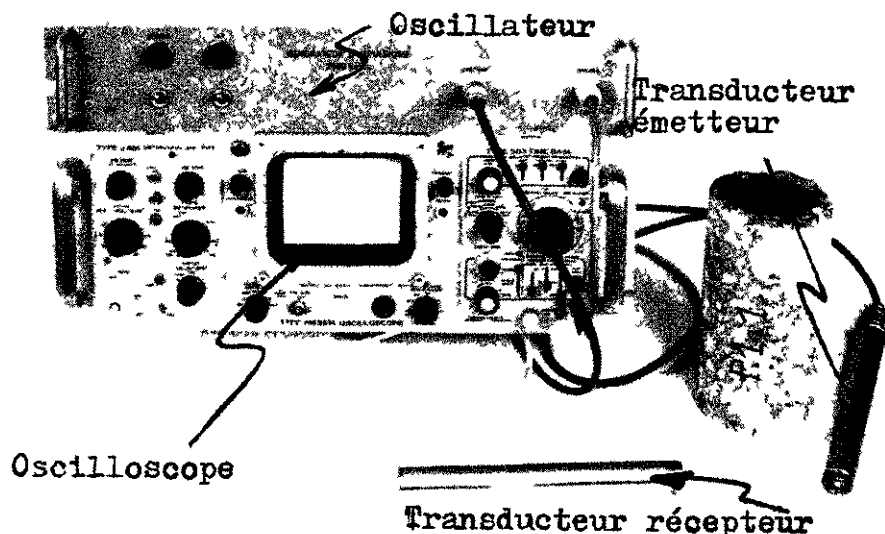


FIGURE 4
Appareil de laboratoire

- un oscillateur à impulsion,
- un transducteur piézo-électrique émetteur,
- un transducteur piézo-électrique récepteur.

L'oscillateur engendre des impulsions dont la durée est de $40 \mu\text{s}$, avec une fréquence de répétition d'une dizaine de coups par seconde.

La transformation de la tension impulsionnelle en une onde élastique (ou inversement) est réalisée par une pastille de titanate de baryum ou de zirconate de plomb. Les deux pastilles diffèrent entre elles par leurs dimensions, leurs rôles étant différents ainsi que leurs impédances.

L'appareil de laboratoire autorise des propagations d'ondes jusqu'à des distances d'un mètre sur le béton.

3.2. — Appareil de chantier.

Le principe de cet appareil est analogue au précédent, mais il est destiné à des utilisations sur ouvrages et son énergie est telle qu'il permet de propager une onde élastique jusqu'à des distances de plusieurs mètres.

Cet appareil est représenté sur la figure 5. Il comprend, outre l'oscilloscope à ligne retard étalonnée :

- un générateur de choc, qui est un véritable marteau électromagnétique,
- un transducteur magnétostrictif récepteur.

Le générateur de choc est un « vibreur » dont la bobine est excitée par un multivibrateur à transistors ; la tension nécessaire à l'entretien de celui-ci est fournie par une alimentation extérieure.

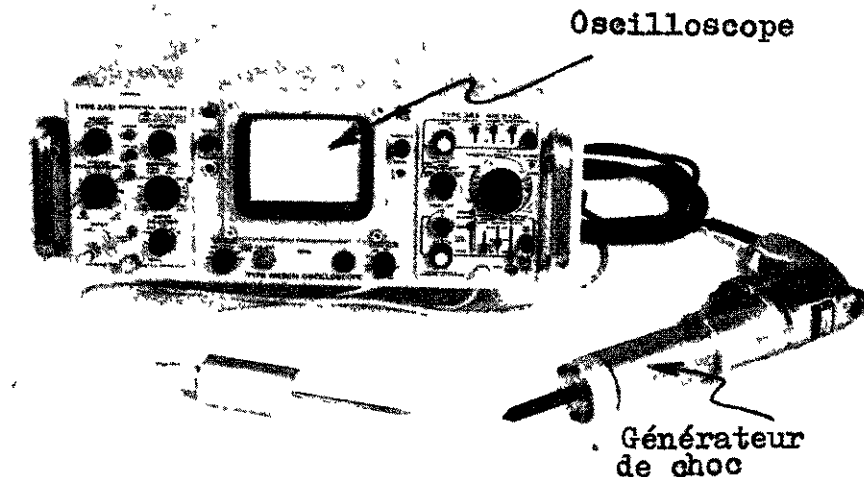


FIGURE 5
Appareil de chantier

La fréquence de répétition des chocs est de 5 chocs/sec. ; le noyau du vibreur se déplace avec une amplitude de plusieurs millimètres et il vient frapper une enclume qui est mise en contact avec le matériau.

L'onde élastique atteint le barreau de nickel du transducteur qui répond aux sollicitations du matériau par une variation du courant dans une bobine qui entoure le barreau.

3.3. — *Mesure de la vitesse de propagation.*

Sur l'ouvrage que l'on veut ausculter, on dispose l'émetteur en un point fixe et on place successivement le récepteur à des distances croissantes de l'émetteur suivant une direction de propagation donnée.

On mesure ainsi l'évolution du temps de propagation en fonction de l'accroissement de la distance.

La vitesse de propagation sur un béton est de l'ordre de 4.000 mètres/sec. Une distance d'un mètre entre l'émetteur et le récepteur correspond à un temps de 250 μ s. Ce temps est accessible par les techniques électroniques.

L'auscultation dynamique du béton conduit à des connaissances nouvelles qu'aucune autre technique n'avait encore apportées.

La documentation au L.C.P.C.

M^{lle} NADEL, Chef du Service de Documentation du L.C.P.C

Le Service de Documentation du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées a fait l'objet, sous l'autorité de M. l'Ingénieur en Chef GARABOL, délégué de la Direction, d'une réorganisation au cours de l'année 1963. Conformément à l'étude réalisée en 1961 par M. l'Ingénieur en Chef DURRIEU, trois sections ont été créées ou rassemblées en un Service unique, le Chef du Service étant également Chef de la 1^{re} Section, et la mise en place de ce Service conçue selon un principe de coopération constante avec les Ingénieurs et Assistants spécialistes, utilisateurs du Service.

COOPÉRATION ENTRE LE SERVICE DE DOCUMENTATION ET LES INGÉNIEURS SPÉCIALISTES

Il était en effet apparu au cours des études préalables que les opérations très importantes du choix des informations à entrer dans la mémoire documentaire, des analyses des documents ou articles les plus essentiels, des traductions des textes en langues étrangères ne pouvaient être valablement faites que par des spécialistes des domaines incriminés. Or, constituer un Service de Documentation avec des Ingénieurs à temps plein ou à temps partiel risquait relever de l'utopie étant donné l'étendue et la variété des domaines scientifiques et techniques à considérer et les moyens à mettre en œuvre. En outre, les spécialistes intégrés à un Service de Documentation risquaient alors d'être progressivement coupés de leur propre domaine par le fait de ne plus pratiquer leur spécialité et de ne la suivre qu'au travers de textes.

Le Service créé a donc comporté :

1. — La Section 1 : Documentation.
2. — La Section 2 : Bibliothèque.
3. — La Section 3 : Reproduction.

La collaboration entre les Ingénieurs et Assistants du L.C.P.C. et le Service de Documentation s'est progressivement mise en place à l'occasion, d'une part, de la mise en route du « dépouillement » des articles, des périodiques, des proceedings, thèses et documents de toute espèce, par les Ingénieurs et Assistants du L.C.P.C. et, d'autre part, de deux grosses opérations menées simultanément, concernant, l'une l'élaboration de la classification par mots-clés ou « Thésaurus » sur lequel nous allons revenir, l'autre, la publication dans le « BULLETIN DE LIAISON DES LABORATOIRES ROUTIERS » de l'information relative aux traductions faites au L.C.P.C. depuis 1961, nécessitant la rédaction d'analyse pour chacune de ces traductions et contribuant ainsi à la constitution d'un réseau de collaborateurs.

Mais il convient d'indiquer ici dans quel cadre général se sont situés cette réorganisation et ce nouveau départ du Service de Documentation dont on attend qu'il soit efficace, c'est-à-dire qu'il réponde aux besoins des utilisateurs.

LA D.I.R.R. : DOCUMENTATION INTERNATIONALE DE RECHERCHE ROUTIERE

Etant donné la grande importance qu'impliquent les recherches scientifiques dans le développement des transports et des réseaux routiers, le Comité de la Recherche Scientifique (C.R.S.) de l'Organisation de Coopération et de Développement Economique (O.C.D.E.) avaient décidé, dès 1960, de coordonner à l'échelon international les recherches nationales, et de promouvoir la coopération internationale dans la recherche routière. Elle a pris corps, par la constitution, fin 1962, d'un groupe de travail réunissant les Directeurs de Laboratoires et de Centres de Recherches Nationaux, et la nomination, début 1963, d'un Expert en Organisation, M. VAN DIJK, chargé d'étudier et de mettre sur pied un système international d'échange de documentation sur les recherches routières.

A la fin de l'année 1964, les Directeurs de Laboratoires ont adopté un système pour la coordination et l'échange internationaux de la documentation routière mettant à la disposition des Laboratoires membres les informations scientifiques de tous les pays, publiées ou non, répondant aux besoins des chercheurs. Ce système est entré en application en 1965, sur les documents datés de 1965, concernant les recherches en construction, entretien des routes, circulation, sécurité routière, économie des transports, etc... et sur le domaine scientifique dans la mesure où les informations retenues sont susceptibles d'application aux recherches entreprises par les organismes intéressés. Il sera étendu en 1966 au groupe de travail Sécurité et Circulation Routières constitué sous l'égide de l'O.C.D.E.

Les organismes membres de la D.I.R.R. sont à ce jour :

Le Kuratorium für Verkehrssicherheit (K.F.V.),	pour l'Autriche
La Canadian Good Roads Association (C.G.R.A.),	pour le Canada
Le Statens Vejlaboratorium (S.V.L.),	pour le Danemark
Le Laboratorio del Transporte y Mecanica del Suelo (L.T.E.),	pour l'Espagne
Le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (L.C.P.C.),	pour la France
Le Statens Vegvesen Veglaboratoriet (S.V.V.),	pour la Norvège
Le Laboratorio Nacional de Engenharia Civil (L.N.E.C.),	pour le Portugal
Le Bundesanstalt für Strassenbau (BaStb) et La Forschungsgesellschaft für das Strassenwesen (Fg), (éditeur de Dokumentation Strasse),	pour la République Fédérale Allemande
Le Road Research Laboratory (R.R.L.),	pour le Royaume Uni
et le Statens Väginstytut (S.V.I.),	pour la Suède

De plus, des contacts étroits ont été pris avec le Highway Research Board (H.R.B.) par l'intermédiaire du R.R.L., afin que les systèmes mis en œuvre dans la D.I.R.R. et aux U.S.A. puissent être compatibles, et un accord avec le Highway Research Information Service (H.R.I.S.) systématisera en 1966 l'échange d'informations avec les Etats-Unis — Mentionnons également ici, les contacts officiels avec le V.I.N.I.T.I., en U.R.S.S.

Cette coordination dans l'échange international des informations s'est réalisée au moyen :

1. — d'une organisation semi-décentralisée,
2. — de la coopération, au niveau de la France, de plusieurs Services des Ponts et Chaussées,
3. — d'une classification commune : un « Thésaurus » trilingue,
4. — d'un support commun pour « véhiculer » l'information : une fiche-document trilingue.

1. — Organisation semi-décentralisée.

Les échanges multilatéraux entre dix Services de Documentation étant difficilement envisageables, le fonctionnement a été structuré en tenant compte de la nature des trois langues officielles de la D.I.R.R. : l'anglais, le français, et l'allemand. Un Comité de Coordination a été constitué groupant les trois Centres linguistiques ou Centres coordonnateurs correspondants : Les Services de Documentation du Road Research Laboratory, du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées et la Forschungsgesellschaft für das Strassenwesen, ainsi que le Consultant désigné par l'O.C.D.E. Au cours des réunions de ce Comité en 1965, ont été déterminés la présentation du translucide fiche-document trilingue commun à tous les Services membres de la D.I.R.R., édité par les soins de l'O.C.D.E., la répartition des titres de revues et périodiques « dépouillés » par les pays membres et les trois Centres coordonnateurs, les échanges proprement dits des fiches-documents dont le démarrage a été décidé au mois de mars 1965, les mises à jour successives des « Instructions » régissant les échanges, l'élaboration de la « Fiche-Projet » dont l'O.C.D.E. a pu éditer — en décembre 1965 — un certain nombre d'exemplaires aux fins de tester le support des échanges d'information concernant les recherches routières proprement dites, en cours dans les Laboratoires, et, plus généralement, l'étude de tous problèmes soulevés en fonction de la mise en œuvre des échanges, ainsi que l'étude des mots-clés et leur correspondance dans les trois langues officielles.

Chacun des trois Centres coordonnateurs a été chargé de collecter l'information, d'établir les fiches-documents dans sa propre langue et de les diffuser aux neuf autres membres de la D.I.R.R.

2. — Coopération — au niveau de la France — de plusieurs Services des Ponts et Chaussées.

Du fait de l'étendue des domaines incriminés, plusieurs Services des Ponts et Chaussées ont accepté, à la demande du L.C.P.C., de contribuer à l'élaboration des fiches-documents relevant de leurs domaines respectifs, et participent de ce fait à cet échange international :

- Le Service des Etudes et Recherches de la Circulation Routière dont on sait que le groupe Documentation a fusionné avec celui de l'Organisme National de Sécurité Routière (S.E.R.C.-O.N.S.E.R.).
- Le Service Central d'Etudes Techniques (S.C.E.T.).
- Le Service des Affaires Economiques et Internationales (S.A.E.I.).
- et le Service Spécial des Autoroutes (S.S.A.R.).

Précisons ici que le Service de Documentation du L.C.P.C. qui collecte l'information en tant que membre national France, redistribue, à ces organismes,

ainsi qu'au Service de Documentation des Ponts et Chaussées (S.D.P.C.) les fiches-documents reçues des deux autres Centres coordonnateurs. Il diffuse également les fiches-documents D.I.R.R. à tous les Organismes Techniques et les Laboratoires Régionaux qui en ont fait expressément la demande (16). Certains de ces derniers participent également à l'élaboration de l'information documentaire, tel l'Organisme Technique Régional de Rouen.

3. — Le Thésaurus.

Enregistrer l'information documentaire signifie disposer d'une classification. Nous n'entrerons pas ici dans la querelle des anciens et des modernes, à savoir discuter des services respectifs que rendent les classifications hiérarchiques et non hiérarchiques. Qu'il nous suffise d'indiquer que la Bibliothèque du L.C.P.C. avait choisi, dès ses débuts, d'utiliser le principe « mots-clés » permettant de mieux enregistrer non pas « un document », mais le « contenu informatif » d'un document, si divers soit-il. Un catalogue avait ainsi été constitué empiriquement, au fur et à mesure de l'enregistrement de l'information. Il a servi de base à un travail considérable qui a été accompli par de nombreux chercheurs du L.C.P.C. réunis en groupes de travail, dont l'ensemble a constitué, sous la direction de M. l'Ingénieur en Chef GARABOL, la « Commission Mots-Clés » du L.C.P.C.

La caractérisation des documents se faisant selon la méthode d'indexation coordonnée, une première ébauche du Thésaurus a été dressée dès mars 1964 par les différentes Sections du L.C.P.C., chacune dans son domaine, et par le Laboratoire Régional de St-Brieuc. La liste établie a fait l'objet d'un test portant sur mille documents, qui a permis, par approches successives, d'ajouter des notions manquantes — dans le domaine L.C.P.C. — et d'en retrancher d'autres, inutiles, soit par suppression pure et simple, soit par renvoi à des mots-clés (mots apparentés). Des représentations graphiques du Thésaurus ou « Schémas fléchés » établies avec l'aide du Bureau M. VAN DIJK facilitent, d'une part, l'attribution des mots-clés aux documents à caractériser, d'autre part, la formulation des questions posées à la mémoire documentaire.

Cette première version du Thésaurus français transmise dès mars 1964 aux Laboratoires membres de la D.I.R.R., a servi de base à l'élaboration du Thésaurus trilingue recouvrant le domaine recherches en construction routière. Les traductions en anglais et en allemand établies par les soins de l'O.C.D.E. et des deux autres Centres linguistiques ont entraîné diverses modifications au Thésaurus en langue française édité par le L.C.P.C. le 10-12-64, dues essentiellement aux différences profondes entre le génie des langues. S'il n'est pas facile de faire un bon Thésaurus unilingue, il est plus difficile de faire un bon Thésaurus trilingue — Cependant un outil de travail a été forgé, utilisé en 1965, amélioré au cours de séances techniques du Comité de Coordination avec la participation, pour la France, de M. LEVY, Ingénieur au Service de Documentation du L.C.P.C. qui a fait appel, chaque fois que nécessaire, aux avis des Ingénieurs et Assistants spécialistes du L.C.P.C., et à ceux de M. MOSKOWITZ, Ingénieur E.S.E., Professeur à l'Ecole Supérieure d'Interprètes et de Traducteurs de l'Université de Paris et Professeur des cours d'anglais et d'allemand techniques au L.C.P.C. Enfin un document de travail provisoire, à tirage très réduit, a été édité le 1^{er} décembre 1965 par les soins du Consultant et mis à la disposition des trois Centres coordonnateurs.

Mentionnons ici la codification numérique de ce Thésaurus, point essentiel permettant, d'une part, l'échange de l'information entre les Centres linguistiques et la mise à jour ultérieure et, d'autre part, facilitant l'enregistrement de l'infor-

mation, quel que soit l'équipement documentaire choisi. Les schémas fléchés ayant été divisés en 100 cases, chaque mot-clé est défini par : 1°) le numéro du schéma fléché, 2°) sa place dans ce schéma, déterminée par les coordonnées de la case qu'il occupe.

Nous avons ainsi par exemple, le code numérique 24.06, représentant :

Revêtement	dans la liste française
Surfacing	« « anglaise
Decke	« « allemande

Un certain nombre de cases conservées vides, lors de l'élaboration du Thésaurus (30 à 60 % par schéma) permet les mises à jour successives tenant compte des notions manquantes et de la mobilité éventuelle des domaines recouverts.

Indiquons simplement que ce Thésaurus trilingue sera complété en 1966 par l'apport des termes concernant la Circulation et la Recherche Routières, et de nouveaux mots-clés retenus après étude des termes additionnels apparus au cours de caractérisation en 1965, et qu'il fera alors l'objet d'une édition trilingue à plus grand tirage, par les soins de l'O.C.D.E. Il a déjà fait l'objet d'une traduction en portugais, par les soins du Laboratorio Nacional de Engenharia Civil.

4. — La Fiche-document D.I.R.R.

La fiche-document D.I.R.R., d'une conception tout à fait originale, se distingue des fiches-documents habituelles par son format, sa présentation et sa nature.

Elle échappe complètement aux contraintes classiques de manque de place puisqu'elle a le format européen DIN. A 4 : 210 mm. × 297 mm. Si elle a posé quelques problèmes quant à son classement, ils ont été résolus facilement, puisqu'elle entre dans des normes internationales.

Elle comporte la totalité des renseignements souhaitables pour enregistrer correctement et complètement l'information :

- a) le numéro d'entrée, l'indexation ou références bibliographiques complètes, auteur, titre, éditeur, source, lieu de publication, etc...,
- b) l'emplacement pour un résumé ou une analyse (si cette dernière est trop longue, elle figure entièrement sur une « suite » de même format)
- c) la caractérisation, les mots-clés étant inscrits dans l'une des trois langues officielles, accompagnés de leur code numérique — Une colonne « termes additionnels » permet de faire figurer les notions qui ne sont pas encore retenues au Thésaurus ou des éléments complémentaires tels que termes géographiques, noms d'Instituts, etc...

Elle est trilingue, et donc utilisable indifféremment par l'un ou l'autre des trois Centres linguistiques, ou par un membre de la D.I.R.R.

Enfin, elle est translucide, c'est-à-dire de nature reproductible par simple passage dans une machine diazo, ce qui permet une grande facilité de reproduction et autorise l'établissement soit de contrecalques — donc eux-mêmes reproductibles — soit de tirages positifs. C'est ainsi que le L.C.P.C. a pu décentraliser son fichier à la demande des Chefs de Laboratoires Régionaux et de Services des Ponts.

Quelques chiffres au passage vont illustrer ce qui précède. Pour chaque fiche établie au L.C.P.C., le Service de Documentation fait tirer 18 contrecalques et 17 positifs ; pour 3092 fiches-documents D.I.R.R. élaborées en 1965, le L.C.P.C. en a établi 1721 et a fait procéder au total à 66.850 tirages dont 53.325 ont été diffusés en France.

Beaucoup de points seraient encore à aborder afin de donner une claire vision des difficultés qui se sont présentées et qui ont été résolues dans la limite des moyens impartis, et des problèmes que pose le traitement de l'information non numérique qui sont toujours l'occasion d'études et de discussions sans fin.

Nous n'entrerons pas dans le détail de la mise en place et du fonctionnement intérieur du Service de Documentation. Nous espérons avoir la possibilité de faire part de notre expérience dans les colonnes du Bulletin de Liaison des Laboratoires Routiers, ainsi que des choix faits pour résoudre les problèmes propres au L.C.P.C. et des raisons qui les ont déterminés.

Signalons :

- l'emploi du fichier SYNOPTIC dont la fiche-type a été mise au point par la Direction des Bibliothèques de France (1), fichier permettant un enregistrement et une gestion rationnels des abonnements et de leur exploitation ou « dépouillement » par les Ingénieurs et Assistants spécialistes.
- le choix du SELECTO-14.000, instrument de recherches extrêmement rapide et sûr de l'information enregistrée, du fait de sa grande souplesse, de sa maniabilité et de la possibilité de « dialoguer » avec l'appareil lors de son interrogation pour les recherches bibliographiques.
- la diffusion mensuelle des travaux entrepris ou coordonnés par les soins du Service de Documentation : listes de traductions entreprises au L.C.P.C. ou dans les Laboratoires Régionaux, listes de recherches bibliographiques entreprises et/ou mises à jour, etc...
- la diffusion bimensuelle du BULLETIN D'INFORMATION BIBLIOGRAPHIQUE reprenant les Tables de Matières des périodiques et des documents annotés par les soins des spécialistes, la liste des nouvelles acquisitions, la liste des Congrès pouvant intéresser les chercheurs des Laboratoires, etc... etc...

Arrêtons-nous un instant sur le fonctionnement du Comité de Dépouillement et sur celui du groupe Traducteur.

LE COMITÉ DE DEPOUILLEMENT

Il est constitué par les Chefs de Section des Sections techniques du L.C.P.C.

Au cours de séances réunissant alternativement chaque semaine l'un ou l'autre des deux Comités restreints de dépouillement constitués par des représentants des Sections :

a) Sols - Mécanique des Chaussées - Electronique - Optique

b) Revêtements hydrocarbonés - Bétons hydrauliques et Métaux - Chimie,

le Comité de Dépouillement examine les propositions d'analyses des articles et des documents les plus importants, résultant du « cochage » des périodiques et documents soumis pour sélection des articles aux Ingénieurs et Assistants du L.C.P.C. (les articles simplement « signalés » ne sont pas examinés par le Comité mais acheminés directement vers les diverses opérations d'indexation, caractérisation et enregistrement).

1) cf. Bulletin des Bibliothèques de France, 1958, n° 4, pp. 271-7.

1. TITRE DANS LA LANGUE DU RÉSUMÉ : TITLE IN THE LANGUAGE OF THE ABSTRACT : TITEL IN DER SPRACHE DES REFERATS :

NUMÉRO - NUMBER - NUMMER

2. TITRE - 2 - LANGUE (Facultatif) : TITLE - 2nd LANGUAGE (Optional) : TITEL - 2. SPRACHE (Fakultativ) :

R

3. TITRE - 3 - LANGUE (Facultatif) : TITLE - 3rd LANGUAGE (Optional) : TITEL - 3. SPRACHE (Fakultativ) :

R

4. AUTEUR 'S. : AUTHOR 'S : VERFASSER :

5. ÉDITEUR, SOURCE ET LIEU DE PUBLICATION : EDITOR, SOURCE AND PLACE OF PUBLICATION - QUELLENANGABE DER VERÖFFENTLICHUNG :

6. ANNÉE 6. YEAR 6. JAHR	MOIS MONTH MONAT	VOL. BAND	N° No. Nr.	pp Pp SEITE	PHOT.	FIG.	TAB.	RÉF. BIBL. REFERENCES LIT.-ANG.	PRIX PRICE PREIS
--------------------------------	------------------------	--------------	------------------	-------------------	-------	------	------	---------------------------------------	------------------------

7. RÉSUMÉ ANALYTIQUE et titre en langue originale si ce n'est pas une langue officielle) : ABSTRACT (and title in original language if different from official languages, . REFERAT und Titel in der Originalsprache, falls nicht offizielle Sprache, :

8. SOURCE DU RÉSUMÉ SOURCE OF ABSTRACT - HERKUNFT DES REFERATS :

MOTS-CLÉS KEYWORDS STICHWORTE	CODE, KENN-NUM.	MOTS-CLÉS/KEYWORDS/STICHWORTE	CODE/KENN-NUM.	TERMES ADDITIONNELS ADDITIONAL TERMS ZUSÄTZLICHE FACHWORTER
				1
				2
				3
				4
				5
				6
				7
				8
				9
				10
				11
				12
				13
				14
				15
				16

TRADUCTION EN
TRANSLATION INTO
ÜBERSETZUNG LIEGT VOR IN .

à
or
bei

DIFFUSION LIBRE - CHERCHEURS UNIQUEMENT
CIRCULATION OPEN RESEARCH ONLY
VERTEILUNG FREI NUR FORSCHUNG

REPRODUCTION INTERDITE
NOT FOR PUBLICATION
NICHT VERÖFFENTLICHEN

SERA PUBLIE DANS BULLETIN RÉSUMÉS ANALYTIQUES : NON -- OUI -- PAR
WILL BE PUBLISHED IN ABSTRACT BULLETIN NO -- YES -- BY
SOLL IN DOKUMENTATION VERÖFFENTLICHT WERDEN. NEIN -- JA -- DURCH

																		COTE														
																		INV														
II I II			SYNOPTIC						I II I II I II			RECLA MATION			COM PLET ENVO RELIURE			DEPT			II I II I II			SYNOPTIC								
A F ER FEVRER			MARS			AVR L			MA			JUIN			O			GRIS 0			Russe			Quotid								
A	B	C	Portugal	Pologne	U R S S	U S A	Org tot	1	JAUNE	1	Espagnol	Bihede	Ach direct				Complet															
D	E	F	Espagne	Echecostie	Finlande	Mexique	U Sud Afr	2	ROUGE	2	Anglais	Hebdo	Ach libra				Totat															
G	H	I	Gr Bratog	Suisse	Turque	Canada	Australia	3	VERT	3	Italien	Bimens	Don				Partiel															
J	K	L	Irlande	Italie	Grece	Argentine	Japon	4	BLEU	4	Français	Mensuel	Echange				Partiel															
M	N	O	France	Roumanie	A E F A O F	Chili	China	5	ROSE	5		Bimestr	Dép* lég							Arquis												
P	Q	R	Belgique	Bulgarie	Algérie	Pérou	Inde	6	BRUN	6		Trlmestr	Dép* Etot																			
S	T	U	Pays Bas	Yougosl	Indochine	Venezuela	Indonesie	7	HAUVE	7	Portugais	Semestr																				
V	W	X	Danemark	Hongrie	Maroc	Brsil	Egypte	8	GRANCEB	8	Polygl	Annuel																				
Y	Z		Suede	Autriche	Tunisie	Israël	9	NOIR	9	Allemand	Irregul								EdH													
			Norvège	Allamog	Vatican																											
ODE ALPHABÉTIQUE			PAYS DE PROVENANCE						MATIERE	COUL	LANGUE	PÉRIOD	PROVEN	BIBLIOG	DEPT	MICRO	INTLRR															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21												

												ANNÉE		TOME						
												I		II						
												RELIURE		ENVOI		RETOUR				
												T		A						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

COPYRIGHT SEBLAS O SYNOPTIC 150 CHAMPS ELYSÉES PARIS 8E ELY 76 60

RÉF 1127/55 RR BL O C B I B 6

												ANNÉE		TOME						
												I		II						
												RELIURE		ENVOI		RETOUR				
												T		A						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

U ERVAT

Depuis sa création, en novembre 1964, il a été examiné à ce jour 700 propositions d'analyses, dont 80 % ont été retenues, 12 % environ ont eu leur résumé d'auteur adopté et 8 % n'ont pas été retenues pour analyse mais simplement en signalement. Dans le cadre des décisions de ce Comité, il a été fait appel à 66 Ingénieurs et Assistants spécialistes des questions abordées.

De plus, ce Comité a joué un rôle actif dans l'accessibilité et la diffusion de l'information en déclenchant, par exemple en 1965, 50 % des traductions qui ont été demandées dans l'année.

LE GROUPE TRADUCTEUR

Il est courant de dire, au Service de Documentation du L.C.P.C., qu'un traducteur doit être « trilingue » et connaître.

- 1) la langue technique,
- 2) la langue dans laquelle il traduit,
- 3) la langue qu'il traduit.

C'est volontairement que cette dernière n'intervient qu'en 3^e position. Ici encore, nous n'allons pas nous appesantir sur l'énumération des opérations que ce programme implique, sur les contrôles qu'il comporte, sur les impossibilités auxquelles il arrive que l'on se heurte. Disons que nous nous efforçons toujours de faire précéder la traduction écrite complète par une traduction verbale en diagonale par souci d'efficacité, d'économies de temps et d'argent, et que dans ce domaine encore, il est fait appel autant que faire se peut, aux Ingénieurs spécialistes des questions traitées.

Nous espérons que les indications qui précèdent auront pu donner au lecteur un aperçu de l'esprit dans lequel on a cherché à réorganiser la documentation au L.C.P.C. Nous souhaitons évidemment que ce service puisse contribuer par son efficacité — dans les années à venir — au rayonnement du L.C.P.C. Nous savons que nous avons beaucoup à faire et que nous sommes encore loin du compte.

Cependant, ceux qui ont eu à créer, diriger ou utiliser un Service de Documentation, savent qu'il est peu courant de faire appel, autant qu'il est fait au L.C.P.C., à la compétence des Ingénieurs spécialistes.

Le bénéfice est double : qualité dans la sélection des articles retenus, rapidité dans la diffusion sélective de l'information primaire, puisque, sitôt arrivé, le support de l'information passe entre les mains de ceux qu'il concerne.

En outre, la coopération, dans le cadre de la D.I.R.R., entre Services de Documentation d'Organismes de Recherche Routière, mise sur pied dans le but d'établir, de faciliter ou d'intensifier les échanges d'information et de documentation qui sont à la base des travaux des chercheurs, a comporté un enrichissement dans le drainage de l'information. Et l'on peut considérer de plus, que le Thésaurus actuel est un vocabulaire de base qui peut être complété, en France, dans les divers domaines des Ponts et Chaussées.

Qu'il nous soit permis de terminer par ce par quoi nous aurions pu commencer : notre conception simple des services que doit rendre un bon Service de Documentation, conception élémentaire qui est probablement assez proche de celle d'une bonne maîtresse de maison : « Donner à chacun selon ses besoins, quand il en a besoin ».

RINCHEVAL

SOISY-SOUS-MONTMORENCY (S.-&O.) Tél. 964.0421

TOUS MATÉRIELS DE **STOCKAGE, CHAUFFAGE ET ÉPANDAGE**
DE **LIANTS HYDROCARBONES**

ÉPANDEUSES

avec rampe

- Eure et Loir
- A jets multiples

POINT A TEMPS

- Classiques
- Amovibles
- Remorquables



Point à temps automobile classique

STOCKAGE

et **RÉCHAUFFAGE**

de liants :

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

(100 Réalisations)

DEPUIS 1911, LES ÉTABLISSEMENTS RINCHEVAL CONSTRUISENT DES MATÉRIELS D'ÉPANDAGE

FONDACTIONS SPÉCIALES

pieux battus
moulés et forés

FORAGES

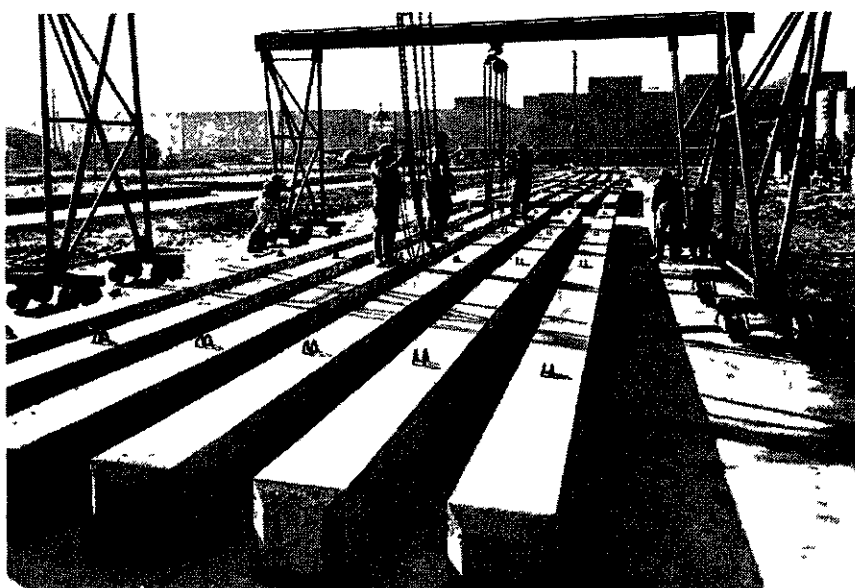
200 KM DE PIEUX BENOTO

INJECTIONS

SONDAGES

reconnaissance des sols

USINE CITROËN DE RENNES LA JARNAIS
PARC A PIEUX PREFABRIQUÉS



TRAVAUX RÉCENTS

MAISON DE LA RADIO
CENTRALE E.O.F. DES ANSERMIÈRES
AMÉNAGEMENT DU BAS-BONNE A TOURBOIS
ÉLARGISSEMENT DE LA CROISÉE A GANNES
GRAND DÉROUEN DE RENNES LA JARNAIS

CO.TRA.MAT.

COMPAGNIE DE TRAVAUX ET DE MATÉRIEL

43 RUE DE L'ÉCHIQUEUR, PARIS 10^e, TÉL. PRO 18-41 ET 38-44

QUELQUES PROBLÈMES DES LABORATOIRES DES PONTS ET CHAUSSÉES

J. DURRIEU, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées

Les laboratoires de notre Administration ont, dans leur ensemble, déjà rendu beaucoup de services, beaucoup plus sans doute qu'il est généralement admis par les Ingénieurs et les dirigeants de l'Administration des Ponts et Chaussées.

Cet ensemble — j'insiste sur ce mot « ensemble », pour souligner l'interdépendance très étroite qui existe entre tous nos laboratoires : central, régionaux, départementaux, de chantier — *constitue un outil déjà très important pour notre Administration* ; cet outil devrait d'ailleurs être sensiblement développé, de façon à pouvoir être utilisé pour d'autres études et travaux que ceux directement assurés par notre Administration (travaux routiers notamment).

Mais cet ensemble présente des insuffisances et défauts sérieux, dont l'explication ne peut être trouvée uniquement au sein des laboratoires. C'est de ces insuffisances et défauts, ainsi que des moyens de les corriger, dont je voudrais parler ici.

Dans le cadre de ce numéro spécial, on est obligé de se limiter aux points essentiels.

1°) *L'ensemble de l'Administration des Ponts et Chaussées est très loin d'avoir pris conscience du rôle considérable que doivent et peuvent jouer ses laboratoires dans la qualité et l'économie de ses travaux, et dans le progrès technique.*

J'ai cru pendant longtemps que cette erreur d'appréciation se rencontrait surtout chez nos dirigeants ; certes, elle est chez eux — à quelques exceptions près — particulièrement accusée ; mais je crois aujourd'hui qu'à part un petit nombre d'Ingénieurs, cette insuffisance de prise de conscience est très générale, et je pense que c'est très grave. *C'est là, à mon avis, l'explication principale de l'insuffisance et des défauts de nos laboratoires.*

Au lieu de chercher des explications de ces défauts, uniquement à l'intérieur du réseau de nos laboratoires, nous devrions, nous tous, Ingénieurs de l'Administration des Ponts et Chaussées, nous dire que notre Administration a, entre autres choses, le réseau de laboratoires qu'elle mérite, que ce réseau n'est — dans ses qualités et dans ses possibilités, mais aussi dans ses défauts et ses insuffisances — que le reflet de notre Administration.

Il n'y aura pas d'amélioration décisive de nos laboratoires, tant qu'une partie beaucoup plus grande qu'aujourd'hui de notre Administration n'aura pas pris pleinement conscience de la très grande importance des laboratoires dans le secteur « travaux publics », dans ce 3^e tiers du XX^e siècle.

Certes, on dira : cette Administration des Ponts et Chaussées a tout de même su créer un réseau important de Laboratoires Régionaux et un Laboratoire

Central de taille non négligeable. C'est vrai, mais il faut bien voir que ces réalisations sont, pour l'essentiel, dues aux initiatives et aux efforts d'une seule Direction technique du Ministère, la Direction des Routes (1), et d'un petit nombre d'Ingénieurs (Ingénieurs des Ponts et Chaussées et Ingénieurs des T.P.E.), qui ont, le plus souvent, lutté à contre-courant et se sont dépensés plus qu'il aurait été normal.

Dans une certaine mesure, il y a actuellement dans notre Administration, une amélioration en ce qui concerne la prise de conscience de l'intérêt, de la nécessité d'un réseau de laboratoires très solide.

Mais il y a encore beaucoup trop d'Ingénieurs, et plus encore de dirigeants, qui voient plus ce que coûtent les laboratoires (en investissements, en prix des essais et études) que ce qu'ils rapportent, directement ou indirectement (cf. rubrique 7°) ci-après).

2°) *Insuffisance de largeur de vues en matière de laboratoires.*

Cette insuffisance est, bien entendu, liée à celle dont j'ai parlé au 1°) ci-dessus.

Plus loin, j'essaierai d'expliquer en quoi une plus grande largeur de vues est un facteur important de la « rentabilité » de nos laboratoires, au sens que je propose de donner à « rentabilité » (cf. 7°) ci-après).

Ce n'est pas seulement, hélas, dans le domaine des laboratoires que nous péchons par insuffisance de largeur de vues.

3°) *Très grave insuffisance de l'encadrement Ponts et Chaussées de nos laboratoires.*

Ce défaut est sans doute l'un des plus graves dont souffre l'ensemble de nos laboratoires, mais tout particulièrement les Laboratoires Régionaux : il est, bien sûr, une conséquence directe du défaut 1°) ci-dessus.

Il y a, dans nos Laboratoires Régionaux, moins de 25 Ingénieurs des T.P.E., 1 Ingénieur des Ponts et Chaussées à temps complet, 4 à temps très partiel, et quelques Ingénieurs des Ponts et Chaussées et Ingénieurs en Chef à temps « extrêmement » partiel, tout cela pour 1.200 personnes, dont 250 cadres « non Ponts et Chaussées » (Ingénieurs et techniciens supérieurs).

Au Laboratoire Central, l'encadrement Ponts et Chaussées, est certes moins dérisoire ; mais il est encore *très insuffisant*.

Or, la bonne liaison entre l'activité de nos laboratoires et les travaux de notre Administration, dépend de cet encadrement « Ponts et Chaussées » ; la « rentabilité » de nos laboratoires, au sens indiqué à la rubrique 7°) ci-après, en dépend aussi.

Certains Cadres « non fonctionnaires » de nos laboratoires ont déjà acquis une bonne expérience des travaux des Ponts et Chaussées, et peuvent, comme les Cadres « Ponts et Chaussées », contribuer à la bonne liaison entre nos laboratoires et les projets et travaux de notre Administration ; mais de tels Cadres sont encore peu nombreux.

Par ailleurs, les Cadres non fonctionnaires n'ont pas, en général, le même « esprit de service public » que beaucoup de Cadres Ponts et Chaussées ; c'est autant notre faute que la leur, peut-être ? mais c'est un fait, dont nous devons tenir compte.

(1) Le Laboratoire Central a cependant été aidé sur certains points, par la Direction du Personnel et de l'Administration Générale.

Le renforcement de nos Cadres Ponts et Chaussées est d'ailleurs de nature à accélérer la formation des cadres « non fonctionnaires » des laboratoires vis-à-vis des travaux et des points de vue de notre Administration.

Il me paraît utile d'insister sur un point très important : une situation de fait existe actuellement, où des Cadres « non fonctionnaires » ont acquis dans nos laboratoires une spécialisation déjà assez poussée, une bonne expérience, et cela dans le contexte fâcheux d'un sous-encadrement Ponts et Chaussées souvent très accentué ; on ne pourra corriger ce sous-encadrement sans risques de difficultés graves *que si les nouveaux Ingénieurs (des Ponts et Chaussées et des T.P.E.)* qui seront mis dans nos laboratoires *sont de très bonne qualité* ; cette condition sera d'autant plus impérieuse que ces Ingénieurs « fonctionnaires » seront plus jeunes.

Il faut, aussi, bien prendre conscience que *la présence d'Ingénieurs des Ponts et Chaussées dans presque tous nos laboratoires est actuellement tout à fait nécessaire*. Partout où de bons Ingénieurs des Ponts et Chaussées se sont intéressés aux Laboratoires Régionaux, et ont pu y consacrer un temps suffisant, les résultats ont été meilleurs que dans le cas inverse.

Dire cela n'est pas diminuer le mérite des Ingénieurs des T.P.E. qui ont, depuis le début des Laboratoires Régionaux, supporté la charge principale de la création et du développement de ces laboratoires.

Compte tenu de la situation de fait actuelle, il est indispensable que les Ingénieurs des Ponts et Chaussées à qui on confiera à temps complet la charge d'un ou plusieurs Laboratoires Régionaux, soient de très bonne qualité.

Je crois devoir y insister : *il n'y a pas actuellement de tâche plus urgente que de renforcer l'encadrement Ponts et Chaussées de nos laboratoires, et particulièrement de mettre de bons Ingénieurs des Ponts et Chaussées, à temps complet, dans les Laboratoires Régionaux.*

4°) *Actuellement, on commet une grave sous-estimation de l'intérêt — de la nécessité, à mon sens — des études générales et de la recherche dans les Laboratoires Régionaux.*

Beaucoup de dirigeants, et beaucoup d'Ingénieurs des Services clients des laboratoires, pensent essentiellement — ou même uniquement — aux services que doivent leur rendre les Laboratoires Régionaux *dans l'immédiat*, pour les études de projets, ou pour les contrôles d'exécution. Or, bien souvent, la qualité des réponses que peuvent apporter ces laboratoires aux questions qui se posent à l'occasion des cas concrets du présent, et quelquefois, la possibilité même de donner des réponses valables, dépendent d'études générales et recherches préalables, entreprises 1 an ou 2 ans à l'avance, ou davantage.

Je pense que la qualité d'un laboratoire, même appréciée du point de vue de l'immédiat, dépend de l'avance qu'il a pu et qu'il a su prendre, qualitativement, vis-à-vis de la demande actuelle ; *les laboratoires les moins bons, pour l'immédiat comme pour le proche avenir, sont ceux qui ne s'occupent que de l'immédiat.*

5°) *Il ne faut pas séparer : les études et contrôles dans l'immédiat, par les Laboratoires Régionaux,*

— et d'autre part, les études générales et la recherche.

Les bonnes études et les bons contrôles ne sont pas possibles, pour les Laboratoires Régionaux, sans une participation de ceux-ci aux études générales et à la recherche, notamment sur le plan régional, mais pas seulement sur ce plan.

Par ailleurs, le Laboratoire Central est très loin d'avoir les moyens d'assurer toutes les études générales et toute la recherche.

La recherche, en « travaux publics », doit obligatoirement s'appuyer et se « recouper » sur des constatations et sur l'expérimentation en vraie grandeur, qui sont des parties intégrantes de la recherche ; et seuls les Laboratoires Régionaux sont assez près des chantiers pour assurer cette partie tout à fait essentielle de la recherche.

Inversement, le Laboratoire Central est tout à fait indispensable aux Laboratoires Régionaux, au point qu'une bonne part des défauts et insuffisances des Laboratoires Régionaux s'explique par les insuffisances et défauts du Laboratoire Central.

Il faut prendre bien conscience que l'ensemble Laboratoire Central-Laboratoires Régionaux est déjà — et sera de plus en plus — indissociable ; et que les Laboratoires Régionaux prendront de plus en plus part aux études générales et à la recherche.

Les problèmes de nos laboratoires doivent donc être résolus en considérant l'ensemble du réseau « Laboratoire Central Laboratoires Régionaux ».

6°) *Dans les Laboratoires Régionaux on pratique une politique d'autofinancement excessive.*

Les remarques de cette rubrique 6°) sont étroitement liées à celles de la rubrique 5°) ci-dessus.

Actuellement, à part quelques laboratoires, la part d'autofinancement est trop élevée (65, 70 et même 80%) ; les inconvénients et les dangers de cette situation sont très sérieux.

a) On ne pense pas assez aux études générales et à la recherche, dont le financement est donc mal assuré.

b) Parmi les études et les essais à l'occasion de cas concrets, dans l'immédiat, les laboratoires sont très tentés de faire d'abord ce qui rapporte des recettes *au laboratoire*, au détriment d'études qui seraient beaucoup plus utiles pour les projets et les travaux, mais moins « payantes » pour le laboratoire.

c) Parmi les clients possibles, on choisit ceux qui « paient » bien et vite, ou qui ne demandent que des essais et études faciles et rémunérateurs ; on va même jusqu'à chercher hors de notre Administration une clientèle peu exigeante qui « paie » bien.

Et comment reprocher cela essentiellement à un Chef de Laboratoire qui est constamment aux prises avec des graves problèmes financiers ?

Il est, à mon avis, urgent de réviser cette politique.

7°) *On fait en général une mauvaise appréciation de la « rentabilité » des laboratoires.*

On a plus que tendance à apprécier leurs services d'après ce qu'ils coûtent, et pas assez d'après ce qu'ils rapportent à leurs clients, pas assez d'après les erreurs ou plus-values qu'ils aident les Services à éviter ; or, celles-ci sont, bien souvent, très supérieures au coût des études et des essais.

Il faut dire que, dans la qualité de la préparation d'un projet, ou de l'exécution de contrôles de construction efficaces, il est presque toujours très difficile de faire la part de ce qui incombe à l'Ingénieur ou au Service qui conçoit et qui dirige l'ensemble, au Bureau d'étude qui projette, et d'autre part, au Laboratoire qui mesure, qui fait des essais et qui aide l'Ingénieur maître d'œuvre à interpréter ces mesures et essais.

On doit savoir cependant que très rares sont les cas où le recours au laboratoire n'est pas nécessaire, et où la qualité du travail du laboratoire n'a pas une grande importance pour la qualité et le coût des travaux.

Les principales garanties de la rentabilité des laboratoires sont, à mon sens :

1. la qualité de ces organismes, à commencer par celle de leur personnel, et d'abord de leurs Cadres.

2. la rapidité de réponse ; ce qui suppose que les laboratoires sont dotés de moyens « surabondants » pour répondre en temps voulu à la demande, malgré l'irrégularité et les pointes de celle-ci. Les Services clients des laboratoires sont bien souvent, *actuellement*, dans l'impossibilité de définir et de programmer leurs études, un an à l'avance. Comment dans cette situation, les laboratoires pourraient-ils programmer correctement leur activité ?

Il faut donc que les laboratoires se règlent plutôt sur les pointes de la demande que sur des moyennes ; faute de quoi les études et essais ne seront pas faits à temps.

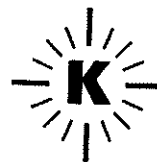
3. la possibilité des laboratoires d'être, à chaque instant, qualitativement en avance sur la demande, ce qui, je le souligne à nouveau, suppose qu'ils consacrent des moyens et du temps aux études générales et à la part de recherche qui leur incombe ; si l'on admet l'importance de cette activité des laboratoires, on ne doit aucunement craindre qu'ils soient « surabondants » à un moment quelconque.

4. il faut souligner les avantages — la nécessité — d'une bonne liaison entre les dirigeants des laboratoires et les Ingénieurs des Services clients ; et nous en revenons au problème de l'encadrement « Ponts et Chaussées » des laboratoires.

Ce problème de l'encadrement Ponts et Chaussées est aussi important — décisif même — pour la rentabilité des laboratoires que pour la qualité de leurs Services, si on voit bien que cette rentabilité est essentiellement basée sur l'amélioration de la qualité et de la sûreté des projets et de l'exécution, plutôt que sur le coût même des essais et études de laboratoires.

ETABLISSEMENTS

KUHLMANN



Société Anonyme au Capital de 197.988.550 F

25, B^D DE L'AMIRAL BRUIX — PARIS (16^e)

Téléphone : 553-50-50



Ponts et Chaussées :

**SILICATES POUR TRAVAUX SOUTERRAINS
ET PEINTURES - LITHOPONE.**

Mines :

**PRODUITS DE FLOTTATION : XANTHATES -
SULFURE DE SODIUM - SULFHYDRATE
DE SODIUM - SULFURE DE CARBONE -
ALCOOLS - SILICATES.**

ENTREPRISES ALBERT COCHERY

Société Anonyme au Capital de 17.500.000 F.

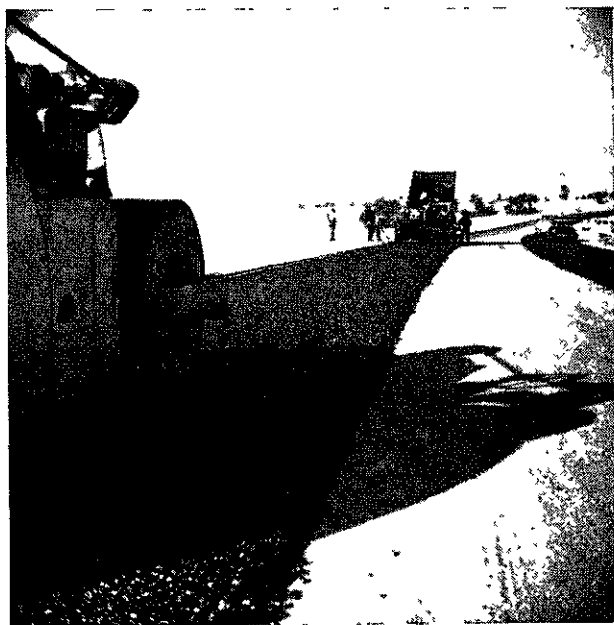
SIÈGE SOCIAL

6, rue de Rome - PARIS (8^e)

Téléphone 387-31.87

Télégr. Superacco Paris 118

(10 lignes groupées)



**TRAVAUX ROUTIERS, PUBLICS ET PRIVÉS
AÉRODROMES - TRAVAUX HYDRAULIQUES
GOUDRONS, BITUMES ET LIANTS COMPOSÉS
POUR ROUTES**

**PRODUITS CHIMIQUES DÉRIVÉS DU GOUDRON
LAI TIERS DE HAUTS FOURNEAUX,
CONCASSÉS, GRANULÉS BRUTS ET
PRÉBROYÉS**

**TARMA CADAM DE LAITIER — MATÉRIAUX
ENROBÉS — BÉTONS HYDROCARBONÉS**

**CIMENTS DE LAITIER — LIANTS
HYDRAULIQUES POUR ROUTES**

**CHAPES - MATÉRIAUX ET LIANTS SPÉCIAUX
POUR ÉTANCHÉITÉ**

JOINTS ET REVÊTEMENTS DE SOLS

LES LABORATOIRES RÉGIONAUX

E. PRANDI, Ingénieur des Ponts et Chaussées

HISTORIQUE

Les Laboratoires Régionaux ont été créés par décision ministérielle du 27 mai 1952. Leur nombre, de 10 initialement, a progressivement été porté à 17.

Jusqu'en 1960 leur évolution a été très lente. Créés pour effectuer des essais simples sur les sols et les assises utilisées dans les chaussées, les Laboratoires Régionaux ont peu à peu appris à connaître leur région. Les meilleurs d'entre eux ont profité de cette période de rodage pour accumuler des renseignements sur les sols et les matériaux de leur zone d'action. Cette connaissance, même très grossière et très fragmentaire se révélera précieuse au moment du changement de rythme de croissance.

Le développement des Laboratoires Régionaux s'accélère à partir de 1960. En quelques années, les surfaces de plancher vont se trouver décuplées, le nombre des Agents sera quintuplé avec un changement très important dans la qualité du personnel.

Ce rythme de croissance, que certains Ingénieurs ont considéré comme trop rapide, témoigne, sans qu'il soit nécessaire d'ajouter d'autres commentaires, de l'ampleur du sous équipement grave de notre Administration.

Le rôle des Laboratoires Régionaux était à l'origine de faire des essais simples sur les sols et assises de chaussées. Très rapidement, le contrôle de ces matériaux est venu s'y ajouter naturellement. Peu à peu et au fur et à mesure que des besoins nouveaux apparaissaient, leur domaine d'activité s'étendait. Ces extensions, réalisées de façon quelque peu anarchique aux yeux de certains Ingénieurs, ont eu le très grand mérite de rendre service en apportant les conseils techniques attendus par les Ingénieurs et de préparer le grand développement des Laboratoires Régionaux à partir de 1960.

Les Laboratoires Régionaux forment maintenant avec le Laboratoire Central et les Laboratoires Départementaux et de chantiers un tout comme le souligne M. l'Ingénieur en Chef DURRIEU, qu'il serait utopique et peu réaliste de scinder en ses éléments.

**

Le développement des Laboratoires Régionaux apparaît à partir de 1960 comme un phénomène « explosif ». Le programme autoroutier est le grand responsable de cette croissance. S'il a été plus qu'un catalyseur par le soutien logistique qu'il a apporté, il ne peut l'expliquer à lui seul. Les travaux de notre Administration se réalisent de plus en plus avec des cadences élevées à partir de matériels très perfectionnés capables d'aboutir à des prix unitaires bas. L'Ingénieur exige en plus des ou-

vrages sûrs dont la qualité est homogène. Tout ceci n'est possible qu'en faisant beaucoup de mesures, beaucoup d'essais et beaucoup d'études.

Cette tendance à « mesurer » les propriétés des matériaux qui concourent à l'établissement d'un ouvrage, qui est générale pour toutes les activités humaines, a été ressentie dans notre Administration à l'occasion des problèmes autoroutiers, et elle a révélé notre sous équipement grave.

Comblen les lacunes de notre équipement dans les plus brefs délais explique et justifie l'ardeur et le travail de quelques Ingénieurs qui n'ont pas craint les difficultés de toutes sortes provoquées par un accroissement trop rapide de leur Laboratoire. Cet accroissement, avec tous les défauts qu'un critique de la onzième heure peut y trouver a posteriori, valait encore mieux que la démission par stagnation.

Les conditions du développement des Laboratoires Régionaux ont été difficiles. M. l'Ingénieur en Chef DURRIEU insiste particulièrement sur le manque de conviction de beaucoup d'Ingénieurs à l'encontre des Laboratoires : c'est la raison fondamentale qui peut expliquer la quasi totalité des difficultés auxquelles se sont heurtés les Ingénieurs chargés d'un Laboratoire.

Je ne m'étendrai pas sur le financement de la construction des locaux et leur équipement. Le financement toujours tendu, avec une part d'autofinancement trop importante incitant les Chefs de Laboratoire à faire des « recettes » au détriment d'une meilleure orientation des études, a été le souci commun de tous les Laboratoires.

La première difficulté apparaît au moment de la définition du programme d'extension des locaux existants. En 1960 la surface disponible par laboratoire était de l'ordre de 200 m². Un programme de 2.000 à 3.000 m² semblait donc déjà confortable pour les Ingénieurs les plus hardis. Cinq ans plus tard seulement, des programmes de 8.000 à 10.000 m² ne semblent pas démesurés.

Pour illustrer cette évolution des esprits, qu'il me soit permis de citer le cas du Laboratoire Régional d'Autun : en 1960 un programme de 800 m² avait été fixé comme limite supérieure par l'Administration Centrale. Sous la poussée des besoins : 230 km sur A. 6 et 120 km sur A. 37, plus de 2.000 m² de planchers ont été réalisés en *plusieurs tranches* ; le Laboratoire a été un chantier permanent. L'avant projet général du Laboratoire d'Autun porte maintenant sur 5.400 m² qui devront être construits dans des délais relativement courts.

Après la défense des programmes d'extension, il fallut s'attaquer à la conception même des bâtiments. Unissant les efforts de quelques Ingénieurs, la Direction des Routes créa un groupe de travail avec pour mission la définition des lignes d'ensemble de la conception d'un laboratoire routier. Les idées échangées, le travail accompli au cours des séances du groupe ont aidé les Ingénieurs constructeurs. Malheureusement, faute de moyens, le groupe n'a pas pu concrétiser dans un document les éléments d'ensemble et les aménagements de détail souhaitables pour un bon fonctionnement d'un laboratoire routier.

Pour des programmes de 5.000 m² environ de planchers, le schéma en peigne simple ou double, sur deux niveaux, apparaît comme la meilleure solution. Elle assure une bonne distribution des salles de travail, des bureaux et des services communs. Les manutentions de matériaux, leur circulation entre les postes de travail restent acceptables.

Au-delà de 5.000 m², la longueur des circuits, matériaux et personnel, devient trop importante et la solution compacte avec les sujétions qu'elle comporte

(éclairage, climatisation) semble prévaloir. L'étude d'une telle solution est actuellement en cours pour le Laboratoire de la Seine.

La diversité des tâches de notre Administration, l'évolution permanente des techniques, les fluctuations des activités imposent l'idée du laboratoire « parapluie », avec une certaine mobilité de la distribution intérieure. Pour que cette mobilité soit réellement praticable et peu onéreuse, la distribution des fluides, les aménagements de sols doivent être judicieusement étudiés.

Je passerai très rapidement sur les difficultés de fonctionnement qui gênent encore l'activité des Laboratoires Régionaux. M. l'Ingénieur en Chef DURRIEU insiste plus particulièrement sur l'insuffisance pour ne pas dire l'inexistence, de l'encadrement « Ponts et Chaussées », et de façon plus générale sur l'absence de structures bien définies avec les liaisons nécessaires et souhaitables entre le Laboratoire Central et les Laboratoires Régionaux, et entre ceux-ci et les clients.

La lecture des monographies des quelques Laboratoires Régionaux qui terminent cet article, montre l'insuffisance des locaux, imposant au personnel des conditions de travail souvent inadaptées, alors que les équipes, par leur jeunesse, ne sont pas encore bien cimentées. leur formation s'en ressent, la qualité des études également.

**

Les activités des Laboratoires Régionaux se sont progressivement étendues ; des essais simples et du contrôle de l'origine, elles touchent maintenant aux études particulières de projet, aux études générales, et éventuellement à la recherche.

Les essais simples et les contrôles constituent une part notable de l'activité des Laboratoires Régionaux. Ils maintiennent un contact très étroit entre les Ingénieurs de laboratoire et les Ingénieurs de chantier : à ce titre, et malgré le délestage partiel souhaitable sur les Laboratoires Départementaux, les contrôles doivent rester dans les attributions des Laboratoires Régionaux.

La qualité et la compétence du personnel permettront de mettre en place des contrôles effectifs et efficaces, capables de suivre les cadences élevées atteintes sur chantier. On peut affirmer que la mise au point de nouvelles méthodes de contrôle, sérieuses et efficaces est actuellement un problème de *recherche*.

Les études particulières sont l'activité principale des Laboratoires Régionaux. Elles recouvrent des domaines très variés, mais la plupart d'entre elles se rapportent à la route :

- Etude des projets autoroutiers : Prospection des tracés — stabilité de remblai et de talus — tassement des sols compressibles — prospection de gisement de matériaux.
- Etudes des fondations d'ouvrages d'art.
- Etudes des structures de chaussées : (traitement des matériaux — enrobés)
- Contrôle des travaux (terrassements, chaussées, béton d'ouvrage)
- Etudes analogues pour les projets routiers du réseau national ou départemental. Une aide appréciée a été fournie pour les équipements des Départements en voies express.

- Etudes des renforcements à apporter au réseau routier pour le mettre à l'abri des actions néfastes du gel et lui permettre de résister à la circulation toujours plus intense.
- Amélioration des techniques d'entretien en éliminant les causes d'échecs par une meilleure connaissance des associations de matériaux.

Les études régionales et générales font progresser la connaissance des matériaux ou d'une technique. N'ayant pas toujours une application immédiate, elles sont parfois trop délaissées au bénéfice des études particulières. Pour éviter cet inconvénient, il faudrait que les Laboratoires Régionaux soient en *permanence* « surabondants ».

Le domaine des études générales est très vaste et intéresse tout l'art de l'Ingénieur.

- Etude du drainage applicable aux projets autoroutiers.
- Etude des sondages : matériels, prélèvements intacts, diagraphie de sondage.
- Etude des plans de correspondance de terrassements, de la rippabilité des roches par méthodes de sismique réfraction.
- Etude de revalorisation des matériaux locaux par des traitements appropriés : graves et sables traités au ciment, graves et sables (même fins) traités au laitier granulé ; association des cendres volantes, du laitier granulé et du ciment.
- Etude des ressources régionales de matériaux avec inventaire systématique des qualités des granulats.
- Etudes de formules régionales de béton et d'enrobés vers lesquelles s'orientent la plupart des Laboratoires Régionaux pour simplifier, améliorer et rendre plus économiques les errements actuels.
- Etude des émulsions à l'échelle industrielle qui a permis de grands progrès dans leur emploi.

La recherche n'est encore que timidement abordée dans les Laboratoires Régionaux, et la jeunesse de leurs équipes explique et justifie cette situation normale. Néanmoins, il faut veiller à ce qu'un juste équilibre s'établisse entre le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées et les Laboratoires Régionaux. Au sein du Ministère de l'Équipement la recherche ne saurait s'effectuer en laboratoire. Elle a besoin d'être complétée et vivifiée par l'expérimentation sur chantiers en vraie grandeur.

La recherche passe donc obligatoirement par les Laboratoires Régionaux, qui seront amenés à collaborer étroitement avec le Laboratoire Central, et à se charger d'une partie de la tâche. C'est dans cette optique qu'ont été menées les recherches suivantes :

- Déformabilité des chaussées : mise au point des matériels nouveaux permettant des auscultations nombreuses et précises.
- Nouvelles méthodes d'essais et nouveaux appareils : il s'agit de « contrôle » global — mesure de densité par sondes à rayons γ ; auscultation dynamique non destructive des ouvrages ; perfectionnement des outils de sondage.
- Etude des conditions de granulation des laitiers en vraie grandeur aboutissant à une amélioration de la qualité du laitier granulé et à une extension des domaines d'emploi.

Laboratoire Régional d'Angers

En même temps que dix autres Laboratoires Régionaux, le Laboratoire Régional d'Angers est né, en 1952, de la circulaire technique de la Direction des Routes, en date du 27 mai 1952, traitant de la construction des chaussées.

Sa zone d'action comprend, outre le Maine-et-Loire, les sept Départements limitrophes :

Loire-Atlantique, Mayenne, Sarthe, Indre-et-Loire (1), Vienne, Vendée, Deux-Sèvres.

Un programme de 233 m², jugé très ambitieux, fut réalisé.

En 1953, il fut nécessaire de lui adjoindre une extension qui conduisit à un ensemble exploité dans ses mêmes limites jusqu'en 1959 (surface de planchers, hors tout, 627 m²).

Outre le Chef du Laboratoire et l'Assistant, Ingénieur E.T.P., l'effectif du personnel évolua entre 1952 et 1959, de 10 à 17 personnes.

L'équipement était surtout constitué par le matériel de travail en salle, nécessaire aux essais de géotechnique routière, aux contrôles des fabrications de bétons hydrauliques, aux contrôles des liants hydrocarbonés et aux études de fabrication d'enrobés.

Il s'y ajoutait la sondeuse Highway de 6 m., une fourgonnette 1500 kg. équipée pour les contrôles sur chantiers, deux véhicules de liaison (403 commerciale Peugeot, 2 CV Citroën).

Dès 1957, la nécessité d'une extension se fit sentir. Un avant-projet, adopté en 1960, prévoyant la réalisation en deux tranches, conduisit à obtenir, en fin de la première tranche, une surface utile de 1500 m² (pour un effectif de 80 personnes) puis, à l'achèvement de la seconde tranche, 2750 m² (pour un effectif de 150 personnes).

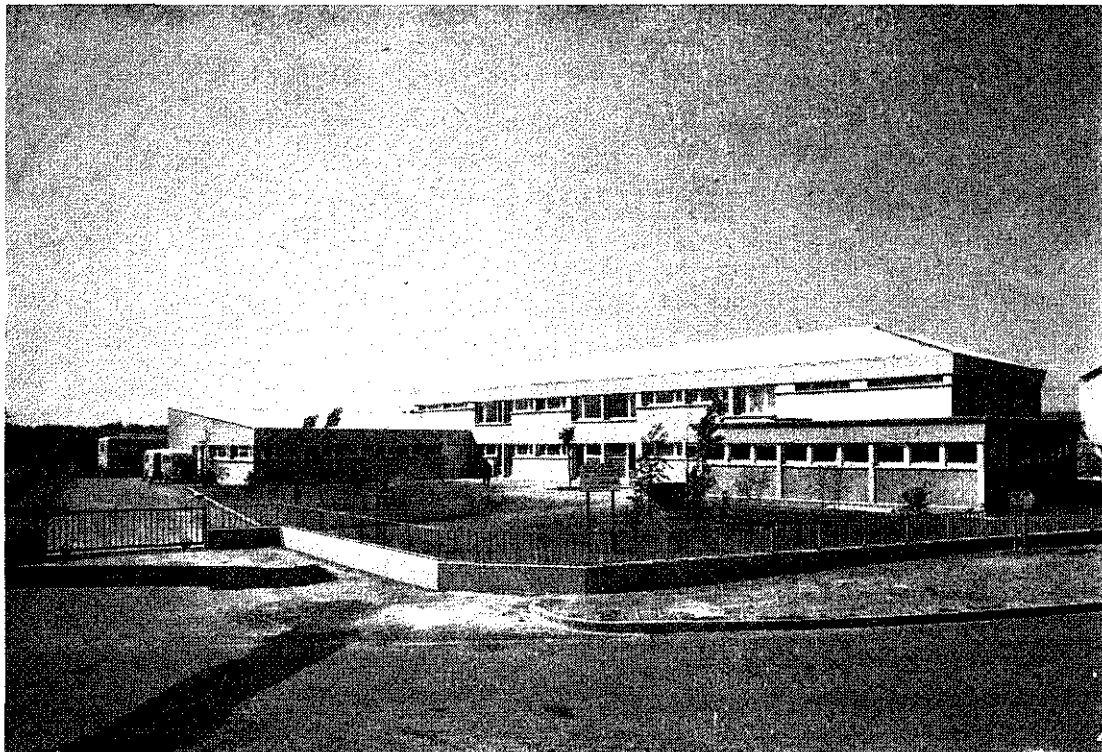
La première tranche de cette extension a été réalisée, par fractions, entre 1960 et 1964.

Parallèlement à l'accroissement des locaux, l'effectif en personnel a progressé : 17 Agents début 1961 ; 49, début 1964 ; 86 début 1966.

Les Sections Sols pierres et gravillons, Chimie et Revêtements hydrocarbonés, Bétons hydrauliques se sont étoffées.

En 1960, la Section des Bétons Hydrauliques a entrepris les premières *études de sols corrigés au ciment*.

(1) Le Département de l'Indre-et-Loire est en fait rattaché au Laboratoire Régional de Blois depuis sa création.



Laboratoire Régional d'Angers



Salle de compactage « Soils »

Les années 1961 et 1962 ont vu se développer la Section des sondages et prospections.

L'année 1963 a été celle de la constitution des Sections de *Mécanique des sols-fondations*, ainsi que de la Section de *Défectométrie expérimentale*, qui s'est transformée, un peu plus tard, en *Point d'Appui de calcul de renforcement de chaussées*.

Enfin, en 1965, ont été constituées deux nouvelles Sections, la *Section de Nucléodensimétrie*, chargée d'étudier et d'expérimenter, en liaison étroite avec le Laboratoire Central, les matériels à radioisotopes destinés aux besoins des Laboratoires ; la *Section d'Etudes de carrières* constituée à la demande de la Direction des Routes pour étudier, sur des carrières importantes, les causes des fluctuations de qualité des produits fabriqués.

Dans les travaux d'équipement ou d'amélioration du réseau routier de sa région, le Laboratoire Régional d'Angers effectue :

- Des études de prospection de tracés avec identification des sols rencontrés.
- Des études de terrassements : plus particulièrement observation des tassements de remblais sur sols compressibles.
- Des recherches de gisements de matériaux alluvionnaires, vallées de la Loire et de l'Indre plus particulièrement.
- Des études de fondations d'ouvrages d'art.
- Des études de compositions (enrobés, béton, grave-ciment).
- Des contrôles de travaux aux diverses phases.

Le Laboratoire d'Angers participe de plusieurs façons aux études d'intérêt général, demandées par la Direction des Routes ou le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées.

Cette participation s'effectue à temps complet pour les Sections créées spécialement à cet effet :

- Point d'Appui de calcul de renforcement de Chaussées
- Section de Nucléodensimétrie
- Section d'Etudes de carrières.

C'est ainsi que la première a exploité depuis plusieurs années la remorque de charge L.C.A. pour la détermination, par des essais aux plaques, des modules de déformation statiques des sols de fondation et couches de chaussées, a procédé aux premières expérimentations du déflectomètre à boulet et contribué à la mise au point du déflectographe Lacroix.

Elle effectue actuellement des mesures de déflexions systématiques sur un certain nombre de chaussées types du Département pour tenter de définir les coefficients de variation saisonniers de la déflexion pouvant être utilisés régionalement.

La Section de Nucléodensimétrie procède actuellement à la formation des personnels destinés à utiliser les matériels de mesures à radioisotopes qui vont être diffusés dans les Laboratoires Régionaux, étudie certains appareils nouveaux, suit leur construction et se charge de leur expérimentation avant la mise en fabrication en petite série (gammadensimètres DR 30 et DR 10 - double sonde).

La Section d'Etudes de carrières effectue depuis plusieurs mois des analyses sur les produits fabriqués, à différents étages, par la carrière de Voutré.

D'autre part, certaines Sections du Laboratoire entreprennent, à temps partiel, des recherches soit dans le but de faciliter ou d'améliorer un procédé d'étude ou de contrôle existant (simplification de la méthode d'étalonnage pour le contrôle de la teneur en ciment d'une grave-ciment par la méthode thermométrique, méthode de calcul de la composition d'un mélange de granulats s'ajustant au mieux sur une couche granulométrique donnée, etc...), soit en vue d'accroître les moyens disponibles pour examiner certains problèmes, par exemple, la recherche de l'influence de la qualité d'un filler sur les performances mécaniques d'un enrobé en utilisant la notion de coefficient émulsifiant de ce filler, ou encore l'étude, la construction et la mise au point d'un appareil de mesure de tassements d'un sol compressible sous un remblai.

De plus, le Laboratoire apporte sa collaboration à l'Atelier de Fabrication de Matériels Prototypes de Laboratoire, créé à Angers en ce qui concerne la mise au point et les premières expérimentations. On peut citer, en dehors de celles concernant des matériels destinés aux Sections exclusivement expérimentales, notre intervention importante dans la mise au point de la presse à avancement contrôlé, dans l'expérimentation de la presse « Texas » de moulage d'éprouvettes d'enrobés et d'un certain nombre de matériels de sondages ou de carottages.

La participation du Laboratoire Régional d'Angers aux études d'intérêt général se manifeste aussi par la présence d'assistants spécialisés, dans certains groupes d'études.

Une autre forme est la contribution aux enquêtes présentées par la Direction des Routes, telles que l'enquête sur le rôle de l'eau dans les chaussées, le gel-dégel, etc...

En pourcentage, le temps passé par les Sections d'études « clients » à des travaux d'intérêt général, est de l'ordre de 30% de l'activité générale de ces Sections.

SOCIÉTÉ D'AMÉNAGEMENT URBAIN ET RURAL

5, Rue de Talleyrand - PARIS-7^e - INV. 55-79

S. A. U. R.

EXPLOITATION DES SERVICES DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE

ANGOULEME, ANNONAY, CAHORS, CHALON-SUR-SAONE, NANTES, PAU, LA ROCHELLE, LA ROCHE-SUR-YON,
SAINT-JEAN-D'ANGELY, VANNES. — ABIDJAN

Laboratoire Régional d'Autun

Le Laboratoire Régional d'Autun a été créé par décision ministérielle du 27 mai 1952. Pendant 10 ans le Laboratoire s'est développé lentement, débordant le cadre et les activités d'un Laboratoire départemental pour rayonner progressivement dans les départements constituant alors sa zone d'influence : Saône-et-Loire — Côte-d'Or — Jura — Nièvre — Allier et Yonne. L'activité du Laboratoire était alors orientée essentiellement vers les problèmes de stabilisation mécanique, études et contrôles.

A la fin de cette époque deux facteurs limitèrent sensiblement les possibilités d'accroissement du Laboratoire : des locaux exigus et des moyens d'équipement relativement réduits aussi bien en matériel qu'en personnel. En 1960, le Laboratoire Régional d'Autun était toujours installé dans les sous-sols de l'immeuble des Bureaux de l'Arrondissement Ouest des Ponts et Chaussées (350 m²), avec un effectif de 17 personnes y compris l'Ingénieur des T.P.E. Chef de Laboratoire.

A partir de 1960 le Laboratoire Régional d'Autun va connaître au contraire une période de développement intense du fait des études de prospection à entreprendre sur le tracé de l'Autoroute A 6 (Paris-Lyon) qui traverse les départements de l'Yonne, de la Côte-d'Or et de la Saône-et-Loire. En 1962, le Laboratoire, dont l'effectif est alors de 35 personnes s'installe dans un immeuble neuf situé sur la zone industrielle près d'autres éléments préexistants du Service des Ponts et Chaussées : Parc à Matériel, Ateliers, station de stockage de liants. Ce bâtiment en forme de T s'étendait sur 1000 m² en rez-de-chaussée auxquels s'ajoutaient 500 m² en sous-sol.

Aux études autoroutières chaque jour plus nombreuses et plus précises s'ajoutent dès lors de nouvelles études orientées en particulier vers le traitement au laitier granulé des graves et sables.

En 1963, l'effectif total du Laboratoire est de 52 personnes et un étage doit être élevé sur le bâtiment construit en 1962 portant ainsi la surface des bureaux et salles de travail à 1.950 m², y compris le sous-sol.

Dès lors le Laboratoire va poursuivre son accroissement en étoffant les différentes Sections existantes, en matériel et surtout en personnel qualifié du niveau Ingénieur et Technicien Supérieur. Les grandes lignes de l'Organigramme actuel sont tracées et complétées en 1964-1965 par la création de trois nouvelles Sections : Béton, Electronique, Mécanique des Chaussées. A vrai dire, il existait déjà un embryon de Section Mécanique des Chaussées, mais la décision de la Direction des Routes de constituer à Autun un Point d'Appui pour les études des renforcements de chaussées va considérablement renforcer et transformer cette Section dont la zone d'action couvre les zones d'influence des Laboratoires d'Autun, de Lyon et partiellement de Clermont-Ferrand.



Fin 1965, le Laboratoire Régional d'Autun possède un effectif de 108 personnes y compris le Chef de Laboratoire et son Adjoint. En dehors de l'Ingénieur Divisionnaire des T.P.E. Chef de Laboratoire et de son Adjoint, Ingénieur des T.P.E. les cadres du Laboratoire comprennent 11 Assistants et 11 Techniciens Supérieurs. Les Assistants sont, soit des Ingénieurs issus de l'I.N.S.A., de l'Ecole des T.P., de l'E.N.S.M. de Nantes et du C.N.A.M., soit des licenciés sortant des Universités voisines. Les 11 techniciens supérieurs adjoints à ces Assistants sont tous titulaires d'un diplôme de Technicien Supérieur de l'enseignement technique correspondant à leur discipline : géologie, chimie, électronique, génie civil, etc.



Laboratoire Régional d'Autun

Bureaux, salles de travail, magasins divers et salles de conservation restent installés actuellement sur la surface disponible dès 1963, soit 1.950 m² auxquels il faut ajouter les 400 m² d'un hangar provisoire abritant un magasin et la Section des Bétons. Cette situation peut difficilement durer plus longtemps et la Direction du Laboratoire espère que le projet d'extension du Laboratoire, qui doit permettre de porter la surface totale à 4.200 m², se réalisera prochainement.

Cette extension permettrait, en effet, d'installer chaque Section dans des conditions convenables et d'absorber les accroissements de matériel et de personnel pour un certain temps.

Si le Laboratoire Régional d'Autun devait croître au-delà de 150 personnes environ, il est évident que des problèmes de construction commenceraient à se poser. En utilisant la quasi totalité du terrain dont le Laboratoire dispose à l'heure actuelle, il est encore possible de prévoir une nouvelle extension permettant de porter la surface totale du Laboratoire à 6.000 m² environ ; mais avec de telles réalisations, il ne resterait pratiquement plus aucun terrain disponible autour des bâtiments.

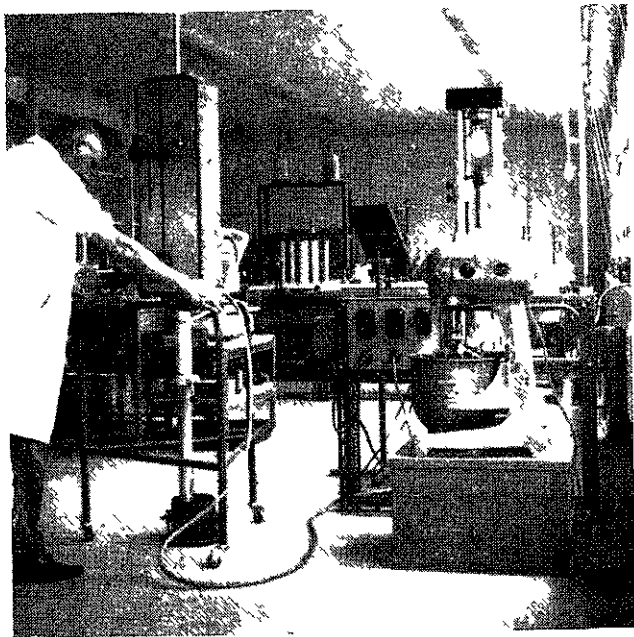
Actuellement les activités du Laboratoire Régional d'Autun sont orientées pour la moitié environ vers les études autoroutières. On peut estimer que ces études auxquelles s'ajouteront les contrôles et les constatations pendant la phase de cons-

truction, rempliront largement le V^e plan. Elles seront relayées ultérieurement par les études concernant les liaisons prévues pour un avenir plus lointain en même temps que s'intensifieront et se préciseront les problèmes de renforcement des itinéraires principaux du réseau actuel, les problèmes d'équipement de caractère régional et les problèmes d'équipement urbain dans le cadre du Nouveau Ministère de l'Équipement.

*

En 1964 et 1965 les études autoroutières (A 6) ont constitué la préoccupation première du Laboratoire Régional d'Autun. De plus en plus nombreuses et de plus en plus précises au fur et à mesure que la date de lancement des travaux approche, ces études comprennent en particulier :

- les prospections de tracés et la définition des difficultés rencontrées permettant au projeteur de choisir ou d'orienter son tracé au mieux.
- les études de terrassement apportant au projeteur les éléments de base pour l'établissement de son plan de correspondance.
- les recherches de gisements de matériaux dont la définition de la qualité, de la quantité, du mode d'extraction aident le projeteur à choisir la meilleure solution en fonction des données économiques qu'il possède par ailleurs ; ceci aussi bien pour les remblais que pour les couches de chaussées.
- les études de fondations des ouvrages d'art, de tassement sous remblais, de tenue des talus, etc...



Salle de travail des sols

A côté de ces études autoroutières s'ajoutent les études et les contrôles effectués dans le Département de Saône-et-Loire dans le cadre de l'équipement et de l'établissement de liaisons nouvelles.

Il ne faut pas oublier non plus, en ce qui concerne l'étude des projets routiers, les interventions effectuées dans les Départements voisins Jura et Nièvre en particulier.

Pour les contrôles de travaux, le Laboratoire d'Autun intervient essentiellement dans le cadre du Département jouant ainsi son rôle de Laboratoire Départemental.

C'est ainsi que le Laboratoire contrôle les grands travaux d'équipement du Département et suit de près les campagnes annuelles de renforcement et d'en-

tretien du réseau. De plus en plus les fournitures de matériaux, les fabrications d'enrobés sont contrôlées statistiquement pour assurer une qualité toujours plus grande.

En dehors du Département de la Saône-et-Loire, le Laboratoire d'Autun intervient comme conseil et épaulé selon les nécessités les Laboratoires Départementaux voisins.

La participation avec le Laboratoire Central à des études d'intérêt général porte essentiellement sur les points suivants : le drainage, les problèmes de géophysique appliquée aux Travaux Publics, les études sur les laitiers granulés, les études de renforcement des chaussées.

Le travail confié au Laboratoire Régional d'Autun sur le problème du drainage porte sur l'étude des drains et des filtres utilisés pour le drainage interne des autoroutes. L'étude bibliographique en cours permettra de définir prochainement un programme d'études à réaliser rapidement.

Le Laboratoire Régional d'Autun a été l'un des premiers à s'intéresser à la géophysique, aussi l'étude de certains problèmes de sismique, en particulier, est-elle confiée au Laboratoire d'Autun dans le cadre du Groupe de Géophysique.

Dans le domaine de l'étude des laitiers granulés proprement dits et de leur utilisation pour le traitement des graves (au sens général du terme), le Laboratoire Régional d'Autun essaye surtout de définir le mécanisme du phénomène de prise des laitiers et d'étudier la réactivité de ces laitiers. Le Laboratoire d'Autun a été conduit ainsi à étudier la granulation des laitiers et à procéder à une étude poussée, à une échelle semi-industrielle, des divers facteurs agissant sur la réactivité d'un laitier au cours de sa granulation. Les études se poursuivent actuellement en liaison avec le Laboratoire Central et le Laboratoire des Laitiers de Nancy créé récemment.

En ce qui concerne les problèmes de renforcement des chaussées, la Direction des Routes a créé l'un de ses Points d'Appui à Autun. Le Laboratoire Régional d'Autun sera donc étroitement associé aux études de renforcement des chaussées, et sera en mesure de participer effectivement à des constatations sur certaines sections à définir lors des campagnes prochaines en fonction des techniques utilisées.

Ainsi les activités du Laboratoire Régional d'Autun, au départ orientées vers les contrôles et les études de stabilisation mécanique, puis centrées sur les études des projets d'autoroute sont-elles actuellement harmonieusement réparties entre les études de projets, les études d'intérêt général et les contrôles.

**équipement
et matériel**

arbec

24, RUE DE LONDRES, PARIS 9^e - TÉL. : 874-33-91 ET 874-90-41

pour travaux publics et routiers signalisation

Laboratoire Régional de Blois

Le Laboratoire de Blois a été créé en 1951 à l'échelon de l'Arrondissement.

Son activité s'étendit presque aussitôt au Département, puis, dès 1956, dépassait largement le cadre de celui-ci.

Une décision Ministérielle classait le Laboratoire Régional de Blois, à dater du 1^{er} avril 1959 et étendait sa zone d'action à 4 Départements :

Cher — Indre — Loiret — Loir-et-Cher.

Enfin, et depuis le 1^{er} janvier 1960, cette zone d'action couvre la région administrative du Centre ; c'est-à-dire les Départements suivants :

Cher — Eure-et-Loir — Indre — Indre-et-Loire — Loiret — Loir-et-Cher.



A l'origine, le rôle du Laboratoire se limitait aux essais et études intéressant les nouvelles techniques de stabilisation mécanique des assises des chaussées.

Très vite, les études permettaient d'étendre ces nouvelles techniques et par là, donnaient aux services, la possibilité de réaliser dans des conditions particulièrement économiques des centaines de kilomètres de modernisation de voies départementales et vicinales, notamment en Sologne et dans la Vallée du Loir.

L'attribution à la fin de 1955 d'une tarière Highway de 8 mètres et d'une deuxième de 12 mètres en 1964, augmentait considérablement les moyens du Laboratoire et particulièrement ceux de la recherche et d'identification des gisements de matériaux sources d'économies, tant en ce qui concerne les distances de transport que du choix des matériaux eux-mêmes.

En 1962, pour faire face aux études autoroutières, était créée une Section spécialisée de prospection, sous la direction de Géologues.

En 1952, les services des Ponts et Chaussées du Loir-et-Cher ont été chargés de chantiers expérimentaux d'application d'enrobés fins fabriqués avec des sables.

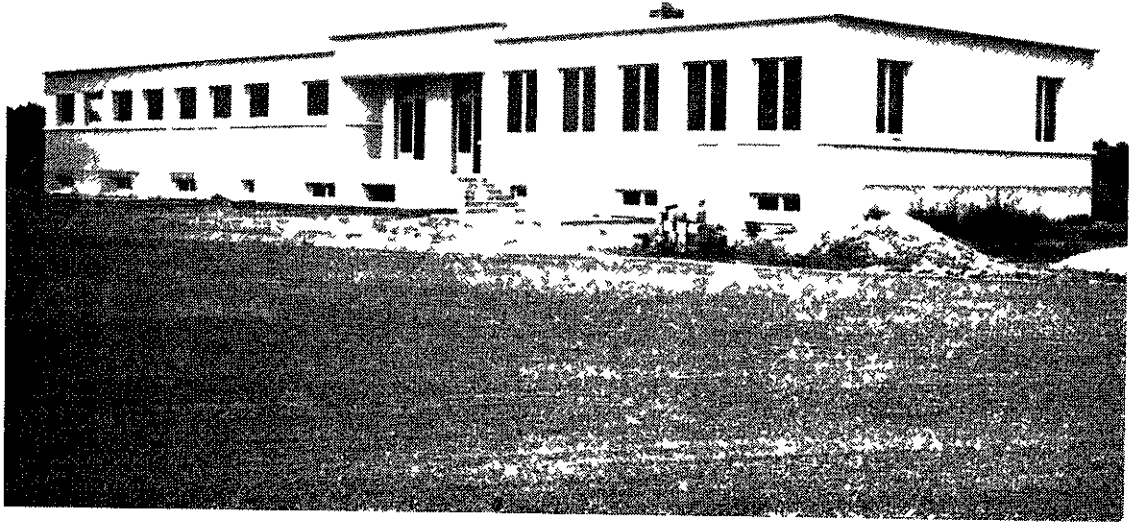
Mais c'est seulement en 1956 à la suite de mécomptes qu'il a été demandé au Laboratoire de créer une Section Liants Hydrocarbonés et Enrobés.

Le Laboratoire a pu, ainsi, établir des formules utilisant au maximum les possibilités régionales et cela, en collaboration avec le Parc Routier départemental et grâce à son poste d'enrobage permettant ainsi une efficace expérimentation dans les conditions réelles de chantier.

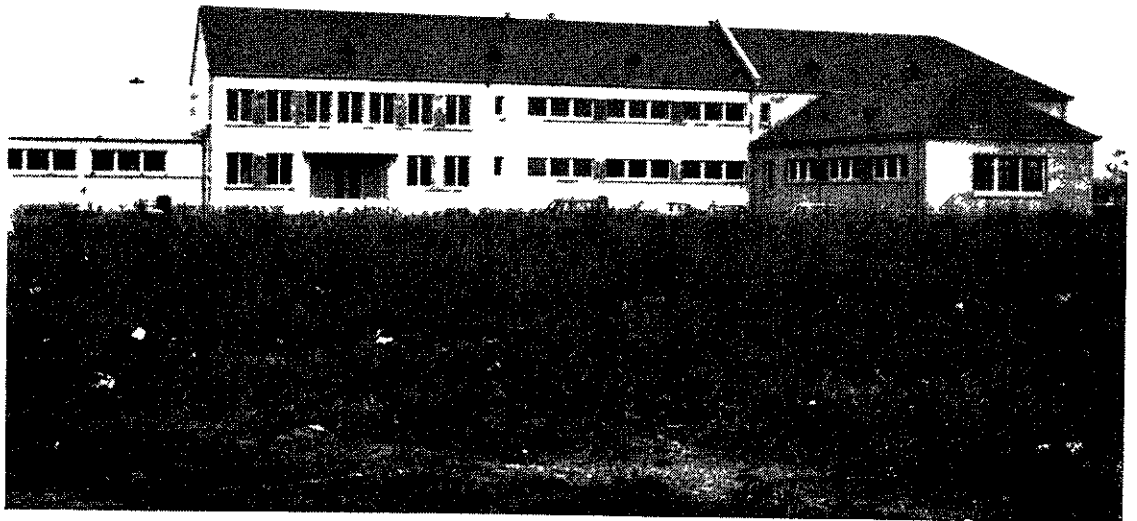
Enfin, le Laboratoire a aidé les services des Départements de l'Indre, en 1960 et du Cher, en 1961 à entreprendre leurs premières campagnes d'enrobés denses à chaud.

Le programme d'études autoroutières porte sur 243 km et intéresse les autoroutes A. 6 — A. 10 et A. 11.

La zone d'action du Laboratoire Régional de Blois est située presque entièrement sur le Sud du Bassin Parisien ; c'est-à-dire là où les terrains sédimentaires et alluvionnaires sont extrêmement variés quant à leurs qualités géotechniques.







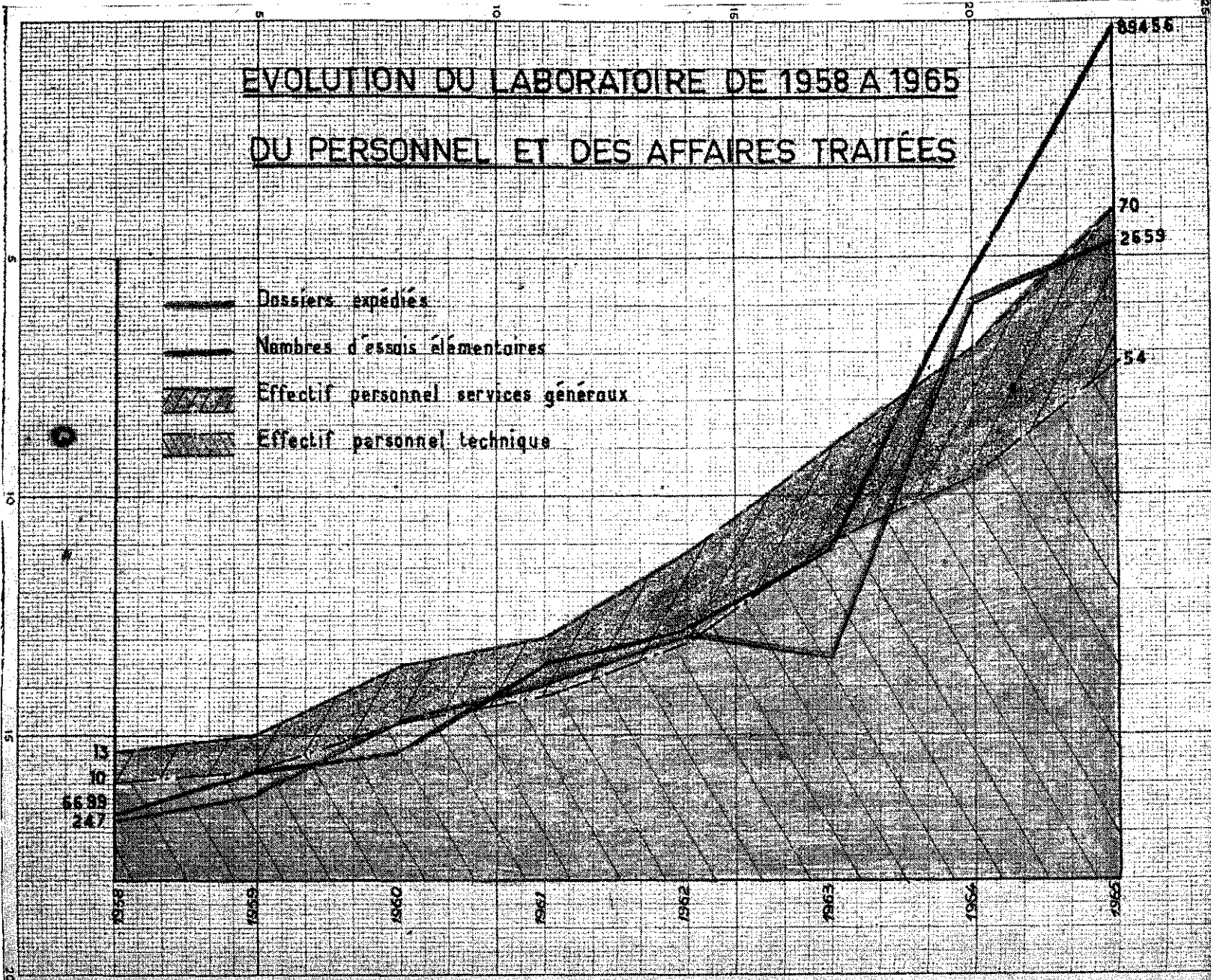
Le Laboratoire Regional en 1957



Le Laboratoire Regional dans son etat actuel

EVOLUTION DU LABORATOIRE DE 1958 A 1965 DU PERSONNEL ET DES AFFAIRES TRAITÉES

-  Dossiers expédiés
-  Nombres d'essais élémentaires
-  Effectif personnel services généraux
-  Effectif personnel technique



C'est probablement là une des raisons pour lesquelles les techniques de correction au ciment de graves non utilisées en raison de leurs mauvaises granulométries ou de leur forte plasticité, ont été étudiées par le Laboratoire, dès 1957.

Depuis, dans le Loir-et-Cher, puis successivement dans le Loiret, l'Indre, le Cher et l'Indre-et-Loire, de nombreuses applications ont été faites.

La création de la Section Bétons date de 1961. Son développement a été spectaculaire en 1963 et 1965 en raison de la construction d'une piste en béton à Bourges, des ouvrages d'art d'autoroutes (déviations de Chartres et divers projets du F.S. I.R.) et plus spécialement des essais de béton pour la construction de la Centrale Nucléaire n° 1 de Saint-Laurent-des-Eaux.

De nombreux problèmes chimiques posés par les sols, les roches, les liants hydrocarbonés, les eaux pour bétons, les ciments, ont entraîné la création d'une section Chimie menée par du personnel bien spécialisé.

L'activité de cette Section s'est, depuis, étendue à l'étude du traitement des eaux industrielles (chaufferie du Parc Routier), des eaux potables (fonctionnement des appareils de traitement), des eaux résiduaires (fonctionnement des stations d'épuration) et enfin de la pollution des rivières (la Loire, le Loiret, le Cher).



La surface définitive du Laboratoire sera de 2.400 m² dont la construction devait être terminée en 1965.

Malheureusement, les crédits disponibles ont permis seulement de terminer plus ou moins complètement 1.853 mètres carrés.

Son personnel de 72 personnes est sous la direction d'un Ingénieur des T.P.E., et comprend :

- 7 Assistants dont 4 avec une licence scientifique et 3 avec un diplôme d'Ingénieur d'E.N.S.M.
- 6 Techniciens Supérieurs dont deux chimistes, deux Géologues et deux électrotechniciens.
- Enfin, 42 Opérateurs et aides-Opérateurs et 18 personnes des Services généraux.



Au cours des deux dernières années, le Laboratoire Régional de Blois a harmonieusement équilibré ses activités entre les études de projets, les contrôles de travaux et les études d'intérêt général effectuées en liaison avec le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées.

Les études géologiques et géotechniques sont pratiquement achevées pour 46 km d'autoroutes : A. 6 dans le Loiret, A. 10 avec les déviations de Chartres et Tours.

Les déviations de la N. 20 à Vierzon et Châteauroux sont étudiées.

Le Laboratoire Régional a défini des formules d'enrobés, de graves-ciment et plus particulièrement de béton. Des contrôles importants des bétons de la Centrale nucléaire de St-Laurent-des-Eaux font l'objet d'exploitation statistique, en collaboration avec le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées.

Laboratoire Régional de Bordeaux

Le Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées a été créé en octobre 1951.

Sa zone d'action a été ainsi définie :

Charente-Maritime — Charente — Dordogne — Gironde — Lot-et-Garonne — Landes — Basses-Pyrénées.

Il était dirigé par un Ingénieur des T.P.E. et comprenait quatre Agents dont un Opérateur, et disposait de 150 m² de locaux.

De 1952 à 1961, sa croissance a été assez lente puisque l'effectif est passé de quatre Agents à 22 Agents et la superficie des locaux de 150 m² à 900 m².

De 1962 à 1965, par contre, le développement a pris un tour plus rapide. L'effectif est passé de 22 Agents à 80 et la superficie des locaux de 900 m² à 1.670 m².

En 1965, un bâtiment portant la superficie totale des locaux du Laboratoire à 3.560 m² a été mis en chantier et doit être terminé dans le courant de 1966.

Dans la zone d'action du Laboratoire Régional de Bordeaux, seuls les Départements de Charente-Maritime, Dordogne et Basses-Pyrénées possèdent un Laboratoire Départemental. Ces Laboratoires sont peu développés (2 ou 3 personnes).



Le Laboratoire Régional de Bordeaux, pour un effectif de 90 personnes ne comporte que deux fonctionnaires, les deux Ingénieurs des T.P.E. qui sont à sa tête.

L'Ingénieur de l'Arrondissement Fonctionnel de la Gironde, dont il dépend, ne peut lui consacrer qu'une partie modeste de son temps, entre des activités diverses.

Il paraît urgent, pour permettre une meilleure liaison avec les services clients et pour coordonner les études générales d'augmenter nettement la proportion d'Ingénieurs de l'Administration.

La transformation du Laboratoire en arrondissement dirigé par un Ingénieur d'Arrondissement et un encadrement d'Ingénieurs des T.P.E. (4 ou 5 par exemple) paraît éminemment souhaitable, et tout à fait justifiée par l'ampleur des problèmes.

Il ne paraît guère possible d'envisager la poursuite de l'extension suivant le rythme des 4 dernières années dans les conditions de financement incertain, surtout si l'on désire orienter au moins partiellement le Laboratoire Régional vers des études un peu plus générales.

Il paraît donc difficile d'envisager l'avenir tant que ne seront pas réglés les problèmes de l'encadrement fonctionnaire et du financement.



Section Géotechnique routière.

Elle effectue tous les essais de sols et pierres.

Elle est dirigée par un licencié es sciences, docteur en géologie.

Section Bétons

Elle effectue les études et contrôles des bétons pour ouvrages d'art, bétons routiers, ciments.

Elle est dirigée par un Ingénieur.

Section Assises

Elle effectue les études de graves-ciment et enrobés.

Elle est dirigée par un licencié es sciences.

Section Fondations

Elle effectue des essais de mécanique des sols en laboratoire et in-situ.

Elle est dirigée par un Technicien Supérieur.

Section Géologie-Prospection

Elle effectue des études géologiques et des sondages. Elle est dirigée par un licencié es-Sciences docteur en géologie et un Technicien Supérieur.

Section Electronique

Elle effectue des essais et des mesures d'extensométrie et de température pour le compte d'autres Sections et assure l'entretien de leur appareillage électronique.

Elle est dirigée par un Technicien Supérieur.

Section Contrôles

Elle suit et contrôle les travaux du Département et les chantiers autoroutiers.

Elle est dirigée par deux Assistants dont un licencié es-sciences.

Section Point d'Appui Renforcement des Chaussées

Elle effectue des essais dans le cadre des directives de la Direction des Routes sur le renforcement des chaussées.

Elle est dirigée par deux Assistants (licencié es-sciences et Ingénieur).

Quand le bâtiment en cours de construction sera achevé, le Laboratoire disposera pour 90 Agents d'une superficie de 3.560 m².

Au cours des années 1964 et 1965 l'activité du Laboratoire de Bordeaux a continué sa progression. Il a procédé à des études en vue de la réalisation d'ouvrages importants :

- 3^e Pont de Bordeaux
- Pont International d'Hendaye
- Autoroute A. 62
- Autoroute A. 63
- Rocade Périphérique de Bordeaux
- Liaison Bordeaux-Arcachon
- Autoroute A. 61
- Pont Urbain sur l'Adour à Bayonne
- Déviation R.N. 137 au Nord de la Rochelle.

Une grosse partie de son activité a été absorbée par le contrôle des principaux chantiers de la région : Autoroute A. 62 (terrassements), campagnes départementales d'enrobés et de grave-ciment, ouvrages d'art pour lesquels il avait mené des études préalables.

C'est délibérément que cette orientation a été adoptée, en vue de familiariser les cadres avec les problèmes de chantier, et de gagner la confiance des Ingénieurs territoriaux par des preuves d'efficacité immédiate.

Des études d'intérêt régional ont été effectuées au cours des années 1964 et 1965. Elles ont porté notamment sur l'étude des granulats de Garonne et des bétons-types ainsi que sur la reconnaissance de nombreux sites géologiques aptes à fournir des matériaux routiers.

La Section des Bétons a étudié une méthode de contrôle du béton frais, en collaboration avec la Section Electronique qui a mis au point un nouvel appareil, l'hydromètre enregistreur, qui permet de déceler les variations de teneur en eau du béton en cours de malaxage.

En 1964, le Laboratoire a participé, avec l'aide du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, à la mise au point de la Technique du compactage des enrobés à chaud par cylindre à pneus.

CONCLUSION

De 1962 à 1966, le Laboratoire a connu une extension rapide. Son activité a été étroitement liée aux problèmes de chantiers.

Par la création, en 1965, d'une Section Contrôles déchargeant les autres Sections de la lourde sujétion que représente la mise en route et le contrôle des chantiers, le Laboratoire de Bordeaux essaie de prendre une nouvelle orientation plus tournée vers les études générales et une certaine participation à la recherche.

Ceci implique qu'il sera nécessaire d'étoffer le personnel au niveau des Assistants et des Techniciens Supérieurs.

Mais une telle orientation et un tel développement ne seront rationnels et harmonieux, que si l'on arrive à résoudre les 2 problèmes suivants :

- développement de l'encadrement fonctionnaire, Ingénieur des Ponts et Chaussées et Ingénieurs des T.P.E.
- Normalisation du financement par augmentation de la dotation directe, l'autofinancement ne devant constituer qu'un appoint.

Laboratoire Régional de Lille

Le Laboratoire Régional de Lille disposait en 1961 de 200 m² de bâtiment et de 12 personnes pour l'exécution d'essais de contrôle essentiellement.

Entre 1961 et fin 1964 l'effectif passait de 12 à 35 personnes ; les surfaces disponibles de salles de travail n'atteignaient que 360 m² à la fin de la même époque.

En 1965, une première tranche de 1.765 m² de plancher du nouveau Laboratoire était achevée. Un recrutement intensif portait l'effectif à 62 personnes dont 7 Assistants et 10 Techniciens Supérieurs.

Les moyens en matériels ont suivi une progression analogue, le gros équipement a été acquis entre 1961 et 1965.

**

Jusqu'en 1961, le Laboratoire Régional de Lille a effectué principalement des essais de contrôles des matériaux. Les premières études de prospection sur les tracés routiers et les premières études d'association de matériaux locaux (cendres volantes, enrobés, calcaire porphyre) n'ont démarré que tout récemment.

En s'appuyant sur le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées et d'autres Laboratoires Régionaux, le Laboratoire de Lille peut entreprendre en 1966 toute étude dans le domaine routier et participer à certaines recherches (lecteur de bande).

**

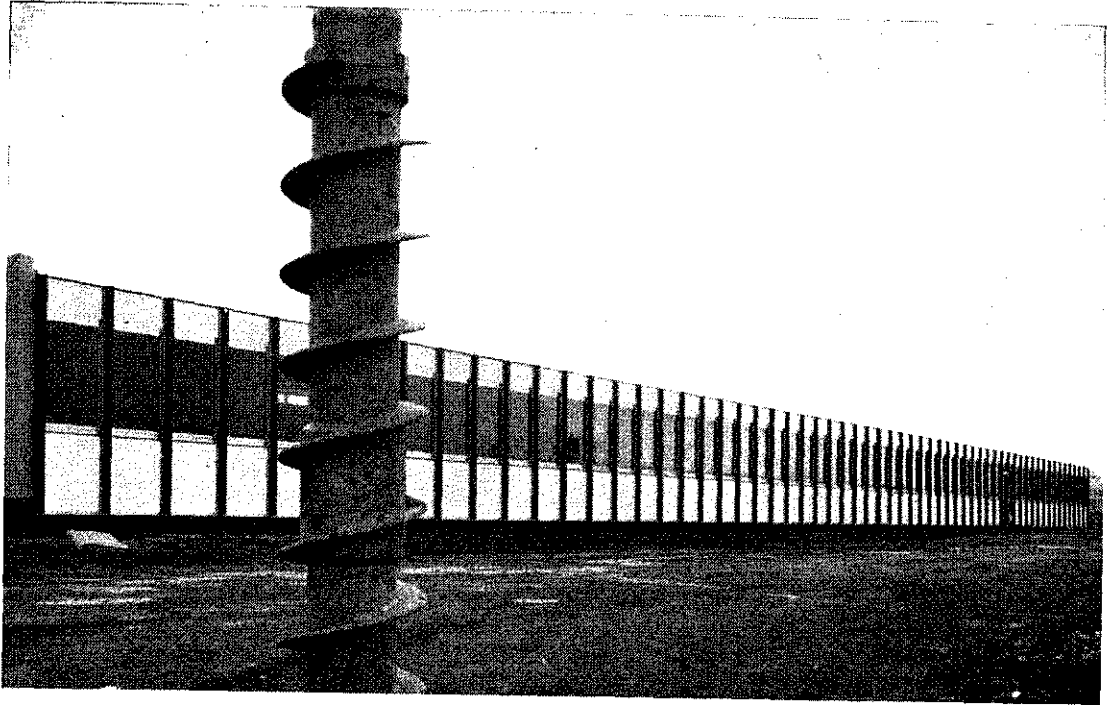
Avant de lancer un doublement de la surface engendrant un doublement des Ingénieurs-Assistants, ce qui poserait de facto le problème de l'encadrement par le personnel de notre Service (4 ou 5 I.T.P.E. — 1 I.P.C. à plein temps), il convient de bien réfléchir au rôle régional du Laboratoire de Lille avec les paramètres suivants :

- Développement du Laboratoire d'Arras
- Développement du Laboratoire de Saint-Quentin
- Programmation des études.

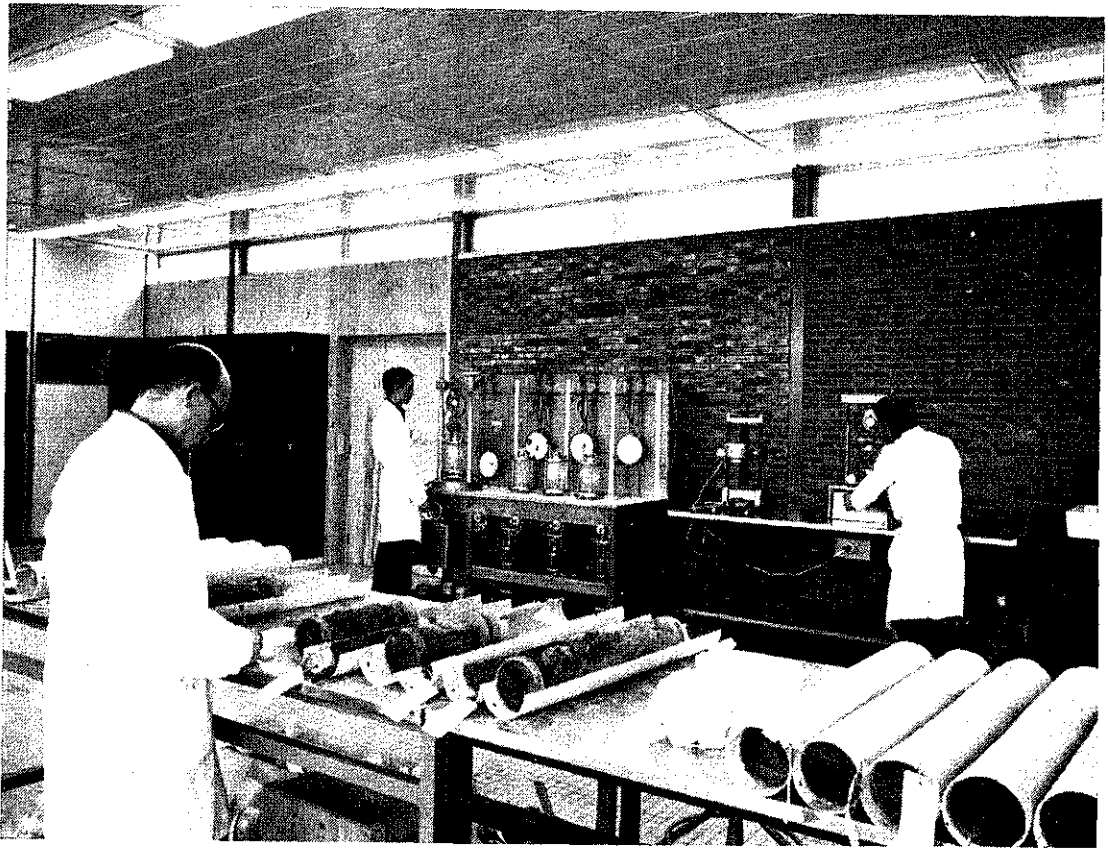
Actuellement le Laboratoire Régional de Lille remplit son rôle régional ou peut le remplir relativement vite et relativement bien du point de vue des études des formules régionales (graves laitier, cendres traitées, enrobés), mais il ne le remplit pas pour les études géologiques et géotechniques à cause du volume de ces études et de l'absence d'une programmation précise.

Une programmation raisonnable pourrait, semble-t-il, donner satisfaction à la fois au Nord et au Pas-de-Calais surtout si on envisage de pousser la géologie (soit que les deux nouveaux Techniciens géologues aident suffisamment le géologue actuel, soit que ce dernier soit dédoublé).

Pour les années à venir, il est certain qu'un doublement de la surface sera nécessaire de manière à installer correctement les Sections qui ne le sont pas ou qui ne le seront plus (presses à tuyaux pour les bétons, stockage hors sol des matériaux, etc...).

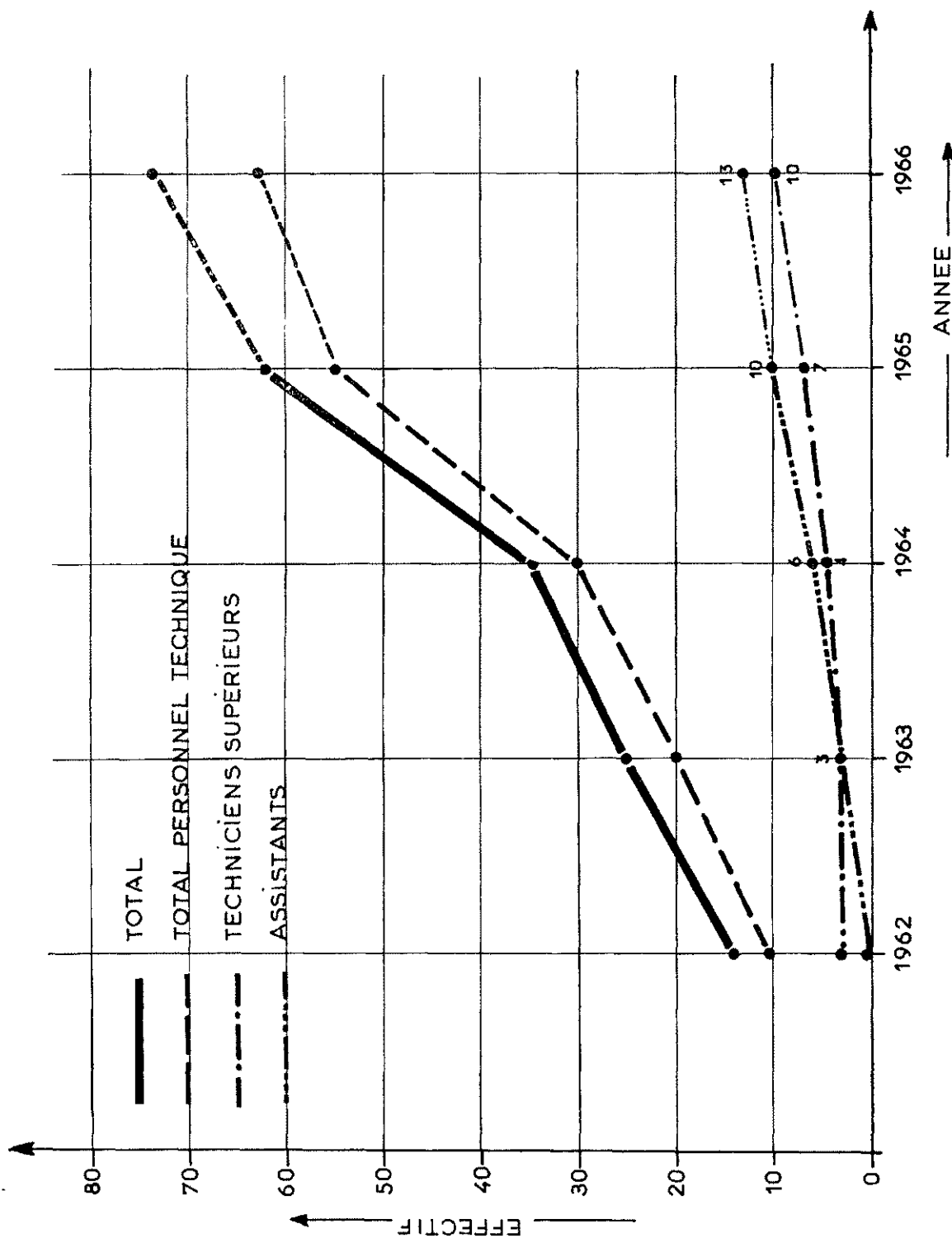


Laboratoire Régional de Lille



Salle d'essais fondations

Un point important est le financement : celui de la construction est relativement facile ; il n'en est pas de même de celui du fonctionnement. En 1966 le Laboratoire va dépenser 200 millions d'anciens francs pour fonctionner et la recherche de cette somme est difficile. Dans l'hypothèse d'un doublement en surface et personnel, ce sera un demi milliard d'anciens francs qu'il faudra trouver chaque année, ce qui suppose auprès des Ingénieurs clients une action psychologique que nous allons entreprendre sans tarder pour avoir quelque chance de succès.



Laboratoire Régional de Nancy

LABORATOIRE D'ÉTUDES DES LAITIERS DE HAUTS FOURNEAUX

Le Laboratoire Régional de Nancy fut créé en 1953 ; sa zone d'action couvre cinq Départements :

Meuse, Moselle, Meurthe-et-Moselle, Haute-Marne, Vosges.

Pour un effectif de 4 Agents, ce service disposait d'un local de 170 mètres carrés.

Un Ingénieur des T.P.E. fut nommé Chef du Laboratoire en 1957, une première extension permit de porter à 9 Agents l'effectif global, et de réaliser en 1958 la construction de nouveaux locaux d'une superficie de 220 mètres carrés.

Actuellement l'effectif du Laboratoire Régional comprend 40 Agents, dont :

- Un Ingénieur T.P.E. et un Assistant Technique fonctionnaires.
- Quatre Assistants Ingénieurs ayant les qualifications suivantes :
 - Un Ingénieur géologue de l'E.N.S.G. de Nancy
 - Deux Ingénieurs E.T.P.
 - Un Ingénieur électronicien de l'I.N.S.A. de Lyon.
- Quatre Techniciens Supérieurs (formation géologie)
- Trois Opérateurs
- Vingt aides-Opérateurs.

Ce personnel est réparti en cinq Sections :

- Mécanique des sols et géotechnique
- Géologie
- Produits Hydrocarbonés
- Béton
- Point d'appui et électronique.

**

Il est prévu que l'effectif du Laboratoire Régional sera porté à 70 Agents, dans un délai de deux ans.

La superficie utile des locaux actuels n'étant que de 390 mètres carrés, la construction d'un nouveau Laboratoire est envisagée pour 1966 ; l'avant-projet

en cours d'études prévoit une première tranche de travaux de 1.700 mètres carrés ; les extensions futures permettront de porter la superficie totale à 6.000 mètres carrés.

Une Section Point d'Appui, chargée plus particulièrement de l'étude de la déformabilité et du renforcement des chaussées fonctionnera en 1966. Cette Section sera dotée rapidement d'un déflectographe.

**

En 1964 et 1965, les principales activités du Laboratoire Régional ont concerné les études d'Autoroutes, en particulier :

- Autoroute A. 31 Metz-Thionville
- Autoroute A. 31 Nancy-Pont-à-Mousson
- Autoroute A. 32 Saint-Avold-Sarrebruck.

En outre, le contrôle des travaux de construction de l'Autoroute A. 31 Metz-Thionville a également été assuré par le Laboratoire Régional.

Différentes études d'intérêt régional ont été entreprises, notamment des études sur les cendres volantes de centrales thermiques, des études sur les matériaux de trapp de Raon-l'Etape, et des études de couches de base en graves stabilisées.

**

Parallèlement au Laboratoire Régional, un Laboratoire d'études des laitiers de hauts-fourneaux fut créé en 1964.

Il dispose d'un effectif de 15 Agents, dont :

- Un Ingénieur des T.P.E.
- Un Ingénieur-Assistant

Les locaux affectés à ce Laboratoire ont une superficie utile de 390 mètres carrés.

Ce service est chargé :

- Des contrôles de fabrication
- Des études de spécifications concernant les mélanges de laitier concassé et de laitier granulé.
- D'études d'emploi de matériaux naturels locaux ou sous-produits industriels (cendres volantes, stériles de minerais, etc...) en association avec le laitier granulé.

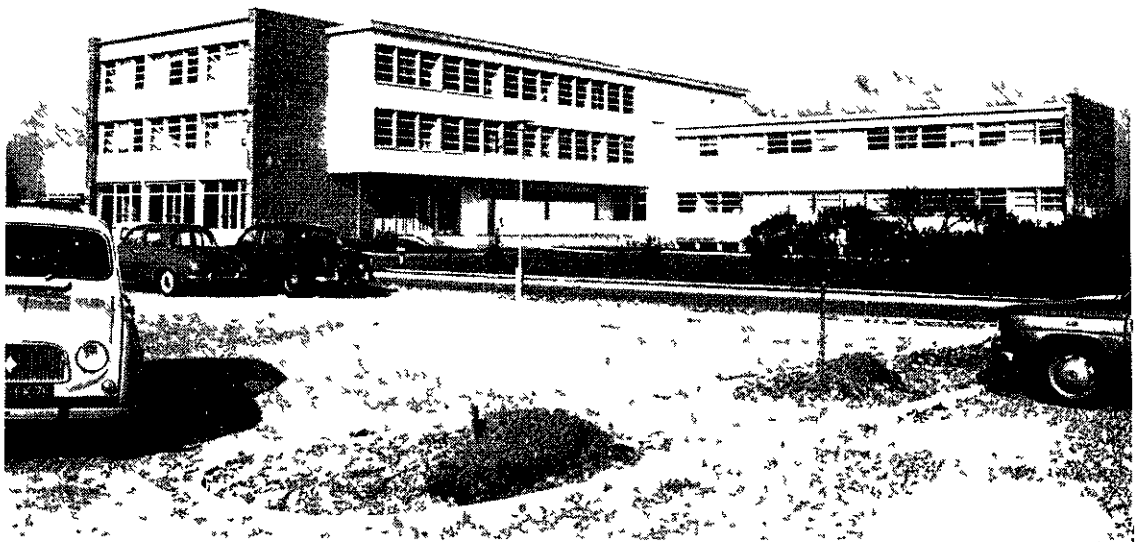
Laboratoire Régional de Rouen

L'organisme Technique Régional des Ponts et Chaussées de Rouen a été créé par Arrêté ministériel du 23 avril 1965 afin de regrouper, sous l'autorité d'un Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, plusieurs services existants, à savoir :

- Le Centre de Formation Professionnelle
- Le Laboratoire Régional
- L'Atelier de Construction de Prototypes
- Le Centre d'Expérimentations Routières
- Le Bureau Régional de Circulation et d'Etudes de Transports.

Le Laboratoire Régional, actuellement le plus important de ces services, constitue avec l'Atelier de Construction de Prototypes et le Parc Atelier de l'O.T.R., le 1^{er} Arrondissement.

**



Laboratoire Régional de Rouen

3 grandes étapes sont à distinguer dans la vie du Laboratoire :

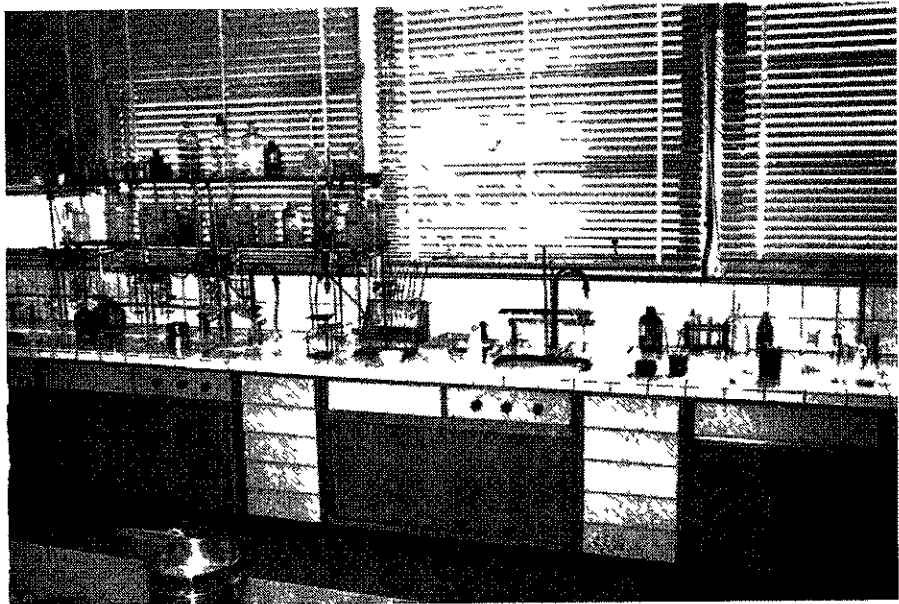
a) A l'origine, les activités du Laboratoire, dépendant de l'Arrondissement Territorial de ROUEN, se limitaient aux essais et contrôles sur pierres et gravillons. Créé en 1952, par décision de la Direction des Routes, le Laboratoire Régional devait étendre son rayon d'action aux 5 Départements Normands et à la Somme.

b) En fin d'année 1953, les 6 Agents contractuels et le personnel fonctionnaire (3 à 25% du temps), occupent un bâtiment provisoire de 300 m² environ de surface utile.

Les dix années suivantes voient l'effectif contractuel passer de 6 à 35 personnes dont 3 Ingénieurs auxiliaires. Le Département de la Somme ne fait plus partie de la zone d'action du Laboratoire : celui-ci devient « subdivision » et s'occupe de la création du Centre d'Essais qui n'en sera détaché qu'en 1962, date à laquelle est créé l'Atelier de Prototypes.

Pendant ce temps plusieurs Sections nouvelles sont créées : Prospection-sondages, Bétons Hydrauliques, Revêtements Hydrocarbonés.

c) En mai 1963, le Laboratoire Régional est installé dans les nouveaux locaux.



La salle de chimie

Au cours de l'année, d'autres Sections sont créées : Fondations, Graves-Ciment, Chimie, Nucléologie. Parallèlement, la Section Géologie-Prospection-Sondages connaît un développement important ; il en sera de même de la Section Fondations au cours de l'année suivante, à la fin de laquelle est constitué le 1^{er} groupe, celui de la Géotechnique.

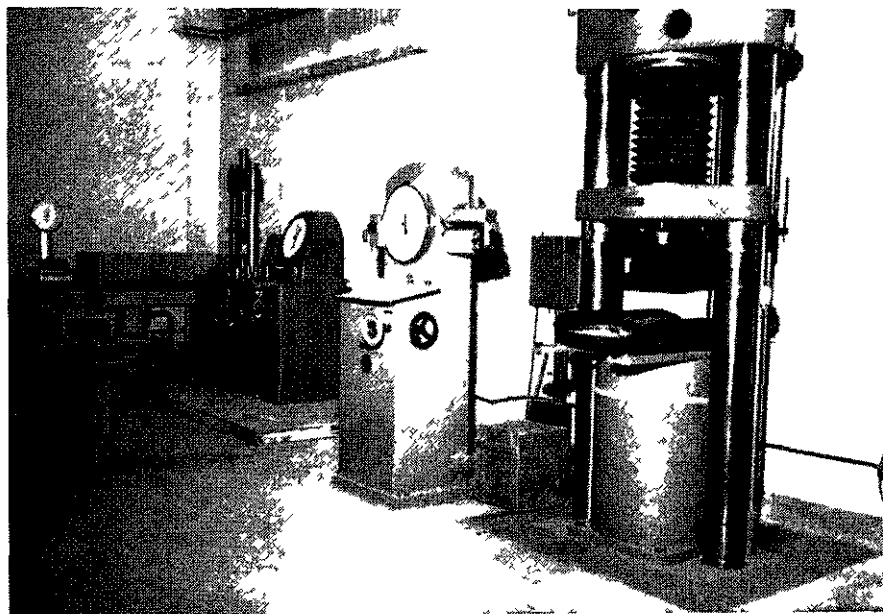
L'effectif est alors de 74 agents dont 9 Assistants.

Le Laboratoire Régional comprend, début 1966, 10 Sections techniques réparties en 3 groupes, dont un est normalement constitué avec, à sa tête, un Chef de groupe.

La surface utile des locaux actuels est de 2.300 m² environ.

Son effectif est de 98 personnes, dont 12 Assistants.

Le Laboratoire Régional a connu entre 1962 et 1966 un développement très rapide qui ne semble pas devoir ralentir, étant donné, en particulier, les projets de construction de l'Autoroute A. 13 et de ses annexes en Normandie.



La salle des presses

Des transformations internes devront être envisagées, en particulier la constitution effective des 3 groupes, la création d'une Section d'Auscultation des Ouvrages d'Art, et la séparation de 2 autres pour former les Sections Pierres et Matières Plastiques.

L'acquisition d'équipements supplémentaires sera indispensable, en particulier en matière de Laboratoires mobiles de chantier, caroteuses routières, essais de plaques,... La Section des Constatations est à équiper entièrement.

Plusieurs tronçons d'essais, sans ou avec trafic, ont déjà été réalisés ; plusieurs autres sont en cours, et le projet d'une chaussée expérimentale sous trafic de 1.500 m environ est en cours d'établissement. Parallèlement, du point de vue locaux, une 2^e étape, comprenant la construction de 1.000 à 1.500 m² de surface couverte, sera réalisée, ainsi que l'extension du Parc.

L'activité du Laboratoire Régional de ROUEN s'est considérablement accrue ces dernières années. En 1964 et 1965 il est intervenu dans l'établissement des projets autoroutiers principalement, en cours de travaux, pour conseiller et aider le Maître d'Œuvre à tenir compte d'éléments imprévus. Certaines études d'importance régionale ont été également abordées.

L'autoroute A. 13 comporte dans les Départements du Calvados, de l'Eure et de la Seine-Maritime, de sérieuses difficultés liées à la Géologie. Le Laboratoire Régional a apporté au projeteur des éléments d'appréciation sur les « points durs » du tracé et sur le choix à faire entre divers ouvrages : viaduc ou remblai pour traverser les vallées à sol compressible, glissements de terrain de la vallée de la Touques. Un deuxième tracé de l'A. 13 a été étudié du point de vue géologique et géotechnique à Oissel et à Pont-Audemer.

Des études analogues, complétées par celles des chaussées et le contrôle de leur construction, ont été effectuées à l'occasion des nombreuses déviations de routes nationales et des travaux d'équipement des Départements intéressés.

Une grande activité de contrôle a été développée tant sur autoroutes que sur les réseaux national et départemental, pour les travaux neufs et pour les travaux d'entretien (enrobés, graves-ciment, matériaux).

**CONSTRUCTEURS ASSOCIÉS POUR LE MONTAGE
D'OUVRAGES MÉTALLIQUES**
Société Anonyme au Capital de 4.000.000 de F.

C.A.M.O.M.

RÉSERVOIRS - TUYAUTERIES
CHARPENTES - CANALISATIONS

82, Boulevard des Batignolles, PARIS-17°
Tél. : 387-33-69

CHASSE-NEIGE MODERNE

(Système L. BAUCHON)

— ETRAVES, LAMES BIAISES —
TRIANGLES REMORQUÉS SUR ROUES
à commandes pneumatiques ou hydrauliques

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS DURAND
Rue Raspail -:- GRENOBLE -:- Tél. : 22-86

**LABORATOIRES
de l'INSTITUT de MECANIQUE des FLUIDES
de l'UNIVERSITÉ de TOULOUSE**

(Ecole Nationale Supérieure d'Electrotechnique
d'Electronique et d'Hydraulique)

2, Rue Camichel - TOULOUSE - Tél. 22-62-46 - 52-86-48

LABORATOIRES D'HYDRAULIQUE, fondés en 1917
Etude théorique et expérimentale de tous problèmes et de tous
ouvrages industriels. Essais sur modèles réduits
(débit disponible atteignant 30 m³/seconde)

Bureau de **CONTROLE** et d'**ESSAIS MECANIQUES** et **ELECTRIQUES**
Etalonnages de précision - Essai de réception de centrales
Tous essais et mesures

**SOUFFLERIE AERODYNAMIQUE ET BASSIN
DE COQUES D'HYDRAVIONS**

Soufflerie de 2^m40 de diamètre à vitesse réglable jusqu'à 40^m/s.
Bassin d'essais de 117 m de long et 4x4 m² de section
Vitesse de remorquage atteignant 6 m/seconde

