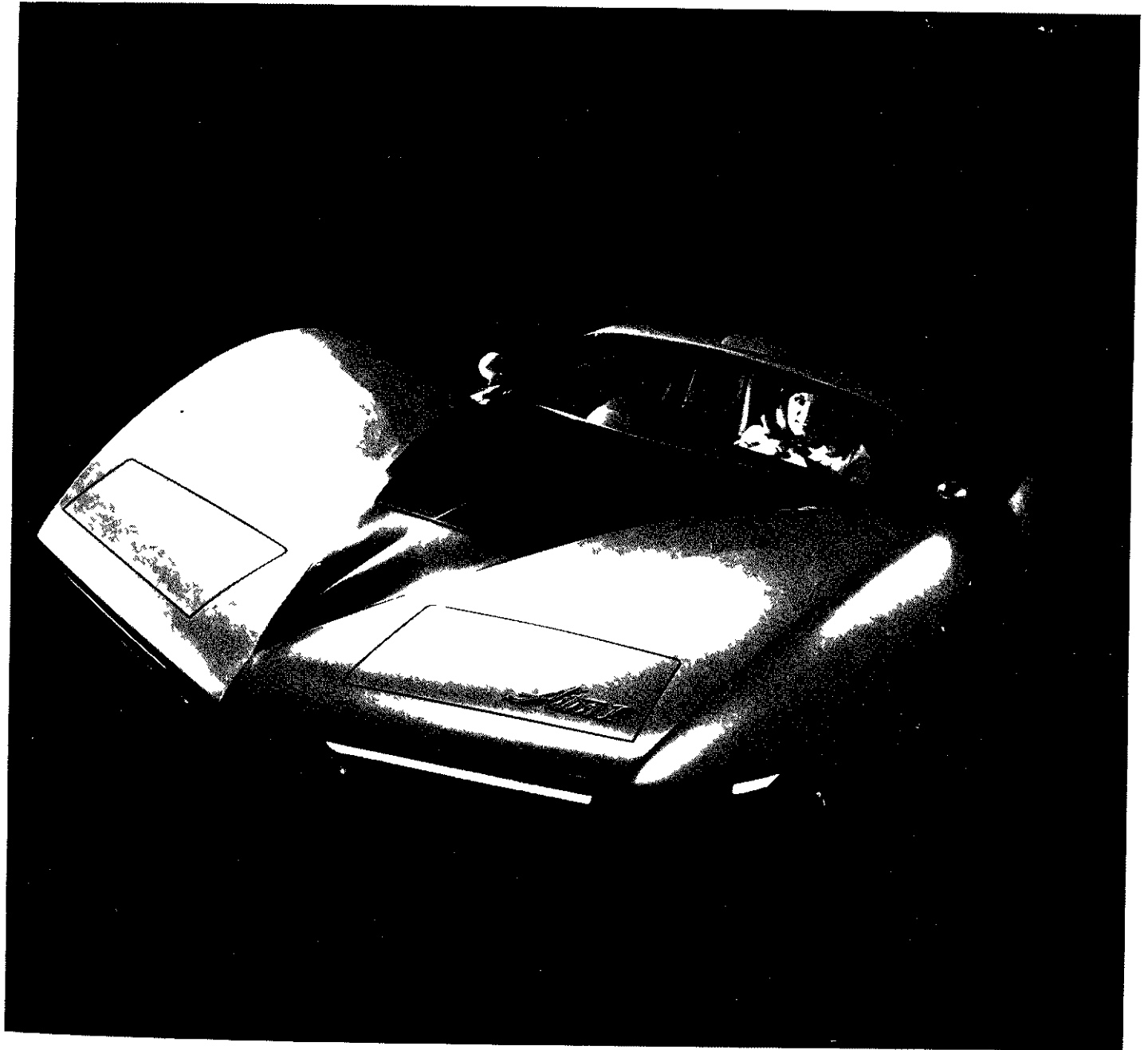
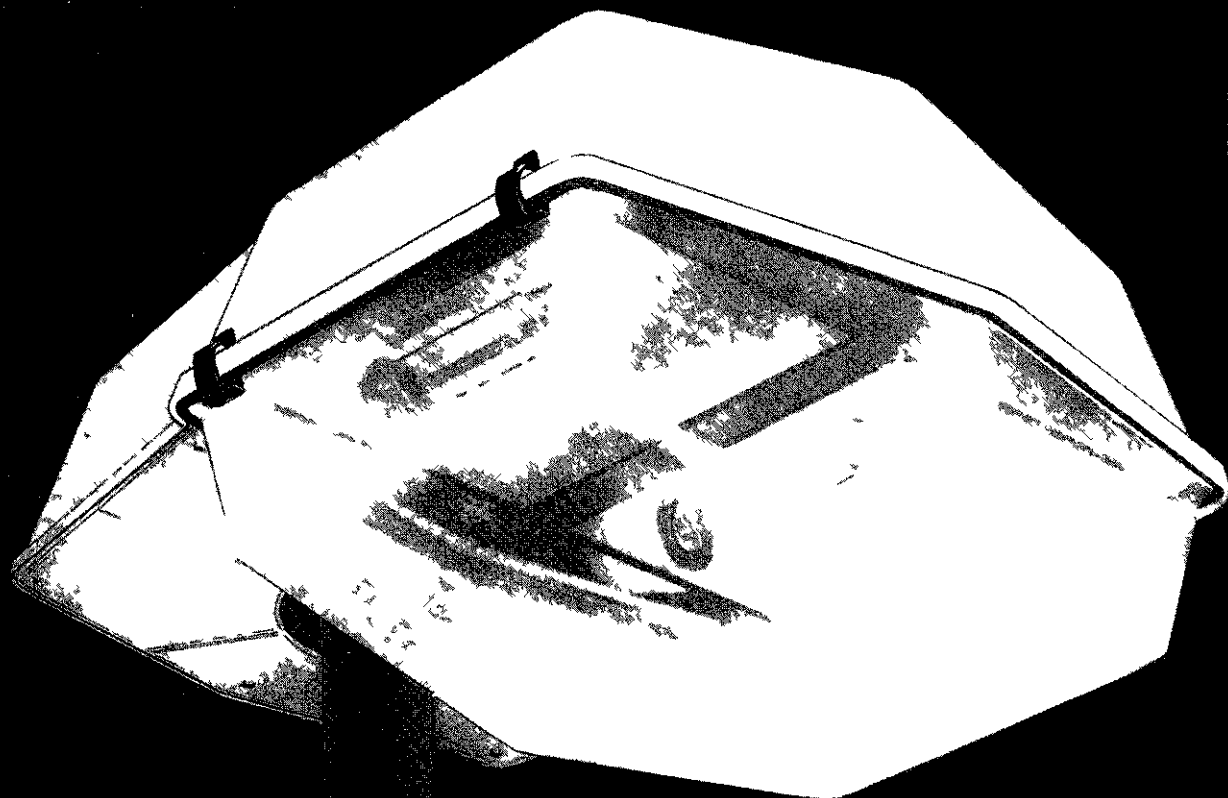


La Route et l'Automobile





lampe so n l'éclairage public à haut niveau

- Haut rendement lumineux.
- Lumière blanc-doré particulièrement confortable donnant un effet d' "ensoleillement" très flatteur au regard.
- Fonctionnement dans toutes les positions:
Pour profiter au maximum des qualités des lampes SO N, Philips a conçu de nouveaux appareils : les HRP 153.
Modernes, profilés, élégants, ils s'intègrent parfaitement dans tous les sites.

HRP 153

pour 2 SO N 400

PHILIPS 

Documentation sur demande à Direction Eclairage,
50, avenue Montaigne, Paris 8^e.

S O M M A I R E

<i>La recherche et le développement dans le secteur automobile</i>	C. Beullac.	45
<i>Quelques aperçus sur l'évolution future de la technique automobile</i>	F. Leygue.	50
<i>L'Ingénieur face à la Sécurité Routière</i>	M. Frybourg.	61
<i>Autoroutes de liaison :</i> <i>Réseau de rase campagne et Voirie urbaine</i>		70
<i>Faut-il croire au calcul économique ?</i>	C. Charmeil.	73
<i>Procès-verbaux des réunions du Comité du P.C.M. :</i> <i>Séance du vendredi 17 mai 1968</i>		82
<i>Mutations, Promotions et Décisions diverses</i>		83
<i>Mariages, décès</i>		89
<i>Offres de Postes</i>		89

Photo de couverture : « PROTOTYPE FUTURISTE G.M. »

DEPUIS 3 SIÈCLES et hier encore ...

... Tant à Paris qu'ailleurs,
les embarras de la circulation étaient d'actualité.

... "D'un carrosse en tournant il accroche une roue,
Et du choc le renverse en un grand tas de boue :
Quant un autre à l'instant s'efforçant de passer,
Dans le même embarras se vient embarrasser.
Vingt carrosses bientôt arrivant à la file
Y sont en moins de rien suivis de plus de mille..."

BOILEAU : "Les embarras de Paris"



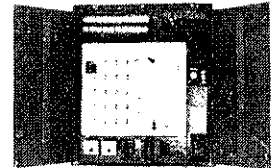
Photo GIRAUDON (d'après une composition de N. GUÉRARD)

AUJOURD'HUI ...

... avec la coordination SILEC SIGNALISATION "FEU VERT" à la fluidité du trafic!

Aperçu du matériel SILEC :

DÉTECTEURS : de passage, de présence, **CONTRÔLEURS ÉLECTRO-MÉCANIQUES** et **ÉLECTRONIQUES** : à comptage, à intégrateurs...
CALCULATEURS ÉLECTRONIQUES : choix de programme sans préférentiel de coordination. Durée du cycle. Répartition des temps de vert. **SÉMAPHORES** et **BALISES** : signaux à lampes, signaux fluorescents, poteaux, potelets, candélabres, portiques, répéteurs voitures et piétons, bornes lumineuses, signalisation de chantiers, feux mobiles.



SILEC

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE LIAISONS ÉLECTRIQUES

Société Anonyme au capital de 30 096 000 F

64 bis rue de Monceau - Paris 8^e - Tél. 522.56.01

DÉPARTEMENT SIGNALISATION

(35 ans d'expérience, matériel fabriqué de toute pièce par SILEC)

Service Après-Vente dans toute la France

La recherche et le développement dans le secteur automobile

par **Christian BEULLAC**, Ingénieur des Ponts et Chaussées,
Directeur Général Industriel à la Régie RENAULT.

Les termes de recherche et de développement étant diversement compris, il apparaît, tout d'abord, nécessaire de préciser leur contenu dans le cas particulier du secteur automobile.

Le secteur automobile fait surtout de la recherche appliquée et du développement.

On distingue habituellement recherche fondamentale et recherche appliquée : La première concerne les propriétés générales de la matière, les lois naturelles et les théories qui permettent à la science de progresser ; la seconde, par contre, s'attache aux connaissances plus spécialisées facilitant la construction d'objets ou de leurs pièces constitutives.

A quelques réserves près (1), ce rappel des définitions usuelles permet immédiatement de classer la recherche automobile parmi les recherches appliquées.

Quant au développement, c'est l'ensemble des activités qui permettent de définir le produit fini par une liasse de plans et un certain savoir faire. A l'aide des connaissances issues de la recherche, on réalise une étude ainsi que des essais en vraie grandeur dont une caractéristique principale est d'être insérés dans un programme très strict. Dans le cadre du développement, certaines études présentent assez de risques techniques pour échapper à des délais impératifs, et on les appelle souvent « études avancées ».

Représentant un pourcentage apparemment faible des chiffres d'affaires, leur valeur absolue est importante et ils ont provoqué des évolutions profondes.

Pratiquement, la recherche appliquée et le développement sont commandés par la mise sur le marché de nouveaux modèles qui répondent, certes, au goût en évolution de la clientèle ; mais qui sont aussi en progrès constant, tant par les satisfactions de plus en plus grandes qu'ils apportent à un prix relatif de plus en plus faible, que par les normes de plus en plus sévères auxquelles ils sont soumis.

Il y a de grandes ressemblances architecturales entre la R 1 et la 11 cv Citroën, pourtant conçues à 30 ans d'intervalle ; car les solutions retenues sont logiques. Mais si

(1) Dans le cas particulier du Groupe Renault qui comprend deux aciéries, cette réserve vise la métallurgie où certains travaux se font depuis de nombreuses années.

les nouveautés flagrantes (les mutations techniques) sont peu nombreuses et la part de recherche fondamentale réduite, l'importance de la recherche appliquée et du développement est évidente. Les services rendus par ces deux voitures sont du même ordre, mais le poids à vide a diminué de 40%, la puissance spécifique a doublé et l'agrément de conduite a été considérablement accru (qualité de suspension, chauffage, efforts de commande, visibilité, etc...).

Pourtant, la part du budget consacrée à la Recherche et au Développement par une grande société automobile peut apparaître comme relativement faible : environ 2% du chiffre d'affaires, c'est-à-dire nettement moins que dans la chimie, l'électronique ou l'aéronautique.

Mais ce sont des pourcentages appliqués à des chiffres d'affaires très importants : pour une entreprise comme Renault, ils signifient, en valeur absolue, des dépenses de plusieurs dizaines de millions par an (plus de cent millions).

*

Ayant précisé ce que l'on entend par recherche et développement dans l'automobile et montré leur place dans cette industrie, il faut dégager les particularités du produit.

La conception automobile fait appel à un éventail de disciplines très ouvert.

Bien sûr, à première vue, la bonne vieille mécanique n'a rien de trop rébarbatif pour l'Ingénieur et la visite d'un Centre Technique de firme automobile n'est pas aussi dépaysante que celle d'une usine atomique ou d'une station d'essais d'isolateurs pour haute tension, par exemple. C'est dans le service métallurgique que l'appareillage est le plus imposant (spectrographes, microscopes électroniques, etc...); encore faut-il faire remarquer que la chimie moderne se rapproche de plus en plus de la physique et que le poids des matières synthétiques, faisant partie d'une automobile, augmente sans cesse aux dépens des métaux.

Mais une fois traversés ces deux services traitant des matériaux, dès qu'on s'intéresse aux pièces ou organes, ce qui frappe c'est la diversité : bancs à rouleaux, photoélasticimétrie, calculateur analogique, analyseurs de gaz d'échappement, machines de fatigue diverses ; l'arsenal des moyens est très fourni.

Car non seulement les matériaux utilisés sont très divers : acier, fonte, aluminium, cuivre, verre, tissus, mousses, caoutchouc, plastiques, essences, huiles, ... ; mais les techniques à mettre en œuvre touchent à la plupart des sciences physiques (thermodynamique, écoulement des fluides, frottement, optique, électricité, acoustique, calorimétrie, élasticimétrie, ...) et des sciences humaines (physiologie et psychologie) puisque l'homme doit vivre au centre du produit fabriqué.

Bien sûr, l'industrie automobile dépend d'industries associées pour toutes les spécialités non strictement mécaniques. Elle utilise et appelle même naturellement tous les progrès qui peuvent être réalisés par ces industries et, dans ce cas, ce sont les fournisseurs à qui incombent les efforts de recherche et développement correspondants.

Mais le dialogue du bureau d'études avec ses fournisseurs n'est possible que s'il comprend des spécialités de chaque discipline.

Les problèmes pluridisciplinaires y sont innombrables.

Diversité certes, mais interactions nombreuses aussi.

Il est impossible de concevoir un chauffage sans tenir compte du débit d'air de refroidissement naturel et forcé (puissance du ventilateur) ni des températures de réglage du robinet thermostatique réglant la circulation d'eau dans le moteur.

Impossible, également, d'oublier l'influence de la suspension moteur sur la suspension propre du véhicule.

Impossible de dessiner la boîte de vitesses sans connaître les principales caractéristiques du moteur.

Le système d'échappement ne peut pas pratiquement être dessiné tant que les premiers prototypes n'ont pas été montés.

Et la planche de bord ? Cet organe de liaison — qu'on souhaite réaliser le plus tard possible et en plastique parce qu'on espère trouver plus de souplesse dans ce matériau — nécessite, en fait, des moules d'injection coûteux et longs à étudier qui apportent alors une exigence contraignante.

Quant à la tenue de route, elle résulte de toutes les options concernant l'architecture du véhicule et présente divers aspects, stabilité et maniabilité notamment, plus ou moins contradictoires.

La liste pourrait s'allonger indéfiniment ; surtout si l'on songe qu'à ces difficultés de liaisons entre concepteurs d'organes ou de fonctions divers s'ajoutent les difficultés de liaisons ou plutôt les interactions avec ceux qui auront à fabriquer puis à entretenir et réparer les véhicules. Les liaisons avec les Services de Méthodes et d'Après-Vente ont lieu dès le premier jour où une nouvelle automobile est mise sur la planche à dessin ; souvent même, leurs exigences font partie du cahier des charges.

La nouveauté révolutionnaire est rare et le poids du passé considérable. - Les recherches aléatoires sont difficiles en Europe.

Tous ces efforts de Recherche et Développement s'appliquent à un produit pour lequel la nouveauté a de l'importance comme dans les industries chimiques, aéronautiques, électroniques, déjà citées.

Mais ce produit en est au stade de l'évolution et les investissements de production qu'il nécessite sont énormes. Sauf cas exceptionnels, la recherche ne lui apporte pas de nouveautés révolutionnaires qui fassent accepter par le client les surpris entraînés par des pourcentages élevés de cette recherche et par des amortissements par obsolescence de matériels de production périmés.

Certes, voitures à turbines, voitures électriques, voitures sur coussins d'air,... sont des perspectives révolutionnaires qui peuvent justifier des dépenses importantes ; mais l'industrie automobile européenne se heurte alors à la faiblesse de ses marges bénéficiaires qui lui interdit de participer aussi largement que ce serait souhaitable à des recherches, riches peut-être d'avenir, mais fort aléatoires.

Entre le début de la conception et la mort d'un modèle, plus de dix ans. - L'industrie automobile est de plus en plus une industrie lourde.

Une dernière caractéristique, fondamentale, pour nos réflexions est le temps relativement long sur lequel s'étend la conception, la naissance, la vie, la mort, d'un modèle.

La complexité de l'étude et de la réalisation d'une voiture, et dont nous avons donné quelques idées précédemment, expliquent que 4 à 5 ans se passent entre le moment où le Directeur Général donne le « top » et la naissance de la voiture.

La relative lenteur des évolutions, sur laquelle nous avons aussi insisté plus haut explique qu'un modèle peut vivre 10 ans, 20 ans, ... ou plus ; en tout cas, au minimum 6 ans.

Et les prix de revient, donc les prix de vente sont calculés à partir de telles hypothèses.

C'est dire que l'on ne peut modifier la politique d'une société automobile que sur de très longs délais ; l'inertie de cette industrie est donc considérable, assez proche de celle d'industries lourdes.



Si l'Industrie Automobile est tributaire de nos efforts de Recherche et de Développement, elle est aussi tributaire de la politique des Gouvernements.

La recherche et le développement automobile sont fortement orientés par la législation et la politique gouvernementale.

Les responsables de l'Administration sous-estiment probablement leur influence sur les orientations des laboratoires et bureaux d'études automobiles, et pourtant :

- la politique des constructeurs français est commandée par la politique fiscale taxant la puissance des moteurs et les conduit à des moteurs de faible cylindrée et grande vitesse de rotation.
- la politique routière de notre pays a longtemps donné l'avantage aux voitures à bonne suspension et très bonne tenue de route.
- aujourd'hui, les règlements de sécurité font faire d'énormes progrès en matière d'optique, de freinage, de pollution, etc...

D'où le danger de législations nationales contradictoires.

Si un constructeur pouvait vivre nationalement, il s'adapterait aux influences de la politique gouvernementale sans réticence. Mais la nécessité de viser une grande diffusion oblige à exporter. C'est ainsi que la Régie Renault vend actuellement près de 50% de sa production hors de France.

Exporter, c'est non seulement tenir compte des conditions climatiques locales (bonnes ou mauvaises routes, grand froid ou non, etc...) mais aussi des législations ou des politiques locales dont certaines sont contradictoires.

Il est, par exemple, impossible à un américain achetant une R 10 en Allemagne — où cette voiture est normalement livrée comme en France, avec des phares rectangulaires — d'importer son véhicule aux U.S.A. durant plus d'un an. Là-bas, règnent les « sealed-beams » qui nous ont obligés à conserver l'ancienne calandre à phares ronds. Autre exemple, au sujet de l'éclairage : certains pays imposent l'appel de phares, d'autres l'appel de code.

Pour la Berline R 4 seule, il existe six versions commerciales livrables en sept couleurs et drap ou simili ; mais il y a quarante-sept types d'équipements différents. Il est facile de calculer le nombre total de variantes possibles et d'imaginer les difficultés qui en résultent.

Jusque là, ce sont des gênes, des alourdissements, des complications d'études et d'organisation de fabrication.

Mais dans la mesure où la politique de l'Administration a les effets d'orientation signalés plus haut, ces contradictions peuvent devenir graves.

Pour reprendre un des exemples précédents, en matière de moteurs, l'orientation donnée par la fiscalité française nous met en contradiction avec les évolutions de nombreux pays d'exportation et particulièrement du marché allemand, amateur de cylindrée ; elle rend ainsi notre pénétration très difficile dans ces pays.



Que retenir de tout cela ?

Le conservatisme de l'industrie automobile à l'égard du produit qu'elle fabrique a pour principale origine une grande inertie créée par la complexité de ses études, par ses lourds investissements de production, par la longévité de ses modèles.

- Sous cet apparent conservatisme, l'automobile a énormément évolué année après année, grâce à des efforts de recherche et de développements faibles en pourcentages mais importants en valeur absolue.
- Pouvoirs publics et administration ont un poids considérable sur cette évolution.
- Pouvoirs publics et administration, ayant pris conscience de leur influence sur l'orientation d'une industrie à forte inertie, ont alors le devoir d'exprimer clairement leur politique :
 - en matière de fiscalité,
 - en matière de routes et de législation routière,
 - en matière de sécurité.
- L'exportation étant devenue une nécessité pour la France, ces politiques ne peuvent pas être évidemment nationales, ou du moins en contradiction fondamentale avec les orientations correspondantes de nos principaux clients.
- Dans une société qui appelle au dialogue, aucune politique ne peut pas être purement et simplement imposée aux constructeurs. Ceux-ci restent ouverts aux impératifs de l'intérêt général ; beaucoup de leurs remarques, si elles sont entendues, peuvent être profitables pour tous.

Quelques aperçus sur l'évolution future de la technique automobile

par **F. LEYGUE**, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

I. — EVOLUTION GÉNÉRALE

La voiture de demain, comme celle d'aujourd'hui, sera moins la matérialisation du rêve des ingénieurs que le reflet des conditions générales de vie.

Il est évidemment possible de cerner un certain nombre de problèmes qui vont se poser avec acuité ; mais la difficulté consiste à déterminer la nature des solutions qui leur seront apportées.

Les problèmes sont de trois ordres :

- a) En général : simplification de la conduite, de l'entretien et des réparations ; réduction des accidents ; amélioration du confort ;
- b) Pour la circulation routière : accroissement des vitesses moyennes couramment réalisables ;
- c) Pour la circulation urbaine et suburbaine : amélioration des conditions de stationnement ; assainissement de l'atmosphère ; diminution du bruit, etc...

D'une part, le développement des autoroutes favorise la création de voitures adaptées à ces conditions nouvelles, c'est-à-dire capables de soutenir longtemps des vitesses élevées. Etant donné que l'écoulement du trafic sur autoroute sera très probablement régularisé dans le cadre de l'aide électronique à la circulation, la propulsion par turbine pourrait se révéler avantageuse pour ce genre de « vaisseaux de la route ». Les puissances développées devraient atteindre des valeurs encore inhabituelles, en Europe tout au moins. En fait, dans ces conditions, la voiture de voyage tendra à se rapprocher, au moins par les dimensions, des moins grosses voitures américaines actuelles.

Mais la circulation prolongée de tels véhicules à l'intérieur des agglomérations anciennes est à écarter : leurs dimensions importantes, la mollesse de leurs accélérations au démarrage, le rendement médiocre de la turbine aux vitesses lentes, le volume des gaz d'échappement encore chauds dégagés, sont autant d'obstacles qui semblent difficiles à surmonter. En revanche, le fait que ces voitures ne seront plus appelées à circuler que sur un terrain qui leur sera exclusivement réservé permettra d'étudier des possibilités nouvelles telles que la propulsion ou le freinage par réaction.

Parallèlement, il y a évidemment lieu de prévoir l'apparition d'une nouvelle catégorie de véhicules réservés strictement aux parcours urbains et suburbains, dont les qualités essentielles seront la maniabilité, le faible encombrement et la vivacité des accélérations. Ces voitures ne comporteront que deux places, voire une seule ; elles seront néanmoins confortables et offriront la plupart des perfectionnements auxquels les voitures actuelles ont habitué les automobilistes.

Mais — en particulier à l'intention des pays en cours de développement — il faudra construire encore des voitures équivalant à l'actuelle catégorie moyenne, et qui se voudraient « à tous usages ». Celles-ci poseront à leurs réalisateurs des problèmes techniques particulièrement ardues ; car leur vitesse maximum devra être suffisante pour leur permettre de s'insérer dans le flot des « vaisseaux de la route » sans le perturber, et leur encombrement sera pourtant suffisamment réduit pour ne pas gêner la circulation suburbaine ; car il est probable qu'en tout cas, le centre des grandes métropoles leur serait interdit. Enfin, elles devront posséder, à un moindre degré, la plupart des qualités de confort et de silence auxquelles les automobilistes ayant emprunté des véhicules de la catégorie supérieure seront habitués.

Pour s'adapter à des conditions de marche de plus en plus différentes, les véhicules de cette troisième catégorie comporteront sans doute un nombre important d'organes réglables ou spécialisés (garde au sol variable, ralentisseur spécial pour les vitesses élevées, direction à démultiplication variable, etc.).

Dans cette catégorie intermédiaire, on verra sans doute encore — comme c'est le cas depuis plusieurs décennies — chaque modèle se perfectionner en grandissant en puissance et en dimensions, pour être ensuite remplacé par un modèle nettement plus petit et moins puissant, mais qui, à son tour, se met à croître avec le temps. Si l'on compare les productions distantes d'une vingtaine d'années, on constate que les modèles nouveaux sont, à catégorie égale, plus confortables, plus rapides, plus économiques que leurs devanciers, tout en offrant, à l'intérieur, plus de place pour les passagers et surtout les bagages ; le moteur et les organes mécaniques étant de moins en moins volumineux, l'encombrement extérieur est moindre ; rien n'interdit de penser que cette évolution se poursuivra encore.

Cette caractéristique d'encombrement extérieur prend déjà une importance décisive dans toute l'Europe et si, comme il est probable, on doit se résoudre à construire encore longtemps des voitures « à tous usages », il est certain qu'il sera impossible de s'inspirer dans ce domaine des mœurs américaines, comme on le fait dans beaucoup d'autres industries.

De façon générale, l'évolution de la technique automobile dépendra comme par le passé, des tendances propres du marché de l'énergie et des conditions d'accueil des exploitants de la route.

II. — LA PROPULSION

A) Le moteur quatre temps à essence.

Le moteur à pistons fonctionnant suivant le cycle à quatre temps date maintenant de plus d'un siècle. Depuis une vingtaine d'années, on prédit périodiquement son élimination prochaine. Il faut d'ailleurs remarquer qu'aux deux extrêmes de la gamme des puissances : très fortes (marine, aviation, installations fixes) et très faibles (navigation légère, instruments agricoles), le moteur à quatre temps a disparu au profit de la turbine, du diesel ou du deux temps. Mais dans le domaine automobile, le moteur « Beau de Rochas » conserve sa position prépondérante, malgré l'ampleur des recherches entreprises par ses concurrents, grâce aux perfectionnements constants qu'il reçoit dans le domaine de l'alimentation et de la combustion.

La mécanique des fluides a beaucoup fait progresser les phénomènes liés à l'entrée des gaz frais dans le cylindre et à leur évacuation sous forme de gaz brûlés après combustion et détente : il se déroule là une opération fondamentale du moteur à piston qui influe sur sa puissance plus que sur son rendement ; et il est indéniable que l'essentiel des progrès réalisés sur la puissance des moteurs au cours des dernières années, provient de l'amélioration de ce processus. En effet, pour que le moteur tourne de plus en plus vite, encore faut-il que l'air veuille bien suivre. Il faut pour cela diminuer tous les frottements, augmenter les orifices de passage, donner aux conduits des formes appro-

priées, etc. C'est ainsi qu'on a développé les culasses, pour y disposer des soupapes de dimensions de plus en plus grandes qu'il convient de commander le plus rapidement possible, ce qui devient plus difficile car elles sont plus lourdes. On a donc cherché à alléger les autres parties de la distribution : c'est sous la pression de ce besoin que la commande latérale des soupapes a cédé la place aux commandes à culbuteurs et que, progressivement, celle-ci est remplacée par la mise de l'arbre à came « en tête », c'est-à-dire attaquant directement les soupapes, sans l'aide d'autre pièce mobile intermédiaire.

L'augmentation du taux de compression s'est toutefois heurtée longtemps pour le moteur à essence aux troubles de combustion qui apparaissent à partir d'un certain niveau et qu'on a appelés détonation. Le remède a consisté, d'une part, à améliorer les carburants, mais aussi à étudier les chambres de combustion et le refroidissement de telle manière que, pour une essence de qualité donnée, le phénomène perturbateur apparaisse le plus tard possible. À ce sujet d'ailleurs, les motoristes ne sont pas toujours à leur aise ; en effet, la chambre de combustion hémisphérique qui permet l'implantation des plus grandes soupapes, favorable aux hautes puissances, est très sensible à la détonation ; par contre, la chambre en « toit », qui l'est moins, a aussi de beaucoup moins bonnes qualités aérodynamiques. Néanmoins, tout n'a pas encore été fait et il est vraisemblable que le perfectionnement des chambres de combustion permettra aux moteurs d'usage courant de gagner encore beaucoup, sinon en puissance, du moins en rendement.

En liaison avec le processus de combustion, il faut aussi mentionner les progrès possibles sur la préparation du mélange carbure. La quasi-totalité des moteurs est actuellement équipée de carburateurs. Bien que les perfectionnements de ceux-ci aient été incessants, il semble que l'adoption de l'injection directe ou indirecte du carburant dans les cylindres puisse faire gagner, par de meilleures préparation et répartition, environ 10% sur le rendement. En outre, l'injection permet beaucoup plus facilement que le carburateur de limiter la teneur des polluants dans les gaz d'échappement. Ce dernier avantage pourrait bien se révéler déterminant dans un proche avenir.

B) Le Diesel.

Le moteur diesel (à injection et allumage par compression) présente actuellement un incontestable avantage sur le plan économique par rapport au moteur à essence (à allumage commandé) ; lequel tient à deux causes :

- un aspect fiscal : taxation favorable du combustible ;
- un aspect technique : les consommations spécifiques du moteur diesel sont plus faibles. Cependant, l'écart n'est notable qu'aux charges partielles et l'on retrouve ici une faiblesse déjà vue du moteur classique quatre temps à essence.

Toutefois, comme le moteur diesel est aussi plus bruyant, plus lourd, plus cher surtout en ce qui concerne le dispositif d'injection, il ne semble pas qu'aux puissances correspondant aux besoins de l'automobile il connaisse un bien grand avenir. Cela paraît d'autant plus probable que le jour où on le voudra, le moteur classique sera presque aussi économique que lui en carburant (moteur à injection d'essence).

C) Le moteur rotatif.

Sur le plan technique, le moteur rotatif présente d'indéniables qualités :

- absence de vibrations ;
 - encombrement et poids réduits,
- mais aussi des inconvénients sérieux :
- consommation assez forte,
 - pollution importante.

En outre, il est permis de se demander si les problèmes de joints et de bougies sont bien résolus. La forme de la chambre de combustion n'est pas très favorable, sous certains aspects, à la bonne exécution de cette phase. Enfin, le fait même que ce moteur soit apte aux régimes élevés ainsi que l'allure des courbes de couple, le rapprochent un peu de la turbine et de ses défauts : c'est-à-dire que le besoin d'une transmission automatique se fait fortement sentir.

Quoi qu'il en soit, ce type de moteur présente des chances non négligeables de déboucher industriellement, et son développement devra être suivi de près dans les années à venir.

D) La turbine à gaz.

Les succès aéronautiques de la turbine à gaz ont popularisé son principe ainsi que les qualités mises à son actif : légèreté, absence de vibration. Il faut plutôt examiner les difficultés qui restent à résoudre pour qu'elle devienne un moteur pratiquement utilisable sur une automobile.

Ces difficultés tiennent tout d'abord à sa nature. Par exemple, l'effet d'échelle (ou de Reynolds) lui est très défavorable lorsque l'on veut réaliser des machines de petites dimensions ; disons, par exemple, de puissance inférieure à 100 CV. Cet effet d'échelle peut s'expliquer de la manière suivante : lorsque les dimensions deviennent petites, l'importance relative des surfaces mouillées par le flux du gaz s'accroît ; il en résulte que les pertes par frottement et par fuites deviennent telles que le rendement global reste faible. On éviterait en partie ce défaut en utilisant des roues de compresseur et de turbine de très petit diamètre, mais alors tournant très vite (de 80 à 100.000 t/mn). Outre les difficultés concernant l'endurance, celles relatives à la précision requise dans la fabrication de tels mobiles paraissent difficilement surmontables, (sans même parler du rapport de réduction nécessaire pour aboutir aux roues et qui devrait être alors de 150 ou 200 à 1).

Les régimes réels de turbine sont très élevés : 40.000 à 45.000 tr/mn et représentent, de ce fait, huit à neuf fois les régimes angulaires des moteurs de série.

On conçoit l'importance des problèmes posés par l'équilibrage des masses en rotation, la précision des entrefers entre stators et rotors, l'entraînement des appareils auxiliaires, enfin (et surtout) la réduction finale de sortie vers la transmission. Mais l'adaptation de la turbine à l'automobile rencontre bien d'autres difficultés, qui sont résolues ou laissées de côté par l'aviation :

1) Le bruit.

Celui-ci est, en fait, la somme de trois bruits élémentaires : le bruit de succion (ou d'aspiration) du compresseur, le bruit organique interne du compresseur et des engrenages de conduite ainsi que de la turbine de travail, le bruit des gaz d'échappement.

Si l'on peut se rendre assez rapidement maître du premier de ces bruits, il n'en est pas de même des suivants, qui sont fortement influencés par la réalisation même du groupe turbo-moteur.

2) Les températures de fonctionnement.

Elles atteignent couramment 800 et 900° C avant même l'entrée dans les chambres de combustion, et à la sortie de la turbine de travail la température résiduelle est encore de 400° ; elle peut atteindre 1800° dans les chambres de combustion. Jusqu'aux toutes dernières réalisations, ces températures élevées obligèrent à l'utilisation d'alliages à haute résistance au phénomène de fluage à températures élevées non seulement pour les parties tournantes, mais aussi pour les enceintes immobiles.

3) Les caractéristiques intrinsèques des courbes de puissance et de couple.

Contrairement aux moteurs alternatifs, les turbo-moteurs développent leur couple maximum au voisinage de la vitesse zéro ; celui-ci décroissant très rapidement en fonc-

tion directe de l'augmentation du régime de rotation de la turbine de travail. On conçoit dans ces conditions que l'accélération positive (démarrage et reprises) ou négative (effet de frein moteur) aient déjà posé de très sérieux problèmes qui n'ont été résolus qu'en partie, en faisant appel à des artifices inconnus, ou presque, en construction aéronautique.

4) Le faible rendement énergétique.

Un autre défaut grave de la turbine à gaz sous sa forme classique est la chute de rendement qui apparaît immédiatement lorsque l'on s'éloigne des conditions de régime et de puissance maximum. Or on sait que les charges partielles constituent le cas de fonctionnement général des moteurs d'automobiles.

On a logiquement utilisé pour les turbo-moteurs automobiles les mêmes combustibles que pour les turbo-moteurs (turbopropulseurs ou turboréacteurs) de l'aviation. Aussi retrouve-t-on pour les voitures à turbine l'emploi des classiques « kérosènes », descendant des pétroles lampants, dont le JP 4 est un des plus connus. Mais, quelle que soit l'énergie potentielle contenue dans les combustibles injectés dans les chambres de combustion, une fraction importante en est utilisée et perdue sous forme de chaleur rayonnée et de chaleur sensible des gaz d'échappement.

Sur les premiers véhicules expérimentés, la consommation spécifique était trois ou quatre fois supérieure à celle des moteurs normaux à essence. L'objectif a donc été de ramener ces consommations dans la gamme des chiffres relevés en construction courante. D'où l'adoption des régénérateurs-échangeurs de température, dont le montage est conjugué avec un calorifuge antithermique très poussé du turbo-moteur.

La résolution technique de ces impératifs a nécessité l'adoption de dispositifs et matériaux spécifiques coûteux.

La Société américaine CHRYSLER est cependant parvenue en 1966 à construire et à mettre en circulation à titre expérimental une pré-série de 500 voitures à turbine, qui ont été confiées à des clients sélectionnés. Des renseignements intéressants ont été ainsi obtenus. Néanmoins aucune extension de cette expérience n'est envisagée à l'heure actuelle. Il est probable que la turbine sera adoptée pour la propulsion des véhicules lourds dans quelques années. Par contre, sauf mutation technique, son adoption sur les voitures particulières ne paraît pas retenue par les constructeurs européens.

E) La pile à combustible.

Au point de vue de la traction automobile, le couple « pile à combustible-moteur électrique » présente un certain nombre d'avantages très intéressants tels que rendement élevé, silence de fonctionnement, couple de démarrage élevé et sans doute échappement peu chargé en produits nocifs. Malheureusement, un obstacle majeur limite l'emploi des piles : c'est la difficulté d'obtenir une vitesse de conversion électrochimique suffisamment élevée sans qu'il en résulte d'irréversibilités incompatibles avec un bon rendement. On peut rapprocher ce fait de la relative facilité avec laquelle il est possible d'obtenir des vitesses de combustion très élevées dans les moteurs thermiques. Cette difficulté n'est nullement due à des limitations de principe et des améliorations importantes sont certainement possibles ; cependant, dans l'état actuel de la question, il en résulte un certain nombre d'inconvénients au point de vue de la traction automobile :

1. Nécessité d'utiliser des combustibles plus réactifs et par conséquent plus chers que les combustibles usuels.
2. Nécessité d'utiliser des catalyseurs rares donc chers.
3. Valeur exagérée du poids et de l'encombrement des piles.

Dans le cas des piles à basse température qui, à première vue semblent mieux convenir que les piles à haute température pour la traction automobile, il faut en premier lieu choisir le combustible. Dans plusieurs laboratoires et notamment à l'Institut Français du Pétrole, un important travail de recherche a été effectué notamment sur l'utilisation de l'alcool méthylique.

Pour l'utilisation sur route, il est peu vraisemblable qu'une différence très importante puisse exister entre le rendement de la pile à combustible et celui des moteurs thermiques modernes. Quoi qu'il en soit, le gain qui pourrait subsister compte tenu de l'utilisation d'un carburant coûteux serait certainement faible ; et comme le coût d'investissement, le poids et l'encombrement de la pile à combustible seront vraisemblablement supérieurs, il n'y aurait pas grand intérêt à utiliser des piles pour ce type de trafic.

L'examen du cas de la traction urbaine conduit à une conclusion tout à fait différente. Dans ces conditions en effet, le moteur est utilisé à des charges très variables avec de fréquentes périodes de fonctionnement au ralenti. Comme le rendement de la pile augmente lorsque la puissance produite diminue, alors que le rendement des moteurs thermiques varie dans le sens opposé, l'utilisation de piles à combustible au lieu de moteurs thermiques pourrait conduire à une économie importante de combustible.

En définitive, il semble que dans quelques années, les piles à combustible pourront être utilisées dans des domaines limités : la traction urbaine lourde et les engins de manutention et de chantier. Cette première application pourrait n'être qu'une étape vers une utilisation plus large, beaucoup de progrès restant à faire avant qu'il soit possible d'utiliser la pile à combustible pour les voitures particulières.

III. — L'UTILISATION DE LA PUISSANCE MOTRICE

A) La transmission.

Si la conservation du moteur à pistons interdit tout espoir de pouvoir se passer complètement d'embrayage et de boîte de vitesses, il n'en est pas moins probable que la pédale d'embrayage d'abord, et peu après le levier de changement de vitesse disparaîtront sur une fraction croissante du parc de voitures, quels que soient leur origine, leur emploi et leur prix.

De nombreuses transmissions automatiques se trouvent déjà en service. Les transmissions américaines — dont l'étude et la mise au point ont coûté des sommes considérables — sont compliquées, mais d'un fonctionnement très sûr et d'un rendement qui s'améliore d'année en année ; seules les énormes cadences de fabrication des marques américaines ont permis d'obtenir ces appareils à des prix acceptables.

En matière de transmission, la solution dynamique (turbine hydraulique du coupleur ou du convertisseur de couple) est séduisante par sa simplicité, mais n'offre pas un rendement constamment bon dans toutes les conditions, comme le font les dispositifs purement mécaniques (boîtes de vitesses classiques) ou hydrauliques volumétriques (pompes à débit variable).

Le choix de l'une ou l'autre solution dépend en grande partie de l'importance du facteur consommation et de la fréquence des changements d'allure importants. Pour une voiture puissante roulant fréquemment sur autoroute, le convertisseur de couple est parfait et son rendement global acceptable, alors que, pour une voiture de puissance modeste, devant réaliser des vitesses moyennes élevées sur des routes accidentées ou congestionnées, en ne consommant que peu de carburant, seules les solutions purement mécaniques, ou hydrauliques volumétriques, ou encore une combinaison des deux procédés, semblent convenables.

Si l'électricité semble jusqu'ici ne pas offrir le moyen de réaliser un transformateur de couple de rendement intéressant, il semble, en revanche que l'électronique sera utilement mise à profit pour réaliser un « régulateur » perfectionné (mais coûteux), capable de choisir en toutes circonstances, dans la gamme offerte par la boîte de vitesses, le rapport de démultiplication le plus approprié.

L'apparition de la voiture électrique réduirait beaucoup le rôle de la transmission, les moteurs pouvant même être installés dans les roues.

B) Les pneumatiques.

Les progrès à attendre des pneumatiques poursuivront l'évolution déjà amorcée : ils rechercheront :

- une forte élasticité dans le sens vertical pour accroître le confort et l'adhérence moyenne sur chaussée inégale,
- une grande raideur dans le sens longitudinal pour éviter la formation d'ondes stationnaires entretenues par la déformation sous charge, ou l'apparition à grande vitesse de résonnances susceptibles de conduire rapidement à l'éclatement,
- une grande raideur à la torsion et une raideur transversale suffisante pour diminuer les mouvements parasites d'environnement et de ballant transversal (qui sont de nature à compromettre gravement la stabilité et le comportement dynamique du véhicule),
- une résistance au roulement faible conjuguée à une résistance au glissement longitudinal élevée,
- une adhérence transversale élevée, mais atteinte de manière aussi progressive que possible,
- la possibilité d'amortir les oscillations reçues et transmises sans toutefois s'échauffer au point de perdre ses autres qualités.

Le pneumatique actuel possède donc à côté de ses fonctions de propulsion, d'adhérence et de guidage, des fonctions de suspension annexe et d'amortissement qui accroissent sa complexité et obèrent ses performances.

Durant la dernière décennie, les pneumatiques de structure conventionnelle dite « à plis croisés » ont progressivement laissé la place aux pneumatiques ceinturés dits « à carcasse radiale » (dont le premier fut le Michelin X) qui satisfont mieux au cahier des charges précédent. On sait que les pneus ceinturés possèdent une bande de roulement épaisse et très rigide combinée à des flancs relativement souples. En se rapprochant ainsi de la chenille, le pneumatique a progressé, sous de nombreux rapports :

- Diminution de l'usure et de la résistance au roulement, par réduction des glissements locaux dans l'aire de contact et des pertes par frottement interne.
- Diminution de l'échauffement pour les mêmes raisons : Cette dernière diminution permet d'accepter que les flancs du pneumatique encaissent davantage l'énergie cinétique liée aux mouvements verticaux provenant des inégalités de la route.
- Augmentation de la résistance du pneumatique à la torsion autour d'un axe vertical : La ceinture du pneu étant renforcée par des armatures métalliques ou textiles, la raideur en torsion augmente ce qui réduit les angles « d'environnement » (appelés « angles de dérive » par la technique automobile) et accroît en conséquence la stabilité du véhicule sur sa trajectoire.
- La conjugaison des deux avantages précédents entraîne d'autres : l'échauffement moindre permet d'utiliser des gommages plus tendres et plus adhérents qui n'auraient pas convenu aux pneus à plis croisés ; par ailleurs échauffement moindre et rigidité en torsion plus grande permettent de diminuer les raideurs verticale et transversale du pneu, donc d'améliorer le confort et l'adhérence moyenne sur route inégale. Les mouvements latéraux de la caisse dits « de ballant » qui s'effectuent parallèlement à un axe transversal, pourraient avoir des conséquences fâcheuses pour la tenue de route, si la raideur transversale venait à diminuer par trop. Il ne sera possible d'aller plus loin dans le sens de la diminution de la raideur verticale, qu'en conservant une raideur transversale notable.

Grâce à l'amélioration des suspensions d'une part, à celle des carcasses et des gommages d'autre part, l'évolution géométrique actuelle du pneu se poursuivra. On observera une diminution du diamètre surtout pour les véhicules urbains dont les pneus ressemblent

ront à des « roulettes ». Pour les véhicules de route, l'allure des pneus dépendra beaucoup des vitesses pratiquées, le diamètre des roues pouvant diminuer si ces vitesses finissent par atteindre une asymptote.

La largeur des pneus est liée notamment au confort recherché et à l'adhérence sur sol mouillé. Si les chaussées sont dotées d'un meilleur uni, les constructeurs de pneus pourront en diminuer la largeur, ce qui accroîtra l'adhérence sur sol humide plus importante que l'adhérence sur sol sec qui atteint déjà un niveau élevé. Le problème de l'adhérence sur sol légèrement humide et celui de l'hydroplanage sur nappe d'eau se posera avec une acuité de plus en plus grande au fur et à mesure de l'accroissement des vitesses.

Quant aux questions d'usure, elles devraient recevoir des solutions beaucoup plus sérieuses qu'à l'heure actuelle : l'insertion dans la bande de roulement, de couches colorées annonçant que les performances d'adhérence du pneu deviennent insuffisantes, semble techniquement facile et devrait s'imposer à court terme.

C) Le freinage.

Du point de vue de la sécurité, un système de freinage correct se doit d'être endurant, progressif et fidèle. Les freins des véhicules de série ont beaucoup progressé ces dernières années sous tous ces rapports. Néanmoins il reste beaucoup à faire, car le système de freinage devrait également pouvoir :

- utiliser au maximum l'adhérence disponible, tout en évitant tout blocage des roues,
- assurer une répartition des couples de ralentissement qui ne modifie que très peu l'équilibre dynamique du véhicule.

Les possibilités de freinage par l'intermédiaire d'une roue dépendent d'une part de la charge dynamique instantanée supportée par la roue, d'autre part du coefficient définissant l'adhérence longitudinale disponible compte tenu de la sollicitation transversale instantanée. Il faudrait donc capter à chaque instant ces deux paramètres et leur asservir les couples de ralentissement appliqués à chaque roue.

Pour obtenir le freinage le plus efficace possible, il est indispensable de pouvoir, surtout sur sol mouillé, utiliser toute l'adhérence disponible des roues sur le sol. Cette adhérence totale, qui est constante pour l'ensemble des quatre roues, (si l'on suppose que le coefficient d'adhérence roue-sol et que la charge statique sont constants), est la somme des adhérences de chaque roue, qui sont variables en fonction de la décélération et des accélérations latérales. De plus la charge statique et le coefficient d'adhérence roue-sol variant également, le couple de freinage maximum applicable sur une roue est fonction de la charge réelle instantanée sur cette roue et du coefficient d'adhérence roue-sol.

Il est possible, par des moyens simples de proportionner le couple à la charge instantanée, il suffit de moduler le dispositif de commande proportionnellement aux charges réelles instantanées sur chaque roue ; ce qui peut se faire par des dispositifs électroniques comme une pile de carbone, ou de préférence des capteurs piézo-électriques ou céramiques. Reste la question de l'anti-patinage qui nécessite de proportionner le couple de freinage au coefficient d'adhérence roue-sol. Ce problème extrêmement complexe n'a jamais reçu de solution parfaitement satisfaisante ; la seule voiture livrable à la clientèle, qui comporte un dispositif anti-patineur, d'ailleurs incomplet, est la voiture Jensen FF à 4 roues motrices du type Fergusson, équipée d'un anti-patineur Maxaret de Dunlop.

On se heurte en effet à différentes difficultés :

- Difficulté de déterminer l'adhérence du sol.
- Difficulté de moduler le freinage en fonction de cette adhérence.
- Difficulté encore plus grande de suivre les variations de cette adhérence, et ceci d'une manière extrêmement rapide, car le phénomène du blocage d'une roue a une durée qui peut être inférieure à 1/10 de seconde sur terrain glissant.

Il n'en est pas moins certain que l'analyse du phénomène du blocage de la roue permet de penser que ce problème est parfaitement soluble par le moyen d' « informations » prises directement sur le comportement de la roue, juste avant le blocage, et l'introduction instantanée de ces informations dans la modulation du frein.

Cette question d'instantanéité est primordiale par suite de la rapidité du phénomène ; car le moindre retard oblige à prévoir un système de relachement complet du couple pour éviter le blocage puis de remontée du couple à la valeur voulue. D'où un temps mort qui amène une augmentation de la distance d'arrêt, surtout si au cours du freinage il y a plusieurs variations du coefficient d'adhérence comme ce peut être le cas sur une route.

Seule l'électronique paraît pouvoir désormais apporter une solution complète au problème de la régulation du freinage ; de nombreux travaux sont engagés à l'heure actuelle dans cette voie. La régulation électronique du freinage sera étudiée soit en conjugaison avec les freins hydrauliques classiques, soit avec le freinage moteur pour les véhicules propulsés par des moteurs électriques ; il est possible que cette dernière voie aboutisse plus facilement que l'autre, mais ce n'est pas certain. La nécessité de recourir à une régulation électronique, donc coûteuse, provient en grande partie de la mauvaise qualité des surfaces routières.

Il est permis de regretter ici l'attention insuffisante que nous portons à l'obtention d'une uniformité suffisante pour l'adhérence des surfaces routières. La technique des « emplois partiels », celle des réparations aux enrobés sont appliquées couramment sans qu'il soit tenu aucun compte de la nécessité de maintenir une adhérence homogène surtout dans le sens transversal ; les bandes jaunes sont souvent supprimées par épandage direct de liant, enfin les ressuages partiels sont encore nombreux. Dans ces conditions, les spécialistes de la régulation du freinage estiment que nous accroissons nettement la difficulté de leur tâche.

D) La suspension.

Le problème de la suspension est étroitement lié à l'usage qui est fait du véhicule. Un véhicule ne se déplaçant qu'en ville à faible vitesse pourrait, à la limite, se passer de suspension. Au contraire, la suspension d'un véhicule devant se déplacer à grande vitesse doit être étudiée avec le plus grand soin : la qualité des chaussées intervient également beaucoup : par exemple la suspension de la R 4 reflète le goût des Français pour le confort, mais aussi le piètre état des routes des pays qui construisent cette voiture sous licence. Au contraire la multiplication des chaussées de grande qualité aux Etats-Unis, jointe par surcroît à la limitation des vitesses, a pratiquement figé depuis 15 ans l'évolution technique des suspensions outre-Atlantique.

Les recherches menées dans ce domaine montrent qu'en dehors même des solutions pneumatiques ou hydropneumatiques, il est possible de réaliser des suspensions classiques extrêmement brillantes mais dont le prix est nécessairement très élevé. En définitive, les suspensions de grand confort ne convenant ni aux pays peu développés (qui ne peuvent en faire les frais), ni aux pays évolués (qui ont des routes en très bon état), leur avenir commercial devrait être relativement limité ; selon toute probabilité, la situation actuelle, dans laquelle on voit coexister des solutions modernes et des solutions plutôt rudimentaires, devrait se prolonger très longtemps encore.

Mais à côté de ses fonctions de filtrage et d'amortissement des sollicitations verticales, la suspension doit assurer un guidage correct des roues, rôle-clé, en général très mal connu du public, qui détermine cependant au premier chef la qualité du « comportement dynamique », nom moderne de la « tenue de route ». Très longtemps, celle-ci est demeurée une qualité mystérieuse échappant aux explications rationnelles : citons « l'aventure automobile » de J.A. GRÉGOIRE : « La tenue de route d'une automobile ne se calcule pas, c'est la contribution artistique de son créateur. Une automobile est une œuvre d'art et cette œuvre se juge à sa tenue de route comme une symphonie se juge à son adagio ». Depuis que ces lignes ont été écrites, des recherches théoriques et expérimentales

nombreuses ont fini par montrer qu'au-delà de la géométrie générale et de la répartition des masses, c'est la cinématique des suspensions qui livre les secrets du mystérieux « comportement dynamique ».

C'est qu'en effet au niveau des roues, la séparation qu'on voudrait établir entre mouvements verticaux et mouvements transversaux reste purement abstraite. Les sollicitations appliquées aux roues varient continuellement suivant les trois axes et des raisons technologiques font que, pour la plupart des suspensions actuelles, les débattements verticaux s'accompagnent de rotations autour de l'axe vertical (braquage induit) ou de l'axe longitudinal (inclinaison latérale induite) qui, bien que mal décelables par l'œil (comme tous les angles faibles), exercent une influence essentielle pour le maintien de la trajectoire.

Les mouvements propres de la caisse : tangage, plongée au freinage, roulis dans les courbes, s'accompagnent d'écartements des roues, d'inclinaisons et braquages divers, qui font travailler les pneus dans de mauvaises conditions, et diminuent nettement les performances qui pourraient être atteintes. C'est ainsi que l'accélération transversale en courbe d'un monoplace de compétition peut atteindre 1,6 ou 1,7 fois celle d'un véhicule de tourisme équipé des mêmes roues et pneus. Au-delà, on obtient une augmentation importante des qualités évolutives en introduisant une suspension qui, asservie à la rotation du volant, incline la carrosserie et les roues de telle manière que celles-ci restent perpendiculaires au plan moyen de la chaussée. Des suspensions asservies de ce type régulées électriquement, ont été effectivement réalisées. S'il est facile de déterminer dans quelle mesure elles améliorent le confort, il est beaucoup plus malaisé d'apprécier si elles procureraient en définitive un gain de sécurité.

IV. — CONCLUSION

La mutation des propulseurs n'étant qu'une question de temps, il ne fait aucun doute que l'évolution technique de l'automobile pendant le dernier tiers du xx^e siècle sera marquée de plus en plus nettement par les problèmes de l'utilisation de la puissance.

Seule une action coordonnée dans le cadre du système Route-Véhicule-Conducteur pourra amener une réduction notable du coût social, donc un progrès « noble », de l'automobile.

Comme dans bien d'autres domaines, le contraste entre la puissance des moyens matériels disponibles et l'insuffisance de réflexion sur les finalités à atteindre pour satisfaire concurremment les individus et la collectivité, devient chaque jour plus préoccupant. L'électronique et la cybernétique sont des outils à la fois puissants et neutres : ils peuvent être utilisés aussi bien pour calculer la commande électrique du miroir de courtoisie que pour améliorer l'adhérence des pneus, pour relever automatiquement les vitres en cas de pluie que pour analyser statistiquement le comportement des conducteurs en virage.

Comme on a pu l'observer aux U.S.A. jusqu'à une date récente, en l'absence d'une intervention cohérente et vigoureuse des pouvoirs publics, les techniques modernes sont mises en priorité au service du luxe individuel et, beaucoup plus tard seulement, au service de l'intérêt général.

Sans un très important effort dans le domaine de la recherche et des contrôles, parviendrons-nous à maîtriser les multiples problèmes que nous pose la civilisation de l'automobile ?



4 N 06 — DIVIATION DE CHAMONIX — Carrefour de Taconna. (origine de la deviation)

L'Ingénieur face à la Sécurité Routière

par **Michel FRYBOURG**, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées,
Directeur de l'O.N.S.E.R.

Le besoin de Sécurité est vieux comme le Monde. L'Etat a eu comme première mission de protéger ses citoyens. La morale, le droit, la police, l'armée correspondent à cet impératif qui s'impose à toute collectivité de prémunir ses membres contre les dangers que peuvent lui faire courir ceux qui ne respectent pas la loi.

Or le progrès de notre civilisation mécanique apporte un nouveau type d'insécurité, lié à l'usage de la machine. L'Ingénieur perfectionne les outils mis à la disposition de l'homme, il les rend de plus en plus « performants ». Ces performances sont faciles à mesurer : qu'on les évalue en termes de puissance, vitesse, confort, économie, longévité, fiabilité, etc... Mais une machine « performante » est agressive, mal conduite ou plutôt inadaptée à l'homme dont elle démultiplie les forces ; elle peut détruire, blesser ou tuer. On parle d'ambivalence du progrès.

En fait le progrès est une création continue qui engendre de nouveaux problèmes au fur et à mesure des solutions apportées à ceux qui avaient pu être clairement formulés.

Les premiers objectifs ont porté sur la satisfaction des besoins individuels. La civilisation de l'abondance n'a pas d'autre finalité que de satisfaire ces besoins. Or chacun sait maintenant que la somme de ces satisfactions individuelles peut engendrer une collectivité sans joie. Pourquoi ? parce qu'il existe des paramètres collectifs qui ont pour nom : congestion, nuisances : bruit, pollution, accidents, etc... qui, mal contrôlés, peuvent retirer à l'individu tout ou partie des avantages qu'il attendait des biens que la Société d'abondance pouvait mettre à sa disposition.

Accroître le produit national brut à un rythme suffisant pour permettre le plein emploi tout en rendant l'économie compétitive est un objectif clair pour tous ceux qui contribuent à l'activité économique.

Atteindre cet objectif conduit à mettre à la portée du plus grand nombre les produits de la Société industrielle.

Cette abondance de biens ne peut donner de résultats satisfaisants sans organisation convenable de l'espace et des déplacements car, à une plus grande efficacité dans le travail correspondent l'urbanisation, les migrations alternantes et les besoins d'évasion. L'automobile apparaît comme un instrument indispensable à cette bonne organisation mais l'automobile ne répondra à ce que l'on attend d'elle que dans la mesure où l'on pourra maîtriser les « nuisances » nées de son utilisation massive.

Toute diminution des coûts de production a pour corollaire un accroissement de l'importance des coûts sociaux et l'Ingénieur devra réorienter en conséquence son activité.

L'insécurité est sans nul doute la plus grave de ces nuisances et afin de se rendre compte de ce que doit être l'Ingénierie de la Sécurité, il est bon de commencer par un examen des attitudes des différents groupes sociaux ou professionnels face à la Sécurité Routière.

1. Le point de vue des usagers.

L'utilisateur, c'est d'abord la victime ; mais se sent-il directement concerné ? Les accidents n'arrivent-ils pas qu'aux autres ? L'utilisateur n'adoptera en fait une attitude positive devant la Sécurité Routière que dans la mesure où il sera convenablement informé et en mesure de discerner clairement ce que l'on attend de lui.

Or que dit-on à l'utilisateur ? Deux affirmations aussi péremptoires que contradictoires.

La première émanant des milieux proches de l'automobile (constructeurs, pétroliers, assurances) met en cause l'Infrastructure.

La deuxième tirée d'une exploitation rapide des statistiques accidents met en avant les « facteurs humains ».

De là à conclure que la solution dépend d'un effort accru sur l'Infrastructure et de « campagnes de Sécurité » destinées à « sensibiliser » le conducteur il n'y a qu'un pas.

Or si ces deux types d'intervention apparaissent souhaitables, il faudrait encore les préciser et surtout les compléter.

Si un effort accru sur l'Infrastructure apparaît souhaitable, il ne saurait suffire pour les quatre raisons suivantes :

- L'action sur l'Infrastructure conduit à une réduction significative des taux d'accidents mais encourage l'usage de l'automobile. Le rapport du nombre des victimes à la population totale n'en sera pas obligatoirement affecté.
- En Europe les pays qui ont accepté l'effort le plus important sur l'Infrastructure (l'Allemagne et l'Italie) ont des performances « accidents » très médiocres. L'Angleterre, qui n'est certes pas à la pointe en ce domaine, apparaît comme le pays le plus « sûr ».
- Les U.S.A. qui ont été jusqu'à la limite du possible dans le domaine des Investissements routiers connaissent depuis 1961 une hausse des taux d'accidents qui pousse le Gouvernement américain à envisager de nouvelles mesures réglementaires considérées actuellement en Europe comme impensables (vitesse maximale incorporée). Or déjà la limitation de vitesse et le permis de conduire « périssable » ont été adoptés dans la plupart des pays.
- La modernisation d'un réseau est une œuvre de longue haleine ; or la route tue tous les jours.

Quant aux campagnes de sécurité elles sont coûteuses alors que leur efficacité est difficile à évaluer scientifiquement. Il faudrait pour cela disposer de « populations de référence » afin de juger des résultats obtenus sur des conducteurs soumis à une propagande utilisant les « mass média » : radio, télévision, presse, affiches, etc... et pouvoir les comparer avec les performances de sujets « non traités ».

Si l'on sait peu de choses, il semble cependant bien établi que l'anxiété est un facteur « accidentogène ».

Dramatiser l'accident, sans pour autant être en mesure d'en expliciter clairement les causes, introduire chez l'utilisateur un sentiment diffus de culpabilité et le menacer de sanctions sévères pour des infractions dont il ne saisit pas clairement le caractère nocif, provoquent indubitablement un comportement dangereux.

On a pu décrire l'accident comme une sanction rare d'erreurs fréquentes ou permanentes qui se conjuguent pour donner une combinaison qui dépasse à un instant donné les possibilités de traitement de l'opérateur humain ou les capacités de sa machine.

Il faut donc commencer par agir sur « les erreurs fréquentes » par le rappel des règles courantes de conduite puis s'efforcer d'augmenter les possibilités de traitement de l'opérateur humain en le plaçant dans une situation psychologique optimale qui se situe entre l'inconscience et l'excès de préoccupation.

Mais l'usager n'est pas uniquement le patient qu'il faut soigner pour le prémunir contre cette nouvelle maladie qui le menace : l'accident ; c'est aussi le citoyen et l'acheteur, celui qui, dans une démocratie, commande le marché et la réglementation.

L'usager ne discutera pas le prix de la sécurité dès l'instant que l'efficacité des mesures proposées aura été clairement établie ; or c'est à l'Ingénieur de trouver ces mesures et d'en prouver le bien-fondé. L'usager, en devenant ensuite « demandeur de Sécurité », infléchira dans le bon sens les mécanismes économiques. Il deviendra actif et trouvera ainsi d'autres alternatives que d'acheter un Saint-Christophe ou de maugréer contre l'Etat !

2. Le point de vue de l'Ingénieur de l'automobile.

On a vu successivement l'automobile acquittée puis condamnée :

- acquittée parce que les statistiques « accidents » ne font apparaître les déficiences mécaniques comme causes d'accidents que dans un très petit nombre de cas : quelque pour-cent du nombre total d'accidents.
- condamnée depuis que l'avocat américain Ralph NADER a fait le procès de l'industrie automobile coupable d'avoir livré sur le marché des voitures dangereuses.

L'Ingénieur est assez mal à l'aise devant ces jugements par tout ou rien. Travaillant dans le réel, il sait que son œuvre est imparfaite. Il cherche tout au plus à être le meilleur possible ou si l'on veut, le moins mauvais. On imagine mal une condamnation des pionniers de l'automobile ou de l'aviation sous prétexte que leur machine ne présentait pas toutes les qualités que l'on trouve réunies actuellement. On n'imagine pas davantage que les modèles 1969 soient parfaits et marquent l'aboutissement de la technique automobile.

Ce qu'il importe c'est d'inclure les critères de sécurité dans les « cahiers des charges » qui dictent à l'Ingénieur de bureau d'études les contraintes à satisfaire.

Le moyen couramment employé pour obtenir ce résultat est la réglementation qui, pour être efficace, doit tenir compte des impératifs ci-après :

- être internationale comme le marché de l'automobile,
- faire l'objet d'un préavis suffisant pour l'amortissement raisonnable des chaînes de fabrication,
- n'alourdir les charges de l'automobile que dans la mesure où les résultats attendus le justifient.

Si la réglementation apparaît judicieuse, elle deviendra rapidement populaire et l'usager exigera toujours davantage du constructeur qui ne verra plus dans la sécurité une contrainte supplémentaire et une diminution de la demande par accroissement des coûts, mais un argument de vente.

N'utiliser que la seule réglementation présente l'inconvénient de ne pouvoir mobiliser l'ensemble du potentiel d'études de l'administration et des constructeurs sur la sécurité.

C'est la raison pour laquelle, l'information technique de l'usager doit être améliorée grâce aux concours de l'Etat et des constructeurs, pour cette raison également le thème « Sécurité » a été retenu par le Gouvernement pour les programmes de Recherche susceptibles de bénéficier de la procédure d'aide au développement.

Il est classique maintenant de distinguer la sécurité primaire liée à l'accident proprement dit, de la sécurité secondaire qui en limite les conséquences.

Pour l'Ingénieur de l'automobile, la sécurité primaire qui se rattache à la « performance » s'appelle tenue de route, suspension, freinage... Il ne pouvait ignorer ces qualités car quelle serait l'utilité d'améliorer les moteurs si le véhicule à propulser n'était pas en mesure d'utiliser les possibilités ainsi développées ?

La sécurité secondaire fut, par contre, ignorée jusqu'à une date récente car l'usager comme le constructeur rejettent l'accident. L'admettre ne serait-il pas le provoquer ? Une voiture conçue pour protéger les passagers peut apparaître à certains comme moins sûre que les autres car de telles précautions ne se justifieraient que par un accroissement du risque d'accident.

Heureusement cet état d'esprit tend à disparaître, mais la réticence française devant les ceintures de sécurité dont l'efficacité n'est plus à démontrer, montre bien le chemin restant à parcourir ; il semble cependant que ce soit dans le domaine de la sécurité secondaire qu'il faille attendre les progrès les plus importants de la construction automobile dans les années à venir.

On peut raisonnablement espérer mieux solidariser le passager avec le siège, rendre l'habitacle moins déformable, éviter l'éjection et la pénétration, mieux absorber l'énergie du choc, en bref, concevoir le véhicule pour limiter la gravité du choc.

Voilà pour l'Ingénieur de l'automobile, mais l'Ingénieur routier que doit-il faire ?

3. Le point de vue de l'Ingénieur routier.

Peut-être hésite-t-il ; mais, l'opinion, elle, le sait ; il faut :

- supprimer les points noirs
- supprimer les routes à trois voies
- faire des autoroutes.

Les opérations de sécurité portant sur des aménagements ponctuels ne peuvent avoir qu'une portée limitée. Le nombre d'accidents ainsi traité annuellement est de l'ordre du millier sur un effectif total dépassant 200.000.

La dispersion des accidents sur le réseau est telle que même à crédits illimités l'on ne peut espérer toucher de la sorte qu'une fraction assez faible (peut-être 10%) des accidents.

L'efficacité « Sécurité » des autoroutes est certaine, bien qu'un peu décevante. La réduction du taux d'accident, qui ne dépasse pas 40%, est en partie compensée par l'accroissement de l'indice de gravité dû à l'augmentation des vitesses et le trafic nouveau induit par les facilités offertes à la circulation. 10.000 km d'autoroutes ne suffiraient pas à rendre moins préoccupant le bilan des accidents de la route.

Quant aux routes à trois voies, avec un kilométrage s'élevant à 2.200 dont 515 km de routes modernes construites après 1945 à 10,5 m, les statistiques n'ont jamais confirmé leur mauvaise réputation que l'on étudie l'ensemble des accidents ou les seules collisions frontales.

Une simple addition de mesures catégorielles ne peut donner qu'un résultat très partiel. Sans condamner de telles mesures il faut viser plus loin. Pour le réseau existant, d'autres types d'intervention ont une rentabilité « Sécurité » indiscutable. Citons pour l'équipement de la route : le marquage des chaussées, l'éclairage, les glissières ; et pour l'aménagement du réseau : l'arasement et la stabilisation des accotements, les aires de stationnement et les créneaux de dépassement.

Plus généralement encore, l'Ingénieur routier doit faire appel à toutes les ressources du traitement de l'information pour rechercher systématiquement les corrélations entre les caractéristiques géométriques des routes et leur performance « Sécurité ».

Ce travail est lourd. L'élaboration d'un système permanent de contrôle du risque d'accident exige le croisement du fichier « accident » et des données des recensements : trafic et caractéristiques géométriques. Grâce aux récents progrès de l'Informatique, il devient possible de l'entreprendre. Les résultats de cette investigation complète surprendront. Nous n'en donnons pour preuve que les conclusions d'une récente étude du « Cor-

nell Aeronautical Laboratory » publiée dans le rapport N° 47 du programme routier de recherche en coopération entrepris par le Highway Research Board. Aux Etats-Unis :

1. Les routes à quatre voies ont un taux d'accidents plus élevé que les routes à deux voies quand elles n'ont pas de berme centrale et ne bénéficient pas d'interdiction d'accès des riverains (ce résultat a également été trouvé en France mais sur un kilométrage trop faible : Paris-Étampes, pour avoir une signification statistique).

2. L'interdiction d'accès des riverains est le moyen le plus puissant pour réduire le taux d'accident ; la limitation partielle des accès a une efficacité également partielle.

3. Les bermes centrales tendent à réduire le nombre des accidents bien que leur effet soit peu significatif.

4. Le nombre d'accidents à un véhicule par millions de véhicules/km décroît avec le débit moyen annuel et le taux d'accidents à plusieurs véhicules croît avec le débit.

5. On n'a pu trouver de relations entre le taux d'accident et le débit car selon les cas, on constate une croissance ou une décroissance.

En étudiant les conditions techniques d'aménagement, l'étude américaine a pu mettre en évidence que :

1. La présence de courbes, pentes, intersections, ouvrages d'art augmente le taux d'accident. L'élément dominant étant l'intersection qui donne fréquemment un taux d'accident trois fois plus élevé.

2. La combinaison des éléments géométriques (courbes, pentes, etc.) engendre un taux d'accident plus élevé qu'un élément pris isolément. On introduit ainsi la notion nouvelle de « combinaison dangereuse », les taux peuvent atteindre 6 fois la normale pour les tracés les plus complexes.

3. On a pu mettre en évidence l'effet de l'importance du rayon ou de la pente. La différence n'intervient qu'entre pas de courbe (déviations inférieures à 4°) et une courbe de plus de 4°, ou pas de pente (moins de 4%) et une pente de plus de 4%.

4. L'indice de gravité ne semble pas affecté par les caractéristiques du tracé.

La complexité de ce type d'étude tient à l'énormité des fichiers et à l'abondance des paramètres. Isoler un paramètre revient à travailler dans un espace à deux dimensions : exemple la largeur et le taux d'accident, alors que l'univers de la route en a bien davantage. Or on sait qu'en coupant une surface gauche par un plan, on peut indifféremment faire apparaître une pente positive ou négative. Poser la question en terme d'influence du type de route (nombre de voies) sur les taux d'accidents revient à schématiser le réel à un point tel, que l'on a toutes les chances de passer à côté des résultats utiles. Les régressions multiples ont un bel avenir devant elles ; à nos statisticiens de pointe de faire la preuve de leur talent !

Voilà pour la route et le véhicule mais à quel Ingénieur faut-il faire appel pour traiter du conducteur ? A l'Ingénieur psychologue dans la mesure où il existe ; mais s'il n'existe pas, il faudra l'inventer pour la circonstance. Les Anglo-saxons parlent d'Human Engineering.

4. Le point de vue de l'Ingénieur-psychologue.

L'ergonome étudie l'adaptation de l'homme à la machine et à son environnement ; on parle encore de problèmes d'interface lorsque l'on traite des tableaux de bord, de la signalisation, de la charge de conduite.

L'Ingénieur a été très tôt confronté avec la signalisation routière, les tableaux de bord, les organes de commande, les feux des véhicules et des carrefours.

A-t-il toujours été en mesure d'apprécier comment l'homme pouvait traiter l'information ainsi reçue et pratiquer dans des conditions acceptables de sécurité sa « tâche de conduite » ?

Le psychologue contribuera davantage dans l'avenir à l'amélioration de la formation à la conduite. La sécurité routière est liée pour une partie importante aux connaissances et à l'habileté du conducteur ; celles-ci sont acquises au cours de la formation, et développées (ou pour certains aspects dégradés) par l'expérience. La conception d'une formation plus efficace est sans doute un moyen très puissant au service de la sécurité. L'analyse de la formation est un moyen privilégié de connaissance de la nature de la conduite et des mécanismes qu'elle met en jeu, comme elle est un moyen de choix pour faire apparaître les anomalies dans l'aménagement du véhicule ou de la route.

Les actions du conducteur sont orientées et contrôlées par les informations que celui-ci reçoit de l'environnement, en particulier de la route et de la voiture. Ces informations sont véhiculées par des voies très diverses : si la voie visuelle est privilégiée, il ne peut pas oublier non plus les voies auditives et proprioceptives qui peuvent jouer des rôles importants, en particulier les derniers, en ce qui concerne les automatismes. L'analyse de ces informations, l'évaluation précise du rôle qu'elles jouent, peuvent fournir les bases d'une action de prévention efficace. En effet, si on connaît les indices qui modifient le comportement du conducteur, il devient possible d'agir sur celui-ci.

Les indices visuels qui sont les plus importants seront étudiés en priorité. Ils relèvent de deux grandes catégories, formelle et informelle. Dans la première, figurent tous les signaux conventionnels dont la signification est fixée par une réglementation ; dans la seconde, figurent tous les indices qui sont issus de la configuration de la route, de son environnement, des autres usagers et piétons, et qui sont plus ou moins explicités par le conducteur.

La conduite considérée en général, c'est-à-dire pour l'ensemble des situations qu'elle implique, comporte un certain nombre d'exigences qui requièrent du conducteur des capacités bien définies. Il est donc essentiel d'analyser ces capacités et de rechercher les variables auxquelles elles sont liées et comment celles-ci varient. Ce type d'étude contribuera à une meilleure connaissance des mécanismes mis en jeu dans la conduite et ses résultats pourront être exploités dans l'élaboration des procédures d'apprentissage comme dans la définition d'une « hygiène du conducteur ».

On utilisera pour mesurer la charge représentée par la conduite, soit les variables physiologiques (électroencéphalogramme, fréquence cardiaque, activité électrodermale, etc.), soit les variables comportementales (tâche secondaire).

On pourra ainsi évaluer l'effet sur la conduite de troubles passagers (fatigue, alcool, drogue).

Le psychosociologue traitera des attitudes et connaissances du conducteur et de leur rapport avec le comportement de conduite. Il pourra ainsi orienter convenablement l'information du public.

Tels sont, délimités à grands traits, grâce au concours du Professeur LEPLAT, les types d'intervention du psychologue.

Que reste-t-il à faire à l'Ingénieur de sécurité ?

5. Le point de vue de l'Ingénieur de sécurité.

L'Ingénieur de sécurité doit avant tout faire travailler les autres en leur inculquant la préoccupation « sécurité ». Rien n'est possible si l'usager se désintéresse de la sécurité, si le constructeur et le routier n'ont pas une idée complète de la qualité du service offert à l'usager qui ne s'apprécie pas à partir de la seule vitesse maximale, rien ne se fera si l'on ignore la psychologie du conducteur.

Pour lui permettre de travailler, l'Ingénieur de sécurité aura la responsabilité de l'Information donc du recueil des données. Sa première intervention a été de mettre au point des statistiques « accidents », mais le recueil des données doit être plus complet et s'étendre aux enquêtes portant sur des échantillons plus limités et des questionnaires orientés. On ira même jusqu'à procéder à des études cliniques : véritables expertises d'un petit nombre d'accidents pour dégager des hypothèses et voies nouvelles de prévention, base d'une véritable étiologie de l'accident.

De cette information, l'Ingénieur de sécurité tirera une première conclusion : la multicausalité de l'accident ayant pour conséquence un effort de prévention pluridirectionnel.

Il n'y a pas de vaccin « anti accident » et la recherche d'une cause unique à laquelle s'appliquerait le remède miracle relève de l'attitude primaire des premiers chimistes devant la pierre philosophale.

C'est pourquoi l'Ingénieur de sécurité traitera l'information avec deux préoccupations qui lui sont propres : une préoccupation de cohérence et une préoccupation d'efficacité.

Une préoccupation de cohérence ; car une somme d'efforts sectoriels laisse inévitablement des lacunes, on a pu dire des « orphelins » dans un domaine exigeant une action globale.

C'est ainsi que l'Ingénieur routier connaît mal l'automobile et vice versa. Or plus la vitesse est grande et plus le comportement dynamique de l'automobile a besoin d'être apprécié avec précision. Un modèle intégré, tenant compte des caractéristiques du freinage, de la suspension et des pneumatiques, de nature à permettre l'évaluation des effets du vent, des conditions techniques d'aménagement des routes, de l'uni et de la rugosité des chaussées, devient indispensable.

Jusqu'à une date récente, le constructeur considérait la route comme une donnée et l'Ingénieur routier, le véhicule comme un point ou un œil situé à 1,25 m au-dessus de la chaussée. Quid de la dérive, du lacet, du roulis, de l'effet du devers, du freinage en courbe ?

De même l'Ingénieur juriste ne voyait dans la signalisation qu'un moyen d'établir clairement les responsabilités et non pas un indice perceptif de la conduite qu'une approche ergonomique était seule de nature à adapter au dialogue « route-conducteur ».

L'Ingénieur de bureau d'étude ne voulait pas voir l'accident et étudier le choc comme une éventualité malheureusement de probabilité non nulle et exigeant un gros effort d'investigation pour en limiter les conséquences.

Qui se préoccupait de l'alerte, du relevage et des secours aux blessés ? Certes la protection civile et les services de santé mais l'effort spécifique en faveur des accidentés de la route n'est pas à la mesure de l'importance que ce type d'accidents revêt pour la collectivité.

Qui se préoccupe également d'informer les juristes et les forces de l'ordre de l'efficacité préventive de leur intervention ? Or une réglementation pour être bien adaptée, doit être convenablement reliée aux résultats que l'on attend d'elle.

A ce besoin de cohérence, se rattache très directement le souci d'efficacité ; car les crédits sont limités et un choix rationnel exige une confrontation : coût-efficacité.

Or cette confrontation est particulièrement difficile en matière de sécurité, car on n'expérimente pas sur l'homme et l'analyse des accidents ne débouche pas directement sur la découverte des mesures de prévention appropriée.

La notion très contestable de « cause principale » a depuis longtemps masqué l'action à entreprendre.

Une opinion très répandue répartit les causes d'accident selon le rapport 88-10-2 : 88% pour les erreurs humaines, 10% pour les défaillances mécaniques et 2% pour la faute à pas de chance ; de là à conclure qu'il faut consacrer 88% de l'effort de prévention

à éduquer le conducteur, 10% à améliorer la mécanique et 2% à acheter un Saint-Christophe, il n'y a qu'un pas.

En fait l'efficacité des mesures de prévention ne peut se déduire directement d'une analyse causale, surtout si elle est aussi sommaire.

Un exemple de recherche sur l'efficacité relative des mesures de prévention est donné par une étude menée par le Ministère de la Santé des Etats-Unis dans le cadre de l'application du P.P.B.S. à la préparation du Budget (Planning-Programming-Budgeting-System). Un comité de onze membres examina neuf programmes de sécurité et essaya de donner une réponse à la question suivante : Quels sont les résultats à attendre de différents programmes de Sécurité ? Ou encore, pour un budget donné, comment dépenser l'argent pour obtenir la réduction maximale du nombre des morts ou des blessés de la route ? Les réponses données sous forme d'évaluations des dépenses nécessaires pour sauver une vie humaine à partir des 9 programmes envisagés se présentent comme suit :

1. Augmenter l'utilisation des ceintures de sécurité	435 F.
2. Développer et encourager l'utilisation d'autres systèmes pour solidariser à leur siège les enfants et les adultes	500 F.
3. Réduire l'exposition des piétons	3.000 F.
4. Améliorer l'habitacle du véhicule pour mieux protéger les passagers	12.700 F.
5. Accroître l'utilisation des casques et lunettes de protection pour les utilisateurs des deux roues à moteur	15.000 F.
6. Améliorer le comportement du conducteur en diminuant l'exposition au risque lors de la conduite sous l'influence de l'alcool	26.500 F.
7. Perfectionner le système du permis de conduire	69.000 F.
8. Améliorer les services médicaux d'urgence	225.000 F.
9. Améliorer les possibilités du conducteur en augmentant son habileté, ses connaissances et son attitude par un vaste programme d'éducation	440.000 F.

Il est difficile d'apprécier la validité de ces estimations ; mais les différences constatées dans l'efficacité de différentes mesures envisageables ne doit pas surprendre ni surtout le divorce total entre le résultat de telles études et les déductions sommaires tirées de l'analyse causale précédemment citée.

L'analyse des causes d'accident est d'autant plus délicate que les accidents ont des causes multiples et que toutes les tentatives d'organiser les facteurs accidentogènes en systèmes enchaînés sous forme d'une arborisation de facteurs s'impliquant les uns les autres ont échoué. Remonter du choc vers le passé spatio-temporel en retrouvant l'enchaînement des choix faits par le ou les conducteurs apparaît hors de portée pour le moment.

On a pu par contre découvrir l'existence d'un grand nombre de facteurs que M. BERTHOZ appelle « adjuvants » comme l'alcoolisme, la fatigue, le terrain psychologique, qui ne peuvent être inclus dans une chaîne de causes à effets logiques ; car ils diffusent leurs effets sur plusieurs des facteurs qui se conjuguent pour provoquer l'accident.

Les statistiques accidents ne font apparaître ces facteurs que lorsqu'ils existent à l'état de paroxysme tout à fait exceptionnel : 3% des accidents ont donné lieu à poursuites pour conduite à l'état d'ivresse ; ce qui n'a rien à voir avec l'accroissement du risque d'accident lorsque le taux d'alcoolémie dépasse 0,80 gr. par litre.

Ce n'est pas davantage par l'examen des infractions pour vitesse excessive que l'on peut apprécier l'intérêt d'une limitation de vitesse pour réduire le nombre et la gravité des accidents.

L' « accidentologie » n'en est qu'à ses débuts. Raison de plus pour ne pas rejeter sous prétexte d'idées a priori sans valeur scientifique, les résultats des remarquables expériences anglaises qui ont montré tout le parti que l'on pouvait tirer d'une limitation de vitesse bien appliquée et de l'instauration du taux légal d'alcoolémie accompagnée d'une bonne campagne d'information du public.

On peut ajouter à ces deux mesures, la généralisation des ceintures de sécurité dont l'efficacité a été parfaitement mise en évidence par l'enquête VOLVO en Suède qui a porté sur tous les usagers de la marque bénéficiant d'une garantie totale, même en cas d'accident, à la seule condition de remplir un questionnaire relatant les circonstances de l'accident et notamment le port ou non des ceintures.

Voilà trois remèdes, sans doute encore insuffisants mais dont l'efficacité a été scientifiquement établie bien qu'ils ne ressortissent pas, à l'évidence, de l'examen des statistiques accidents.

Seule une étude systématique des associations de facteurs, dont le rapprochement ou la coïncidence accroît le risque ou la gravité de l'accident, est de nature à appuyer une politique de prévention débouchant sur des actions multiples et efficaces.

C'est à l'Ingénieur de sécurité qu'il incombe de procéder à cette étude systématique qui ne peut être que globale.

*
**

Que conclure de ce panorama du rôle de l'Ingénieur ? Le nécessaire développement de l'action de l'Ingénieur de la sécurité ? Sans aucun doute. Certains pourraient penser que l'Ingénieur de sécurité ne se distingue pas de l'Ingénieur de circulation, que fluidité et sécurité doivent être examinées ensemble ; car optimiser le seul critère « sécurité » conduirait à l'absurde : ne plus circuler ou circuler à des vitesses anormalement faibles. Il est exact que la qualité du service offert par le déplacement automobile forme un tout : l'examen par exemple de la gêne apportée par la circulation des poids lourds doit tenir compte de l'intérêt économique du transport routier, de l'influence des poids lourds sur l'écoulement de l'ensemble du trafic et de la sécurité. L'Ingénieur de sécurité ne peut donc contribuer seul à la décision ; Ingénieur de synthèse, lui-même, il ne peut se contenter d'un sous-optimum. A ce titre, il ne peut limiter son rôle à la seule prévention de l'accident, il doit se préoccuper des suites de l'accident : limitation des conséquences du choc, secours aux blessés. D'où son intervention dans le domaine de la mécanique des chocs et notamment de la biomécanique, des systèmes d'alerte, de relevage des blessés et d'organisation des soins, vaste domaine qui n'intéresse pas l'Ingénieur de circulation. La nature du recueil et du traitement de l'information auxquels il consacra une partie importante des moyens qui seront mis à sa disposition, le rôle qu'il aura à jouer vis-à-vis du public pour le rendre « demandeur de sécurité », les recherches théoriques auxquelles il procédera sur la genèse de l'accident, le souci de l'efficacité des mesures de prévention sont autant de caractères spécifiques de son intervention ; on est loin du simple dénombrement des morts et la collection des photos d'apocalypse qui, pour certains, étaient l'essentiel de son activité.

Le Ministère de l'Équipement et du Logement (et plus particulièrement ses Ingénieurs) doit dépasser son intervention traditionnelle en nature de construction routière, à l'occasion de laquelle il a su déjà montrer une préoccupation de sécurité, pour aborder franchement et complètement le vaste domaine de la sécurité routière.

Le Corps des Mines n'a-t-il pas été créé pour assurer la Sécurité des extractions souterraines ? La comparaison entre le danger des mines au moment de la création de ce grand Corps et le danger de la route serait éloquente. Cette remarque à elle seule suffirait pour justifier une intervention spécifique « sécurité routière » qui se distinguerait et démultiplierait l'effort des activités traditionnelles du secteur de l'automobile et de la construction routière.

Une telle intervention s'impose pour faire jouer à l'automobile le rôle qui lui revient dans notre civilisation moderne, celui d'être un facteur de progrès, non de ruine et de désolation.

AUTOROUTES DE LIAISON

Réseau de rase campagne et Voirie urbaine

LES RÉALISATIONS DEPUIS 1965

I. — AUTOROUTES DE LIAISON

1. Les crédits.

Le tableau suivant récapitule les autorisations de programmes relevant du Ministère de l'Équipement, consacrées aux autoroutes de liaison au cours des différentes années du plan.

	1966	1967	1968	N° Plan
Autorisation de programme (MF)	701	718	1 026	3 900 ⁽¹⁾
Avancement cumulé du plan	18%	36%	57%	100%

(1) dont 40 MF d'avance d'équilibre

2. Les réalisations.

A l'heure actuelle, les principales liaisons achevées sont les suivantes :

- Paris-Lille : 210 km
- Paris-Avallon : 209 km
- Lyon-Valence : 130 km

Les autoroutes de liaisons dont la mise en service est prévue pour 1968 sont les suivantes :

- A 6 - Anse-Limonest
- A 7 - Logis-Neuf - Orange
- A 13 - Chauffour-Vieux Rouen
- A 53 - Roquebrune-Menton (une chaussée)

En 1970 les liaisons Lille-Paris-Marseille et Paris-Rouen notamment doivent également être terminées.

Au 31 juillet 1968, la longueur des autoroutes (liaison et dégagement) en service était de 1 015 km.

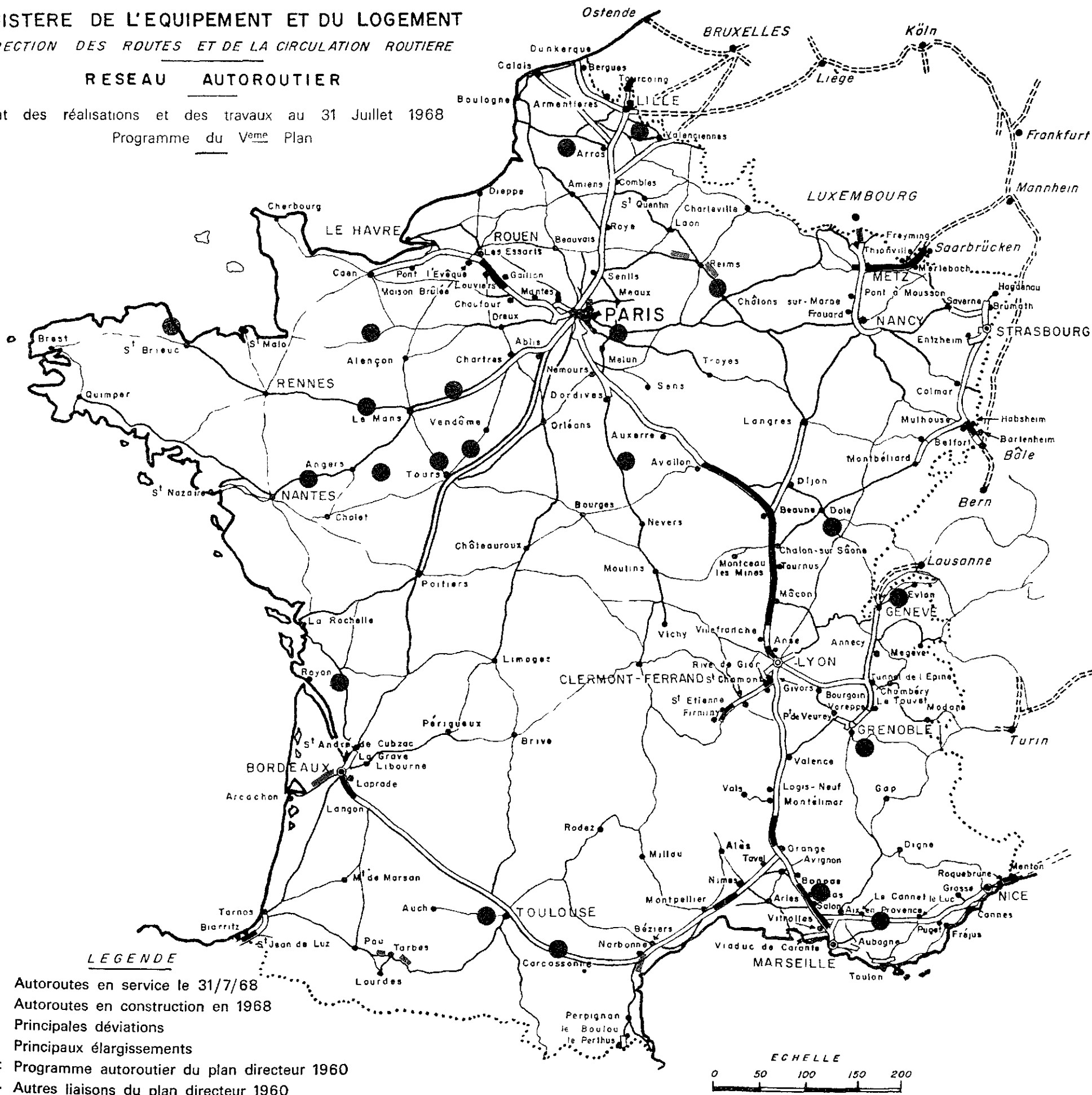
MINISTERE DE L'EQUIPEMENT ET DU LOGEMENT

DIRECTION DES ROUTES ET DE LA CIRCULATION ROUTIERE

RESEAU AUTOROUTIER

Etat des réalisations et des travaux au 31 Juillet 1968

Programme du Vème Plan



II. — LE RÉSEAU « RASE CAMPAGNE »

1. Les crédits (Etat-Equipement).

	1966	1967	1968	V ^e Plan
Autorisation de programme	240	345	480	3 580
Avancement cumulé du plan	6,7%	16,4%	21,7%	100%

Malgré une progression rapide des crédits, 30% seulement du programme du 5^e Plan sont engagés au bout de 3 années du plan.

2. Les réalisations.

Les principales réalisations devant être mises en service en 1968 sont les suivantes (cf carte) :

- déviations locales des N 113, N 10, N 137, N 83, N 23, N 7, N 138, N 157, N 24 bis, N 39, N 4, N 158 ;
- rocade Nord d'Aix-en-Provence ;
- construction de ponts à Agde, Port Ste-Marie, Tournon ;
- doublements partiels des N 125, (entre Toulouse et Muret), N 39, (Est d'Arras), N 10 (Sud de St-Maure), N 53 (Nord de Thionville) et N 117 au Lhez et à Ger (Hautes-Pyrénées).

III. — TRAVAUX « EN MILIEU URBAIN »

1. Les crédits (Etat - Part du Ministère de l'Equipement).

	1966	1967	1968	V ^e Plan
Autorisation de programme (MF)	600	760	981	5 150
Avancement cumulé	11,6%	26,4%	45,5%	100%

2. Les réalisations.

a) autoroutes de dégagement.

Il est prévu la mise en service de 35 km d'autoroutes de dégagement pour 1968.

b) réseau urbain.

1967 a vu l'achèvement des déviations de la N 23 à Nantes ; carrefour de la N 7 dans Cannes (section Est déviation de Sassenage).

En 1968, des déviations, des traversées et des ouvrages d'art seront mis en service à Arles, Caen, La Rochelle, Montbéliard, Alès, Rennes, St-Chamond, Angers, Beauvais, Lyon, Le Havre, Montreuil, Limoges.



CARREFOUR POINCAÏE RIVE DROITE — Vue d'ouest en est sur les passages supérieurs de St Clément

Faut-il croire au calcul économique ?

par **Claude CHARMEIL**, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Les routes et autoroutes constituent depuis près de quinze ans — le premier cycle d'études sur la rentabilité des travaux routiers date de 1954 — un domaine de prédilection pour l'économiste. Nulle part ailleurs le besoin de critères objectifs pour orienter les décisions d'investissement n'a été ressenti plus tôt et aussi nettement, cela dès les débuts du Fonds Spécial d'Investissement Routier. De plus, dans aucun autre domaine l'économiste n'est plus à l'aise : le milieu lui est favorable, les concepts (avantage, bénéfice) facilement appréhendables, les grandeurs (vitesse, débit) mesurables sans trop grand effort ; il peut sans cesse y faire progresser conjointement, ce qui est rare, la théorie et la pratique. Aussi le calcul économique — tel qu'il doit être employé c'est-à-dire appliqué à des réalités concrètes — apparaît, du moins dans notre pays, attaché par plus d'un lien à la route.

On aurait pu, dans ce numéro spécial qui lui est consacré, évoquer ces différents liens, montrer comment ils se sont développés, rappeler comment a été progressivement élaborée cette technique particulière que constituent maintenant les calculs de rentabilité appliqués aux travaux routiers. Pourtant il a paru plus conforme à ces relations elles-mêmes de prendre un peu de hauteur et de considérer le calcul économique en général. S'agissant d'une technique bien au point il a semblé opportun de s'interroger à son sujet, d'explorer les limites extrêmes de son application voire même de la critiquer. Ce n'est que de cette manière que progresseront les techniques de choix des investissements, d'abord au plan global (à l'échelle de la nation) et ensuite au niveau élémentaire (à l'échelle des projets).

Cette question peut sembler insolite, voire même désobligeante ; on peut soutenir que tout calcul — fut-il économique — conduit à prendre des décisions plus valables que l'appréciation subjective des choses, même si celle-ci intègre des éléments plus nombreux. Pourtant, cette question paraît nécessaire à celui qui désirent prendre un peu de recul, cherche à préciser le rôle du calcul économique dans la pratique des décisions.

Nous traiterons ici surtout du calcul économique tel qu'il est employé pour le choix des investissements. D'une manière abrégée, il s'agit des méthodes qui ont pour but d'attacher à chaque projet un taux de rentabilité (soit moyen sur toute sa durée de vie, soit immédiat sur la première année d'utilisation) et de comparer ce taux au taux d'actualisation. Ce dernier joue un rôle extrêmement important puisque selon cette conception, il permet de déterminer les projets d'investissements à retenir au Plan comme présentant des taux de rentabilité qui lui sont supérieurs. Pour la doctrine marginaliste, le taux d'actualisation est l'instrument privilégié du choix des investissements et même du volume total de l'investissement dans la Nation, celui-ci étant constitué de tous les projets répondant au critère exposé ci-dessus.

Nous essayerons d'analyser tour à tour les deux aspects de cette théorie, son aspect global d'abord (le volume de l'investissement dépend-il réellement du taux d'actualisation ?) et son aspect micro-économique ensuite (les projets doivent-ils être choisis d'après leur taux de rentabilité ?). Notre conclusion sera — qu'on se rassure — qu'il faut effectivement croire au calcul économique mais plutôt qu'un « oui franc et massif », ce sera plutôt un « oui mais ».

I. — QUELLE EST LA VALEUR DU CALCUL ECONOMIQUE AU PLAN GLOBAL ?

La politique budgétaire courante, quels que soient les efforts dépensés par les économistes, ne tient pratiquement pas compte du taux d'actualisation. En bonne logique, l'ampleur des programmes d'investissements réalisés dans les grands secteurs économi-

ques (équipement électrique, transports, etc...) devrait découler de la seule considération de ce taux, tel qu'il est donné par le Plan. En fait, le Ministre des Finances se contente, au sein d'une enveloppe budgétaire globale, de fixer les enveloppes applicables à certains secteurs économiques particuliers. Ceci conduit à une grande disparité des taux de rentabilité des projets relevant des différents secteurs. Certains d'entre eux connaissent des taux de rentabilité marginaux voisins du taux d'actualisation (7%) tandis que pour d'autres, ces taux sont deux fois plus élevés (1). Il y a là une infirmation grave infligée par la pratique à la théorie.

Pourquoi ce démenti est-il aussi net ? On propose souvent plusieurs explications de ce divorce : le calcul économique négligerait beaucoup d'éléments (ce qui est exact mais aucunement constructif), ses données de base seraient mal choisies (la valeur du temps notamment), le comportement de l'Etat dépendrait d'éléments non quantifiables (l'aménagement du territoire par exemple), le Pouvoir serait plus sensible à certains groupes de pression (celui gravitant autour de la S.N.C.F.), etc... A notre avis, l'explication doit être trouvée ailleurs par deux observations essentielles :

- la doctrine marginaliste sur laquelle est fondée la théorie du choix des investissements est insuffisamment dynamique,
- d'inspiration microéconomique, elle ne peut pas être appliquée dans un domaine relevant de l'économie globale (ou macroéconomie).

a) L'insuffisant dynamisme de la théorie.

Quel est le dynamisme réel du mécanisme de choix des investissements au moyen d'un taux d'actualisation ? Le taux d'actualisation est issu de la considération de l'équilibre économique général : il permet de faire le départ entre le présent et le futur et intègre le temps dans les comportements des individus. A l'équilibre, il se fixe au niveau du taux d'intérêt sur les marchés des capitaux à long terme. S'il est également utilisé pour le calcul des programmes d'investissements, il assure une comptabilité automatique entre l'offre et la demande de capitaux. Cet équilibre s'apparente à celui imaginé par WALRAS et PARETO pour expliquer le fonctionnement d'ensemble de l'économie ; de la sorte, bien que par le jeu du taux d'actualisation, il permet de tenir compte de périodes successives, cet équilibre s'apparente à une théorie entièrement statique. Aussi, faut-il se demander si, dans le monde essentiellement dynamique dans lequel nous vivons, le mécanisme n'est pas dépassé par la pratique.

En particulier, la détermination du taux d'actualisation ne suffit pas pour fixer le volume des programmes d'investissements. Une autre donnée tout aussi importante est nécessaire qui n'apparaît pas à sa véritable place dans la théorie ; la connaissance du taux de croissance de l'économie pour les périodes à venir (2). L'ampleur des investissements dépend étroitement des hypothèses que l'on peut opérer sur les besoins à satisfaire dans l'avenir. Pour l'électricité par exemple, la taille des centrales supplémentaires à construire dans une région donnée dépend de l'expansion des besoins. Si ceux-ci sont appelés à se développer lentement, une centrale de faible puissance suffira ; dans le cas contraire, elle serait trop vite saturée : il est préférable de construire tout de suite une centrale de puissance convenable. Ceci signifie qu'une augmentation du taux de croissance entrevue par les agents économiques peut entraîner pour un taux d'actualisation inchangé, des budgets d'investissements accrus inversement, une diminution de celui-ci dans une atmosphère de dépression peut être à la source d'une déflation des investissements, même si le taux d'actualisation ne varie pas. Ceci montre l'importance d'un phénomène qu'une théorie essentiellement statique ne mentionne pas à sa véritable place. En effet, le taux de croissance apparaît dans celle-ci comme la conséquence de l'effort général d'investissement alors qu'en fait, c'est sur le taux que reposent toutes les décisions. La théorie semble donc pour le moins incomplète.

On peut même nourrir à son sujet des craintes plus graves ; la détermination par le taux d'actualisation de l'équilibre des ressources et des emplois entre plusieurs pé-

(1) C'est ainsi que dans le domaine routier, les taux de rentabilité immédiate sont couramment de l'ordre de 14%.

(2) Voir C. ABRAHAM « Investissements Publics et actualisation » Bulletin du P.C.M. — mars 1967.

riodes, est-elle toujours réaliste, alors que certaines contraintes limitent à priori la part de l'investissement ? Supposons une économie progressant à un rythme très rapide — 10% par an par exemple — : elle connaît des besoins d'investissements très importants. Si par ailleurs, on admet qu'une valeur limite de la production peut être utilisée à des fins d'investissements — disons 25% — ceci sous peine de difficultés sociales notables, on peut conclure à la fixation du taux d'actualisation à un niveau très élevé. Si la croissance vient encore à s'accélérer, ce taux poursuivra son évolution en hausse. Or, au-dessus d'une certaine valeur, de l'ordre de 20%, un taux d'actualisation perd toute signification ; son usage s'oppose au sens commun et conduit à dimensionner les projets pour des durées extrêmement courtes, puisque le futur perd toute importance. Il s'en suit un gonflement des besoins en investissements, car une telle pratique est génératrice de gaspillage, et finalement un déséquilibre croissant. En d'autres termes, le raisonnement, selon la théorie classique, laisserait prévoir dans de tels cas une évolution marquée :

- par un taux d'actualisation très élevé s'opposant aux raisonnements habituellement suivis et conduisant à des solutions s'opposant au bon sens (3)
- par une accélération des besoins d'investissement, imputable au mauvais usage de ceux-ci — constituant un phénomène cumulatif, entraînant une nouvelle hausse des taux d'actualisation.

Sans que cela puisse revêtir, ne serait-ce que l'apparence même d'une démonstration, il semble bien que le mécanisme classique conduise en période de forte croissance, à une situation instable ; or, de telles croissances se sont effectivement produites, sans que les inconvénients ci-dessus aient pu être observés.

Il semble donc que le dynamisme de la théorie sur laquelle repose le choix de l'investissement soit insuffisant.

b) L'impossible appréhension des problèmes globaux par la voie microéconomique.

Le mécanisme du choix de l'investissement global par le faux d'actualisation constitue l'intrusion d'une méthode relevant de la microéconomie dans un problème macroéconomique.

Le fondement du mécanisme marginaliste est l'affirmation que le meilleur niveau possible de l'investissement est susceptible d'être déterminé par les méthodes habituelles du calcul économique ; celles-ci sont utilisées pour la préparation des décisions élémentaires, et le choix de la taille des équipements, par exemple la construction d'une centrale électrique d'une puissance plus ou moins élevée, l'amélioration d'une route susceptible d'être plus ou moins élargie, etc... Dans ce cas, la solution consiste à optimiser la satisfaction que les projets sont susceptibles d'apporter à la collectivité ou — ce qui constitue un objectif voisin — de porter l'ensemble des coûts qu'elle supporte à leur minimum. C'est le raisonnement utilisé pour la recherche du niveau d'investissement apportant la satisfaction optimum à l'ensemble des individus du pays. De la sorte, on essaye de déterminer le montant global de l'investissement à opérer dans l'ensemble de l'économie à l'aide des mêmes procédés que ceux utilisés pour la recherche de la taille et du coût optimum des projets élémentaires. On applique les méthodes de la microéconomie à un problème qui est par essence macroéconomique.

Or, le niveau macroéconomique de décision ne résulte pas seulement de l'agrégation des phénomènes microéconomiques, il possède ses caractéristiques propres et, en prise directe sur la politique, il ressort d'une optique différente.

La théorie de l'agrégation a déjà fait l'objet de nombreux développements. En particulier un problème de ce type a été depuis longtemps posé par les économistes du bien-être (Welfare economics) : les états de satisfaction des individus peuvent-ils être agrégés pour la définition d'un optimum collectif mesurable ? C'est le problème de « NO-bridge » ; ce nom laisse deviner que la réponse est négative. Il n'y a pas de « pont »

(3) C'est ainsi que l'on a pu montrer que pour un taux d'actualisation de 30% il ne convient pas de recharger une route détériorée mais de la renforcer chaque année par quelques millimètres d'enrobés.

entre les optimums individuels et l'optimum collectif dans ce sens que la théorie s'interdit de porter un jugement favorable sur une transformation de l'économie qui profite à une multitude et nuit à un seul. Ceci n'est qu'un exemple afin de montrer que le niveau macro-économique ne peut être tenu comme résultant de l'agrégation des phénomènes entrevus au niveau micro-économique. Ainsi, dans un autre domaine, la demande globale de biens ne se comporte pas comme les demandes appliquées à tel ou tel bien particulier : elle ne présente pas la même sensibilité aux prix. De même l'épargne globale est bien la somme des épargnes individuelles, mais sa maximisation ne peut constituer un idéal collectif : bienfait au niveau élémentaire, l'épargne peut être un fléau au niveau collectif. Ainsi — pour le domaine qui nous occupe, celui de l'économie de l'investissement — le volume global des programmes, bien que résultant de l'addition des programmes élémentaires, ne saurait ressortir des mêmes lois.

La macro-économie des investissements possède donc ses caractéristiques propres. Elle doit en effet tenir compte des contraintes particulières. Qu'il suffise seulement de noter les contraintes d'origine sociale qui empêchent de dépasser une certaine proportion de la production pour le volume de l'investissement, ou qui interdisent de procéder à des mutations d'emplois trop abondantes. Ces contraintes n'ont pas de correspondance au niveau micro-économique. D'autre part l'économie globale remet perpétuellement en question les éléments sur lesquels sont fondés les calculs économiques (taux d'intérêt et taux de salaire notamment) si bien qu'aucune grandeur ne saurait être considérée comme donnée, puisque toutes sont susceptibles de variation. Ainsi le choix du niveau global de l'investissement tel que le conçoivent les méthodes microéconomiques, risque d'être inadapté et d'impliquer des variations de l'emploi, de la répartition des revenus, du salaire différents de celles supposées par les agents et susceptibles de modifier l'évolution de l'économie qu'ils avaient entrevue. Enfin, au niveau global, les considérations de continuité prennent un poids tout à fait particulier, inconnu à des niveaux de décisions inférieurs. Une entreprise peut envisager de doubler du jour au lendemain le volume de ses investissements, une collectivité ne le peut pas. Le respect d'un certain nombre d'équilibres et de leurs possibilités d'évolution paraît donc la marque de la macro-économie des investissements.

Les problèmes macro-économiques, apparaissent des lieux de convergence de nombreuses disciplines ; l'économie pure d'abord, mais également les sciences sociales et les sciences politiques. En l'occurrence, les décisions qui y sont prises sont subordonnées aux éléments extérieurs à la science économique et notamment à la politique. Les grandes options de celle-ci échappent à l'économiste et ne peuvent que lui échapper... Aussi, combien paraît-il illusoire, voire même dangereux, de résoudre de telles décisions par une seule approche économétrique des problèmes.

Cette conception des choses présente évidemment l'inconvénient de faire une place trop belle au pouvoir politique et à son arbitraire possible. Ceci est cependant négliger les éléments d'information et de décisions que celui-ci prend auprès des représentants des diverses sciences énumérées plus haut. Si ces différents éléments étaient réunis sous un seul critère unique (la maximisation d'une fonction d'utilité collective intégrant à la fois le social, le politique et l'économique), alors peut-être pourrait-on employer le mot de technocrates pour des adeptes d'une telle technique destinée à définir sans latitude possible la pluralité des décisions. Il est meilleur, et ceci constitue la garantie démocratique par essence, que celui qui décide ait à s'informer auprès de plusieurs afin d'effectuer la plus cohérente des synthèses.

Il ne faut pas se méprendre sur les critiques qui viennent d'être adressées à la théorie marginaliste du choix des investissements ; celle-ci est apparue insuffisamment dynamique et insusceptible de prise en compte des phénomènes globaux. Ces critiques ne visent toutefois que l'extension de la théorie au domaine macroéconomique, c'est-à-dire dans un domaine pour lequel elle n'a pas été explicitement formulée. Au terme de cette première phase de notre étude, le calcul microéconomique nous paraît peu capable d'une application systématique au plan global. La politique économique qui consiste en la prise de décisions concrètes recouvrant en général plusieurs secteurs productifs ne nous paraît pas pouvoir être étayée d'une manière indiscutable par le calcul : le volume des investissements collectifs à opérer au cours d'un plan, par opposition au volume des investissements productifs par exemple, ne sera jamais déduit de considérations d'économie pure fondées sur l'analyse des surplus.

II. — QUELLE EST LA VALEUR DU CALCUL ECONOMIQUE POUR LES DECISIONS ELEMENTAIRES ?

Allant plus loin, on peut être tenté de douter du calcul économique lui-même, tel qu'il résulte des processus de raisonnements paretien. Ne paraissant pas constituer, au niveau macro-économique (disons le niveau gouvernemental), un outil indiscutable perd-il pour autant sa valeur au niveau micro-économique (disons au niveau de l'Ingénieur) ? En d'autres termes, faut-il renoncer à déterminer la priorité et la taille des projets d'investissements (principalement d'investissements publics) au moyen de considérations d'optimum, puisqu'au niveau global — qui est intrinsèquement le plus important — les résultats de ces calculs ne sont pas vérifiés ? Le problème, à la limite, pourrait être posé ; en effet, certaines contradictions sont suffisamment graves pour faire planer quelque ambiguïté sur la nature même du calcul économique.

Nous montrerons d'abord qu'un tel doute est excessif et qu'au prix de quelques précautions, on peut fonder sur le calcul économique une théorie des décisions élémentaires. Nous verrons ensuite que même pour ces décisions deux autres niveaux doivent être considérés, le niveau technique et le niveau politique. Une application de cette distinction aux décisions d'investissement routier sera enfin tentée.

a) Le calcul économique est irremplaçable pour la plupart des décisions élémentaires.

Une telle attitude négative en face du calcul économique serait indéfendable. Pour chaque secteur, celui de l'équipement en centrales électriques par exemple, les calculs économiques sont irremplaçables. On ne voit pas bien les critères sur lesquels il faudrait se fonder en leur absence pour programmer les sommes très importantes qui sont consacrées par E.D.F. à ce type d'investissement. La comparaison du coût des opérations et des avantages qu'elles apporteront à la collectivité est essentielle pour prendre des décisions cohérentes. D'une manière plus générale, la référence pour le choix des investissements à un modèle rationnel, constitue un guide extrêmement précieux. Au niveau global, le schéma libéral d'équilibre paretien — quelque dépassé qu'il soit — constitue déjà un élément de compréhension indispensable ; à fortiori, au niveau élémentaire, le calcul économique — dont la validité est grande — est-il un outil extrêmement valable pour effectuer les choix.

Toutefois, les développements précédents indiquent que deux catégories de précautions doivent être prises si l'on veut éviter la contradiction : la première consiste à observer un certain esprit critique à son endroit, la seconde à faire en sorte qu'il traque les inflexions décidées à des niveaux supérieurs de décision.

Les résultats auxquels conduit le calcul économique ne sauraient fonder intangiblement les choix ; celui-ci doit être tenu comme un élément parmi d'autres, présentant l'avantage de conduire à des résultats chiffrés. Pour décider un aménagement quelconque, d'autres éléments doivent intervenir que la seule considération de la rentabilité de l'investissement projeté et d'abord un jugement du bon sens sur la nécessité de la dépense et la politique ainsi suivie. Tout calcul constitue un cheminement entre des hypothèses et des résultats. Quelle que soit la solidité intrinsèque des premières, c'est la validité des seconds qui apporte l'essentiel de la vérification, du moins dans le cas du calcul économique (4). Aussi, la discussion des résultats est-elle une démarche intellectuellement essentielle : ceux qui apparaissent contraire au bon sens doivent être considérés avec méfiance.

D'autre part, il faut subordonner les modalités d'exécution du calcul économique aux indications données explicitement ou implicitement par le pouvoir politique ; ceci pour éviter toute contradiction entre micro et macro-économie, telle que celle relevée précé-

(4) C'est ainsi que dans le domaine d'un choix des investissements routiers, la meilleure vérification des calculs de rentabilité est constituée par le fait suivant : ils conduisent à retrouver des conclusions auxquelles ont est déjà parvenu par d'autres voies, notamment quant à la capacité technique des routes. Ils permettent aussi d'aller beaucoup plus loin...

demment quant à la détermination de l'ampleur des programmes d'investissement. En d'autres termes, il faut que le calcul conduise à sélectionner un nombre d'opérations correspondant précisément au montant de l'enveloppe globale allouée au secteur par le Plan. C'est ainsi qu'a été imaginée une modification sensible du schéma théorique, afin d'éviter le divorce signalé plus haut entre les enveloppes effectives et ce qu'elles devraient être... si le taux d'actualisation était conformément respecté.

Notre camarade THEDIE (5) propose de dissocier taux d'actualisation et taux de rentabilité. Le premier serait uniforme pour tous les secteurs et refléterait la préférence pour le présent de la collectivité. Le second serait variable entre secteurs et traduirait l'ampleur des programmes d'investissement envisagés ; il résulterait directement des enveloppes. Certains secteurs connaîtraient des taux de rentabilité marginaux élevés (12% par exemple) tandis que pour d'autres, ceux-ci ne dépasseraient pas le taux d'actualisation (7%).

Pour arriver à cette conclusion, le cheminement est le suivant : bien que les choix effectués par le Pouvoir soient différents de ceux auxquels conduisent les calculs, on peut néanmoins les transcrire dans le langage économique. Pour cela, il faut considérer qu'un franc dépensé ou économisé n'a pas la même valeur suivant le secteur considéré ou, ce qui revient au même, que les taux d'actualisation et de rentabilité peuvent être dissociés.

L'artifice de calcul, ainsi avancé, nous semble parfaitement valable. Quels que soient les motifs de l'écart, l'économiste doit tenir compte de l'enveloppe qui lui est notifiée et interpréter au mieux cette décision globale. L'essentiel est d'utiliser un taux d'actualisation unique qui permette une égale prise en considération du futur dans tous les secteurs.

Plusieurs explications sont proposées pour expliquer le divorce entre ces taux : imperfection du calcul économique négligeant certains éléments, rejet de certaines valeurs numériques utilisées par celui-ci, souci de continuité budgétaire, préférence donnée par l'Etat à tel ou tel type d'investissement. L'explication n'est pas tellement là : même si le calcul économique était effectué sur des bases uniformes et indiscutables dans tous les secteurs, même s'il était exhaustif, réussissant à tenir compte de tous les effets, les écarts subsisteraient. En effet, les gouvernements, en vertu de leurs attributions politiques, seraient conduits à tenir compte d'autres éléments ne ressortissant pas du domaine micro-économique.

Ces développements éclairent un peu le rôle qui nous paraît devoir être celui du calcul économique. Il s'agit de traduire les décisions du pouvoir politique en termes économiques généraux (taux d'actualisation) ou sectoriels (taux de rentabilité marginaux) et de faire en sorte que les décisions élémentaires soient prises en harmonie avec les décisions globales et dans leur prolongement.

Toutefois, en l'état actuel des choses, le calcul économique ne peut pas orienter toutes les décisions élémentaires soit à cause de son insuffisant développement soit en raison de la nature même de certaines décisions qui, bien qu'élémentaires, c'est-à-dire relatives à des projets déterminés, ressortissent néanmoins d'autres domaines.

b) Le calcul économique ne peut orienter toutes les décisions élémentaires.

Tentons d'abord de distinguer les différents niveaux dont peut relever une décision d'investissement. Pour cela, retraçons le cheminement que suit habituellement un projet.

1) La première phase est technique : il s'agit de prévoir les différents ouvrages du projet suivant l'état actuel des connaissances. En règle générale chaque ouvrage est projeté par référence à des normes exprimées dans l'Administration par voie de circulaire, traduisant l'expérience acquise dans la technique considérée. Les préoccupations écono-

(5) Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, actuellement adjoint au Directeur des routes et de la Circulation Routière.

miques ne sont pas totalement absentes de cette première phase : elles peuvent intervenir pour dégrossir le problème posé et préciser certaines lignes d'action ; toutefois, il ne s'agit là que d'une phase préliminaire un peu en marge de l'élaboration du projet proprement dit. Lors de cette élaboration, elles devraient en théorie, intervenir dans l'optimisation de tous les éléments du projet, qu'il s'agisse de la dimension et du ferrailage d'une poutre en béton ou de l'épaisseur du chemisage d'un moteur.

En fait, les choses se passent autrement, on se contente d'appliquer des normes, certaines de celles-ci résultant de calculs économiques antérieurs lorsqu'ils se sont avérés possibles, la plupart déduites de considérations de bon sens, car non susceptibles en l'état actuel des connaissances technologiques d'une approche économique.

Bien qu'en théorie, son existence puisse être contestée, *un certain niveau technique de décision* est indiscutable en pratique : celui de l'élaboration des projets. A ce niveau peut être prise dans certains cas la décision d'investir, lorsque les investissements sont de petites dimensions ou s'il s'agit d'opérations répétitives. Ainsi le remplacement des rails et le rechargement d'une voie de chemin de fer sont opérés à la date fixe sans qu'une étude économique soit effectuée dans chaque cas particulier.

2) La deuxième phase est spécifiquement économique. Il convient d'abord de comparer des projets techniquement cohérents, répondant au même objectif, de manière à sélectionner le meilleur d'entre eux. Ainsi, le choix entre un pont métallique et un pont en béton précontraint pour franchir une rivière est-il opéré en comparant le coût des deux ouvrages (y compris les frais d'entretien actualisés). C'est dans le choix entre variantes que s'expriment probablement de la manière la plus indiscutable les possibilités du calcul économique. Il convient ensuite de prendre la décision d'investir. Celle-ci est déduite de la comparaison des avantages attendus avec le coût des projets et demande la définition de leur taux de rentabilité ou de leur bénéfice actualisé. L'inscription d'un projet au plan d'investissement s'effectue sur la base offerte par le résultat de cette étude, compte tenu de la valeur du taux d'actualisation et du taux de rentabilité sectoriel décidés explicitement ou implicitement par le gouvernement. Toutefois, d'autres éléments doivent également orienter la décision notamment l'influence des équipements sur l'aménagement du territoire, l'incidence possible pour le développement régional, la contribution à la politique suivie en matière de revenus, etc...

De la sorte il est possible de définir *un niveau de décision principalement économique*, pour lequel le calcul joue un rôle fondamental. Cependant, deux remarques doivent être effectuées :

- même lorsque la décision est prise à ce niveau, elle ne l'est que par délégation du pouvoir politique qui, pour les projets courants a pris l'habitude d'entériner les décisions des planificateurs. Le fait que les principaux programmes d'investissement relatifs aux grands secteurs d'équipement figurent dans des décrets en Conseil d'Etat illustre bien cette démarche.
- certaines décisions élémentaires ne peuvent plus être prises au niveau économique (qui pour fixer les idées correspond à celui d'une Direction d'un Ministère). Elles sont d'un poids tel qu'elles appellent un choix politique. Ainsi en est-il de la décision de construire des centrales atomiques ou des canaux à grand gabarit.

3) La troisième phase n'intéresse que de tels projets ; elle s'effectue *au niveau politique*. Il faut que les Ministres, le plus souvent éclairés par des études économiques préalables (à la fois micro et macro-économiques), pèsent la portée politique de leur geste et décident si de tels projets méritent d'être réalisés. Les discussions qui ont eu lieu il y a quelques années sur la liaison fluviale Mer du Nord-Méditerranée se situaient principalement à ce niveau.

Encore faut-il cependant pour que les décisions soient prises de manière cohérente, que le pouvoir politique ressente quelles sont les aspirations véritables du pays et qu'il ne se laisse pas entraîner par des préoccupations à trop courte vue ou des visées électorales.

Le niveau économique apparaît donc encadré par les niveaux technique et politique. Il domine la première ou plus exactement s'en trouve en aval. Il est dominé par le second dont il lui appartient de transcrire en langage économique les décisions. Depuis quelques années, son domaine tend à s'accroître, au détriment du domaine technique car la recherche opérationnelle permet la résolution de problèmes de plus en plus nombreux, au détriment du domaine politique aussi puisque les procédés de choix des investissements se répandent de plus en plus. Certains imaginent qu'il recouvrira un jour les trois domaines, tout problème technique ou politique trouvant sa formulation économique. C'est une vision qui nous paraît peu réaliste : le domaine technique gardera une existence propre irréductible à des calculs de rentabilité. Le niveau politique transcendra toujours l'économie pure puisqu'il embrasse des phénomènes sociaux et globaux dont la prise en compte micro-économique est une vue de l'esprit.

c) Le rôle du calcul économique pour le choix des investissements routiers.

La route constitue pour le calcul économique un domaine de prédilection : l'exemple des investissements routiers permettra de mieux saisir la portée des distinctions précédentes. Rappelons que les études de rentabilité des travaux routiers ont pour objet de comparaison des coûts et des avantages permis pour les usagers (réduction des temps de parcours, diminution du nombre des accidents, augmentation du confort...).

Les trois niveaux de décision se retrouvent bien dans le cas présent.

Qu'il s'agisse des routes de rase campagne ou de la voirie en milieu urbain, le domaine *technique* du projeteur est bien défini : les décisions qu'il prend sur les caractéristiques de tel ou tel tracé sont fondées sur des normes. Celles-ci définissent plusieurs types de routes parmi lesquels l'Ingénieur choisit et bâtit son projet. Il ne recherche donc pas l'optimalité de chacun de ses choix ; il lui suffit de projeter un ensemble techniquement cohérent. Cet ensemble est important : c'est le cas s'il s'agit d'opérations entièrement nouvelles (autoroutes en déviations) et c'est également vrai s'il s'agit d'un aménagement de routes existantes, car les exigences techniques de continuité des tracés imposent que l'on raisonne sur des longueurs notables.

Le domaine *économique* correspond au choix entre variantes et en la prise de la décision de construire ou non l'ouvrage. Pour le premier point, les calculs de rentabilité répondent pleinement à leur mission. Pour le second, il faut distinguer le cas des routes de rase campagne et le cas de la voirie en milieu urbain. Le choix des travaux habituellement poursuivis en rase campagne découle principalement de l'étude économique, qu'il convient toutefois de compléter par une vision subjective de l'intérêt des opérations pour le développement régional. Pour certains travaux dont l'intérêt dépasse le département ou la région — notamment les autoroutes — la décision est prise au niveau *politique* : cela a été le cas pour la liaison nord-sud (Dunkerque-Marseille) prévue en totalité au V^e Plan. Il semble que pour les travaux de voirie urbaine, le niveau politique soit beaucoup plus rapidement atteint s'agissant cette fois du développement des villes.

En effet, alors que dans le cas précédent, les avantages calculables (gains de temps et de sécurité) formaient l'essentiel de l'intérêt des opérations, les avantages non calculables (aménagement régional) étant d'importance moindre, dans le cas présent, il en va tout autrement ; l'instigation au développement urbain prime sans nul doute les effets directs des travaux. En fait, les problèmes sont notoirement différents : en rase campagne, il s'agit d'améliorer le service rendu aux usagers et ici les considérations économiques pèsent de tout leur poids ; en milieu urbain, il s'agit de permettre et d'orienter la croissance des villes dont la population doit en moyenne doubler d'ici la fin du siècle et là, les considérations politiques — c'est-à-dire intéressant l'aménagement de la cité — doivent l'emporter. Ceci n'exclut d'ailleurs pas que des études économiques soient effectuées pour éclairer la décision mais cela suppose que leur résultat ne doit pas amener intangiblement la conclusion. En ville, il ne suffit pas qu'un aménagement soit rentable, il faut surtout qu'il induise l'extension du tissu urbain dans le sens choisi, serait-ce même au détriment de sa rentabilité calculable.

**

Le rôle du calcul économique pour la préparation des décisions et surtout le choix des investissements peut maintenant être mieux circonscrit. Pour les décisions globales ressortant de la politique économique, il paraît d'une efficacité contestable puisqu'il repose sur une théorie marginaliste s'appliquant mal aux phénomènes considérés. Pour les décisions élémentaires relatives à des projets déterminés, il est d'un grand secours au contraire bien que son domaine d'application soit borné de part et d'autre par les préoccupations techniques et politiques, et qu'au sein même de ce domaine, il soit appelé à connaître la concurrence d'autres facteurs de décision.

Pour le choix de l'ampleur globale des programmes d'investissements sectoriels, les considérations macroéconomiques doivent avoir à notre avis le pas sur lui. La caractéristique principale de l'investissement est de déformer l'univers économique ou plus exactement de le remodeler ; aussi ne peut-il valablement être jugé au plan global que par l'analyse exhaustive de tous les phénomènes qu'il provoque. C'est ainsi que le « dossier » destiné à appuyer par exemple la demande de programmes routiers importants doit autant se fonder sur l'étude des conséquences macroéconomiques de ces investissements que sur l'analyse de leur rentabilité microéconomique ; fut-elle très élevée, celle-ci bien que représentant une appréciation minimum du service rendu, restera toujours sujette à caution. Il paraît tout aussi nécessaire de mesurer l'impulsion qu'ils donnent à toute l'économie ou à certains secteurs, telle que celle-ci apparaît dans les Comptes de la Nation, de connaître ne serait-ce que qualitativement leur rôle dans le développement régional, de déterminer leur impact sur la distribution des revenus ou la rentrée des impôts et d'une manière plus générale d'apprécier comment ils s'insèrent dans la politique qu'entend suivre le Gouvernement.

Pour le choix des opérations élémentaires à inscrire dans les programmes, le calcul économique doit jouir sans doute d'une place privilégiée, son domaine doit continuer à s'étendre progressivement, par une meilleure formalisation des problèmes techniques et aussi par un essai d'appréhension des phénomènes socio-politiques. Toutefois, ce serait rendre un mauvais service à l'économie des décisions — dont le calcul économique ne forme qu'une partie — de fonder sur lui l'essentiel du développement de cette science.

Il existe d'autres critères incomplètement quantifiés et non arbitrés par avance entre eux qui permettent d'apprécier la valeur d'une opération d'investissement, ainsi que le montre l'exemple américain. Alors que les économistes français s'efforcent essentiellement de construire des fonctions d'optimum regroupant tous les éléments quantifiables, mais laissant échapper les éléments non quantifiables, les Ingénieurs américains n'hésitent pas à employer plusieurs critères pour juger leurs projets. Pour le choix du parti d'aménagement régional de la côte Nord-Est des Etats-Unis par exemple, cinq critères distincts sont utilisés chacun conduisant à des priorités différentes : recherche du coût minimum global, importance des impacts sociaux, propriétés particulières de chaque schéma, incitation donnée à l'aménagement du territoire, valeur intrinsèque du parti (6).

En résumé, nous avons trop tendance à traduire les phénomènes entrevus sous un langage mathématique d'une lourdeur extrême, à simplifier ensuite les équations écrites faute de données numériques et en définitive, à raisonner de manière extrêmement sommaire. Il paraît meilleur d'être moins ambitieux au départ, c'est-à-dire de ne pas tenter de regrouper tous les phénomènes en un seul système et plus efficace à l'arrivée, c'est-à-dire de tenir compte même d'une manière qualitative de toutes les conséquences possibles des projets. Les méthodes à employer doivent cependant permettre au même titre que le calcul économique dont c'est un des plus grands mérites, une certaine décentralisation des décisions.

(6) Les économistes français se seraient certainement contentés du premier d'entre eux, faute de pouvoir mettre les autres en équation, ceci sans pousser l'analyse logique qui, à défaut d'étude chiffrée, permet cependant des conclusions intéressantes.

PROCÈS-VERBAUX DES RÉUNIONS DU COMITÉ DU P.C.M.

Séance du vendredi 17 Mai 1968

Le Comité du PCM s'est réuni le vendredi 17 mai 1968 à 14 h 30 à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (Salle Bouilloche).

Étaient présents : MM **Aussourd, Block, Bouzoud, Cazes, Funel, Gayet, Gerodolle, Gerondeau, Giraudet, Hirsch J-P, Horps, Huet, Leclercq, Le Guen, Mayet, Oliver, Pezin, Poupinel, Quinet, Regard, Robin, Tanzi, Tardieu, Thiébault.**

1°) Approbation du Procès-Verbal du 20 mars.

Adopté sans correctif.

2°) Relations avec les T.P.E.

M. **Giraudet** fait un compte rendu des relations avec les TPE et des travaux du groupe constitué au sein du PCM. Le Président rappelle la position du PCM qui consiste à faciliter l'accès des ingénieurs TPE au sein du Corps des Ponts plutôt que d'encourager la création ambiguë d'un grade d'Ingénieur en Chef des TPE.

Pour les Ingénieurs des TPE qui s'intègrent au Corps des Ponts, il devient nécessaire bien entendu d'harmoniser le passage à l'ENPC avec le changement des programmes de l'Ecole des TPE.

3°) Formation.

M. **Thiébault** informe le Comité de la situation à l'Ecole des Ponts et Chaussées et présente les grandes lignes des propositions de réformes qu'il vient de faire au Ministre sous forme d'un rapport d'ensemble.

4°) Services constructeurs.

Le groupe de travail des Ingénieurs des Ponts et Chaussées chargé des Services constructeurs s'est

réuni pour la première fois. Le groupe envisage de diffuser un questionnaire auprès de l'ensemble des Ingénieurs des Ponts et Chaussées des Services constructeurs pour mieux connaître les situations locales.

Par ailleurs, ces problèmes doivent être examinés en tenant compte du fait nouveau constitué par la création de la Direction du Bâtiment et des TP.

5°) Association avec les Cadres supérieurs de l'Équipement.

Les conversations continuent avec les Ingénieurs de la Construction et les Urbanistes directeurs départementaux de l'Équipement, pour préciser les modalités de création de cette Association.

6°) Activités des groupes régionaux — Groupe de travail « Fonctionnement de l'Administration ».

Deux réunions ont déjà eu lieu : la première confrontant l'Administration centrale et les Services extérieurs, la seconde consacrée à l'exposé de points de vue de l'Administration centrale présentés par **Flichy, Delaporte** et **Félix**.

Mayer a ensuite présenté le point de vue des Services régionaux.

La prochaine réunion retracera le point de vue des Services départementaux, préparé par **Fumet**.

Sur proposition de **Gerodolle**, il est décidé que le groupe examinera également le problème des personnels non fonctionnaires.

Le Secrétaire :

J.-P. Tardieu.

Le Président :

J. Block.

MUTATIONS, PROMOTIONS et DÉCISIONS diverses concernant le Corps des Ingénieurs des Ponts et Chaussées et des Mines

DECORATIONS

Ordre National du Mérite

Ont été promus au grade de Commandeur :

M. **Plante** Roger-Jean-Joseph, Ingénieur Général des Ponts et Chaussées, directeur de l'infrastructure Air ;

M. **Roques** Clément-Antoine, Ingénieur Général des Ponts et Chaussées, chef du service régional de l'Équipement du Nord à Lille.

M. **Nelter** Louis Leon, Ingénieur Général des Mines, Directeur de l'École Nationale supérieure des Mines de Saint-Etienne.

Ont été promus au grade d'Officier :

M. **Cave** Edouard-Emile, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées à Nevers.

M. **Dantu** Pierre-Maurice, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, à Paris.

M. **Galard** Ernest-Marcel, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, Directeur de l'Équipement du Morbihan à Vannes.

M. **Laperon** Jean, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées du Rhône.

M. **Lefebvre** Charles, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, Directeur de l'Équipement du Doubs.

M. **Rigaux** Henri, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées à Foix.

M. **Robin** Marcel, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées à Mâcon.

M. **Rousselin** Michel, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées à Paris.

M. **Tessonneau** Pierre, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées à Versailles.

M. **Lévy** Gilbert-Henri, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, en service détaché au Ministère de l'Industrie.

M. **Prévoit** Michel, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, Directeur Départemental de l'Équipement du Puy-de-Dôme.

M. **Le Guen** André, Conseiller technique au Cabinet du Ministre de la Jeunesse et des Sports.

Ont été promus au grade de Chevalier :

M. **Juton** Marcel, Ingénieur des Ponts et Chaussées, détaché en qualité de Chef de Service à l'Office de mise en valeur agricole à Rabat.

M. **Angeli** Léonce-René, Ingénieur des Ponts et Chaussées à Vannes.

M. **Balazard** Roger-Jean, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées à Toulouse.

M. **Baux** Armand, Ingénieur des Ponts et Chaussées à Lons-le-Saunier.

M. **Bonnet** André-Georges, Ingénieur des Ponts et Chaussées à l'Administration Centrale du Ministère de l'Équipement et du Logement.

M. **Costet** Jean-Philippe, Ingénieur des Ponts et Chaussées au Ministère de l'Équipement et du Logement.

M. **Crestois** Raymond-Jean, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées en retraite, à Tours.

M. **Félix** Bernard-Robert, Ingénieur des Ponts et Chaussées, au Ministère de l'Équipement et du Logement.

M. **Prunier** Michel-René, Ingénieur des Ponts et Chaussées à Lyon.

M. **Watel**, Ingénieur des Ponts et Chaussées, au service régional de l'Équipement de la région parisienne.

M. **Brute de Remur** Alain, Ingénieur en Chef des Mines.

M. **Koch** Louis, Ingénieur en Chef des Mines au Ministère de l'Industrie.

M. **Bachelez** Jacques, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Chef de département à l'aéroport de Paris.

M. **Fezandier** Elio, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

M. **Gaud** Paul, Ingénieur des Ponts et Chaussées, chargé de l'arrondissement spécialisé d'études et de travaux de l'autoroute Paris-Lyon dans l'Yonne.

M. **Lagautrière** Jean, Ingénieur des Ponts et Chaussées, chargé de l'arrondissement des Ports maritimes et aériens.

M. **Loubert** René, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Directeur de l'organisation d'études d'aménagement de l'aire métropolitaine du Nord.

M. **Perrin-Pelletier** François, Ingénieur en Chef des Mines, attaché à la Direction de la Société des automobiles Peugeot.

Ordre National de la Légion d'Honneur.

Est élève à la dignité de grand officier :

M. Pierre **Guillaumat**, Ingénieur Général des Mines, Président de l'Entreprise de recherches et d'activités pétrolières, Commandeur du 20 novembre 1956.

Est promu au grade de Commandeur :

M. **Colot** Armand-Gaston, Ingénieur Général des Mines au Ministère de l'Industrie. Officier du 15 septembre 1954.

Sont promus au grade d'Officier :

M. **Durand-Dubief** Maurice, Ingénieur Général des Ponts et Chaussées, Directeur du Personnel et de l'Organisation des Services du Ministère de l'Équipement et du Logement

M. **Guiochon** Georges, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées à Paris Chevalier du 29 décembre 1947.

M. **Krau** Edouard, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées à Grenoble. Chevalier du 3 août 1956.

M. **Olivesi** Joseph, Ingénieur Général des Ponts et Chaussées, Directeur technique des Eaux et de l'Assainissement à la préfecture de la Seine Chevalier du 12 février 1954.

M. **Fernique Nadau des Islets**, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, Président Directeur Général de Sofregaz Chevalier du 3 août 1956

M. **Grosborne** Jean-Baptiste, Chef des services de l'Équipement au Ministère Chevalier du 20 août 1958.

M. **Rostand** Georges, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, au service des Chemins de Fer de la Direction des transports terrestres Chevalier du 12 février 1954.

Ont été promus au grade de Chevalier :

M. **Gayet** Jean-Henri, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, Directeur Départemental de l'Équipement à Caen.

M. **Hasson** Henri, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, chargé de mission auprès du Directeur des routes au Ministère.

M. **Mayer** René, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, chef du service de l'Équipement pour la Provence-Côte d'Azur-Corse, à Marseille.

M. **Raboutot** Charles, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées adjoint au Directeur Départemental de l'Équipement à Valence.

MUTATIONS ET NOMINATIONS

M. **Lombard** Jacques, Ingénieur des Ponts et Chaussées, précédemment détaché auprès du Secrétariat d'État aux Affaires Étrangères, chargé de la Coopération, est réintégré dans les cadres de son administration d'origine et chargé de l'arrondissement mixte-

centre de la Direction Départementale de l'Équipement de l'Isère.

Ces dispositions prennent effet au 16 mars 1968.

Arrêté du 3 juillet 1968

M. **Jaouen** Jean, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, à l'Administration centrale du Ministère de l'Équipement et du Logement, est adjoint au Directeur du Bâtiment et des Travaux Publics.

Ces dispositions prennent effet au 1^{er} mai 1968.

Arrêté du 7 mai 1968.

Par arrêté du 17 juin 1968, M. **Lamouroux**, Ingénieur Général des Ponts et Chaussées, à la direction du Gaz et de l'Électricité, est nommé commissaire du Gouvernement auprès du Conseil d'administration de la Société d'économie mixte Eau et Électricité de Guyane.

Par décret en date du 9 juillet 1968, M. Jean-Pierre **Chapon**, Directeur des Ports Maritimes et des Voies navigables, est nommé membre du Conseil d'Administration de la Compagnie nationale du Rhône en qualité de représentant de l'État, en remplacement de M. **Velitchkovitch**.

J.O. du 13 juillet 1968

M. **Butikofer** Jean-Marie, Ingénieur des Ponts et Chaussées précédemment mis à la disposition du Ministère de l'Éducation nationale, est affecté à la Direction départementale de la Corse et chargé du Groupe d'Études et de Programmation.

Ces dispositions prennent effet à compter du 1^{er} novembre 1968.

Arrêté du 11 juillet 1968.

M. **Garnier** Jean-Marie, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées précédemment détaché auprès du Ministère des Affaires étrangères, est réintégré dans les cadres de son Administration d'origine et affecté à l'École nationale des Ponts et Chaussées en qualité de Directeur des Études.

Ces dispositions prennent effet à compter du 11 août 1968.

Arrêté du 11 juillet 1968.

M. **Couzy** Gérard, Ingénieur des Ponts et Chaussées précédemment mis à la disposition de la Délégation de l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale, est chargé de l'arrondissement maritime de la Direction départementale de l'Équipement de la Charente-Maritime à La Rochelle.

Ces dispositions prennent effet à compter du 16 juillet 1968.

Arrêté du 11 juillet 1968.

M **Desbazeille** Bertrand, Ingénieur des Ponts et Chaussées, précédemment en service détaché en Algérie est réintégré dans les cadres de son Administration d'origine et mis à la disposition de l'Agence Financière de Bassin « Artois-Picardie ».

Ces dispositions prennent effet à compter du 1^{er} septembre 1968.

Arrêté du 11 juillet 1968.

M **Andrivet** Georges, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, précédemment détaché en Algérie, est réintégré dans les cadres de son administration d'origine et chargé de la Direction départementale de l'Équipement du Cantal.

Ces dispositions prennent effet à compter du 1^{er} août 1968

Arrêté du 1^{er} août 1968

M **Serre** René Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées précédemment Directeur départemental de l'Équipement du Cantal, est chargé de la Direction départementale de l'Équipement de la Haute-Vienne

Ces dispositions prennent effet à compter du 1^{er} août 1968

M **Mante** Jean, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, précédemment au Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes, est chargé à la Direction départementale de l'Équipement de l'Isère des fonctions de Chef du Service INFRA et d'adjoint au Directeur départemental de l'Équipement

La date d'effet de cet arrêté sera fixée ultérieurement

Arrêté du 1^{er} août 1968.

M **Petibon** André, Ingénieur des Ponts et Chaussées, précédemment à la Direction départementale de l'Équipement du Doubs est affecté à la Direction départementale de l'Équipement de la Gironde en qualité d'Adjoint au Chef du Groupe Urbanisme Opérationnel et Construction

Ces dispositions prennent effet à compter du 1^{er} octobre 1968

Arrêté du 7 août 1968.

M **Gerbault** Marcel, Ingénieur des Ponts et Chaussées affecté au Service spécial des Autoroutes est mis à la disposition du Bureau Central d'Études pour les Équipements d'Outre Mer, en vue de travailler à des Études et Ouvrages d'Art au profit de la filiale INGEROUTE de cette société

Les présentes dispositions prennent effet à compter du 1^{er} septembre 1968

Un arrêté interministériel plaçant M **Gerbault** dans la position statutaire de détachement interviendra ultérieurement.

Arrêté du 7 août 1968.

M. **Marais** Georges, Ingénieur des Ponts et Chaussées, précédemment affecté au service maritime des Ports de Boulogne et de Calais, est mis à la disposition du Port autonome de Dunkerque à compter du 1^{er} septembre 1968

Un arrêté interviendra ultérieurement en vue de placer l'intéressé dans la position statutaire de détachement.

Arrêté du 12 août 1968.

M. **Tiphine** Maurice, Ingénieur des Ponts et Chaussées, précédemment chargé de l'arrondissement de Mulhouse au service de la Navigation du Rhin à Strasbourg, est mis à la disposition du Port autonome de Strasbourg en vue d'y exercer les fonctions de chef de l'Exploitation technique et des Travaux neufs.

Un arrêté plaçant M **Tiphine** en position statutaire de détachement interviendra ultérieurement.

Ces dispositions prennent effet à compter du 1^{er} août 1968

Arrêté du 12 août 1968

M **Schwarczer** Etienne, Ingénieur des Ponts et Chaussées précédemment à l'Arrondissement de Strasbourg Canaux du Service et de la Navigation de Strasbourg, est chargé de l'Arrondissement du Service de la Navigation de Mulhouse.

Ces dispositions prennent effet à compter du 1^{er} août 1968

Arrêté du 12 août 1968

M **Grandmont** Jean Michel, Ingénieur des Ponts et Chaussées précédemment détaché au Centre d'Études et Recherches de Mathématiques Appliquées est réintégré dans les cadres de son administration d'origine et affecté au Service Régional de l'Équipement de la Région Parisienne.

Ces dispositions prennent effet à compter du 1^{er} août 1968

Arrêté du 12 août 1968.

M **Mazzolini** Pierre, Ingénieur des Ponts et Chaussées, précédemment à la Direction de l'Aménagement Foncier et de l'Urbanisme, est affecté au Service Régional de l'Équipement de la Région Parisienne et mis à la disposition du Préfet de la Région Parisienne en qualité de chargé de mission pour suivre les questions relatives aux bases de plein air et de loisirs

Ces dispositions prennent effet à compter du 1^{er} août 1968

Arrêté du 26 août 1968

DECISIONS

Par arrêté du Premier Ministre, du Ministre de l'Économie et des Finances du Ministre de l'Équipement et du Logement et du Secrétaire d'État aux Affaires

Etrangères, chargé de la coopération, en date du 30 mai 1968, M. **Houdet** Jacques, Ingénieur des Ponts et Chaussées, est placé en service détaché auprès de l'Office central des Chemins de fer d'Outre-Mer, pour une période de 5 ans éventuellement renouvelable, en vue d'exercer les fonctions de Chef de division des Etudes économiques à l'agence transéquatoriale de communications, à Pointe-Noire

Les présentes dispositions prennent effet du 11 avril 1966.

J.O. du 23 juin 1968.

Par arrêté du Premier Ministre, du Ministre de l'Economie et des Finances et du Ministre de l'équipement et du logement en date du 30 mai 1968, M. **Le-grand** Maurice, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées précédemment en service détaché, est réintégré pour ordre dans les cadres de son administration d'origine et détaché auprès du Premier Ministre, pour une période de 5 ans éventuellement renouvelable, en vue d'exercer les fonctions de chargé de mission auprès du délégué à l'aménagement du territoire et à l'action régionale.

Les présentes dispositions prennent effet du 1^{er} mars 1965

J.O. du 26 juin 1968

Par arrêté du 27 juin 1968 :

Sont nommés membres du Comité technique de la voirie départementale et communale pour une période de trois ans à compter du 1^{er} juillet 1968 :

M. **Bringer**, Ingénieur Général des Ponts et Chaussées.

M. **Mothe**, Ingénieur Général des Ponts et Chaussées.

M. **Chauchoy**, Ingénieur Général des Ponts et Chaussées.

M. **Pavaux**, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, directeur départemental de l'équipement d'Eure-et-Loir.

M. **Tinturier**, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, directeur départemental de l'Equipement du Bas-Rhin.

M. **Vergnes**, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, chef du service régional de l'équipement de Franche-Comté.

M. **Gaudel**, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, exerce auprès du Comité les fonctions de rapporteur général.

J.O. du 9 juillet 1968.

M. **Ternier** Michel, Ingénieur des Ponts et Chaussées, précédemment en service détaché auprès du Secrétariat d'Etat aux Affaires Etrangères chargé de la Coopération est réintégré dans les cadres de son

administration d'origine et affecté au Service des Affaires Economiques et Internationales.

Ces dispositions prennent effet à compter du 15 avril 1968.

Arrêté du 3 juillet 1968.

Dans le cadre de l'organigramme du service approuvé le 9 mai 1968, M. René **Delavault**, Ingénieur des Ponts et Chaussées, chargé de l'arrondissement opérationnel de la Direction Départementale de l'Equipement des Pyrénées-orientales, est également chargé des fonctions de suppléant du Directeur.

Arrêté du 11 juillet 1968.

Par arrêté en date du 15 juillet 1968, est nommé au Cabinet du Ministre de l'Industrie comme Directeur de Cabinet : M. Roger **Ginocchio**, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, Directeur à Electricité de France

J.O. du 17 juillet 1968.

Par arrêté en date du 15 juillet 1968, est nommé au Cabinet du Ministre de l'Economie et des Finances, comme conseiller technique : M. Jean Paul **Parayre**, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

J.O. du 18 juillet 1968

Par arrêté en date du 15 juillet 1968, est nommé au Cabinet du Ministre des Transports comme Conseiller technique M. Pierre **Delaporte**, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées.

J.O. du 18 juillet 1968

Par arrêté en date du 22 juillet 1968, est nommé au Cabinet du Ministre d'Etat chargé des Affaires Sociales comme Conseiller technique : M. René **Eladari**, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

J.O. du 24 juillet 1968.

Par arrêté en date du 17 juillet 1968, est nommé au Cabinet du Ministre délégué auprès du Premier Ministre chargé du Plan et de l'Aménagement du Territoire comme conseiller technique : M. Bernard **Irion**, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

J.O. du 24 juillet 1968.

Par arrêté en date du 15 juillet 1968, est nommé au Cabinet du Secrétaire d'Etat à l'Equipement et au Logement comme Conseiller technique : M. Bruno **Grange**, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

J.O. du 24 juillet 1968.

Par arrêté en date du 15 juillet 1968, sont nommés au Cabinet du Ministre de l'Equipement et du Logement, comme Directeur de Cabinet : M. Georges **Pébereau**, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées Directeur de l'Aménagement foncier et de l'Urbanisme

me, comme Conseiller technique : M. Michel **Fève**,
Ingénieur des Ponts et Chaussées.

JO du 25 juillet 1968.

M **Deleau** Michel, Ingénieur des Ponts et Chaussées, est autorisé à prolonger son stage aux Etats-Unis pour une durée d'un an à compter du 1^{er} octobre 1968

Décision du 30 juillet 1968.

M **Miclet** François, Ingénieur Général des Ponts et Chaussées, M **Estrade** Jean, Ingénieur Général des Ponts et Chaussées, M **Rene Haas**, Ingénieur Général des Ponts et Chaussées, M **Jamme** Gabriel, Ingénieur Général des Ponts et Chaussées, sont attachés au Conseil Général des Ponts et Chaussées

Arrêtes du 30 juillet 1968.

M **Gaudin** Michel, Ingénieur des Ponts et Chaussées, détaché auprès du Commissariat à l'Energie atomique, est maintenu dans cette position pour une période de cinq ans éventuellement renouvelable en vue d'exercer des fonctions de son grade.

Les présentes dispositions prennent effet à compter du 1^{er} février 1968.

Arrête du 31 juillet 1968

M **Esmiol**, Ingénieur des Ponts et Chaussées, inscrit au tableau d'avancement pour le grade d'Ingénieur en Chef, est chargé de mission auprès du Directeur du Personnel et de l'Organisation des Services pour assurer la coordination de l'enseignement dispensé dans les Centres Régionaux de Formation Professionnelle en vue :

- a) de la formation des Techniciens des Travaux Publics de l'Etat issus des concours et examens professionnels,
- b) de la promotion, notamment des Techniciens des Travaux Publics de l'Etat, des Conducteurs des Travaux Publics de l'Etat et des Agents des Travaux Publics de l'Etat, par la voie des brevets de qualification et des brevets de capacité

Entrent dans le cadre de cette mission

- la rédaction et la mise au point des programmes détaillés de l'enseignement en cause, ainsi que la confection des documents pédagogiques à utiliser;
- le regroupement des documents pédagogiques existants (manuels, aide mémoire, opuscules, etc) et la mise à jour permanente de ces documents en fonction de l'évolution des techniques et de la réglementation;
- la participation à l'étude et à l'élaboration des programmes des examens et concours des divers corps techniques du Ministère de l'Équipement et du Logement, à l'exception des corps d'Ingénieurs et d'Urbanistes.

En outre, M. **Esmiol** aura accès aux réunions des Conseils de Perfectionnement des Centres Régionaux de Formation Professionnelle et est habilité pour formuler toutes propositions au sujet de l'affectation dans les Centres Interrégionaux de Formation Professionnelle des personnels nécessaires à l'enseignement et pour assurer la notation, au 2^e degré, de ces personnels.

Enfin, M **Esmiol** jouera le rôle de Conseil technique auprès de la Sous-Direction de la Formation, du Perfectionnement et de l'Action Sociale pour l'organisation et le déroulement des stages de formation et de perfectionnement.

L'effet du présent arrêté est fixé au 1^{er} juillet 1968

Arrête du 1^{er} août 1968.

M **Giroud** Yves, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées précédemment en congé de longue durée, est réintégré à compter du 15 février 1968 à la Direction des Transports terrestres

Arrête du 7 août 1968

M **Krau** Edouard, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées à Grenoble, est, en sus de ses fonctions de Directeur départemental de l'Équipement de l'Isère, chargé du service hydrométrique et d'annonce des crues du Bassin de l'Isère et des fonctions de Directeur de la Régie des lignes de réseaux secondaires de Saint Georges-de-Commiers, La Mure à Gap.

Les présentes dispositions prennent effet à compter du 1^{er} juin 1968

Arrêté du 7 août 1968

M. **Grandmont** Jean Michel, Ingénieur des Ponts et Chaussées est autorisé à compter du 1^{er} septembre 1968 à effectuer un stage d'un an aux Etats-Unis

Décision du 12 août 1968.

M **Tanzi** Jacques, Ingénieur des Ponts et Chaussées à la Direction départementale de l'Équipement des Alpes-Maritimes, est — en sus de ses fonctions actuelles — chargé de mission auprès du Directeur du Personnel et de l'Organisation des Services.

La date d'effet de la mutation à l'Administration centrale sera fixée ultérieurement.

Arrête du 13 août 1968.

M **Rousseau** Daniel, Ingénieur des Ponts et Chaussées, précédemment mis à la disposition du Ministère de l'Industrie, est placé en disponibilité pour convenances personnelles pour une période d'un an éventuellement renouvelable.

Les présentes dispositions prennent effet à compter du 1^{er} octobre 1968

Arrêté du 19 août 1968.

RETRAITES

Par décret du Président de la République en date du 25 juin 1968

M **Eisenmann** Charles Jacques, Ingénieur Général des Ponts et Chaussées de 2^e classe est admis, par limite d'âge à faire valoir ses droits à la retraite à compter du 21 juillet 1968 en application de l'article L 4 (1^{er}) du code des pensions civiles et militaires de retraite et de l'article 4 de la loi du 18 août 1936

M **Terrail** Jean Ingénieur des Ponts et Chaussées de 1^{re} classe 3 échelon est admis par limite d'âge, à faire valoir ses droits à la retraite à compter du 24 juin 1968 en application de l'article L 4 (1^{er}) du code des pensions civiles et militaires de retraite et du décret n° 53711 du 9 août 1953

JO du 30 juin 1968

Par décret du Président de la République en date du 7 août 1968

M **Gendreau** Yvan Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées de 6 échelon est admis sur sa demande à faire valoir ses droits à la retraite à compter du 1^{er} août 1968 en application des articles L 4 (§ 1^{er}) et L 24 (§ 1^{er}) du code des pensions civiles et militaires de retraite

M **Baudoin** Leonard Ingénieur des Ponts et Chaussées de 1^{re} classe 3 échelon est admis par limite d'âge à faire valoir ses droits à la retraite à compter du 17 septembre 1968 en application de l'article L 4 (§ 1^{er}) du code des pensions civiles et militaires de retraite du décret n° 53711 du 9 août 1953 et de l'article 4 de la loi du 18 août 1936

M **Le Bel** Gerard Ingénieur des Ponts et Chaussées de 2^e classe 8 échelon en disponibilité est admis sur sa demande à faire valoir ses droits à la retraite à compter de la date de signature du présent décret en application des articles L 4 (§ 1^{er}) et L 24 (§ 1^{er}) du code des pensions civiles et militaires de retraites

JO du 14 août 1968

M I N E S

DECISIONS

Par décret en date du 24 juin 1968 M **Beaumont** Claude Ingénieur en Chef des Mines est nommé directeur général du Bureau de recherches géologiques et minières en remplacement de M **Nicolas**, dont la démission est acceptée

Par décret en date du 24 juin 1968 est nommé à compter du 1^{er} juillet 1968 membre du directoire de l'Entreprise minière et chimique chargé de l'ensemble industriel Mines M **Mermet** Maurice, Ingénieur en

Chef des Mines, en remplacement de M **Friry** Pierre, dont la démission est acceptée

Par arrêté du Premier Ministre du Ministre de l'Economie et des Finances et du Ministre de l'Industrie en date du 30 mai 1968 M **Allègre** Maurice Ingénieur en chef des Mines est placé en service détaché auprès du Premier Ministre en vue d'exercer les fonctions de délégué adjoint à l'Informatique

Cette mesure est prévue pour une durée maximum de cinq ans à compter du 1^{er} janvier 1968

Par arrêté en date du 15 juillet 1968 est nommé au Cabinet du Premier Ministre comme chargé de mission M **Escambert** Bernard Ingénieur en Chef des Mines

JO du 16 juillet 1968

Par décret du Président de la République en date du 9 juillet 1968 M **Armanet** Jean Ingénieur en Chef des Mines en disponibilité est radié des cadres sur sa demande à compter du 31 août 1968 et admis au bénéfice de la pension prévue aux articles L 4 (1^{er}) et L 24 (1^{er}) du code des pensions civiles et militaires de retraite

JO du 17 juillet 1968

Par arrêté en date du 15 juillet 1968 est nommé au Cabinet du Ministre des Transports comme Conseiller technique M **Alain Brute de Remur**, Ingénieur en Chef des Mines

JO du 18 juillet 1968

Par arrêté en date du 22 juillet 1968 est nommé au Cabinet du Ministre d'Etat chargé des Affaires sociales comme Conseiller technique M **Audigier** Pierre Ingénieur des Mines

JO du 24 juillet 1968

Par arrêté en date du 17 juillet 1968 est nommé au Cabinet du Ministre délégué auprès du Premier Ministre chargé du Plan et de l'Aménagement du Territoire comme Conseiller technique M **Worms** Gerard Ingénieur des Mines

JO du 24 juillet 1968

Par arrêté en date du 26 juillet 1968 est nommé au Cabinet du Ministre de l'Industrie comme Conseiller technique M **Souviron** Jean Pierre Ingénieur des Mines

JO du 28 juillet 1968

Par arrêté en date du 2 août 1968, est nommé au Cabinet du Ministre délégué auprès du Premier Ministre chargé de la Recherche scientifique et des questions atomiques et spatiales comme Conseiller technique M **Maire** Jacques Ingénieur des Mines

JO du 10 août 1968

Par arrêté du Premier Ministre, du Ministre de l'Economie et des Finances et du Ministre de l'Industrie en date du 13 août 1968, M. **Aulard** Claude, Ingénieur en Chef des Mines, en service détaché auprès de la Société nationale de recherches et d'exploitations des pétroles en Algérie, est réintégré pour ordre à compter du 1^{er} octobre 1967.

M. **Aulard** Claude, est placé en service détaché auprès de l'Entreprise de recherches et d'activités pétrolières, pour une période maximum de cinq ans à compter du 1^{er} octobre 1967, en vue d'exercer les fonctions de Directeur général de la Société française des pétroles.

J.O du 24 août 1968.

MUTATIONS ET NOMINATIONS

Par arrêté en date du 29 juillet 1968, M. **Arnouil** Guy, Ingénieur en Chef des Mines, a été chargé à compter du 1^{er} août 1968, de l'arrondissement minéralogique de Dijon en remplacement de M. **Koch** Louis, Ingénieur en Chef des Mines, appelé à d'autres fonctions.

J.O du 14 août 1968.

Par arrêté en date du 20 août 1968, prenant effet du 1^{er} août 1968 :

M. **Arnouil** Guy, Ingénieur en Chef des Mines, Chef de l'arrondissement minéralogique de Dijon, a été nommé ordonnateur secondaire pour les dépenses de fonctionnement de cet arrondissement, en remplacement de M. **Koch** Louis, appelé à d'autres fonctions.

M. **Bouchard**, Ingénieur des Mines, a été nommé ordonnateur secondaire, par intérim, en cas d'empêchement et pendant les périodes d'absence de M. **Arnouil**.

J.O du 28 août 1968.

PROMOTIONS

Par arrêté en date du 19 juin 1968, les Ingénieurs des Mines désignés ci-après, inscrits au tableau d'avancement pour 1967, ont été nommés à l'emploi d'Ingénieur en Chef des Mines et titularisés dans le grade correspondant à compter des dates suivantes :

A compter du 1^{er} juillet 1967 : MM. **Cazala** Pierre (service détaché) et **Martin** Yves.

A compter du 1^{er} novembre 1967 : M. **Saglio** Jean.
J.O. du 10 août 1968.

mariages

M. Fernand **Mouries**, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, fait part du mariage de sa fille Monique avec M. Bruno **Trevisan**, qui a été célébré le 16 août 1968.

M. Maurice **Marchal**, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, Directeur du Port de Strasbourg, fait part du mariage de ses filles Christine et Anne-Claude avec MM. Bruno **d'Hauthuille** et Alain **Duvert**, célébrés respectivement le 25 août 1968 et le 7 septembre 1968.

décès

Notre camarade **Beltremieux**, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, nous fait part du décès accidentel de sa sœur, survenu le 16 juin 1968.

On nous prie de faire part du décès de notre camarade Elisée **Lahoute**, Ingénieur des Ponts et Chaussées, détaché au Ministère de l'Education Nationale, survenu le 21 juin 1968.

On nous prie d'annoncer le décès de M. Sébastien **Arsac**, père de notre camarade Auguste **Arsac**, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Architecte

OFFRES DE POSTES

La Société Centrale pour l'Équipement du Territoire (S.C.E.T) recherche pour la Direction régionale de Montpellier un ingénieur, chef des services techniques : X-Ponts, 3 ans minimum pratique T.P. et infrastructure urbaine.

S'adresser à la S.C.E.T. — Direction du Personnel — 41 bis, avenue Bosquet, Paris 7^e — Tél. INV. 49-29 (M. **Rambaud**).

Important Bureau d'Études recherche :

1^o) Un Ingénieur X Ponts ou Civil Ponts 2 ou 3 ans d'expérience intéressé par autoroutes pour assister Chef de division autoroutes résidence Paris, missions possibles à l'étranger - Anglais souhaité

2^o) Ingénieurs ayant expérience étude ou construction autoroutes pour travail siège avec missions ou séjours étranger - Anglais ou Espagnol souhaité.

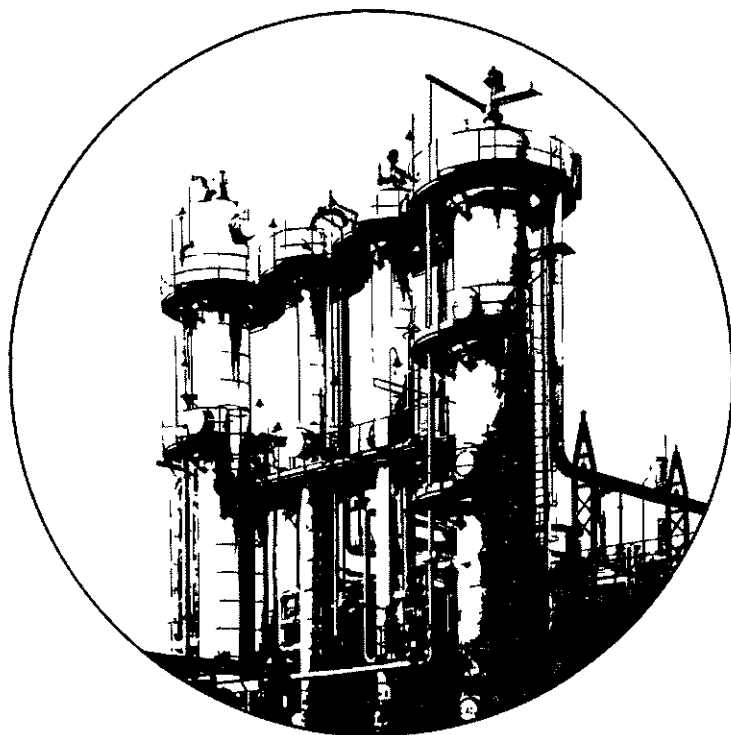
Adresser C.V. détaillé manuscrit et prétentions à : BCEOM, 15, square Max-Hymans - Paris 15^e.

SALVIAMI

37, rue Anatole-France, LEVALLOIS-PERRET — Téléphone : 270.74.30

TRAVAUX ROUTIERS
CONSTRUCTIONS ET REVÊTEMENTS
DE
PISTES D'ENVOL ET DE CIRCULATION
REVÊTEMENT ANTI-JET
PAR PROCÉDÉ SALVIACIM
REVÊTEMENT RESMAT
SEALASPHALT

Agences à DOUAI - METZ - ORLÉANS - NIORT - BORDEAUX



produits chimiques
à usage industriel,
agricole
et pharmaceutique

société des usines chimiques

**UGINE
KUHLMANN**



25, Boulevard de l'Amiral Bruix - Paris 16^e
Tél. 525-52-00 - Télex ETAKUHLM - Paris 27.640

CHASSE-NEIGE MODERNE

(Système L. BAUCHON)

ETRAVES, LAMES BIAISES
TRIANGLES REMORQUÉS SUR ROUES
à commandes pneumatiques ou hydrauliques

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS DURAND

Rue Raspail — GRENOBLE — Tel 22-86

Société Générale d'Entreprises

Société Anonyme au Capital de 50 000 000 de Francs

56, rue du Faubourg Saint-Honore - PARIS (8^e)

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

BARRAGES - USINES HYDRO-ELECTRIQUES
ET THERMIQUES
CENTRALES NUCLEAIRES
USINES, ATELIERS ET BATIMENTS INDUSTRIELS
TRAVAUX MARITIMES ET FLUVIAUX
AEROPORTS - OUVRAGES D'ART
ROUTES - CHEMINS DE FER
GRANDS ENSEMBLES URBAINS
EDIFICES PUBLICS ET PARTICULIERS
ASSAINISSEMENT DES VILLES
ADDUCTIONS D'EAU
BUREAUX D'ÉTUDES
CENTRALES ELECTRIQUES
GRANDS POSTES DE TRANSFORMATION
LIGNES DE TRANSPORT DE FORCE
ELECTRIFICATION DE VOIES FERREES
ELECTRIFICATIONS RURALES
EQUIPEMENTS ELECTRIQUES INDUSTRIELS

S^{te} A^{me} des FONDERIES & ATELIERS

de MOUSSEROLLES à BAYONNE (B.-P.)

Tel : 501-35 Capital 280 000 NF

FONTES ORDINAIRES ET SPECIALES

FONTE MALLÉABLE

Bronze — Laiton — Aluminium

GALVANISATION A CHAUD

Spécialité de pièces en grande série
pour chemins de fer

ENTREPRISE

J.-B. HUILLET & ses Fils

Société Anonyme au capital de 300 000 francs

« RÉSIDENCE DU LAC »

229, Avenue de Grammont, TOURS (I & L) Tel 53-64-25

PUITS FILTRANTS - Puits Profonds
CAPTAGES - SONDAGES - FONDATIONS
SCAPHANDRE - TOUS TRAVAUX D'EAU

Concessionnaire exclusif du filtre anti sable Ch. CUAU

Tous les problèmes de l'eau et des fondations - Etudes

SELLIER-LEBLANC & SES FILIALES

Laitiers et concassés

Tout venant, macadam gravillons, sables, claie, disponibles sur dépôts à AUBERVILLIERS, GAGNY, BOURG-la REINE.

Transport par fer, déchargement, stockage, livraison de tous matériaux de viabilité dans la région parisienne.

CARRIÈRES DE LA MEILLERAIE

Diorite bleue de Vendée

Porphyre bleu et rouge de Bourgogne

Enrochements, ballast, macadam, gravillons, tout venant, sables, livraison par camions, wagons, trains complets

CARRIÈRES DE VIGNATS

Quartzite de Normandie

Enrochements, ballast, macadam, gravillons, tout venant, sables, livraison par camions, wagons, trains complets.

LA LIGNE BLANCHE

Les spécialistes du marquage au sol par procédé thermoplastique

Routes, Aéroports, Voies, Parkings, etc

Produit antiderapant - Séchage instantané

Garantie réelle de 18 mois à 4 ans

Directions administratives et commerciales :

43 boul Joffre, BOURG la REINE 92 - Tel 702 43 00

CONSTRUCTEURS ASSOCIÉS POUR LE MONTAGE

D'OUVRAGES METALLIQUES

Société Anonyme au Capital de 4 000 000 de F

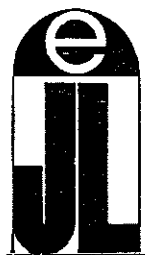
C.A.M.O.M.

RÉSERVOIRS - TUYAUTERIES

CHARPENTES - CANALISATIONS

82, Boulevard des Batignolles, PARIS-17^e

Tel 387-33-69



ENTREPRISE
JEAN LEFEBVRE

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 16.200.000 F.

SIÈGE SOCIAL :

77, Boul. Berthier — PARIS-17^e — Gal. 92-85
Ch. Postaux : PARIS 1792-77 — Adr. Tél. : TARTILMAC-Paris

SIÈGE CENTRAL :

11, Bd Jean-Mermoz — NEUILLY-SUR-SEINE
624-79-80 + 722-87-19 +

TRAVAUX PUBLICS
TRAVAUX ROUTIERS
PISTES D'ENVOL
REVETEMENTS

AU SERVICE DE LA PROFESSION

— DEPUIS 1859 —

Société Mutuelle d'Assurance
des Chambres Syndicales
du Bâtiment
et des Travaux Publics

SOCIÉTÉ MUTUELLE D'ASSURANCE
A COTISATIONS VARIABLES

Entreprise privée

régie par le décret loi du 14 juin 1938

114, Avenue Emile Zola - PARIS 15^e

faites de l'argent à toute vapeur

avec les nettoyeurs à jet de vapeur Kärcher. Lavage, nettoyage des machines et des pièces mécaniques, dégraissage des moteurs, des engrenages, préparation des surfaces, phosphatation, problèmes de stérilisation bactériologique - les nettoyeurs à jet de vapeur Kärcher ont des centaines d'applications se traduisant par des économies allant jusqu'à 90% par rapport

aux moyens traditionnels. Les Kärcher sont amortis en quelques mois. Quant à leur prix d'exploitation, il défie toute concurrence. Les nettoyeurs à jet de vapeur Kärcher sont en pression en 3 minutes et bénéficient de l'expérience de 25.000 appareils en service. Kärcher, c'est de l'or en barre. Un Kärcher amorti vous servira fidèlement pendant des années.

Services Techniques KÄRCHER VAPORAPID
43, r. de Vincennes. 94-Maisons-Alfort.
tel. : 207.12.67



KÄRCHER

