

# EDITORIAL

par Pierre PERROD,  
*Directeur des Transports Terrestres*

3090

Depuis 1974, la croissance de la consommation d'énergie dans les transports s'est sensiblement ralentie. Mais elle n'a cessé qu'en 1980, et elle devrait reprendre avec l'amélioration de la conjoncture. Le secteur reste toujours dépendant à 95 % du pétrole, ce qui le rend vulnérable sur le plan économique, ainsi qu'en cas de difficulté d'approvisionnement. Une politique hardie d'économies d'énergie est donc plus que jamais nécessaire dans ce secteur.

Des efforts technologiques importants sont mis en œuvre, soit pour réduire la consommation des véhicules routiers (programmes ECO 2000 et VESTA pour la voiture, AUROCH et COREBUS pour l'autobus, VIRAGES pour le poids lourd, et bientôt pour les petits véhicules utilitaires), soit pour améliorer sensiblement les performances, le confort, l'attractivité des modes de transport collectif, moins consommateurs en énergie que le transport individuel (autobus futur, trolleybus, tramway, train à grande vitesse).

Pour substituer d'autres sources d'énergie au pétrole, l'électricité offre encore de bonnes perspectives de pénétration dans les transports collectifs urbains et interurbains ferroviaires, alors que les carburants de substitution ou la bio-masse (gazogène) font encore l'objet de recherches approfondies.

Mais d'autres enjeux majeurs résident dans l'amélioration de la gestion des réseaux de transport (dans les villes, plans de circulation prenant en compte l'ensemble des modes - régulation des pointes, meilleure utilisation des capacités).

Dans le domaine des transports de voyageurs, les déplacements en automobile n'ont cessé de croître, générant des encombrements, des nuisances, des atteintes au cadre de vie. En effet la priorité aux transports collectifs, maintes fois affirmée, ne s'est pas traduite dans les faits. Un développement plus soutenu des transports collectifs urbains et interurbains est donc aujourd'hui indispensable, par l'extension des sites propres pour autobus, des trolleybus, des tramways, des lignes régulières régionales (ferroviaires ou routières), des T.G.V. C'est pourquoi le Gouvernement, sur proposition du Ministre des Transports, s'est engagé dans une politique affirmée en faveur des transports collectifs, afin de redonner un véritable sens au service public de transport, aussi bien en matière de qualité de service que de coût pour l'usager.

Dans le domaine des transports de marchandises, le long glissement du partage modal en faveur de la route, et au détriment du fer et de la voie navigable, doit être interrompu, notamment en raison de sa contribution à accentuer la dépendance au pétrole, tout en développant certaines nuisances. L'harmonisation des conditions de concurrence est au cœur de la nouvelle politique des transports. Elle passe notamment par l'amélioration sensible des conditions de travail des conducteurs routiers, et la revalorisation des tarifs de transports de marchandises qui, par le jeu d'un développement anarchique de la concurrence et de la déréglementation du marché des transports, se sont trouvés, sous la pression des chargeurs, sous-évalués. La remise en état du réseau de voies navigables, le développement plus soutenu des embranchements particuliers ferroviaires ou fluviaux, la relance du transport combiné rail-route, la remise en ordre des tarifications, la poursuite de politiques commerciales imaginatives, permettront parallèlement d'infléchir et de renverser les tendances passées dans un sens plus favorable aux économies d'énergie.

# Evolution et prospective de la demande d'énergie dans les transports

par Alain FRYBOURG,

*Chef de la Division des Etudes Economiques à la Direction des Transports Terrestres et*

*Lucien TOUZERY,*

*Chargé de mission au Service Industriel du Commissariat Général du Plan*

Les réflexions sur l'évolution de la demande d'énergie dans les transports ont été menées dans un cadre comparable à celles relatives au secteur résidentiel et tertiaire (1). Les travaux du Groupe "Prospective de la consommation d'énergie à long terme", présidé par M. J.-M. Bloch-Lainé, puis le Colloque de Valbonne, ont permis de mettre en évidence les potentialités de progrès et les principaux enjeux énergétiques dans le domaine des transports. Ceux-ci sont rappelés ici, à la lumière de la nouvelle politique des transports.

## 1 — La structure et l'évolution passée de la consommation d'énergie dans les transports

— Il est utile de rappeler brièvement, pour commencer, les principaux traits de la consommation d'énergie des transports.

Dans la consommation nationale, les transports ont représenté en 1980 19 % de la consommation d'énergie primaire (y compris celle du secteur énergétique) et 34 % de la consommation de produits pétroliers.

Voici comment s'est ventilée en 1980 la consommation d'énergie du secteur des transports, suivant les modes de transport d'une part, et les produits énergétiques d'autre part :

On constate que les produits pétroliers représentent plus de 95 % de l'énergie consommée dans les transports.

Le transport de personnes représente environ 57 % de l'énergie consommée (dont 45 % pour le transport individuel et 12 % pour le transport collectif), et le transport de marchandises environ 43 %.

La route (deux-roues, voitures et véhicules utilitaires) intervient pour 74 % dont 43 % pour les seules voitures, le transport maritime pour 11 %, le transport aérien 7 % et le transport ferroviaire 6 %.

— L'évolution de la consommation d'énergie dans les transports dans les vingt dernières années a résulté d'une part de l'accroissement des déplacements de personnes, marqués par le développement considérable de la demande de mobilité et de motorisation, d'autre part de celui des transports de marchandises, qui ont progressé de pair avec l'industrialisation et l'internationalisation des échanges.

La route a été le principal bénéficiaire de la croissance économique, et si des progrès importants ont pu être réalisés sur le plan des consommations unitaires dans les transports par fer — grâce à l'abandon de la traction-vapeur —, et par air — grâce aux progrès techniques et aux rendements d'échelle —, les progrès réalisés sur les véhicules routiers ont servi largement à accroître les puissances des véhicules.

(1) voir PCM de mars 1981

(millions de tonnes équivalent-pétrole)

| produits<br>modes                      | essence<br>et<br>super-<br>carburant | carbu-<br>réacteur et<br>essences<br>spéciales | gazole<br>et fuel<br>oil<br>domestique | fuel oil<br>lourd | électricité | TOTAL |
|----------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------|-------------|-------|
| voitures particulières et commerciales | 13,9                                 |                                                | 1,7                                    |                   |             | 15,6  |
| camions et camionnettes                | 3,1                                  |                                                | 6,8                                    |                   |             | 9,9   |
| motocycles                             | 0,5                                  |                                                |                                        |                   |             | 0,5   |
| autocars et autobus                    |                                      |                                                | 0,6                                    |                   |             | 0,6   |
| SNCF et RATP                           |                                      |                                                | 0,6                                    |                   | 1,7         | 2,3   |
| transport aérien                       |                                      | 2,4                                            |                                        |                   |             | 2,4   |
| transport maritime                     |                                      |                                                | 0,5                                    | 3,5               |             | 4,0   |
| divers                                 |                                      |                                                | 0,6                                    |                   |             | 0,6   |
| Total                                  | 17,5                                 | 2,4                                            | 10,8                                   | 3,5               | 1,7         | 35,9  |

La consommation d'énergie des transports a ainsi été multipliée par plus de 3 entre 1960 et 1973, atteignant un rythme de progression supérieur à 9 % entre 1970 et 1973. Après avoir stagné en 1974 et 1975, elle a repris sa croissance entre 1976 et 1979, à un rythme réduit à 2 à 3 % par an, pour se stabiliser à nouveau en 1980, en liaison avec la dégradation de la conjoncture.

## 2 — Les économies possibles à l'horizon 1990-2000

Les deux premiers chocs pétroliers ont donc permis d'infléchir sensiblement la croissance de la consommation d'énergie dans les transports. Mais l'avenir n'est-il pas plus inquiétant, les économies les plus faciles ayant été réalisées en premier ? Les experts nous rassurent sur ce point : à long terme, il y a encore beaucoup de possibilités de réduire la consommation d'énergie des différents modes de transport. A titre d'illustration, le tableau ci-dessous, issu du travail du groupe d'experts réuni par le Commissariat Général du Plan (2), nous donne une évaluation des gains unitaires (par tonne-kilomètre ou voyageur-kilomètre) possibles à l'horizon 1990-2000.

— les gains ou pertes liés à l'évolution de la structure des parcs de véhicules (par exemple, évolution vers le bas de gamme du parc automobile, remplacement des "Caravelle" par "l'Airbus" à la Compagnie Air Inter)

— les gains organisationnels (liés par exemple à la restructuration d'un réseau de transport urbain), parmi lesquels sont traités à part les effets de l'amélioration du coefficient de remplissage des véhicules.

On constate que dans tous les modes, il existe des techniques en cours d'expérimentation, dont on peut penser qu'elles passeront progressivement du stade de la recherche à celui de la réalisation pratique, et de la réalisation pratique à la diffusion à l'ensemble du parc de véhicules.

— L'automobile, avec des gains techniques estimés à 40 % des consommations actuelles, se situe en tête pour les potentialités d'économie relative. Les techniques les plus variées sont actuellement expérimentées par les constructeurs : amélioration du rendement des moteurs, amélioration de l'aérodynamisme, réduction de poids par l'utilisation de matériaux nouveaux, développement de la conduite assistée grâce à l'électronique...

— Dans les autres modes, les gains relatifs apparaissent plus faibles pour plusieurs raisons : utilisant des moteurs de taille plus

— Dans le cas du transport aérien intérieur, la réalisation de "l'Airbus" a déjà constitué une mutation sur le plan des consommations énergétiques. C'est à l'avenir la diffusion dans le parc des nouveaux appareils qui constituera la source principale de réduction des consommations.

— De même, dans le transport ferroviaire, le matériel "Corail" a permis, grâce à ses caractéristiques de légèreté et d'aérodynamisme, des gains de 15 à 20 %. L'amélioration des coefficients de remplissage est une source importante d'économie potentielle pour le chemin de fer. La faiblesse actuelle des taux d'occupation (autour de 50 % pour les voyageurs) laisse espérer des progrès importants grâce à une exploitation plus performante et à une évolution de la tarification pour inciter à une répartition temporelle plus équilibrée des trafics. A long terme, on peut espérer une adaptation des comportements qui permettrait une meilleure répartition dans l'espace et dans le temps des déplacements, autorisant ainsi l'augmentation des coefficients de remplissage sans réduire la qualité de service.

Parallèlement à ces gains unitaires, plusieurs facteurs militent en faveur d'une croissance ralentie des trafics : l'automobile s'est déjà largement diffusée au sein de toutes les couches sociales, et une certaine saturation progressive est inévitable. La croissance plus faible du produit national et un partage de celui-ci plus favorable à

### Estimation des gains potentiels réalisables (à l'horizon 2000) sur les consommations unitaires des modes de transport

|                                     | gains techniques | évolution de la structure des parcs | amélioration des remplissages | autres gains organisationnels | TOTAL     |
|-------------------------------------|------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------|
| <b>Transports de voyageurs</b>      |                  |                                     |                               |                               |           |
| Voiture particulière                | 40 %             | -                                   | -                             | 0 à 5 %                       | 40 à 45 % |
| Trains rapides et express           | 10 %             | 8 %                                 | 21 à 25 %                     | -                             | 23 à 27 % |
| Trains de banlieue                  | 4 %              | -                                   | 13 %                          | -                             | 17 %      |
| Trains omnibus                      | -                | -                                   | 10 %                          | -                             | 10 %      |
| Autocars                            | 20 à 25 %        | -                                   | -                             | -                             | 20 à 25 % |
| Autobus et métros                   | 15 à 20 %        | -                                   | -                             | -                             | 15 à 20 % |
| Aviation intérieure                 | 11 %             | 21 %                                | -                             | 0 à 5 %                       | 30 à 35 % |
| <b>Transports de marchandises</b>   |                  |                                     |                               |                               |           |
| Transport routier à longue distance | 15 %             | 5 %                                 | -                             | 0 à 5 %                       | 20 à 25 % |
| Distribution routière               | 15 %             | -                                   | -                             | 0 à 5 %                       | 15 à 20 % |
| Fer                                 | 5 %              | - 5 à 1 %                           | 5 %                           | -                             | 5 à 11 %  |
| Voie navigable                      | 10 %             | 15 %                                | -                             | - 5 à 0 %                     | 20 à 25 % |

L'analyse a distingué :

— les gains techniques au sens strict (par exemple, réalisation de voitures consommant moins, pour des caractéristiques similaires de vitesse et de puissance)

grande, ils sont souvent mieux optimisés sur le plan énergétique que ne l'était la voiture particulière. Le choc pétrolier n'a eu sur leur coût d'exploitation qu'un impact plus faible, incitant moins à la modernisation.

(2) "Prospective de la consommation d'énergie à long terme". Annexe 3 (Secteur des Transports Intérieurs) - La Documentation Française, 29-31 quai Voltaire, 75340 PARIS CEDEX 07.

d'autres types de dépenses (santé et protection sociale par exemple) joueront également un rôle modérateur.

En transport de marchandises, l'évolution de l'activité continuera à s'effectuer au détriment des industries lourdes et milourdes (sidérurgie, chimie lourde...), génératrices de beaucoup de tonnes-kilomètres à transporter.

Enfin, pour des raisons diverses comme son coût énergétique ou la réduction des effets d'échelle liée à une moindre croissance des trafics, le prix relatif des transports risque d'évoluer défavorablement, notamment par rapport à des activités comme les télécommunications, qui peuvent être considérées en partie comme des substituts possibles au déplacement de personnes ou à certains transports de marchandises.

Si on admet que la pression des prix et la mise en œuvre d'une politique volontariste permettront effectivement de réaliser la majeure partie des gains potentiels, on peut alors envisager une certaine stabilisation, ou du moins une très faible croissance de la consommation d'énergie dans les transports intérieurs. Mais pour que ce scénario devienne réalité, il y a beaucoup d'efforts à faire et de comportements à changer.

### 3 — Les enjeux et les comportements

#### a) Les efforts de recherche et d'innovation

Les progrès techniques sont déterminants pour l'évolution des consommations. Des possibilités très larges existent, en liaison d'ailleurs avec des mutations technologiques qui concernent l'ensemble des produits industriels comme la diffusion de l'électronique, l'utilisation de matériaux nouveaux. Mais il reste bien souvent un long chemin à parcourir entre l'apparition d'une idée nouvelle et son application aux véhicules vendus sur le marché. Ces progrès techniques seront aiguillonnés par l'intensification de la concurrence internationale et l'évolution des prix des carburants. Mais il ne faut pas sous-estimer les masses financières en jeu dans les processus de recherche-développement, dans la construction de nouvelles chaînes de fabrication, et les freins que peut constituer l'incertitude des constructeurs sur la réaction des acheteurs face aux évolutions des modèles. Des blocages peuvent à tout moment apparaître dans cette marche vers le progrès, ce qui impose une attitude active des pouvoirs publics pour créer un climat favorable à la mise en œuvre des progrès potentiellement réalisables.

#### b) L'usage de l'automobile

L'automobile par son usage dominant, a façonné depuis vingt ans la répartition spa-

tiale des activités, de l'habitat et des équipements collectifs. Alors qu'elle tendait à devenir le mode de transport universel, son usage doit aujourd'hui s'adapter aux nouvelles conditions de prix du pétrole, en particulier en se spécialisant dans les domaines où elle est la plus compétitive : déplacements péri-urbains, déplacements régionaux, de fin de semaine ou de vacances.

Les progrès dans la conception technique des moteurs ont vu jusqu'ici leur impact bénéfique sur le plan énergétique annulé par une progression de la puissance moyenne du parc et une augmentation des vitesses. Le respect des limitations de vitesse, la modification des comportements en faveur d'une conduite plus douce, la fin de la course à la puissance et à la vitesse conditionneront à l'avenir la transformation en économies réelles des progrès qui seront réalisés sur les moteurs.

#### c) l'organisation des transports urbains

La politique des transports urbains constitue un des enjeux de la politique énergétique. Entre 40 et 45 % de la consommation des voitures est réalisée en ville.

La congestion des trafics en zone urbaine est coûteuse en temps perdu pour les automobilistes comme pour les usagers des autobus englués dans la circulation générale. Elle est également coûteuse en énergie, et coûteuse en termes financiers pour les exploitants (donc pour les usagers, les employeurs et aussi les contribuables) à cause des moyens supplémentaires en hommes et en matériel qu'elle nécessite pour écouler un trafic donné avec une vitesse de circulation plus faible.

Le développement des transports collectifs suppose que leur soit accordée une réelle priorité dans la répartition de la voirie, et que soit freinée la dispersion de l'habitat.

Les déplacements de proximité, pour lesquels les démarrages à froid, sources de surconsommations importantes, rendent l'utilisation de la voiture très coûteuse en carburant, doivent être rendus à la marche à pied et aux deux-roues, qui peuvent être favorisés par des aménagements spécifiques.

#### d) Le renouveau du rail

Outre ses qualités d'économie, le transport ferroviaire permet de développer l'utilisation de l'électricité dans un secteur qui dépend quasi-exclusivement des hydrocarbures pour son approvisionnement.

Dans le transport interurbain de voyageurs, les enjeux principaux sont l'amélioration des coefficients de remplissage, la poursuite de l'électrification et la construction de lignes nouvelles pour développer le réseau desservi par les TGV.

Dans le transport urbain, le métro et surtout le tramway peuvent constituer une

solution efficace et peu coûteuse pour l'amélioration des réseaux dans un grand nombre de villes.

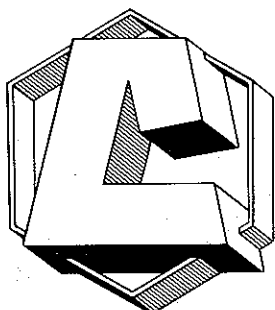
Enfin, dans le transport de marchandises, le développement de la route au détriment du rail s'est accompagné dans le passé d'un coût social important : accidents de la route, nuisances, et surtout, durées de travail excessives pour les conducteurs routiers. Une prise en compte plus stricte des coûts économiques et sociaux de chacun des modes, jointe à une politique commerciale dynamique, aidera le rail à réagir face à la réduction continue de sa part de marché.

### Conclusion

Le secteur des transports dispose donc d'un certain nombre d'atouts pour s'adapter aux nouvelles conditions énergétiques. La durée de vie des véhicules étant le plus souvent de l'ordre d'une dizaine d'années, la transformation totale des parcs pour bénéficier des progrès techniques est possible dans un délai plus bref que dans d'autres secteurs, comme le bâtiment ou certaines branches industrielles, caractérisées par des investissements lourds à durée de vie plus longue.

Encore faut-il se garder des fausses solutions et ne pas sous-estimer les difficultés. Ainsi, la recherche technologique constitue un préalable indispensable, économiser l'énergie dans les transports n'est possible que grâce à une adaptation en profondeur des comportements de conduite, des habitudes de déplacement, des méthodes de conception et d'exploitation des transports. Les transformations du système nécessitent des moyens financiers considérables, qu'il s'agisse de la mise au point de nouveaux modèles de voitures économiques, d'électrifications ferroviaires ou de modifications des réseaux de transports urbains.

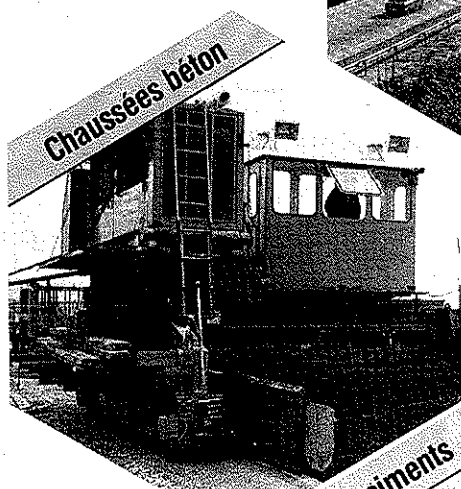
Enfin parce que la voiture individuelle constitue une réponse bien adaptée à une majorité des déplacements, et parce que le transport ferroviaire et la voie d'eau répondent plus facilement aux besoins de transports de produits lourds dont la part de marché va continuer à se réduire, c'est d'abord à l'intérieur de chaque mode, plutôt que dans un bouleversement du partage modal, qu'il faut chercher les solutions à la crise de l'énergie.



# CIMENTS LAFARGE FRANCE tient la route...



Photo LEGRAND

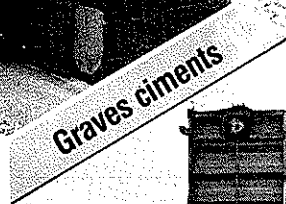
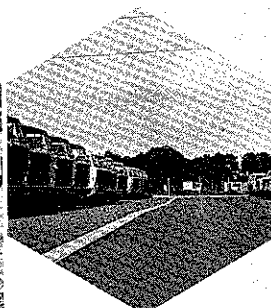


**Chaussées béton**

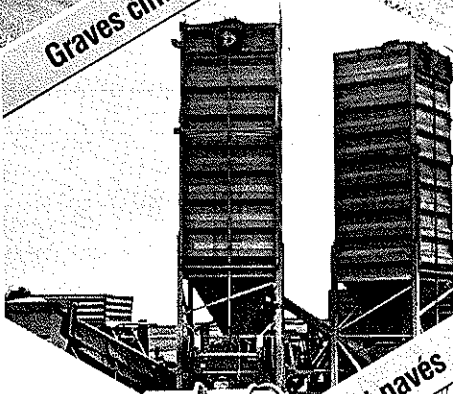
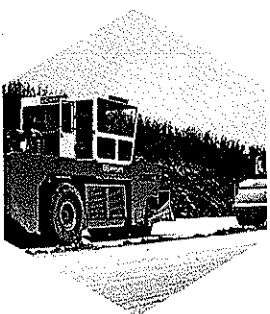


**Stabilisation des sols**

Photo NADRE



**Graves ciments**



**Bétonpact**



**Dalles et pavés**



## DEMANDE DE DOCUMENTATION

CIMENTS LAFARGE FRANCE  
D.M.A. Secteur Routes  
3 et 5 boulevard Louis Loucheur  
92214 Saint-Cloud Cedex  
Tél. 602.52.50

# L'Agence pour les Économies d'Énergie et le secteur Transport

par Gérard MONOT,  
Ingénieur des Mines

## La politique générale

Avec 36 M. Tep en 1980, le secteur des Transports ne représente que le cinquième de la consommation totale d'énergie en France. Il s'agit cependant d'un secteur clé en matière d'économie d'énergie, puisqu'il consomme le tiers des produits pétroliers dont il est dépendant à plus de 95 %. Cette dépendance à terme ne devrait pas décroître sensiblement étant donné les très faibles possibilités de substitution notamment dans le domaine de la route (voir tableau 1).

Toutefois, le choix d'un mode de transport ne dépend encore que faiblement de la variable énergétique. Il dépend en effet d'abord du niveau de service apporté par un mode de transport donné à son utilisateur. Dans ce concept de niveau de service offert, entrent pour une large part la vitesse en porte à porte du transport, et la souplesse en terme de densité de destinations rendues possibles à partir d'un point donné par le mode de transport en question. C'est donc dans cette optique qu'ont été mises sur pied les actions de l'Agence pour les Économies d'Énergie en matière de transport : ces actions consistent à améliorer les consommations spécifiques des différents modes de transport ou à contribuer à éviter la consommation de produits pétroliers par le recours à des énergies de remplacement en étroite coordination avec les autres administrations concernées, notamment les différentes directions du Ministère des Transports : ce sont les actions sur l'amélioration des véhicules neufs ou existants et des infrastructures qui leur sont associées.

A la fin de 1979, les économies d'énergie obtenues dans le secteur des transports se situaient au niveau de 3,1 M. Tep. 1980 a vu une accélération du rythme de ces économies de 800 000 Tep portant ainsi à 3,9 M. Tep, les économies de carburant obtenues en 1980.

Les objectifs à atteindre d'ici 1990 dans les transports, sont les suivants :

— la conception de véhicules neufs sobres et la transformation du parc des véhicules en service : 900 000 Tep/an se répartissant de la façon suivante :

- voitures particulières : 450 000 Tep/an,
- poids lourds et utilitaires : 200 000 Tep/an,
- autres modes : 250 000 Tep/an.

— la modification des comportements : 100 000 Tep/an d'économies supplémentaires.

## I — Le programme d'économies d'énergie

Ce programme concerne l'amélioration du patrimoine du secteur des Transports (les véhicules pour l'essentiel, et les infrastructures qui leur sont associées) au plan de la consommation énergétique, c'est-à-dire pour l'essentiel du carburant automobile. Cette amélioration sera obtenue par des actions sur le neuf, afin d'assurer le renou-

TABLEAU 1

## EVOLUTION DE LA CONSOMMATION

### PRIMAIRE PAR SECTEUR

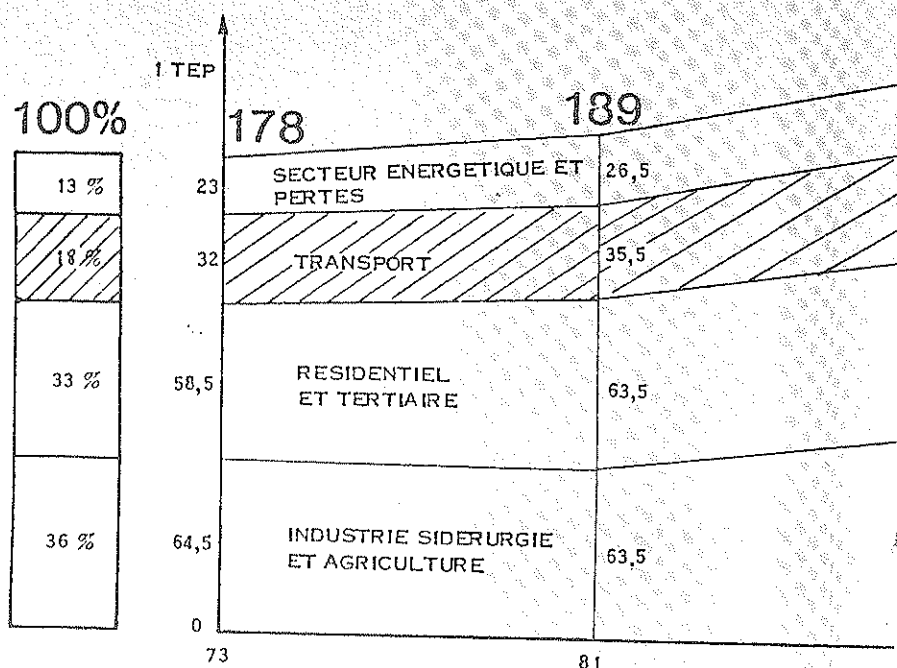


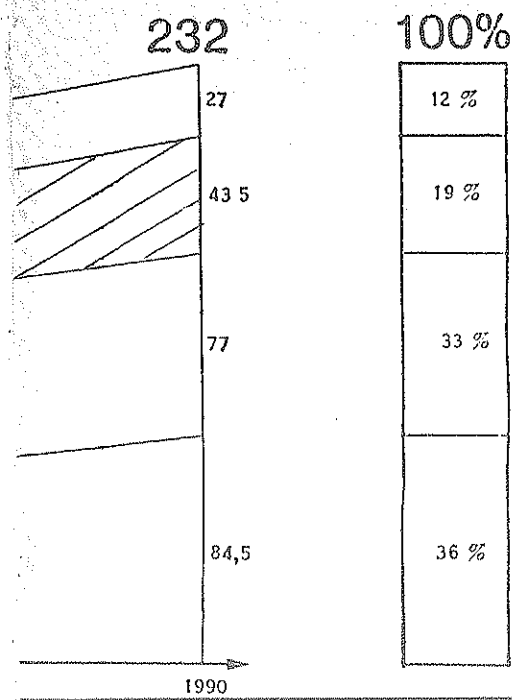


TABLEAU 2

## LES ECONOMIES D'ENERGIE DANS LE SECTEUR DES TRANSPORTS

|                                        | SCENARIO 2 5 % AN |                              |                  | SCENARIO 5 % AN              |                  |
|----------------------------------------|-------------------|------------------------------|------------------|------------------------------|------------------|
|                                        | ACQUIS<br>1980    | ACCROISSEMENT<br>1981 - 1990 | OBJECTIF<br>1990 | ACCROISSEMENT<br>1981 - 1990 | OBJECTIF<br>1990 |
| ECONOMIES DE COMPORTEMENT              | 1,9               | 0,7                          | 2,6              | 0,7                          | 2,6              |
| INVESTISSEMENTS<br>TRANSPORTS ROUTIERS | 1,9               | 4,0                          | 9,4              | 4,5                          | 10,9             |
| • VOITURES                             |                   | 1,5                          |                  | 2,0                          |                  |
| • MARCHANDISES                         |                   | 2,0                          |                  | 2,5                          |                  |
| AUTRES MODES                           |                   |                              |                  |                              |                  |
| TOTAL ( MTEP )                         | 3,8               | 8,2                          | 12               | 9,7                          | 13,5             |

### N TOTALE D'ENERGIE



vement du parc par des produits nettement plus performants au plan de la consommation, et également par des actions visant à l'amélioration du parc ou des infrastructures existantes.

Comme le montre le tableau 2, l'Agence estime que dans le secteur des véhicules routiers, les résultats à attendre de l'amélioration de l'existant et du neuf ont des incidences comparables au plan énergétique.

#### A) LA TRANSFORMATION DU PARC DES VEHICULES NEUFS

##### a) la voiture particulière

##### a-1) les nouveaux véhicules à hautes performances énergétiques

Dans le domaine des voitures particulières, l'Agence mène une importante politique d'innovation : ce sont les programmes expérimentaux de recherche réalisés à partir de modèle de milieu de gamme, EVE et VERA ; ces prototypes réalisent des gains importants (supérieurs à 25 % par rapport aux véhicules de référence actuels) résultant essentiellement d'une réduction de l'appel de puissance (aérodynamique et poids). La mise au point des groupes motopropulseurs adaptés fera l'objet des programmes EVE plus et VERA plus (moteur diesel à injection directe, boîte de vitesse automatique, arrêt du moteur lorsque le véhicule est immobile, récupération d'énergie cinétique et hybridation).

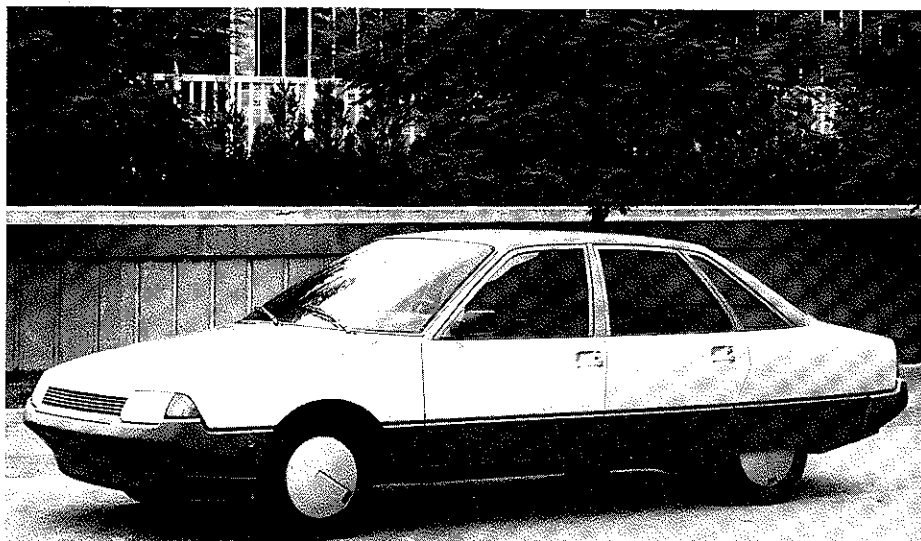
##### a-2) Les véhicules de grande diffusion à l'horizon 1990

L'Agence participe financièrement au programme de Recherche et Développement, conduit par le Ministère de l'Industrie pour la mise au point de véhicules commercialisables à la fin de la décennie, et dont la consommation moyenne conventionnelle sera inférieure à 3 l/100 km. Les prototypes définitifs de ces véhicules baptisés VESTA (projet RENAULT) et ECO 2000 (P.S.A.) apparaîtront en 1985.

##### b) les véhicules utilitaires

Sous l'impulsion du Ministère des Transports, RENAULT V.I. a lancé un important programme de Recherches et Développement pour la mise au point d'un véhicule maxicode (38 tonnes de PTAC) de synthèse complètement repensé au plan de la performance de consommation et de la sécurité. L'objectif est d'atteindre un gain de 30 à 35 % sur la consommation des véhicules actuels les plus performants, par l'amélioration de l'aérodynamique, le gain de poids morts, l'optimisation du groupe motopropulseur et du fonctionnement des auxiliaires, et la récupération d'énergie sur les gaz d'échappement.

Dans le domaine des petits utilitaires (moins de 6 tonnes de PTAC), un programme de mise au point d'un groupe motopropulseur adapté à l'usage spécifi-



Renault EVE (éléments pour une voiture économique).



VERA.

que de ces véhicules sera prochainement lancé sous l'égide du Ministère des Transports avec le concours de l'Agence.

#### c) transports de voyageurs

La conception de l'autobus futur, commercialisé à partir de 1985 comportera la mise au point d'un moteur et d'une transmission adaptée à la nouvelle configuration du véhicule (plancher bas, allongement à 12 mètres) et apportant un gain de consommation de 15 %.

Le programme AUROCH, plus ambitieux, consistera en la mise au point d'une transmission hydrostatique et avec une hybridation permettant une récupération d'énergie cinétique stockée sous forme oléopneuma-

tique. Cet équipement apportera un gain supplémentaire de l'ordre de 20 % sur la consommation et améliorera sensiblement le confort des usagers par la souplesse de la transmission.

#### d) les véhicules deux-roues

MOTOBÉCANE a présenté un projet visant à l'abaissement des consommations unitaires de 25 %, par un programme de recherches et développement sur le moteur deux temps.

#### e) transport maritime

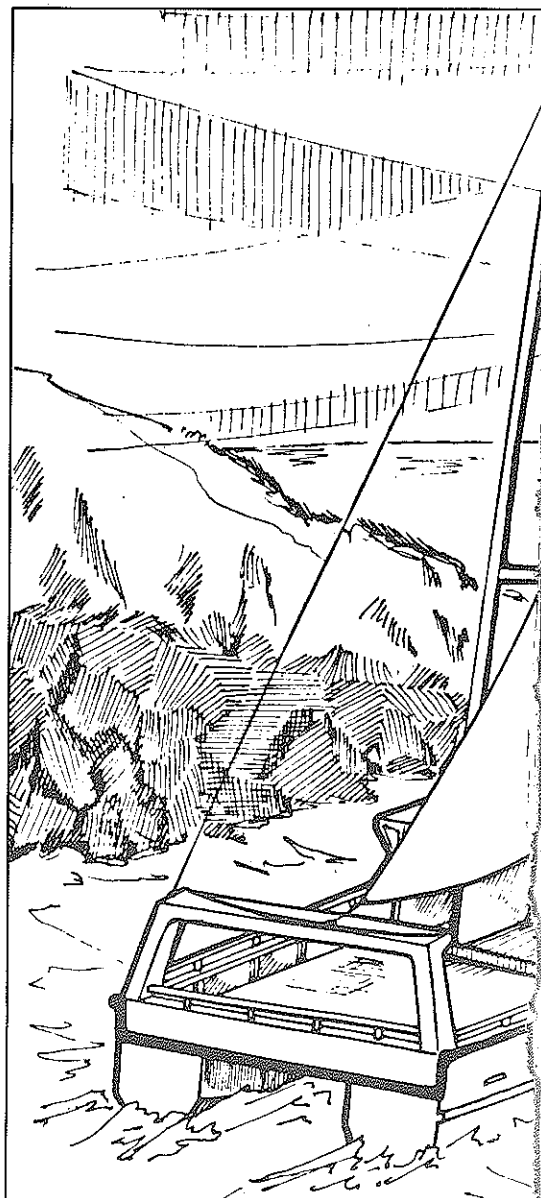
L'Agence est associée au concours pour la conception du navire économe et performant dans le domaine de la flotte de com-

merce et des pêches, organisé sous l'égide du Ministère de la Mer, et a financé une campagne de démonstration aux artisans-pêcheurs bretons de deux catamarans de pêche à voile. L'Agence participe, en liaison avec le Ministère de la Recherche et le Ministère de la Mer, à la mise au point d'un prototype de navire fonctionnant à l'aide d'un dispositif non vélaire permettant le recours à l'énergie éolienne.

Les actions de l'Agence dans le domaine des véhicules neufs ne se limitent pas à sa politique de financement de l'innovation.

Depuis 1978 les consommations conventionnelles des voitures particulières sont régulièrement publiées et l'Agence lancera une importante campagne de sensibilisation autour de cette publication dans les tous prochains mois, mettant en relief les performances accomplies depuis 1978.

Catamaran de pêche à voile.





Par ailleurs, le critère de consommation apparaissant comme déterminant depuis le début de 1980 dans le choix des consommateurs pour l'acquisition d'un nouveau véhicule, la publicité sur l'affichage des consommations conventionnelles est réglementée par un arrêté du Ministère de l'Industrie.

## B) L'AMÉLIORATION DU PARC EXISTANT

### 1) Les actions concernant les équipements (innovation - démonstration)

Les axes à privilégier sont :

- le développement de systèmes indicateurs de consommation,
- le développement de dispositifs aérodynamiques de deuxième monte,
- l'amélioration des lubrifiants et des pneumatiques.

L'Agence y contribue par une active politique d'innovation démonstration, elle peut apporter en particulier un soutien financier personnalisé aux inventeurs particuliers présentant des dispositifs économiseurs de carburant aux essais d'homologation (arrêté du Ministère des Transports du 26 février 1976).

Les équipements testés dans le domaine des voitures particulières peuvent être classés dans les quatre grandes catégories suivantes :

- **aérodynamique** : les déflecteurs de caravane, spoilers, becquets ;
- **carburant** : les économiseurs de carburant homologués AIRLEX et CARECO ;
- **indicateurs de conduite** : ces appareils renseignent qualitativement le conduc-

— **consommation** : débitmètre et dispositifs d'optimisation de tournées supprimant les kilomètres inutiles.

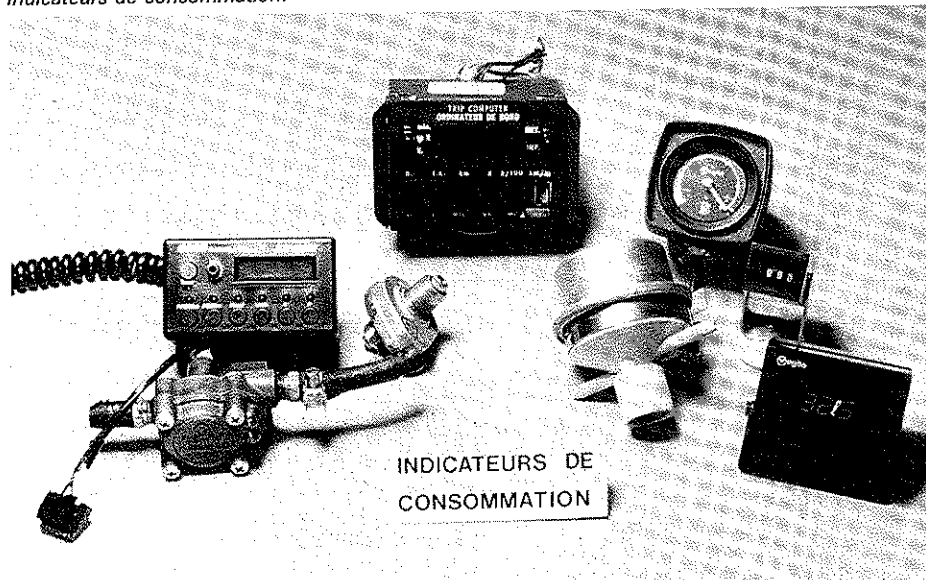
Dans le domaine de l'équipement des infrastructures, l'Agence participera, en liaison avec la Direction des Routes, à une expérimentation de l'efficacité au plan de la réduction des consommations spécifiques des transports en milieu urbain, des dispositifs de régulation des durées des feux tricolores de circulation.

Pour les rames de métro il existe des gains techniques potentiels importants grâce à la mise en service de matériels à hacheurs de courant permettant de récupérer l'énergie de freinage et d'obtenir une puissance progressive au démarrage.

Dans le secteur de la Marine Marchande et la pêche les actions possibles sont :

- Le développement d'instruments de mesures de vitesse et de débits de combustible ;

### Indicateurs de consommation.



teur sur son style de conduite en lui donnant des indications sur le bon rapport de transmission à adopter ;

— **indicateurs de consommation** : ces appareils donnent au conducteur des indications chiffrées sur ses consommations instantanées et cumulées, lui permettant par exemple de faire des choix d'itinéraire en cas de trajet répétitif, tout en ayant, en instantané un mode de conduite souple.

Dans le domaine du poids lourd les appareils peuvent être également classés dans les mêmes rubriques :

- **aérodynamique** : les déflecteurs de toit de cabine, ou les profilages de face avant de carrosserie ;
- **conduite** : les dispositifs d'aide à la conduite économique renseignant le chauffeur sur le bon rapport de boîte à adopter ;

— l'amélioration de l'hydrodynamique : forme arrière de carène, hélice ;

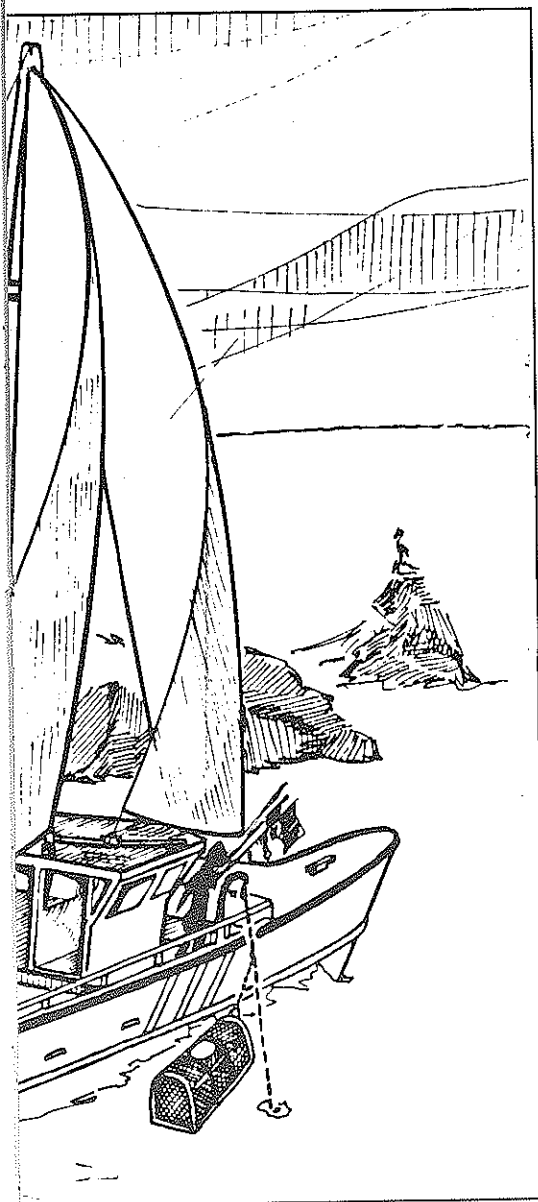
— l'amélioration du rendement des machines (chaîne de propulsion).

Dans les transports aériens les gains techniques escomptés d'ici 1990 sont :

- l'allègement des containers,
- l'augmentation de la capacité unitaire des Airbus,
- le tractage au sol à grande vitesse (permettant d'éviter l'usage des réacteurs),
- la limitation de la vitesse des avions Mercure,
- l'amélioration de la gestion en vol du régime des moteurs.

### 2) Politique suivie en matière d'incitation à la réalisation d'investissements

Dans ce domaine il convient de distinguer le domaine de la consommation dispersée



345

# "Les transports face à une crise"

par Pierre MERLIN,  
Ingénieur Général des P. et C.

Pour la préparation du VIII<sup>e</sup> Plan avait été formé un Comité des transports, chargé d'étudier pour la période 1981-1985 la situation et les perspectives des transports, et les mesures qu'il était souhaitable de prendre dans ce domaine. Le comité avait porté une grande attention à tous les problèmes de l'énergie, et avait fondé ses analyses sur trois scénarios, un scénario dit "rose" dans lequel était supposée une augmentation de 2 % par an seulement en francs constants du prix des carburants (ce qui faisait passer le prix du litre de supercarburant à la pompe à 4 F de 1980 à la fin de 1985), un scénario "gris" supposant une augmentation de 7 % par an (supercarburant à 5 F le litre en 1985 en francs 1980) et un scénario de pénurie avec une réduction importante et durable de l'approvisionnement en pétrole. Un groupe de travail dont la présidence m'avait été confiée, et dont étaient rapporteurs Alain Frybourg IPC - X 73 et Jean-Luc Delpierre ITPE, avait été chargé d'étudier spécialement le scénario de pénurie, et c'est ce dernier qui fait l'objet du présent article (1). La mission du groupe était essentiellement, après avoir analysé ce qui pourrait se passer dans le cas d'une telle pénurie, de définir les mesures à prendre dès maintenant pour qu'une crise de ce genre soit moins grave pour l'économie et la vie française.

On peut se demander s'il était bien raisonnable de la part du Commissariat Général du Plan et des responsables du Comité des transports d'étudier un tel scénario de pénurie, dont le thème était l'éventualité d'une réduction subite, mais durable, de 25 % des quantités de pétrole disponibles pour les transports. La détérioration survenue depuis un peu plus d'un an sur le marché du pétrole a calmé les appréhensions d'une partie des utilisateurs. Peut-on prévoir une nouvelle crise du pétrole, une forte augmentation des prix, une pénurie subite et importante de ce précieux liquide ?

Sur ce point, je pense personnellement que ceux qui ont voulu faire examiner un tel scénario de pénurie avaient parfaitement raison. Je ne prédis absolument pas, pour autant, une crise prochaine et brutale. Mais une analyse attentive de la situation me paraît devoir conduire aux considérations suivantes :

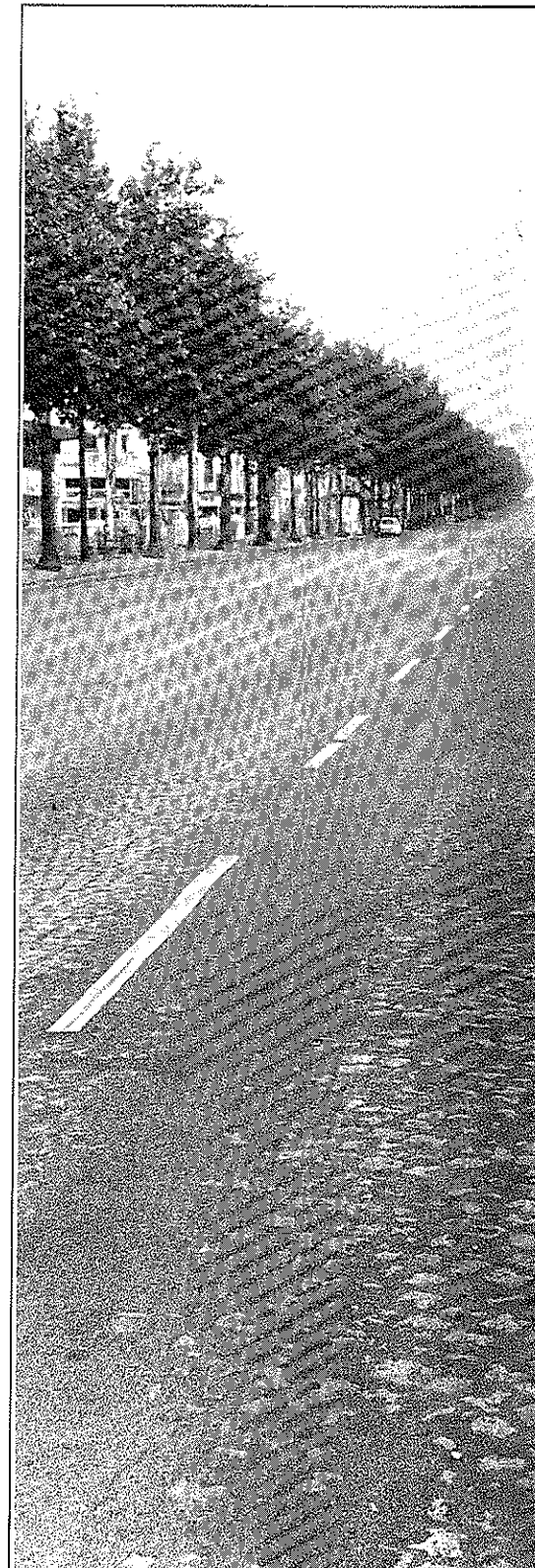
— si l'économie du monde occidental reste stagnante comme elle l'est actuellement, et si la politique des dirigeants des principaux pays producteurs de pétrole reste sans changement, il devrait y avoir simplement un maintien du prix du pétrole brut en dollars constants, donc à peu de choses près en francs constants, et on ne devrait pas subir de réduction brutale des quantités exportées par ces pays ;

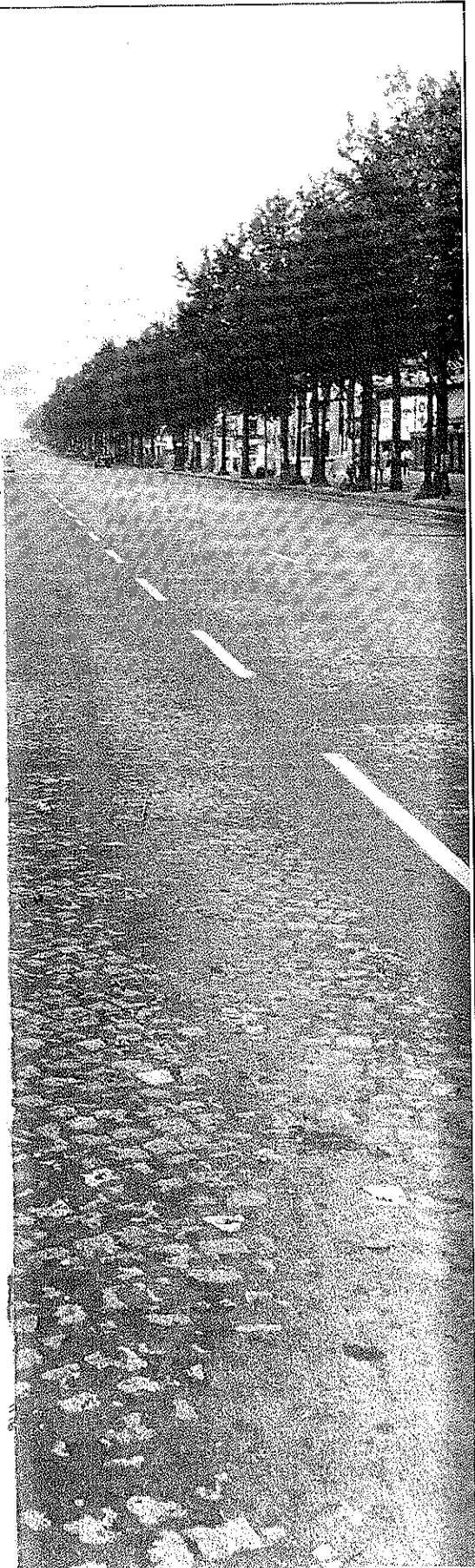
— même sans crise politique importante dans l'un des grands pays producteurs, on peut prévoir que progressivement les dirigeants de ces pays seront de plus en plus conscients que leur intérêt à long terme est d'économiser leurs réserves pour les faire durer plus longtemps, de façon que les sommes venues de la vente du pétrole brut puissent être plus utiles à leur développement. Plusieurs des très grands pays producteurs, comme l'Arabie Saoudite, le Koweït, les Emirats Arabes Unis, et d'autres tirent en effet de leur pétrole, dans les présentes années, des revenus très supérieurs à ce qu'ils peuvent investir de façon vraiment utile dans leur pays. Dans cette perspective, une montée progressive des prix du pétrole en francs constants est donc plausible, le plafond étant formé par l'ensemble des prix de substitution, production de pétrole de synthèse à partir du charbon ou de la biomasse, extraction de pétrole des schistes bitumineux ou des sables asphaltiques, remplacement du pétrole par le charbon ou d'autres sources d'énergie. Il semble que ce plafond soit assez nettement supérieur au prix actuel de 35 \$ le baril ;

— sans que cela soit probable, ni souhaitable pour les occidentaux, on ne peut exclure l'éventualité d'un changement subit de régime politique dans l'un des très grands pays producteurs ; il en résulterait probablement une secousse brutale sur le marché du pétrole brut, et une réduction très importante des approvisionnements pour les pays occidentaux et notamment pour la France.

(1) Cf Rapport du Comité des transports du VIII<sup>e</sup> Plan - Annexes - Page 217.

Paris désert, ce n'est pas pour demain mais la crise est là





## La situation de pénurie

Le scénario fixé par le comité des transports était celui d'une réduction de 25 % des quantités de pétrole disponibles pour les transports, par rapport aux quantités consommées en 1978. Plus précisément, on supposait que pour les transports intérieurs français de la France métropolitaine, on disposait de 20,2 millions de tonnes de pétrole par an contre 27 en 1978. L'analyse faite par le groupe de travail a montré qu'une telle réduction, a priori pas tellement considérable, conduisait à une situation très difficile. Il était pratiquement impossible de s'en tirer par de simples mesures techniques pour économiser le pétrole, assorties d'une forte augmentation des prix des carburants. Pour ramener la consommation au niveau des disponibilités, il aurait fallu doubler ou tripler le prix des carburants, d'un seul coup ; le groupe de travail a estimé que cela était économiquement et socialement impossible, et que dans une telle éventualité de pénurie le rationnement deviendrait donc obligatoire. Par ailleurs, le Comité des transports avait demandé de prendre comme impératif le transport de marchandises avec le volume effectué juste avant la crise (supposée survenir en 1985). Dès lors, il était inévitable que la pénurie réduise surtout les transports de voyageurs.

L'analyse a conduit à considérer que dans ces conditions, pour satisfaire le plus grand nombre possible des désirs de transports ou de déplacements des usagers, il était nécessaire d'avoir plus largement recours aux modes les plus économes, et par conséquent de réduire sensiblement, par voie de rationnement, les transports les plus coûteux en pétrole par voyageur-kilomètre et par tonne-kilomètre, c'est-à-dire en fait les déplacements en voitures individuelles et par avions, et les transports routiers de marchandises.

Naturellement, de telles mesures augmenteraient fortement le trafic demandé aux modes économes, et ceux-ci pourraient avoir des difficultés à effectuer les trafics qui leur seraient ainsi demandés.

En fait l'étude a montré que, dans les hypothèses faites, les transports de marchandises pourraient être assurés sans trop de difficultés ; il en serait de même des transports urbains dans les villes où, juste avant la crise, les transports collectifs assuraient au moins 30 % des déplacements. Par contre, il serait impossible de satisfaire la demande des transports urbains dans les villes où les transports collectifs étaient encore peu développés avant la crise ; les déplacements de voyageurs à courte dis-

tance seraient très mal assurés. Enfin, des goulots d'étranglement très difficiles à résorber surviendraient dans le nombre d'autocars et d'autobus, dans le nombre de chauffeurs de transport en commun, et dans l'évacuation du trafic ferroviaire dans les grandes gares parisiennes et dans les sections voisines.

## Les mesures proposées

Sur la base de cette analyse, le groupe de travail a fait les propositions suivantes :

Une partie des mesures préconisées n'ont pas ou guère d'utilité dans la situation actuelle, mais sont destinées à diminuer la gravité des goulots d'étranglement en cas de crise. Il s'agit de mettre en réserve des autobus pour les transports urbains (mesure déjà mise en œuvre dans la Communauté lyonnaise), des autocars pour les transports non urbains (mesures très difficiles à prendre vu la multiplicité des entreprises). Il a été proposé de faire former par l'armée de nombreux chauffeurs de transports en commun avec permis civil. Quant au système ferroviaire, il est proposé d'augmenter pendant plusieurs années les achats de locomotives, voitures et wagons afin de réduire la gravité du manque de matériel en cas de pénurie. Par ailleurs il est conseillé de chercher une certaine décentralisation du trafic ferroviaire pour diminuer les encombrements des voies ferrées proches de Paris, et d'étudier les diverses solutions d'écoulement du trafic ferroviaire de Paris vers le Sud-Ouest.

D'autres mesures importantes ont été proposées qui sont utiles dès maintenant pour réduire la consommation de pétrole française, et dont l'adoption devrait permettre de réduire très sensiblement la gravité d'une éventuelle pénurie de pétrole. Il est impossible de les énumérer toutes dans le cadre limité du présent article, et nous ne citerons que les principales.

- développer les campagnes **d'information** destinées à persuader les usagers de la route d'adopter des vitesses et un style de conduite plus économes en pétrole et à inciter un plus grand nombre d'usagers à s'orienter vers les transports collectifs ;

- poursuivre les efforts pour **l'aménagement du temps** de façon à diminuer l'ampleur des pointes quotidiennes et hebdomadaires de trafic des transports ; en particulier chercher un rythme nouveau pour les permissions des militaires pour éviter qu'ils ne voyagent pendant les pointes hebdomadaires (en leur donnant par exemple des permissions plus longues toutes les deux semaines) ;

- poursuivre **l'aménagement de l'es-**



Rapho

**pace**, sur le plan national en réduisant l'excessive concentration parisienne, et sur le plan de chaque ville en pratiquant un urbanisme moins consommateur de transports ;

- chercher un meilleur équilibre dans le **choix des investissements de transports** en recherchant la solution objective la meilleure dans chaque cas pour la collectivité nationale, sans donner systématiquement la préférence aux investissements routiers ; et en accélérant en particulier l'électrification du réseau ferroviaire ;

- encourager toutes les **recherches** de nature à entraîner des économies de pétrole, sur les voitures, les véhicules électriques, les petits véhicules urbains, les péniches, etc ;

- faciliter **"la voiture partagée"** ;

- pour les **déplacements urbains**, limiter le stationnement des voitures particulières dans les zones denses et sur les axes chargés, et renforcer la priorité donnée aux autobus ;

- pour les **déplacements régionaux**, à moins de 100 km, maintenir le maximum de

lignes régulières de transports routiers de voyageurs, et restructurer les services ferroviaires en remplaçant souvent les trains omnibus par des trains semi-directs plus rapides et plus fréquentés pour les villes et des autocars pour les rares clients des villages ;

- pour les **déplacements interrégionaux**, à plus de 100 km, améliorer les relations ferroviaires transversales ; et regrouper les relations radiales sur un nombre limité d'aérodromes de province ;

- pour les **transports de marchandises**, étudier une meilleure organisation de la distribution de marchandises à courte distance ; s'orienter vers la liberté commerciale pour les transports par voie d'eau ; développer les transports combinés.

Les mesures proposées ont été choisies de façon qu'elles n'altèrent dans la situation actuelle ni l'efficacité de l'économie française ni la qualité de vie des citoyens, tout en permettant de diminuer progressivement la consommation de pétrole dans les transports terrestres et intérieurs, de façon

qu'une pénurie éventuelle de pétrole soit moins grave pour l'économie et moins pénible pour les habitants.

Même si une pénurie physique brutale ne se produit dans les prochaines années, la plupart des mesures proposées restent utiles pour diminuer le fardeau des achats de pétrole qui obère gravement la balance française des échanges extérieurs.

On peut constater qu'il n'est proposé aucune contrainte réglementaire, et que la liberté de choix des voyageurs, et des chargeurs de marchandises, est scrupuleusement respectée dans la période actuelle.



# L'innovation, l'automobile et la consommation d'énergie

par Claude LAMURE,  
I.C.P.C. - Institut de Recherche des Transports

Depuis plusieurs décennies, l'industrie automobile semblait n'effectuer que peu de recherches par opposition aux industries électroniques, chimiques, aéronautiques. Les préoccupations de sécurité à l'égard des accidents de la route, puis la lutte contre la pollution de l'air ont déclenché au Japon, aux Etats-Unis puis dans les autres pays des recherches intenses. On a assisté en France à la création en 1978-80 de Directions de la Recherche pourvues de moyens importants dans les firmes telles que Renault et P.S.A. Depuis 1976, l'objectif de réduction de la consommation constitue un objectif majeur des producteurs de véhicules routiers au point qu'il apparaît parfois déterminant dans les études de conception des véhicules futurs.

Au total, le problème du pétrole, l'évolution générale des technologies et la concurrence internationale nous font entrer dans une période de forte innovation pour l'automobile.

La réduction de la consommation de pétrole résultera de :

- l'amélioration des rendements du système motopropulseur et éventuellement de modification des sources d'énergie
- la diminution de la puissance nécessaire pour assurer le mouvement ce qui exige réduction de masse des véhicules, de leur résistance aérodynamique et de la résistance au roulement.

## I — La propulsion

### 1.1 — Les moteurs

La recherche de moteurs à faible émission de gaz polluants avait entraîné en 1970-76 dans divers pays étrangers (Etats-Unis, Suède, R.F.A. etc...) des travaux très importants sur des moteurs à combustion externe : Stirling, Rankine — La Sté Chrysler avait construit pour le Gouvernement Fédéral des Etats-Unis cinquante voitures à turbine. Le moteur rotatif à explosion type Wankel a aussi eu son heure avec la sortie en grande série de voitures de Citroën (G.Z.) ou Japonaise de Mazda. Malheureusement tous ces moteurs ont

encore le grave défaut de gourmandise et la crise de l'énergie nous a paradoxalement fait retourner vers les cycles thermiques du passé. Cependant on reprend complètement l'examen des multiples options que les progrès de l'électronique ou de la mécanique rendent concurrentes pour les automobiles de 1985-95 ; c'est ainsi qu'on peut actuellement envisager aussi bien :

- le moteur à allumage commandé à 4 Temps avec ou sans suralimentation
- le moteur Diesel à injection directe ou indirecte suralimenté ; ce dernier se répand déjà dans les automobiles de haut de gamme françaises
- le moteur à 2 temps à injection et même suralimenté tel que celui de certaines motocyclettes japonaises récentes. Suzuki produit déjà la voiture Fronte à moteur de 1.100 cm<sup>3</sup> 2 Temps et 3 Cylindres. Pour l'économie de consommation il reste cependant à mettre au point l'injection.

Avec ces divers types de moteurs et l'électronique on attendra l'âge des céramiques qui restaurerait l'intérêt par exemple de la turbine. On devrait aussi satisfaire les normes anti-pollution les plus sévères.

L'apparition de la Golf à Diesel suralimenté de Volkswagen a constitué en 1979 un événement ; alors que antérieurement la suralimentation couramment pratiquée pour les moteurs de Poids Lourds avait contribué surtout à augmenter les puissances, on a eu un premier exemple de réduction de consommation très sensible ainsi que l'indique le tableau ci-dessous :

| GOLF                                                 | Consommation - Cycle U.S 1/100 km |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Diesel - Aspiration naturelle                        | 6,4                               |
| Turbo suralimenté                                    | 5,5                               |
| Turbo suralimenté et optimisation de la transmission | 4,7                               |

La turbo suralimentation s'est répandue avec succès en France et les grands progrès de la technologie japonaise des petites turbines permettent leur implantation sur les plus petits moteurs.

La géométrie variable du moteur soit dans son taux de compression soit dans le nom-

bre de cylindres en action n'a pas semble-t-il de perspectives en Europe même si aux Etats-Unis on connaît des Cadillac dont le 8 cylindres peut à la demande ne fonctionner qu'avec 4 cylindres ; 8 cylindres n'est-ce pas déjà 4 de trop ? Pourtant British Leyland poursuit des recherches dans cette voie du moteur à nombre de pistons actifs variable.

Les perspectives d'innovation à long terme sont liées aux progrès technologiques sur les matériaux à très haute résistance thermique et vibratoire, permettant d'atteindre des températures très élevées, ils amélioreront les rendements des moteurs, leur emploi apparaît progressivement pour les pistons, les soupapes, les culasses, les échappements et aubes de turbines. N'espère-t-on pas même supprimer la lubrification du contact cylindre-piston en céramique (monocylindre à l'étude chez Toyota).

### 1.2 — L'électronique

Aux Etats-Unis et au Japon la pénétration de l'électronique dans l'automobile a précédé la crise de l'énergie dans ses applications au contrôle du fonctionnement du moteur pour réduire les émissions de gaz polluants et assurer le bon fonctionnement des réacteurs catalytiques à l'échappement. Dans ces deux pays les constructeurs élaborent déjà leur électronique,

L'Europe suit activement mais plutôt avec des sous-traitants (Bosch, Ferodo, Matra-Jaeger, Thomson CSF etc...)

L'électronique intéresse notamment :

- le pilotage de l'ensemble moto-propulseur
- l'aide à la conduite et au diagnostic.

Les aides à la conduite économique se multiplieront mais on manque d'éléments pour évaluer leur utilisation par les usagers.

Il reste à apprécier si les impératifs du commerce international amèneront une domination du méthanol ou si chaque pays trouvera sa voie.

Le choix continu des meilleures conditions de fonctionnement du moteur thermique permettrait des réductions de consommations de 15 % au moins en zone urbaine. Aussi les recherches sont-elles actives pour



mettre au point des transmissions à variation continue. Auparavant l'un des progrès est l'extension de l'emploi du 5<sup>e</sup> rapport de boîte de vitesse.

Le passage de R.5 à R.5 GTL est aussi intéressant puisqu'on a pu par adoption d'un moteur légèrement plus volumineux réduire la consommation fortement comme l'indique le tableau ci-après :

| TYPE     | ANNEE | 90 km/h | 120 km/h | CYCLE URBAIN |
|----------|-------|---------|----------|--------------|
| R. 5 TL  | 1978  | 6,1     | 8,6      | 9,0          |
| R. 5 GTL | 1980  | 4,9     | 6,8      | 6,3          |

| Accumulateurs       | kwh/kg      |
|---------------------|-------------|
| Piles à combustible | 0,025 - 0,1 |
| Essence             | 11          |
| Méthanol            | 5,5         |
| Hydrures            | 1,2 - 1,5   |

A plus long terme deux types de transmissions peuvent être envisagés plus particulièrement :

— le premier type repose sur le système de la courroie dit Vandorne dont le pilotage peut être confié à des éléments électroniques fiables ; l'adaptation puissance régime moteur optimal est réalisée en permanence et de façon entièrement continue à l'aide de poulies à largeur de gorges variable. Le gain énergétique possible dépend évidemment du cycle d'utilisation mais il peut atteindre et même dépasser avec des moteurs actuels, plus de 15 %. Diverses

améliorations sont envisagées : remplacement d'une courroie par deux courroies en cascade, division de puissance, nouveau matériau pour la courroie.

— le deuxième type de transmission repose sur la division de la puissance et l'utilisation de l'hydrostatique : un pourcentage important de la puissance nécessaire à l'avancement du véhicule est transmis de façon

classique à l'aide de pignons, le reste étant transmis à l'aide d'un système hydrostatique. L'ensemble est piloté automatiquement. Il ressort qu'une telle solution appliquée à l'automobile le conduit à des gains de l'ordre de 15 à 25 % en cycle urbain par rapport au même véhicule équipé d'une boîte classique manuelle, ces gains sont plus faibles pour la motorisation diesel.

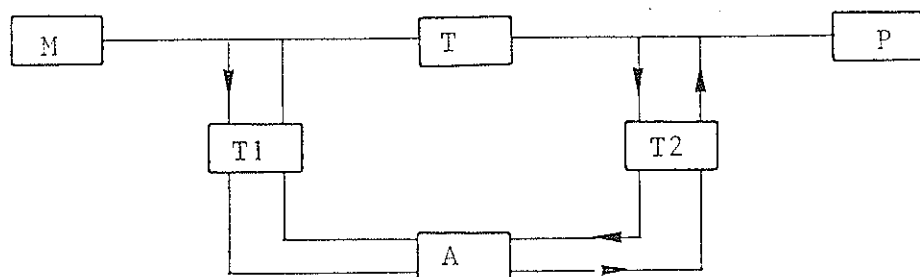
Cette solution a l'avantage d'utiliser des composants assez connus et surtout de permettre facilement la récupération d'énergie.

## LA RECUPERATION D'ENERGIE

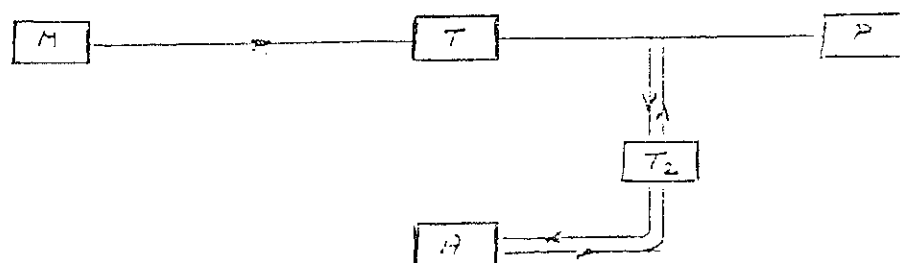
Pour l'utilisation en zone urbaine avec des arrêts fréquents, la récupération d'énergie de freinage est intéressante. Elle ne constitue qu'un cas particulier de l'hybridation dont le principe est rappelé sur le schéma ci-après :

### Schéma général de l'hybridation

avec : M moteur thermique  
T transmission  
T<sub>1</sub> et T<sub>2</sub> transformateurs d'énergie éventuellement réversibles  
A accumulateur  
P pont allant vers les roues.



Enfin, si l'on se préoccupe uniquement de récupérer l'énergie de freinage, on supprime T<sub>1</sub> ce qui conduit au schéma suivant :



Récupération énergie de freinage

Parmi les différents systèmes susceptibles de stocker l'énergie et de travailler en charge - décharge, on trouve :

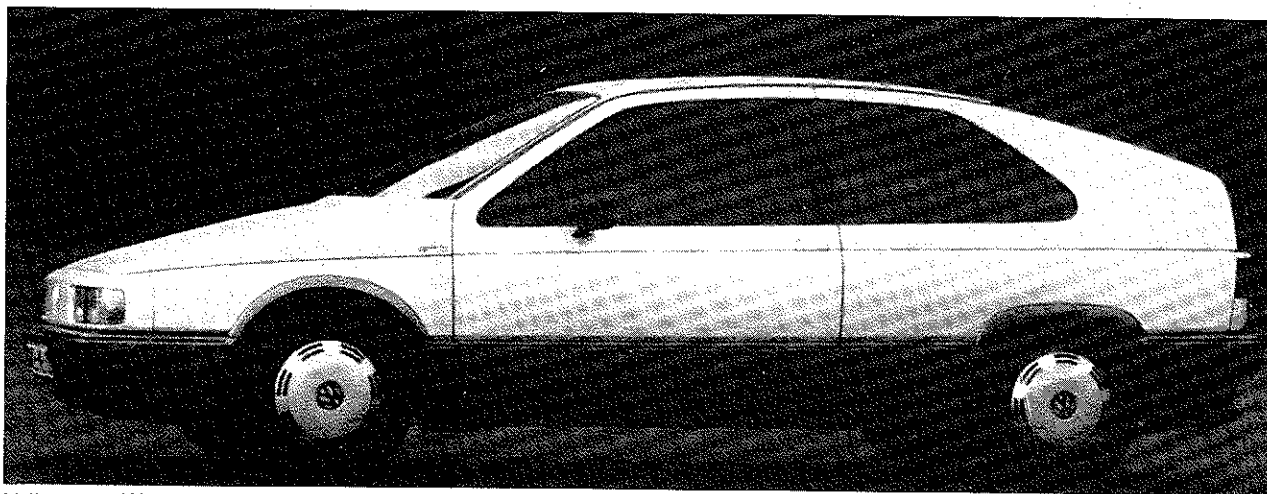
- le stockage inertiel utilisant un volant
- le stockage électrochimique utilisant des batteries
- le stockage oléopneumatique utilisant un réservoir de fluide auxiliaire.

C'est ce dernier qui semble actuellement le plus prometteur.

## II — L'architecture du véhicule

### II.1 — Forme et aérodynamisme

L'aérodynamisme est souvent évoquée pour justifier les rêves futuristes les plus hardis, or une automobile doit transporter des passagers qui préfèrent être assis... La réduction de la traînée aérodynamique a ainsi des limites, le coefficient de pénétration dans l'air, le fameux Cx est réduit plus aisément pour les voitures très longues, donc plutôt lourdes. Pour les automobiles de petite gamme il sera assez difficile d'abaisser le Cx à moins de 0,30 (contre les 0,4 actuels moyens), surtout si on veut conserver les formes classiques qu'une partie de la clientèle chérit ; le prototype Vera de P.S.A. conserve 3 volumes au prix d'un aileron à l'arrière, son Cx a pu être ramené du 0,42 de la 305 à 0,26 ; les améliorations ont porté surtout sur une multiplicité de détails (cf. fig. 2) et sur la circulation de l'air au niveau du système de refroidissement du moteur. Des silhouettes plus spectacu-

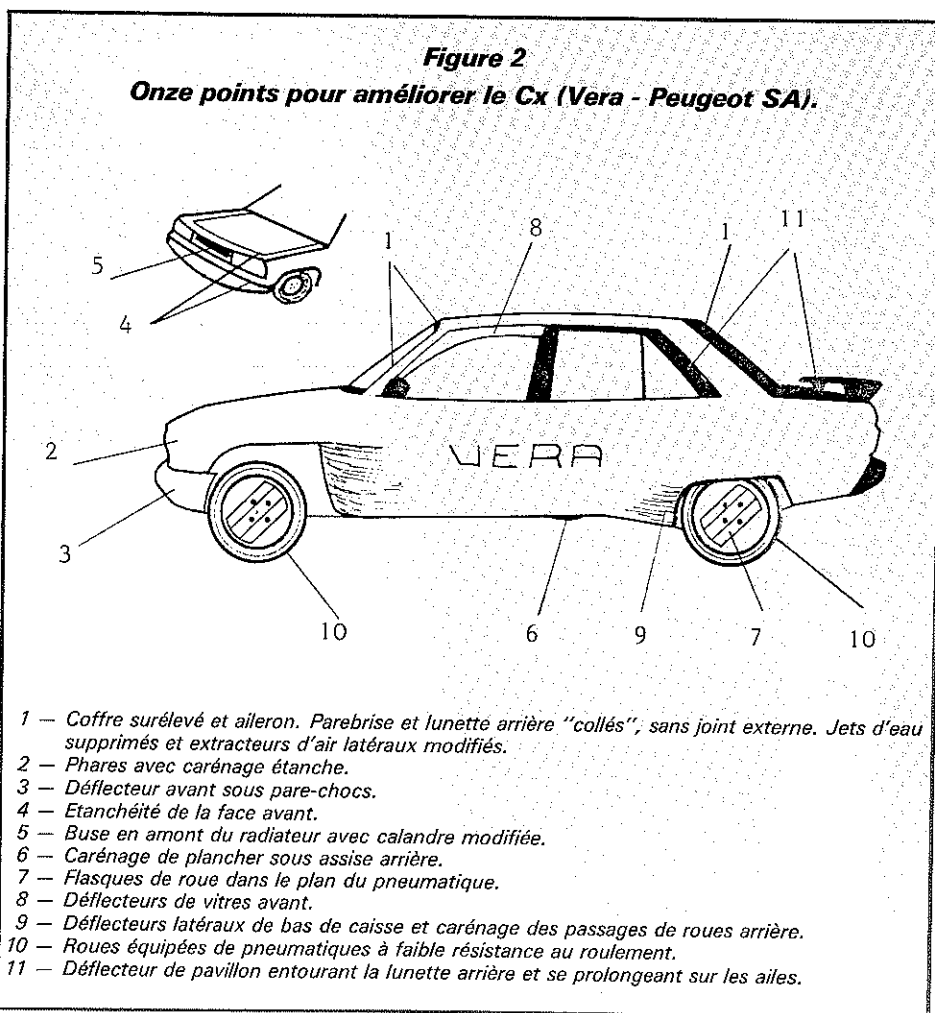


Volkswagen Werke - Auto 2000 - Cx 0,26 - Maître couple  $S = 1,86 \text{ m}^2$  - Puissance 33 KW (42 CV) - Moteur Diesel 1,2 litre.

lares apparaîtront probablement ainsi qu'en témoigne le prototype de Volkswagen mais l'habitabilité et la mode constitueront des déterminants aussi importants que le Cx surtout si on tend à généraliser et abaisser les limites de vitesse dans le monde.

## II.2 — Les matériaux et le poids des voitures

Les matériaux composant la dizaine de milliers de pièces d'une automobile sont d'une variété croissante. La fonte, l'acier ordinaire cèdent régulièrement du terrain. Les exigences de diminution de la masse accélèrent le mouvement vers l'emploi d'aciers à haute résistance élastique, de matériaux composites résines et fibres, de métal léger etc... La voiture en fibre de carbone construite par Ford pour le Gouvernement Fédéral des Etats-Unis présentait par rapport à une voiture d'habitabilité identique un poids réduit de 33 %. Un allègement supplémentaire peut être obtenu par une étude de structure complètement remaniée en fonction des caractéristiques des matériaux utilisés, les pièces peuvent être en nombre beaucoup plus réduit et assurer leur fonction propre en même temps qu'une fonction de résistance mécanique : ainsi Ford a intégré le support du radiateur dans l'ensemble mécanique d'absorption des chocs. Les recherches actuelles (SNIAS, Peugeot, Matra R.N.U.R.) font entrevoir des réductions de poids sur prototypes de 40 % ou plus. La figure 3 représente la répartition par nature de matériaux prévue par la société Porsche pour son véhicule de recherche. On remarque que l'emploi de l'aluminium est modéré car se pose le problème du coût. Aux Etats-Unis de même le coût de l'aluminium lui fait préférer, sauf pour les pièces coulées, les aciers à haute limite élastique qui offrent pour un faible prix des résistances mécaniques atteignant jusqu'à 4 fois celles de l'acier ordinaire. On estime aux Etats-Unis qu'ils représenteront



dans le futur 50 à 60 % du poids total du véhicule (cf. fig. 3). En France, on peut considérer avec Puk que l'aluminium est un produit national dont la mise en œuvre industrielle est bien connue, de plus l'aluminium se récupère à la destruction du véhicule et constitue un stockage d'énergie à sa manière. Les com-

posites n'ont pas ces qualités et sur le plan industriel la France n'est pas bien placée, aussi l'extension de l'emploi de l'aluminium observé pour les moteurs, les roues, s'étendra peut-être aux pare-chocs, et même à la carrosserie, il restera à ne pas entraîner des difficultés supplémentaires pour la sidérurgie.

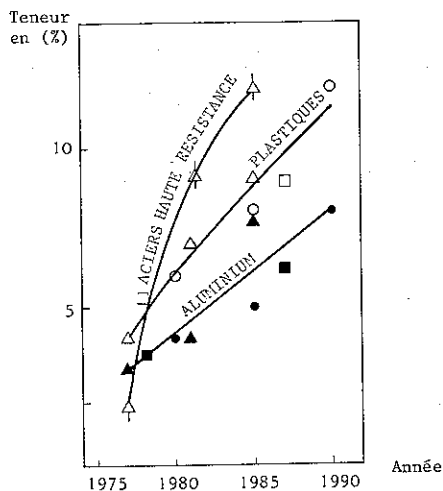


Figure 3

Teneur moyenne en plastique, aluminium et acier à haute résistance des automobiles américaines.

|               |    |        |
|---------------|----|--------|
| Plastiques ○  | Al | Aciers |
| A. Andersen • |    |        |
| J.D. Young ■  |    |        |
| A.D. Little ▲ |    |        |

### III — Perspectives et prix

Les études de prototypes lancées sous l'impulsion de l'A.E.E. et du Ministère de l'Industrie permettent d'apprécier les perspectives de consommation des véhicules neufs de 1985 à 1995. Le tableau ci-dessous rappelle très schématiquement les projets et les objectifs de consommation composite (moyenne des 3 consommations définies par la réglementation) :

|                      |      |        |          |
|----------------------|------|--------|----------|
| RENAULT              | EVE  | EVE +  | VESTA    |
| PEUGEOT              | VERA | VERA + | ECO 2000 |
| OBJECTIF EN l/100 km | 5    | 4      | 3        |

Les objectifs de 5 et 4 l. peuvent être atteints pour des voitures de gamme moyenne au prix de surcoûts importants notamment par suite de l'emploi de matériaux nouveaux. Alors qu'avec les techniques actuelles, on peut atteindre 6 l. pour un surcoût de 5 %, le surcoût actuel pour Vera serait de 25 %. Si on considère qu'avec une essence à moins de 7,5 F le litre, le marché n'accepte pas un surcoût de l'automobile supérieur à 9 % par litre au 100 km

économisé, on situe les recherches actuelles dans une hypothèse optimiste pour l'évolution des coûts de fabrication et pessimiste (?) pour le coût du carburant.

Plus lointaine encore est la perspective d'atteindre 3 l. au 100 km avec les très petites voitures des projets Vesta et Eco 2000, mais cette perspective serait plus proche pour d'éventuels véhicules à deux passagers. Une étude récente américaine constate que la grande majorité des parcours est effectuée avec une personne à bord, à partir de considérations sur l'évolution de la famille elle conclut à l'intérêt de la voiture à

deux passagers. Il ne s'agit pas remarquer d'une résurgence du concept de véhicule spécifiquement urbain justifié il y a dix ans par son encombrement, car l'analyse ne se limite pas aux parcours urbains. Reste à savoir si le marché de véhicules à 2 personnes peut intéresser les grands constructeurs d'automobile dans un pays à motorisation plus limitée qu'aux Etats-Unis.

Toujours est-il que des études de Volkswa-

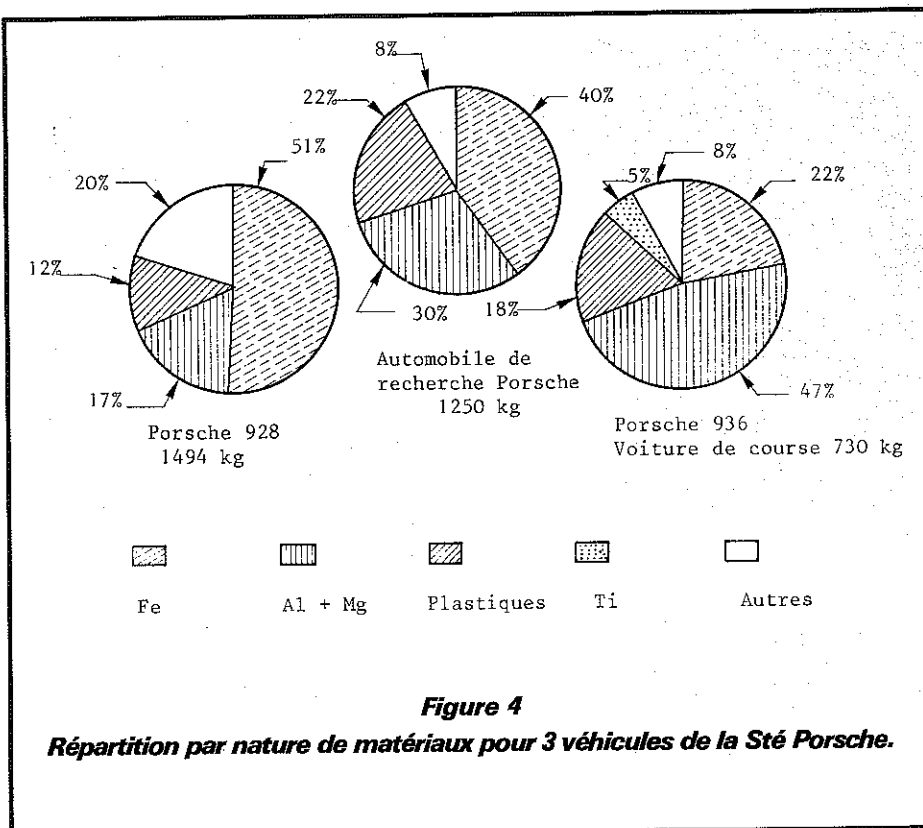


Figure 4

Répartition par nature de matériaux pour 3 véhicules de la Sté Porsche.

gen confirment pour les petites voitures à 4 places cette asymptote à 3 l/100 km.

La réduction de la consommation des voitures du futur permettra ainsi un abaissement régulier et continu de la consommation moyenne du parc ainsi que le montre la figure.

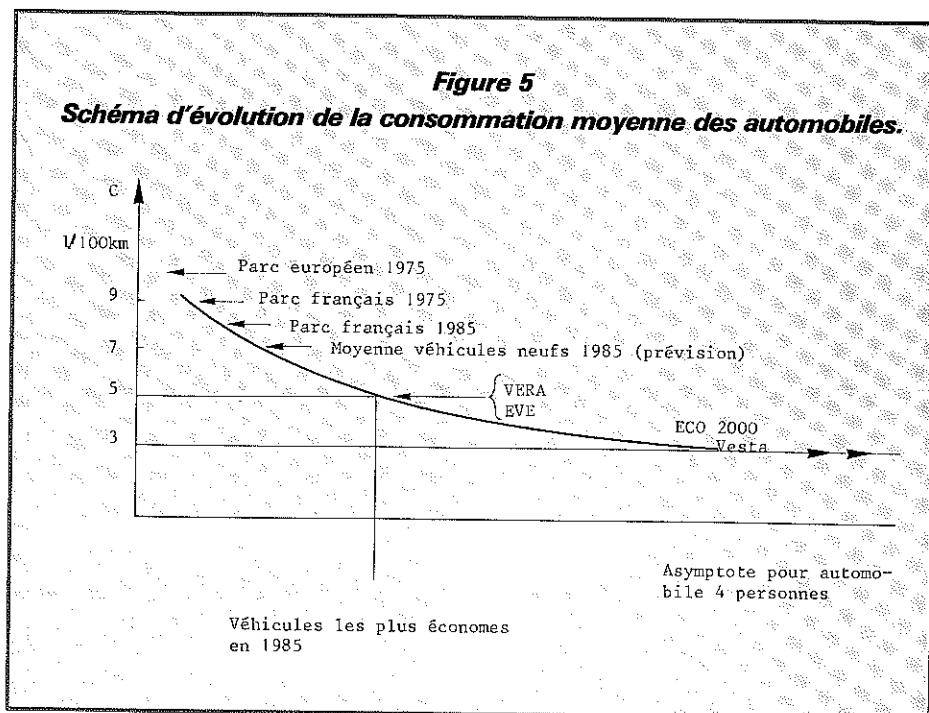
### Conclusion

Les innovations presque toujours assez coûteuses à leur début pénètrent activement l'automobile de haut de gamme et on assiste à un resserrement de l'éventail des consommations des véhicules neufs. Une 604 ou une R 30 Diesel turbo d'occasion sera-t-elle, dans le futur plus intéressante pour l'acheteur de revenu moyen qu'une voiture de milieu de gamme neuve et très étudiée sur le plan de la consommation mais chère.

Des voitures à deux passagers trouveront-elles un marché international ?

Les moteurs deux temps, l'aluminium feront-ils une percée ?

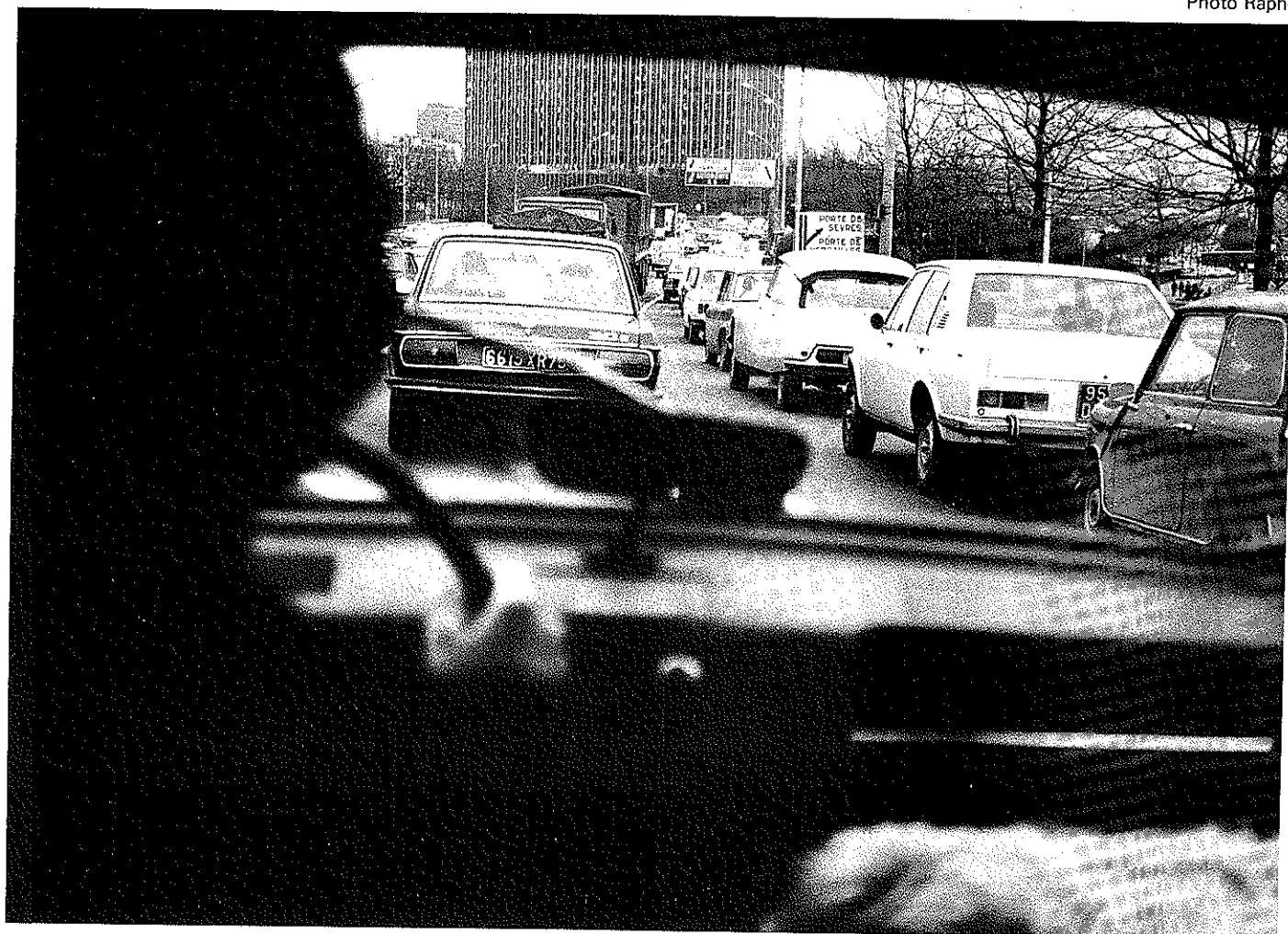
Très probablement nous verrons les progrès généralisés de l'électronique pour le contrôle et le diagnostic du fonctionnement du moteur et la possibilité de réduire de moitié en 1990 la consommation des voi-



tures neuves de gamme moyenne ; peut-être assisterons-nous à l'utilisation croissante de carburants liquides d'origine non pétrolière et d'aciers à haute limite élastique.

L'automobile qui a pu traverser pour certains modèles 25 ans et une guerre mondiale se remet à bouger.

Photo Rapho



# 344 Transports urbains et économies d'énergie

Le cas de l'agglomération parisienne

par Michel BARBIER,  
Chef du service du Plan de transport et des lignes nouvelles à la RATP

Les événements de 1973-74, puis ceux de 1979-80 ont révélé l'importance du degré de dépendance de l'économie occidentale vis-à-vis du pétrole. Aujourd'hui, le pétrole fournit encore plus de la moitié de l'énergie consommée en France.

Les transports consomment, en France, environ 22 % de l'énergie utilisée (hors pertes dans les secteurs thermiques et en ligne), ce qui les place au troisième rang des secteurs d'activité, après l'habitat et le tertiaire (40 %), et l'industrie (29 %).

Certes les transports urbains seuls ne représentent, eux, que 2,5 % de cette consommation totale, ou 4 % de la consommation française de pétrole. Néanmoins, une politique d'économie d'énergie dans les transports urbains se justifie impérativement pour deux raisons :

— par solidarité nationale : la politique d'économies d'énergie nationale ne peut donner de résultats appréciables que si tous les secteurs d'activité et toutes les entreprises y participent dans la mesure de leurs possibilités ;

— pour s'affranchir de la vulnérabilité d'un maillon essentiel à la vie quotidienne et à l'activité économique.

Dans la suite de cet article, nous traiterons uniquement le cas des transports urbains de personnes dans la région d'Ile-de-France.

## Les consommations énergétiques des différents modes de transports

Pour l'ensemble des déplacements effectués en semaine dans l'agglomération parisienne, l'automobile consomme 76 % de l'énergie utilisée, les transports en commun 20 %, et les deux roues à moteur 4 %.

Si on rapproche cette consommation de la part des déplacements effectués par les différents modes - 56 % en voiture particulière, 31 % en transports en commun, 13 % en deux roues ou par d'autres moyens, on voit que les déplacements en automobile consomment relativement beaucoup plus d'énergie que les déplacements en transports collectifs.

Les consommations unitaires des différents modes de transport, exprimées en grammes équivalent pétrole par voyageur x km, sont les suivantes, compte tenu de leur taux de remplissage moyen : autobus et SNCF banlieue : 20 GEP, RER et métro, 23 et 24 GEP respectivement pour la traction, 30 et 32 y compris l'éclairage et les équipements électro-mécaniques, automobile : 77 GEP.

Ainsi, en moyenne, par voyageur x km, la voiture particulière consomme près de deux fois et demi plus que le métro et le RER et près de quatre fois plus que l'autobus.

Mais ces moyennes sont insuffisantes pour comparer valablement les différents modes de transport.

Ainsi, pour la voiture particulière, la consommation varie fortement en fonction des conditions de circulation, et est donc très différente selon les types de liaison et la période de circulation. En outre, la consommation est beaucoup plus élevée pour les déplacements courts, car le moteur encore froid n'atteint pas son rendement optimal. Pour le métro et le RER, le facteur principal de variation de la consommation par voyageur x km est le taux de remplissage ; il en est de même pour l'autobus, la consommation du véhicule variant peu en fonction de la vitesse et de la charge.

Ainsi, l'écart entre consommations urbaines se module très fortement selon le type de déplacement : pour les déplacements effectués en période de pointe à l'intérieur

de Paris, ou entre Paris et la banlieue, le rapport des consommations unitaires de la voiture particulière et des transports en commun dépasse 10. Pour les déplacements effectués en période creuse en banlieue urbaine, ce rapport n'est plus que de 2.

En zone suburbaine l'usage de la voiture peut devenir plus économe d'énergie que celui des transports en commun classiques, mal adaptés à une demande diffuse.

C'est donc là où les transports collectifs offrent le meilleur niveau de service et sont le plus utilisés qu'ils sont le plus économes

d'énergie. De même c'est pour les déplacements banlieue-banlieue d'heure creuse, quand le réseau routier n'est pas congestionné, que la voiture particulière est la plus utilisée relativement et consomme relativement le moins d'énergie par rapport aux transports collectifs.

Compte tenu de ces données, trois réponses possibles des transports collectifs au problème de l'énergie ont été étudiées :

— comment faire face à une éventuelle crise aiguë à court terme ?

— peut-on, sans modifier le service offert, diminuer la consommation d'énergie ?

— peut-on modifier à moyen et long terme le système de transport de l'Ile-de-France pour réduire sa vulnérabilité à l'approvisionnement pétrolier.

## Réponse à une éventuelle crise de l'énergie

La RATP a étudié plusieurs scénarios de crise, allant d'une crise bénigne nécessitant une réduction de la circulation automobile de 10 %, à une crise très aiguë, nécessitant une réduction de la circulation automobile



de 80 % et déterminé dans chaque cas la réponse appropriée des transports collectifs.

Les résultats de cette analyse peuvent être résumés comme suit.

L'effort de développement du réseau ferré (augmentation de capacité de la SNCF, création de gares et d'antennes nouvelles, création du RER, modernisation du métro et extension en banlieue) a permis de réduire considérablement la charge des trains.

L'objectif que s'est fixé la RATP est de ne pas dépasser, en période de pointe, 4 voyageurs debout par m<sup>2</sup>. Cet objectif peut être atteint vers 1985. En cas de crise, il paraît tout à fait admissible d'accepter de revenir à un taux de charge de 5 voyageurs par m<sup>2</sup>. Le service peut en outre être renforcé sur certaines lignes, en introduisant quelques trains supplémentaires sans modifier l'infrastructure. Enfin, la décongestion dans Paris permettrait des gains de vitesse appréciables des autobus, donc une vitesse de rotation plus rapide se traduisant par une augmentation de la capacité de transport à parc constant. En outre, il est possible d'augmenter assez rapidement le nombre d'autobus disponibles en retardant la réforme des autobus qui a lieu actuellement au bout de 12 années au maximum (+ 300 autobus en moins d'un an).

Dans ces conditions, les transports en commun paraissent aptes à faire face sans problème grave à une crise nécessitant une réduction de l'usage de la voiture particulière ne dépassant pas 20 %.

Il faudrait néanmoins inciter les usagers à abandonner leur voiture en priorité sur les liaisons où le déploiement des transports collectifs est le plus efficace, c'est-à-dire pour les déplacements dans Paris et entre la banlieue et Paris.

Dans le contexte d'une crise grave de l'énergie, il serait non seulement nécessaire de considérer comme acceptable la capacité nominale de 6 voyageurs debout au m<sup>2</sup> mais de tolérer des taux de charge supérieurs.

En fait, la principale ressource dont la RATP pourrait disposer rapidement en cas de crise intense serait son réseau d'autobus : la considérable amélioration des conditions de circulation résultant de la totale décongestion de la voirie permettrait aux autobus d'atteindre dans Paris une vitesse de 16 km/h au lieu de 10 km/h aujourd'hui. Du seul fait de la meilleure rotation des véhicules, la capacité de transport des autobus parisiens serait alors augmentée de 60 % avec les mêmes moyens et avec le même taux de charge.

L'arrêt des réformes du matériel roulant déjà mentionné, pendant un certain temps permettrait, combiné avec la commande régulière annuelle de 350 voitures qui serait au moins maintenue, d'accroître encore cette offre de 10 % au bout d'un an. Ainsi,

le réseau d'autobus de Paris serait en mesure d'écarter le trafic des lignes les plus chargées du métro, mais le réseau de banlieue ne pourrait faire face à lui tout seul à l'accroissement du trafic en banlieue. Pour cela, il serait nécessaire d'une part de porter en banlieue une partie des autobus libérés dans Paris, d'autre part que les Pouvoirs publics fassent appel à l'ensemble des véhicules de plus de 40 places existant en Ile-de-France, afin de desservir également la zone suburbaine.

Dans ces conditions, les transports collectifs pourraient faire face à une telle crise aiguë assez rapidement, mais au prix d'une dégradation du confort, et d'une réduction de la mobilité touchant les déplacements non obligés.

## Diminution des consommations d'énergie

De même que les constructeurs automobiles s'efforcent de sortir de nouveaux modèles avec des consommations d'énergie sensiblement diminuées, un programme d'ensemble est mis en œuvre par les transporteurs pour diminuer les consommations d'énergie.

Pour l'autobus, les progrès proviendront de l'utilisation de transmissions automatiques mieux adaptées au moteur et au véhicule : convertisseurs hydrocinétiques de couple commandés par des microprocesseurs avec présélection des points de passage réglés en fonction des caractéristiques de la ligne. On compte également obtenir certains résultats en améliorant les méthodes de formation du personnel de conduite.

Toutefois, les progrès potentiels les plus importants résident dans la recherche d'une amélioration de la vitesse commerciale des autobus par réduction de la congestion.

Sur le métro, l'énergie cinétique des trains classiques est transformée en chaleur à chaque freinage. Les hacheurs de courant permettent de récupérer cette énergie sous forme d'électricité utilisable par un autre train avec un rendement intéressant. Les hacheurs évitent également la perte sous forme de chaleur de l'énergie électrique qui circule dans les rhéostats de démarrage. Secondairement, l'échauffement du tunnel est moindre et des économies d'énergie sont également possibles en matière de ventilation et de climatisation.

Sur les lignes où circulent des matériels équipés de hacheurs de courant, on a constaté une diminution de l'énergie de traction consommée de l'ordre de 30 %.

## Evolution souhaitable de la répartition modale

Comme on l'a vu, les problèmes de l'énergie vont dans le sens des autres critères généralement invoqués — accessibilité, réduction des inégalités sociales, moindre consommation d'espace, réduction des dépenses d'investissement nécessaire — pour justifier de poursuivre le développement des transports collectifs en zone dense ou moyennement dense, et d'agir dans le sens d'une augmentation de leur utilisation et d'une diminution corrélative de l'utilisation de la voiture particulière.

La RATP a étudié différents scénarios d'évolution des transports à moyen et long terme dans l'agglomération parisienne.

Ces études montrent que, en l'absence d'une poursuite du développement des transports collectifs, le dépeuplement du centre de l'agglomération et le développement de l'habitat périurbain entraînent une diminution de l'utilisation des transports collectifs, et une augmentation de la congestion.

En revanche, une politique volontariste, s'appuyant à la fois sur la poursuite des investissements du réseau ferré, sur le développement des autobus en banlieue, et sur le contrôle de l'usage de la voiture particulière en zone centrale permettrait aux

modes individuels et collectifs de jouer de façon plus satisfaisante leurs rôles complémentaires et aurait le double avantage d'assurer un meilleur fonctionnement des transports urbains pris dans leur ensemble tout en réalisant des économies d'énergie appréciables.

Pour le moyen terme, une attention particulière est actuellement portée au contrôle du stationnement, et en particulier à deux mesures simples, dont la première semble relever de la simple logique :

- faire mieux respecter la réglementation du stationnement ;
- étendre le stationnement mixte rotatif résidentiel dans Paris, le stationnement résidentiel pouvant du reste être gratuit.

Ainsi, en renforçant le contrôle du stationnement interdit de manière que la probabilité de contravention effectivement payée en cas de stationnement illicite passe de

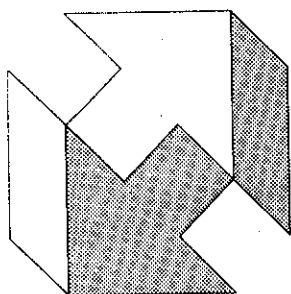
moins de 10 % (valeur actuelle) à 20 %, ce qui reste faible, les déplacements en voiture particulière diminueraient d'environ 10 % dans Paris et 5 % sur les axes Paris-Banlieue. Par contre — ce résultat est très intéressant — la meilleure fluidité permettrait une augmentation des déplacements Banlieue-Banlieue en voiture particulière dans des secteurs où la voiture a un rôle important à jouer.

Pour le long terme, la poursuite d'un effort d'investissement comparable à celui consenti au cours du 7<sup>e</sup> plan, permettrait, par rapport à une politique au "fil de l'eau", d'obtenir une diminution de 12 % de l'usage de la voiture particulière dans l'ensemble de la région, entraînant une réduction de 16 % de la consommation énergétique, combinée à un important gain de temps et d'espace. L'économie de devises résultant de la diminution de la consommation énergétique (de l'ordre de 500 MF/an) permettrait de financer une part importante des investissements supplémentaires nécessaires.

## Conclusion

A condition de poursuivre une politique volontariste de développement des transports collectifs, de poursuivre les efforts de réduction de leur consommation énergétique, et de contrôler l'usage immodéré de la voiture particulière en zone dense, la vulnérabilité du secteur des transports urbains aux approvisionnements de pétrole peut être considérablement diminuée, ils peuvent apporter une contribution appréciable aux économies d'énergie, et fournissent l'assurance d'un maintien des services essentiels, même en cas de crise grave.

**Philippe ESSIG, (Ponts 56) a été nommé Directeur Général de la R.A.T.P.**



## Micro-informatique appliquée aux TRANSPORTS COLLECTIFS

**2 février 1982 à 14 H 30 à la MAISON DES CENTRAUX**

**8, rue Jean Goujon — PARIS 8<sup>e</sup>**

### PRESENTATION DE LOGICIELS MICRO-INFORMATIQUES POUR :

- L'édition d'horaires de dessertes
- Le dépouillement de bandes de contrôle
- L'analyse financière des bilans d'entreprises
- Le calcul de prix de revient analytiques

### RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS (gratuites ; nombre de places limité).

à retourner à : Jacques ROULET, Conseil. 27, rue du Vallon des Martyrs  
37170 Saint-Avertin — Tél. : (16-47) 27.78.39.

Compte tenu du délai tardif de parution de la revue prière de réserver par téléphone.

M. .... (fonction) : .....

adresse : ..... Tél. : .....

souhaite : ☐ s'inscrire à la journée du 2 février

☐ l'envoi d'une documentation

☐ une démonstration sur place.

# Les innovations en matière d'économie d'énergie dans les véhicules utilitaires

par François ZANNOTTI,  
Président Directeur Général de RENAULT V.I.

En France, les camions, tracteurs routiers, autocars et autobus, consomment un peu plus de 10 millions de tep par an, près du tiers de la consommation de l'ensemble du transport, le quart de la totalité des transports tous modes confondus, le vingtième de l'énergie totale nécessaire à la nation.

La dépendance énergétique française (près de 75 %) est l'une des plus élevées des pays industrialisés et la mise en œuvre du programme nucléaire n'aura probablement pas d'effet sensible sur les transports routiers. Les perspectives ouvertes par les possibilités de stockage de l'électricité ou de l'hydrogène sont encore lointaines et ne semblent pas porteuses de beaucoup d'espoir en matière d'énergie de substitution embarquée.

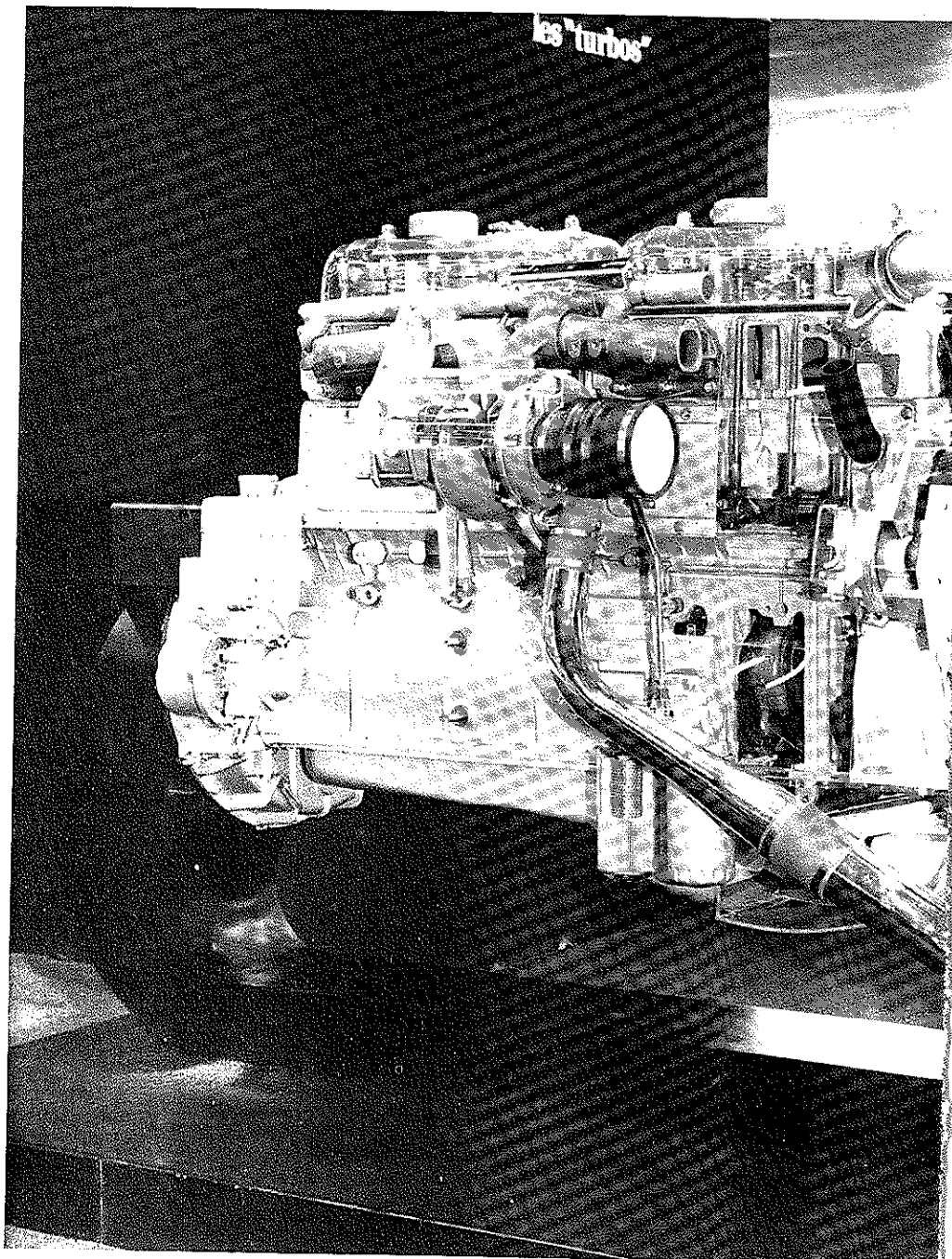
Sur la base de cette analyse, Renault Véhicules Industriels a décidé de consacrer l'essentiel de ses recherches aux économies envisageables dans l'utilisation du pétrole, au moins jusqu'à la fin de ce siècle, sans perdre de vue l'apparition éventuelle de diverses énergies de remplacement telles qu'alcool, huiles végétales, gazogène...

Dans le cadre d'une recherche visant à optimiser le bilan énergétique global d'emploi du gazole, trois axes sont aujourd'hui systématiquement et profondément explorés :

- 1) — le rendement intrinsèque du véhicule, c'est-à-dire son aptitude à utiliser dans les meilleures conditions, l'énergie contenue dans le réservoir de carburant en force de traction aux roues après avoir assuré les fonctions d'assistance à bord,
- 2) — la diminution des résistances qui s'opposent à l'avancement : le roulement, l'aérodynamique, le freinage, ce dernier absorbant les énergies cinétiques et potentielles par ailleurs non récupérables,
- 3) — l'adaptation optimisée du véhicule routier à son usage spécifique, au niveau de sa conduite, de son réglage et de son entretien.

L'amélioration du rendement des moteurs, recherchée bien avant le début de la crise de l'énergie, fait l'objet de travaux intensifs depuis 1973.

Moteur (ch 306) Diesel Turbo à air refroidi.



Les efforts portent sur quatre directions principales :

- maîtrise de la combustion : le mélange air-gazole se fait plus vite et plus complètement
- développement de la suralimentation, avec le turbo-compresseur entraîné par les gaz d'échappement, faisant entrer plus d'air dans le moteur
- recherche du rendement optimum des moteurs, en privilégiant la notion de couple à bas régime (maxi-couple) par rapport à celle de puissance à régime élevé
- refroidissement intermédiaire de l'air de suralimentation, pour augmenter la masse d'air admise et le rendement des moteurs.

Le résultat de ces recherches est un gain de l'ordre de 20 % en vingt ans, la consommation d'un véhicule de 38 tonnes est passée de 50 litres aux 100 km dans les années 60 aux environs de 40 litres aux 100 km au début de la décennie 80.

Ces travaux sur le rendement des moteurs s'accompagnent de recherches sur la mobilité des véhicules routiers : le conducteur doit pouvoir trouver le point de fonctionnement le plus économique, compte tenu de toutes les variations de charge et de vitesse imposées. Dans ce but, des chaînes cinématiques permettant des vitesses théoriques élevées ont été proposées pour des utilisations limitant la vitesse utile effective

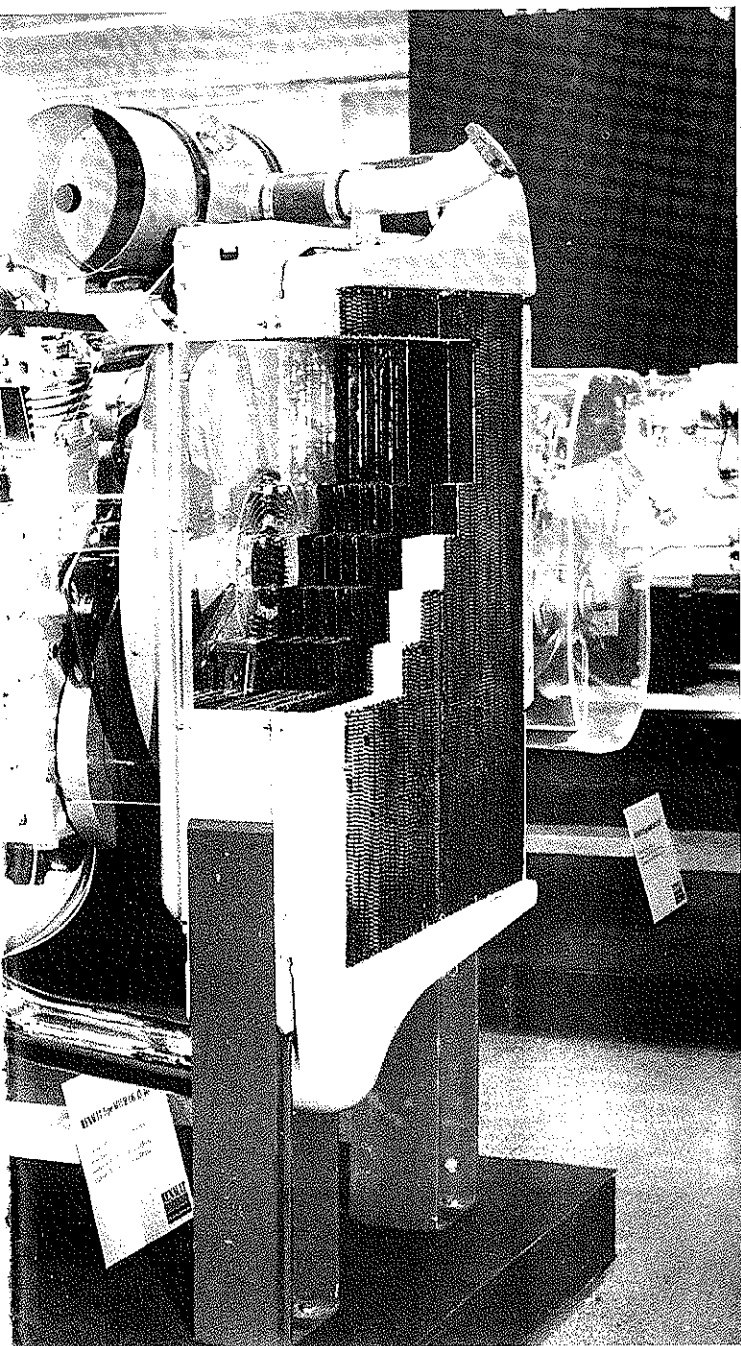
à 90 km/h au moins. Ainsi, aux vitesses les plus usuelles, le moteur tourne au-dessous de sa vitesse maximale dans toutes les zones où le rendement est le meilleur. Afin de répondre aux différents cas d'utilisation, diverses solutions de boîtes de vitesses et de couple de pont arrière ont dû être imaginées.

Les vitesses maximales permises par de telles chaînes cinématiques requièrent une attention particulière de la part des conducteurs. Pour les aider et leur permettre de s'affranchir de cette attention, des dispositifs automatiques de limitation de vitesses ont été réalisés et sont proposés aux transporteurs.

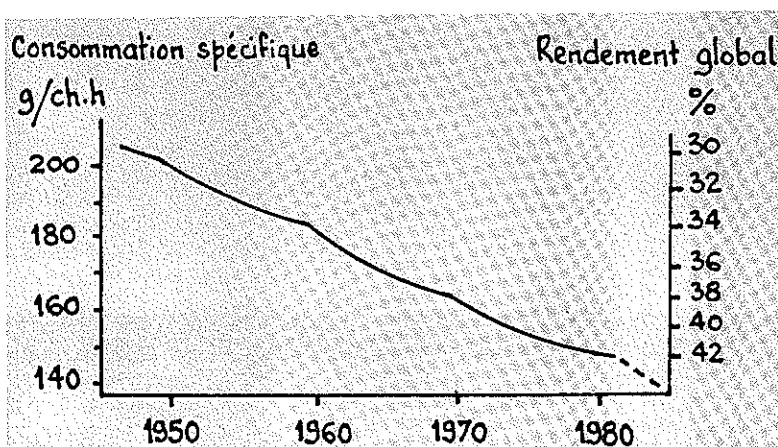
Aujourd'hui, grâce à tous ces efforts, les plus gros véhicules routiers, d'un PTR de 38 tonnes, ont une consommation moyenne de l'ordre d'un litre aux 100 km par tonne de poids roulant, avec des puissances de l'ordre de 300 à 350 ch. Leur vitesse commerciale moyenne élevée réduit sensiblement les inconvénients que présente l'insertion de ces camions dans le trafic automobile quotidien.

En termes de consommation spécifique, mesure du rendement des moteurs, en partant de 200 g/ch.h en 1950, on arrive à 150 g/ch.h en 1980, malgré une sensible détérioration du pouvoir calorifique du gazole, qui passe de 10.800 à 10.200 kcal/kg.

Cette évolution se poursuit et à court terme, des modèles encore plus sobres, mais il est vrai un peu moins performants, vont être proposés. Ils associeront aux moteurs de nouvelles transmissions automatiques pour les véhicules grands routiers, afin de leur permettre des plages d'utilisation encore plus économiques.



### Évolution du rendement maximum des moteurs de haut de gamme





R 360 V8 Turbo

Photo Renault

Après avoir vu ce qui a été réalisé pour perfectionner la transformation de l'énergie entre le réservoir et la roue, il convient de mentionner les recherches destinées à réduire les efforts s'opposant à l'avancement des véhicules.

L'avènement du pneu à carcasse radiale, au cours des années 1950, a permis d'abaisser de façon spectaculaire la résistance au roulement. Il reste à l'utilisateur à surveiller étroitement la pression des pneumatiques, un pneumatique légèrement sous-gonflé pouvant augmenter la consommation.

La résistance de l'air est également un facteur très important : pour un poids-lourd de 38 tonnes, à la vitesse maximale autorisée de 80 km/h, l'aérodynamique et la résistance au roulement jouent dans les mêmes proportions : 50 %/50 %. Les déflecteurs de toits de cabine permettent de réduire ce paramètre : à des vitesses de croisière élevées, et dans des conditions favorables, des économies de carburant de 3 à 5 % peuvent être observées.

Pour apprécier les interactions des grands axes de recherche retenus, évaluer les incompatibilités et assurer leur synergie, Renault Véhicules Industriels a lancé l'étude d'un véhicule de synthèse complé-

tement repensé dans le futur contexte énergétique et sociologique.

L'essentiel des efforts de recherche avancée de la marque y est consacré, accompagné d'une aide des Pouvoirs Publics. Ce programme, baptisé Virages (Véhicules Industriels de Recherche Améliorant la Gestion de l'Energie et la Sécurité) a pour objectif de réduire la consommation d'un tiers à l'horizon 1990, objectif d'autant plus ambitieux que les derniers points de rendement sont difficiles à atteindre. Ce projet prend également en compte la limitation des nuisances telles que le bruit, tout en améliorant sécurité, confort et exploitation.

Cette démarche dans le domaine des transports de marchandises s'accompagne, dans celui des transports de voyageurs, d'études spécifiques.

Le programme COREBUS, "Consommation REduite des autoBUS", a pour objectif un gain de consommation de 15 % au passager-kilomètre, en adaptant spécifiquement à l'exploitation urbaine le moteur Diesel suralimenté et en réduisant les pertes des auxiliaires. Ce réglage, appliqué à l'autobus PR 100 dès 1983, sera monté en série sur l'autobus futur R 312 en 1985.

Le programme AUROCH, "Autobus Urbain à Rendement Optimisé et rendu Confortable par l'Hydrostatique", devrait

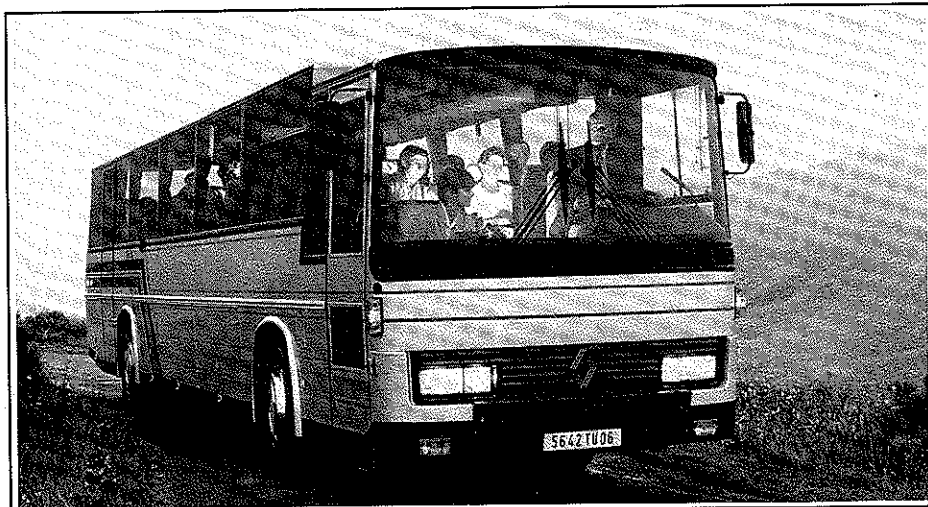
permettre, un peu plus tard, d'accroître encore les gains de consommation de 15 %, en utilisant une transmission continue par boîte hydromécanique et stockage oléopneumatique permettant récupération, stockage et recyclage de l'énergie cinétique actuellement gaspillée dans les freins.

Les consommations des autocars, dès aujourd'hui très raisonnables, devraient également encore diminuer. Un essai routier du Renault PR 14 SR indique une consommation de 24,3 litres/100 km à 78 km/h de vitesse moyenne, soit 0,46 litre/100 par passager, montrant ainsi que l'autocar est l'un des moyens de transport de personnes les plus économes.

Des gains de l'ordre de 30 % peuvent être espérés par la réduction des résistances à l'avancement et l'allègement du poids mort. Un projet de réalisation d'un véhicule de synthèse, ICARE "Innovation pour un CAR Résolument Econome" est actuellement proposé aux Pouvoirs Publics. Les conclusions en sont attendues vers la fin de la décennie, avec comme objectif, une réduction de près de 50 % du S.Cx et du poids mort du véhicule.

De tels objectifs obligent à sortir des sentiers battus. Nombre de solutions techniques actuellement retenues par la majorité des constructeurs d'autocars sont remises





*Autocar de grand tourisme PR 14 SR Turbo air refroidi.*

en cause, avec une nouvelle conception des organes essentiels, des formes redessinées, une image différente, sans pour cela diminuer les prestations d'habitabilité et de confort...

Renault Véhicules Industriels participe très fortement à cette stratégie de recherche et d'innovation. Elle y consacre 4,5 % de son chiffre d'affaires, soit l'un des ratios les plus élevés du monde dans les entreprises comparables.

La continuité de cet effort, qui permet déjà d'enregistrer des résultats très encourageants dans le domaine des économies d'énergie, consolide sa place dans les premiers rangs de la compétition internationale.



le transport  
urbain dans  
le monde

12, rue Jules César - 75012 Paris - tél: 346.11.26



# Les plans de circulation et l'énergie

par C. GRESSION,  
I.P.C. — Chef du C.E.T.U.R.

L'enjeu de la circulation urbaine est très important puisque la consommation d'énergie y est de 10 millions de T.E.P. dont 25 % environ pour le transport des marchandises. Tous les efforts possibles doivent donc être entrepris pour réduire de façon sensible cette consommation.

D'une manière générale, on peut affirmer que des aménagements permettant de décongestionner la voirie sans entraîner des trafics induits de manière notable sont susceptibles de réduire la consommation globale de carburant, du fait des **économies de décongestion** : un véhicule en moins dans la circulation urbaine permet d'économiser 20 litres pour 100 kilomètres qu'il aurait parcouru lorsque la vitesse moyenne est de 20 km/h, 30 à 35 litres pour 100 kilomètres pour une vitesse moyenne de 15 km/h et 50 litres pour 100 kilomètres pour une vitesse moyenne de 10 km/h.

Les premiers plans de circulation qui étaient destinés à répondre à une demande explosive de circulation automobile dans les villes ont accru la fluidité du trafic et ont donc eu un bon impact sur la consommation énergétique d'un déplacement mais n'ont pas nécessairement conduit à une diminution globale de la consommation d'énergie compte tenu des trafics induits.

Sans vouloir abandonner cet objectif de fluidité de la circulation automobile, il faut constater que d'autres modes de déplacement sont nettement moins consommateurs en énergie que la voiture particulière.



Lyon : Rue de la République.

Pour cette raison et pour d'autres (protéger l'environnement, permettre la mobilité de tous y compris des non motorisés) des plans de circulation plus judicieux ont été élaborés qui s'appuient plus particulièrement sur les transports collectifs et la création de secteurs piétonniers centraux : ils permettent ainsi une amélioration générale des conditions de déplacement tout en contribuant à celle de l'environnement.

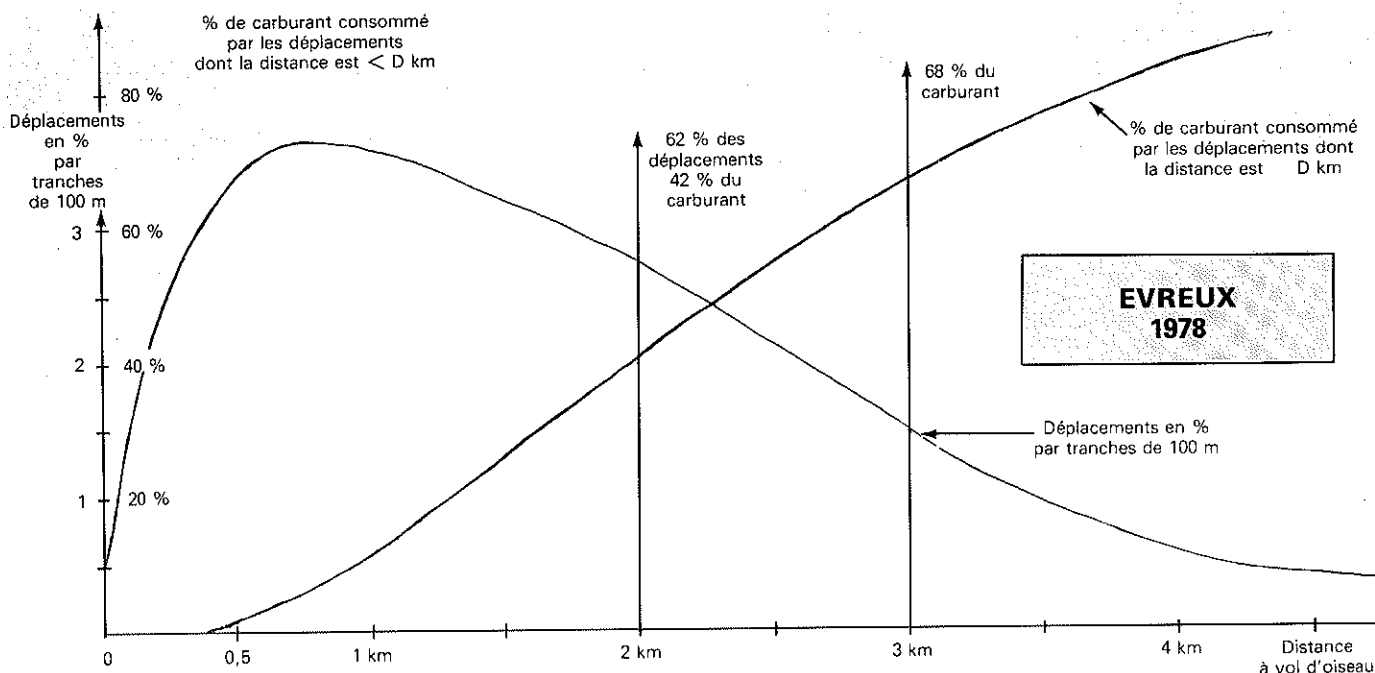
Avec le développement de modes aussi peu consommateurs en espace qu'en énergie (transports collectifs, marche à pied, 2 roues), la consommation d'énergie par déplacement a corrélativement baissé. Toutefois, l'accroissement global de la mobilité dans les villes françaises a conduit, avec l'extension des périphéries des villes, à un accroissement continu de la consommation d'énergie, ou plus précisément de carburant (plus de 95 % de l'énergie consommée dans les transports) jusqu'en 1980 : par exemple le plan de circulation de Besançon réalisé aux alentours des années 1974-1975, s'il ne s'est pas traduit par une diminution de la consommation totale de carburant, a permis cependant un fort accroissement de mobilité pour un coût énergétique particulièrement faible. Certaines améliorations de fluidité de la circulation automobile ont pu conduire à des effets relativement intéressants sur le plan énergétique lorsque des contraintes sérieuses de stationnement limitaient l'induction de trafic.

| Modèle                                           | Gramme d'équivalent pétrole par passager kilomètre transporté |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Vélosolux                                        | 9,1                                                           |
| Cyclomoteur moyen                                | 15,4                                                          |
| Véломoteur 2 temps                               | 28,6                                                          |
| Voiture particulière en région parisienne        | 62                                                            |
| Voiture particul. dans les autres grandes villes | 52                                                            |
| Autobus RATP                                     | 19,4                                                          |
| Réseaux de province                              | 22,1                                                          |

Les plans de circulation actuels sont donc souvent satisfaisants lorsqu'ils privilégient des modes peu consommateurs en énergie (tout en laissant une place plus judicieuse à l'automobile). Mais il faut encore aller plus loin dans le sens de la réduction de carburant à la condition bien sûr de maintenir de bonnes conditions de déplacement et de transport pour préserver l'équilibre socio-économique des villes.

*Or les déplacements courts (moins de 3 kilomètres) effectués en voiture particulière sont particulièrement consommateurs en énergie.* En effet, le moteur n'a pas eu le temps de prendre sa température et son régime de marche normale et il consomme 40 % de plus environ que lorsque le déplacement est plus long. Sur le premier kilomètre la consommation départ à froid est même 2 à 3 fois supérieure à ce qu'elle est départ à chaud. Or plus de la moitié des déplacements urbains en voiture particulière font moins de 2 kilomètres (distance à "vol d'oiseau"). Ces déplacements courts consomment plus de 3 millions de T.E.P. (soit beaucoup plus que leur part de véhicules x kilomètres).

Dans le cas d'Evreux, l'analyse d'enquêtes réalisées en 1978 donne les résultats suivants :



62 % des déplacements y font moins de 2 kilomètres (à vol d'oiseau) ce qui correspond à près de 42 % du total du carburant consommé à Evreux.

Une action très importante doit donc être entreprise pour transférer ces déplacements vers des modes moins consommateurs et plus spécialement la marche à pied et l'usage des deux roues légers.

Pour promouvoir cette action, il faut entreprendre :

- d'une part des campagnes d'information destinées aux automobilistes pour leur indiquer le coût réel pour eux de ces déplacements courts effectués dans leur voiture.

- d'autre part des aménagements urbains de qualité pour rendre agréables et sûrs les déplacements à pied et en 2 roues. Il convient de penser spécialement au rabattement vers les transports collectifs, aux liaisons entre les établissements scolaires, les zones industrielles et les quartiers d'habitation.

Les plans de circulation de la 3<sup>e</sup> génération devront donc impliquer une meilleure connaissance de leurs effets énergétiques et, à ce titre, se donner comme une de leurs priorités la promotion de la marche à pied et des deux roues légers pour effectuer les déplacements courts.

Mais ils devront aussi comporter les orientations suivantes :

- utilisation de la régulation du trafic comme moyen d'amélioration de la fluidité

des contraintes (aires piétonnes, rues mixtes, couloirs réservés aux autobus) pour limiter les phénomènes d'induction résultant de l'amélioration de la fluidité.

- actions sur la distribution des marchandises en exploitant au maximum les moyens réglementaires et en essayant d'améliorer les techniques de la distribution.

Si les plans de circulation peuvent ainsi conduire à minimiser la consommation d'énergie en ville tout en visant à répondre à un besoin de déplacement toujours croissant, il importe de ne pas les dissocier de préoccupations plus globales pouvant se traduire soit par des investissements (réalisation d'une infrastructure routière de contournement pour la circulation, axe lourd pour les transports collectifs, trolleybus, tramways), soit au niveau de la politique de l'urbanisme (type et localisation de l'urbanisation nouvelle, amélioration de l'environnement et des équipements socio-économiques des quartiers, etc....).

du trafic automobile et de celle des transports collectifs et donc comme moyen d'améliorer l'efficacité énergétique des déplacements. Une expérience importante pour mesurer l'efficacité énergétique de la régulation va bientôt avoir lieu à Caen.

- meilleure prise en compte du stationnement et d'une manière générale de certain

# Les carburants de substitution : l'approche française

par Armand CARLIER,  
Ingénieur en Chef des Mines  
Chargé de mission à la Direction des Hydrocarbures

L'intérêt apporté par la France au développement de carburants de substitution est amplement justifié à maints égards et rejoint plusieurs préoccupations majeures de notre politique énergétique.

Si l'on excepte le cas relativement limité de l'électrification ferroviaire, le secteur des transports est le seul secteur d'activité où jusqu'à présent aucune substitution notable d'autres sources d'énergie n'est venue concurrencer le règne absolu des produits pétroliers.

La rigidité de la demande de ces produits, qui atteint 27 Mt tep par an (15 Mt de supercarburant, 3 Mt d'essence ordinaire, 9 Mt de gazole) est une source préoccupante de vulnérabilité : en cas de crise grave de notre approvisionnement pétrolier, les Pouvoirs Publics seraient contraints de mettre en place d'urgence des produits de remplacement quel qu'en soit le coût. L'effort technologique consacré auparavant à la mise au point de filières de production et à la résolution des problèmes d'utilisation serait alors fort utile. Au-delà même de l'objectif permanent d'économie d'hydrocarbures, le recours à des carburants de substitution revêt donc un caractère stratégique.

Par ailleurs, comme on va le voir, les carburants de substitution peuvent constituer un moyen efficace de pénétration du charbon et des énergies nouvelles (biomasse) dans notre bilan énergétique. De la même façon, les résidus pétroliers lourds dont notre outil de raffinage va être structurellement excédentaire du fait de l'alourdissement de notre approvisionnement en brut peuvent trouver là une valorisation.

## I — Quels produits de substitution à partir de quelles matières premières ?

Une hypothèse doit être considérée tout d'abord : celle de la fabrication d'hydrocarbures synthétiques à partir de charbon.

Une telle voie paraît de peu d'intérêt pour un pays comme la France. Qu'il s'agisse en effet de procédés de liquéfaction directe

(hydrogénation) ou indirecte (procédé Fischer-Tropsch) le prix de revient des hydrocarbures produits est aujourd'hui très élevé, même si le charbon utilisé est extrêmement économique. Compte tenu de la consommation d'énergie élevée de ces procédés (énergie fournie par le charbon lui-même), et du coût des ressources charbonnières françaises, il sera sans doute toujours plus économique de développer ces techniques sur les carreaux de mines à bas coût d'extraction (grands gisements de charbon ou de lignite à ciel ouvert d'Australie ou des U.S.A.) que de transporter ce charbon en France.

Une nuance mérite cependant d'être apportée à cette opinion du fait des recherches en cours sur un procédé indirect nouveau mis en évidence par Mobil très récemment, la synthèse d'hydrocarbures à partir de méthanol grâce à la mise au point de catalyseurs adaptés du type filtre moléculaire (zéolithes).

Les développements éventuels de cette technique et l'intérêt que nous accordons par ailleurs à la gazéification du charbon et au méthanol justifient qu'une attention sérieuse soit accordée à de tels procédés, même s'il paraît difficile d'escompter des résultats opérationnels à court terme. Dans la même optique de préserver toutes les éventualités à long terme, un soutien actif doit être accordé à des recherches amont sur la production d'hydrocarbures par des micro-organismes (*botryococcus*) ou par des plantes (*euphorbe*).

L'avantage des hydrocarbures de synthèse est en effet de ne nécessiter aucune modification des véhicules ou des réseaux de distribution du carburant et d'économiser ainsi à la collectivité des investissements coûteux.

Le cas des hydrocarbures synthétiques mis à part, reste un domaine très vaste des différents produits liquides susceptibles de se substituer aux carburants traditionnels. Il s'agit de composés oxygénés tels que les alcools ou les éthers (1).

1° Le méthanol est le plus simple et un des plus connus d'entre eux. Il présente le double avantage d'être le seul carburant de

substitution qui atteint aujourd'hui la compétitivité industrielle avec le supercarburant et de pouvoir être produit à partir d'une large variété de matières premières dont certaines d'origine nationale : gaz naturel par réformage (c'est aujourd'hui la source principale du méthanol utilisé par la chimie) mais aussi bois ou charbon préalablement gazéifiés.

En regard, l'utilisation de méthanol en mélange dans le carburant soulève des problèmes techniquement délicats mais qui peuvent être résolus :

- démixtion (séparation en deux phases) en présence de traces d'eau, à faibles concentrations et en dessous de certaines températures ceci impose absolument d'ajouter au méthanol un tiers solvant ou agent compatibilisant qui évite la démixtion dans les conditions normales d'utilisation. Ces tiers solvants sont des alcools supérieurs (à plus grand nombre d'atomes de carbone) comme les butanols,

- tension de vapeur élevée à haute température et faible ou nulle à basse température, ce qui peut provoquer des pannes par tampon de vapeur ou des difficultés de démarrage,

- corrosion de certaines matières métalliques ou plastiques utilisées dans les automobiles.

Par contre, le méthanol présente un bon indice d'octane particulièrement valorisé lorsqu'on l'utilise dans le supercarburant et une bonne aptitude à brûler en mélange pauvre.

2° L'éthanol peut également être utilisé en mélange à l'essence ou au supercarburant au prix de difficultés analogues à celles du méthanol et plutôt moins accentuées. L'obs-

(1) Une autre voie, non évoquée dans la suite mais qui présente néanmoins un intérêt certain est celle des huiles végétales (colza par exemple) utilisées après traitement comme substitut au gazole dans les moteurs diesels. Le programme français comporte une action spécifique en ce sens, confiée au COMES et à l'I.F.P.

tacle essentiel qui s'oppose à ce que de tels mélanges soient généralisés aujourd'hui est purement économique : le prix de revient de l'éthanol de fermentation agricole (betterave, topinambours, etc...) est 2 fois plus élevé que celui du supercarburant.

3° Il en est de même pour les alcools supérieurs (en C3 C4 C5 etc...) à la nuance près que ces alcools pouvant solubiliser le méthanol — dont on a vu qu'il atteignait la compétitivité — ont une valeur d'usages en tant qu'additif, supérieure à celle du supercarburant.

C'est la raison de l'intérêt qui est accordé à la fermentation acétobutylique, qui produit un mélange d'acétone et de butanol apte à solubiliser du méthanol.

La très grande variété de matières premières utilisables est une autre raison de s'intéresser à cette filière. Non seulement en effet les plantes glycogènes (betteraves, topinambours, sorgho, etc...) peuvent être utilisées directement mais en outre les substrats celluloseux (paille, tiges de maïs, plantes fourragères), après hydrolyse, peuvent être traités dans la mesure où les sucres en C5 et en C6 sont fermentescibles par cette voie.

## II — Comment atteindre le parc automobile ?

La difficulté essentielle du développement des carburants de substitution — et son originalité par rapport à d'autres programmes technologiques (nucléaire, armement, etc...) — tient non pas aux problèmes scientifiques et techniques à résoudre, quelque délicats et complexes que ceux-ci puissent être, mais aux difficultés, lourdeurs et inerties qui s'attachent à la diffusion à des millions de consommateurs d'un produit industriel de production de masse : le carburant.

Cette difficulté spécifique a plusieurs facettes ou illustrations qu'il convient d'avoir à l'esprit :

- il faut que les 25 millions de véhicules du parc existant puissent continuer à rouler sans que leurs propriétaires soient contraints à des modifications ;
- le lancement d'un carburant nouveau suppose des investissements de distribution (45.000 points de ventes de carburants en France) très importants ;
- si des véhicules adaptés à un carburant spécifique doivent être envisagés, il convient de l'annoncer plusieurs années à l'avance aux constructeurs automobiles ;
- le lancement d'un carburant nouveau pose des problèmes de compatibilité avec les carburants des pays voisins : nos automobilistes doivent pouvoir traverser les frontières et les étrangers trouver en France un carburant adéquat.

Pour toutes ces raisons et aussi parce qu'il n'existe pas immédiatement des disponibilités suffisantes de produits de substitution compétitifs (ce ne saurait être aujourd'hui que le méthanol), il est envisagé de procéder en deux phases distinctes.

a) Dans une première phase, susceptible de démarrer dès 1982-83 l'addition au supercarburant de pourcentages faibles de produits oxygénés sera autorisée.

Les pourcentages de méthanol, éthanol, tiers solvants éthers autorisés seront tels que la qualité de service du supercarburant restera inchangée (consommation spécifique notamment, le meilleur rendement du moteur compensant le léger appauvrissement calorifique du mélange).

Le supercarburant est choisi pour cette première étape à la fois parce que c'est le produit où sont le mieux valorisés les bons indices d'octane des produits oxygénés et parce qu'il présente, avec 15 Mt/an de consommation, le plus fort potentiel d'économie de pétrole.

L'objectif de cette première phase est de créer un marché national des produits de substitution.

Parallèlement à l'ouverture de ce créneau que permettra l'ouverture des spécifications techniques du supercarburant, un programme de R et D est engagé pour d'une part mettre au point des filières de production nationales compétitives, d'autre part, résoudre les problèmes d'utilisation de carburants spéciaux à plus forte teneur (tels que le méthanol pur par exemple).

b) Dans une deuxième phase ultérieure, un carburant nouveau serait lancé. Il devrait utiliser un réseau de distribution spécifique (l'utilisation des pompes à essence ordinaire est une hypothèse qui peut être étudiée) et s'adresserait à des véhicules adaptés.

On conçoit que cette phase ultérieure ne pourra être envisagée qu'au vu des résultats de la première phase. Elle dépendra en effet des possibilités de production industrielle compétitive de produits de substitution, de la percée éventuelle de procédés de production d'hydrocarbures synthétiques, de la concertation avec les pays voisins, etc...

La condition essentielle d'engagement de cette deuxième phase sera bien entendu l'évolution du prix du pétrole. Que la conjoncture actuelle de dépression du marché pétrolier se prolonge, que la situation temporaire de surplus de production que nous connaissons soit prolongée par la percée des technologies du "nouveau pétrole" (récupération assistée accrue, huiles lourdes, pétrole marin des grands fonds) dont les réserves potentielles sont colossales, et cette deuxième phase serait reportée à longue échéance. Au contraire, qu'un nouveau choc pétrolier survienne, que des événements graves au Proche-Orient provoquent des tensions brutales du marché, voire une rupture profonde d'approvisionnement et l'engagement de cette deuxième phase devrait être décrétée d'urgence.

## III — Les actions en cours

Les actions engagées correspondent à l'approche qui vient d'être décrite.

a) Depuis quelques mois un programme d'essais en vraie grandeur sur flottes de

véhicules est en cours. Près de 1 000 voitures roulent avec des mélanges susceptibles d'être autorisés en première phase, c'est-à-dire à des taux inférieurs à 10 % de produits oxygénés.

Au terme de ces essais, c'est-à-dire dans le courant de 1982, il devrait être possible de définir les mélanges autorisés. Les forces du marché devraient alors conduire les distributeurs de carburant à vendre du super incorporant ceux des produits de substitution qui sont compétitifs (méthanol très probablement).

b) Parallèlement est en cours de définition et sera engagé dès 1982 un programme d'expérimentation de filières de production nationale de produits de substitution afin de déterminer celles qui se présentent le mieux aux plans économique et technique.

Des pilotes pré-industriels et équipements de recherche ou de démonstration seront donc engagés en matière d'oxyvapo-gazéification du charbon, gazéification à l'oxygène du bois, synthèse du méthanol et des alcools supérieurs, fermentations acétobutylique et éthylique, voire hydrocarbures synthétiques si des voies originales du type Mobil ou microorganismes méritent d'être explorées.

Cet effort s'accompagne naturellement d'un accent mis sur les recherches de base en amont (biotechnologie de la fermentation par exemple et sur les études et expérimentations en matière de biomasse (cultures énergétiques, collecte de la biomasse) auxquelles le Commissariat à l'Energie Solaire associe les centres techniques compétents (INRA, CEMAGREF).

Le programme en cours de mise en œuvre représente environ 200 MF par an.

On a vu que les caractéristiques particulières du problème des carburants de substitution justifiaient dans ce domaine plus qu'ailleurs un "pilotage par l'aval", tant il est vrai que les enjeux de cette affaire se situent essentiellement à l'interface de l'industrie pétrolière et de l'industrie automobile.

Aussi, les industries pétrolières et de la construction automobile sont-elles associées à la gestion de ce programme au même titre que le monde agricole et le monde de la recherche.

L'approche adoptée, progressive et pragmatique peut décevoir les amateurs de sensationnel : il n'est pas proposé à ce stade de nos connaissances de lancer dès aujourd'hui un "carburant vert" nouveau que l'état des techniques et les contraintes de compétitivité de nos activités économiques ne justifient pas. Mais l'ambition à terme n'est pas moins considérable : si le développement des filières que nous étudions tant à partir de charbon (méthanol) qu'à partir de biomasse (éthanol, acétone-butanol, méthanol ex bois) débouche, les disponibilités françaises dans les matières premières concernées pourraient permettre d'ici 10 à 15 ans de substituer des productions nationales à la moitié du carburant automobile au prix d'un effort technologique et d'investissement somme toute inférieur à ce qu'aura coûté le programme électronucléaire français.

# réalisations dans les D.D.E.

*Direction Départementale de l'Équipement du Gard*

## DÉVIATION DE LA RN 106 DANS LE PROLONGEMENT DU BOULEVARD OUEST DE NIMES

### Présentation générale

La RN 106 dans le département du Gard constitue la liaison Nîmes-Alès et par delà la liaison Sud entre la Vallée du Rhône et les Cévennes. Actuellement cet itinéraire traverse l'agglomération nîmoise avec son flot de convois exceptionnels en direction d'Alès et de la Grand-Combe.

Malgré un relief accidenté et dans le cadre d'une future rocade nîmoise la déviation de la RN 106 permettra de relier la RN 106, en direction d'Alès, à l'échangeur Nîmes-Ouest de l'Autoroute A9 par un réseau urbain à 4 voies et 2 fois 2 voies complété par une déviation rase campagne à 2 voies dans une première étape.

La déviation de Nîmes se décompose en deux sections :

- la section milieu urbain de 1100 m, à 2 fois 2 voies en zone suburbaine (trafic T2) ;
- la section rase campagne de 3800 m. à 2 voies en zone de garrigue (trafic T1).

Cette déviation prolonge le Boulevard Ouest de Nîmes à 2 fois 2 voies, construit en 1965 - 1968 lors de la réalisation de la ZUP de Pissevin.

### Historique du projet

La section rase campagne a été déclarée d'utilité publique le 18 mai 1966 prorogée le 26 février 1971.

La section milieu urbain a été déclarée d'utilité publique le 27 mars 1973.

Les études préliminaires se sont déroulées pendant les deux années suivantes sur la base d'un orthophotoplan établi à partir de vues aériennes.

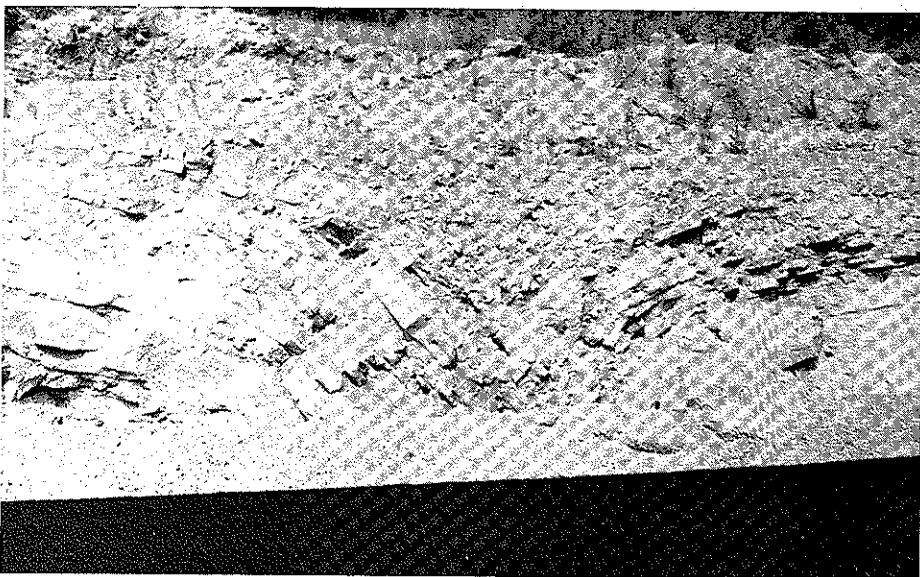
En effet il était pratiquement impossible de reconnaître le terrain, de par la végétation de garrigue, la présence de murets de pierres sèches (clapas) qui délimitent un ensemble de petites propriétés les "mazets". Ces "mazets" occupés le week-end par les citadins, souvent bien gardés, présentent

quelquefois un aspect architectural particulier dans la garrigue nîmoise qui au prix d'adaptations en cours de travaux nous a fourni un support intéressant pour un aménagement paysager.

Le projet a été pratiquement établi en 1975, et les expropriations se sont déroulées en 1976.

A cette époque, par analogie avec l'aménagement récent du Boulevard Sud de Nîmes le projecteur avait envisagé des carrefours du type "giratoire percé" avec feux tricolores.

A l'expérience ce type de carrefour s'est trouvé très vite saturé sur le Boulevard Sud et par APD modificatif de janvier 1978 :



*Plissement de calcaire.*



*Voûte massif ancien chemin d'Anduze.*



# réalisations dans les D.D.E.

— le carrefour du CD 999 (ex RN 99) Route de Sauve a été dénivelé, à l'aide d'un ouvrage PSGN

— le carrefour d'extrémité côté Alès RN 106 dévié - RN 106 s'est vu amputée de deux sens de circulation entre Nîmes et la déviation, ce qui en cours de travaux, sous la pression des élus, nous a conduits à rajouter un ouvrage pour dénivelier le sens Alès - Centre-Ville sous la déviation.

## Les terrassements

Après un brûlage de la végétation dans les emprises et une destruction des murets de pierres sèches, il s'est avéré que sur la totalité du projet le calcaire hauterivien affleure. Les problèmes occasionnés par les terrassements rocheux étaient essentiellement liés à la présence d'habitations dans la section milieu urbain. Les explosifs ont été néanmoins employés avec mesure des vibrations, il faut noter que dans ce type de calcaires il est conseillé d'utiliser les explosifs en période sèche afin de limiter la transmission des pressions.

Des mesures effectuées par le CETE d'Aix-en-Provence ont permis d'infirmer certaines assertions de riverains en matière d'intensité des ondes de choc. Par ailleurs les fluctuations des plans de clivage ne permettaient pas de prévoir de profil à profil la pente optimum des déblais ce qui a conduit à adopter un profil type dans la zone de déblais importants et adapter au fur et à mesure de l'avancement.

D'autre part la réutilisation des matériaux de déblais en remblais a permis de mettre en évidence un foisonnement de 30 % après compactage.

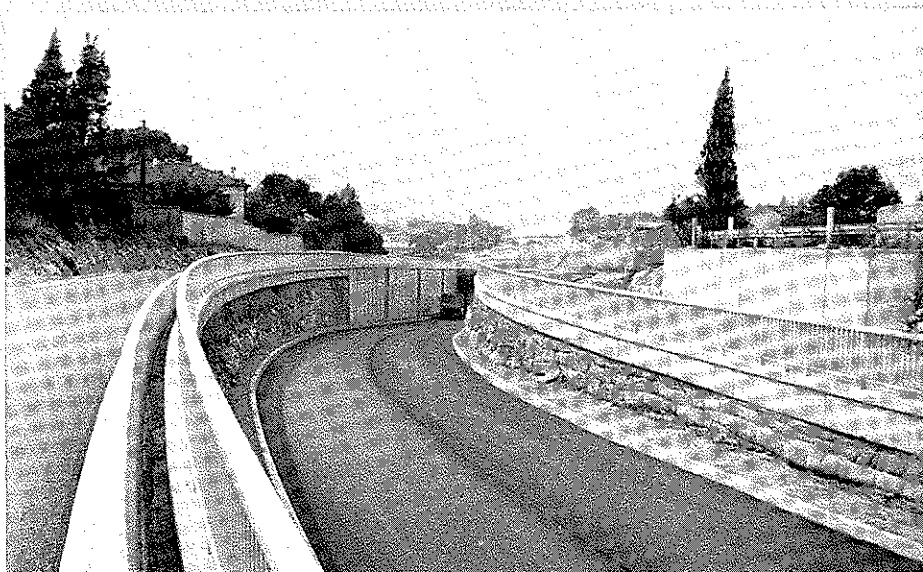
Le cube de déblais pour la totalité des travaux était de 250 000 m<sup>3</sup>, le cube de remblais de 200 000 m<sup>3</sup>.

La section rase campagne étant réalisée à 2 voies les terrassements ainsi que les ouvrages d'art ont été anticipés pour la future deuxième chaussée.

## Les ouvrages d'art

Les ouvrages d'art sont les suivants : un passage piétons cadre de 4 X 2 m, un pont béquille PSBQ, trois passages inférieurs portiques ouverts, un passage PSGN avec deux trémies sous le CD 999 pour les deux voies centrales de la déviation, un ouvrage voûté massif sur une voie communale et un pont à poutres précontraintes sur la voie SNCF Nîmes-Alès.

Ces ouvrages sont de conceptions différentes afin de s'harmoniser avec le cadre naturel.



P.S.G.N. Carrefour C.D. 999.



P.S.B.Q. du chemin des Charmettes.

L'ouvrage béquilles élané en agglomération permet de réduire l'aspect imposant d'une tranchée de 8 m dans la roche massive.

Le PSGN à l'entrée de l'agglomération tout en assurant une continuité géométrique à l'itinéraire cache une fraction importante du trafic de l'espace visuel et de ce fait réduit considérablement les incidences sonores sur le bâti existant.

Le pont voûté massif en zone périurbaine à proximité des carrières de Barutel où furent extraits la plupart des matériaux de construction de la cité romaine, s'intègre particulièrement bien dans le contexte géographique et historique du site.

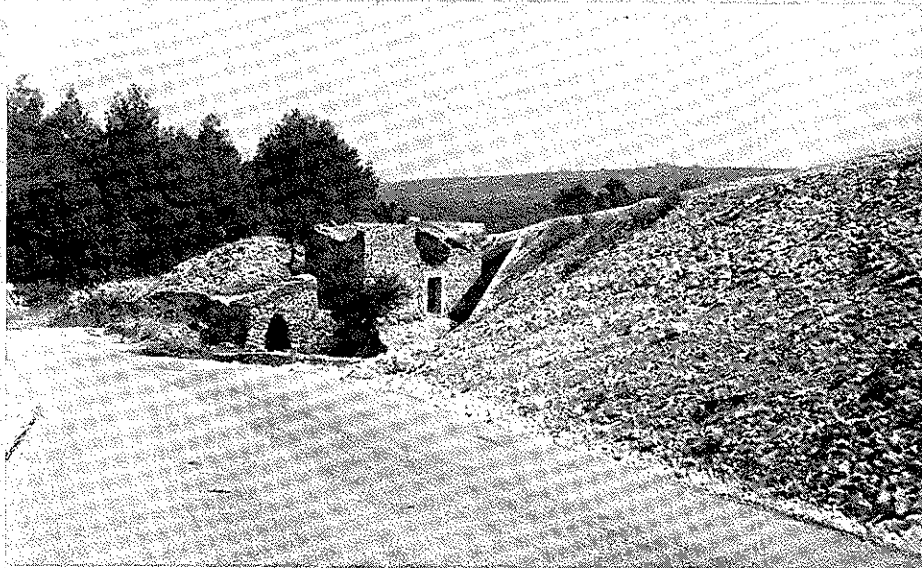
## Protection des Capitelles

A l'instigation du CERAR (Centre d'Etudes et de Recherche de l'Architecture Rurale) et diverses associations nationales, régionales et locales, un ensemble architectural découvert en cours de chantier a pu être protégé. Il s'agissait d'un ensemble constitué d'un mazet et deux capitelles en pierres sèches. Les capitelles, constructions de pierres sèches (claveaux en encorbellement) rappellent à échelle réduite les constructions mycéniennes tel le trésor d'Atrée, ou plus près de nous, les Bories du Lubéron.

# réalisations dans les D.D.E.

La petitesse des claveaux et la gélivité du matériau ne permettent généralement pas une conservation supérieure à 2 ou 3 siècles, bien que le site de tels habitats puisse remonter au dire des spécialistes au néolithique récent. Ces constructions présentent néanmoins un intérêt pour le patrimoine récent de la région, abris de bergers ou, comme celle qui a été préservée, lieu de stockage de la récolte d'olives. En effet le fond de cette capitelle en forme de cuvelage permettait de mesurer la récolte. Le nombre de mesures était apposé sur une "lauze" de l'entrée. Une inscription "3 lièvres 1806" donne un élément de datation.

Cet ensemble se trouvait normalement enchâssé dans un talus de remblais sous l'accotement de la route. Un ripage de l'axe et un mur de soutènement particulier ont permis de sauvegarder cet ensemble. Des "étagères" en béton armé horizontales permettront d'habiller ce mur dans le même appareil que les constructions préservées. Ce travail est en cours de réalisation par une association de jeunes bénévoles, ce qui permet de penser que l'investissement de 250 000 F qu'a coûté le mur de protection n'est qu'un premier pas vers l'aménagement du site qui il faut bien le reconnaître a été frappé par la déviation de Nîmes.



*Protection des Capitelles.*

## Les chaussées

La chaussée par souci d'économie et compte tenu du sol support a été sous dimensionnée par rapport au catalogue des structures, la couche de fondation n'est pas traitée, la couche de surface a été diffé-

## Conclusion

Un tel projet est ressenti comme une réalisation nécessaire à tous les niveaux. Néanmoins le fait que ce projet a eu une gestation très longue et a connu des modifications tout au cours des quinze années qui

précèdent a accredité dans l'esprit des riverains la thèse suivante "toute modification est possible à tout instant".

Il a donc fallu expliquer sans compter à tous les comités, syndicats, associations, accorder ce qui était logique, ce qui était possible, refuser et expliciter ce qui ne pouvait pas être admis.

Le montant total des opérations milieu urbain et rase campagne est de 54 000 000 F.

# réalisations dans les D.D.E.

*Direction Départementale de l'Équipement de Maine-et-Loire*

## LE NOUVEAU PONT SUR LA LOIRE A SAUMUR

### I — Description de l'ouvrage

Le nouveau pont a été étudié par la D.D.E. de Maine-et-Loire avec le concours technique du S.E.T.R.A. et l'assistance architecturale du Cabinet A. Arsac.

Situé à environ 1 km en aval de l'actuelle ligne de ponts (RN 147) il présente les caractéristiques suivantes :

- Une longueur de 740 m entre culées, avec 6 travées de 103 m de portée, et 2 travées de rive de 61 m.
- Trois des sept piles sont situées dans le bras principal (bras Sud) de la Loire, deux autres sur la pointe de l'île Millocheau, deux autres dans le bras Nord.

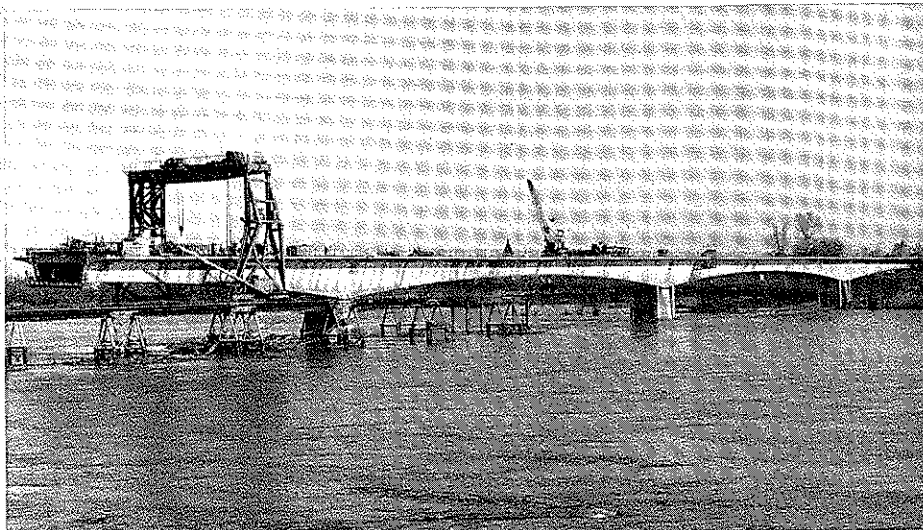
Le tablier, d'une largeur totale de 16 m, comporte une chaussée de 3 voies de circulation, côté aval, et une piste cyclable bidirectionnelle de 3 m et un trottoir, côté amont (côté Saumur).

Cet ouvrage se raccordera à la voirie existante sur chacune des 2 rives de la Loire pour se prolonger ensuite par les déviations Nord et Sud de Saumur, et constituer ainsi le nouvel itinéraire de déviation de la RN 147.

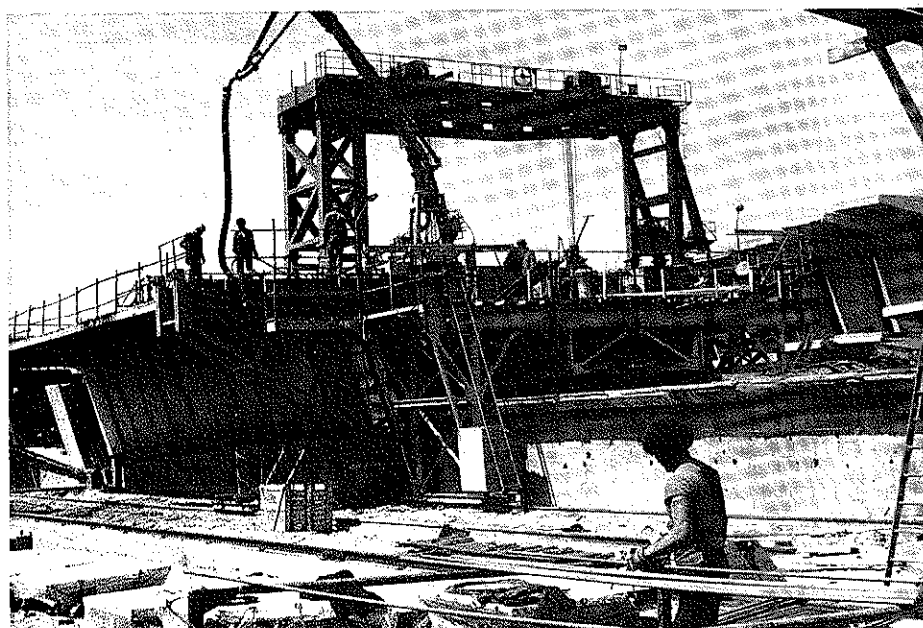
### II — Fondations

La coupe géologique comporte, de haut en bas : une couche de sable de Loire comportant par endroits des lits de cailloux, une couche de calcaire marneux décomposé, une couche de calcaire sain légèrement fracturé. L'épaisseur de ces différentes couches varie d'une rive à l'autre.

La profondeur de la couche de calcaire sain a imposé le recours à des fondations profondes : semelles circulaires de diamètre 12 m et d'épaisseur 2,50 m, chaque semelle coiffant 6 pieux cylindriques en béton armé de 1,60 m de diamètre chacun et de hauteur variable entre 14 et 20 m, suivant la profondeur de calcaire sain (les culées reposent chacune sur 6 pieux cylindriques de diamètre 1 mètre et de 26,50 m de hauteur).



*Vue générale de l'ouvrage en cours de construction.*



*Vu de l'atelier de préfabrication des voussoirs.*

Les semelles et les piles sont réalisées à sec, à l'abri d'un batardeau. Le marché prévoyait un batardeau rectangulaire de palplanches métalliques mais l'entreprise a proposé une solution plus économique, avec batardeau constitué par un empilement de viroles cylindriques en béton armé.

Cette solution de l'entreprise a été adoptée pour les 5 premiers appuis, mais la difficulté de havage de ces viroles dans un sol plus compact que prévu a nécessité de revenir, pour les 2 derniers appuis, dans le bras Sud de la Loire, au batardeau de palplanches initialement prévu.



# réalisations dans les D.D.E.

## III — Piles

Les piles massives étudiées spécialement par l'architecte Arsac, ont une base losange et une tête rectangulaire, raccordées par des faces en plan incliné. La tête de pile est divisée en 2 plots séparés ce qui facilite l'accès aux appareils d'appui de l'intérieur du tablier.

## IV — Tablier

Le tablier est constitué par une poutre-caisson continue à 2 âmes inclinées, précontrainte longitudinalement, avec un hourdis nervuré tous les 2 mètres. La hauteur du tablier varie paraboliquement de 2,90 m à la clé, à 5,90 m sur appuis. Les 7 fléaux, construits par encorbellements successifs de voussoirs, sont tous identiques. Chaque travée de rive comporte en outre une poutre d'épaisseur constante (2,90 m) de longueur 10 m, posée sur cintre.

La Loire est classée navigable jusqu'au bec de la Vienne à l'amont de Saumur : un gabarit de navigation de 6 m X 40 m par rapport au PHEN a été réservé dans le bras principal de la Loire (bras Sud).

La précontrainte utilise le procédé S.T.U.P. - Freyssinet, avec des unités 12 T 15 :

- 34 à 36 câbles de fléau par âme ;
- 32 à 34 câbles de continuité par travée, sortant dans des bossages en hourdis inférieur.

## V — Equipements

Les équipements comprennent notamment :  
— 2 joints de dilatation F T 250, aux extrémités du tablier ;

— Appareils d'appui type Tetron (Néoprene Téflon) ;

- appui fixe sur pile centrale P 4,
- ligne d'appuis amont : glissants unidirectionnels, (sens longitudinal)
- ligne d'appuis aval : glissants bidirectionnels.

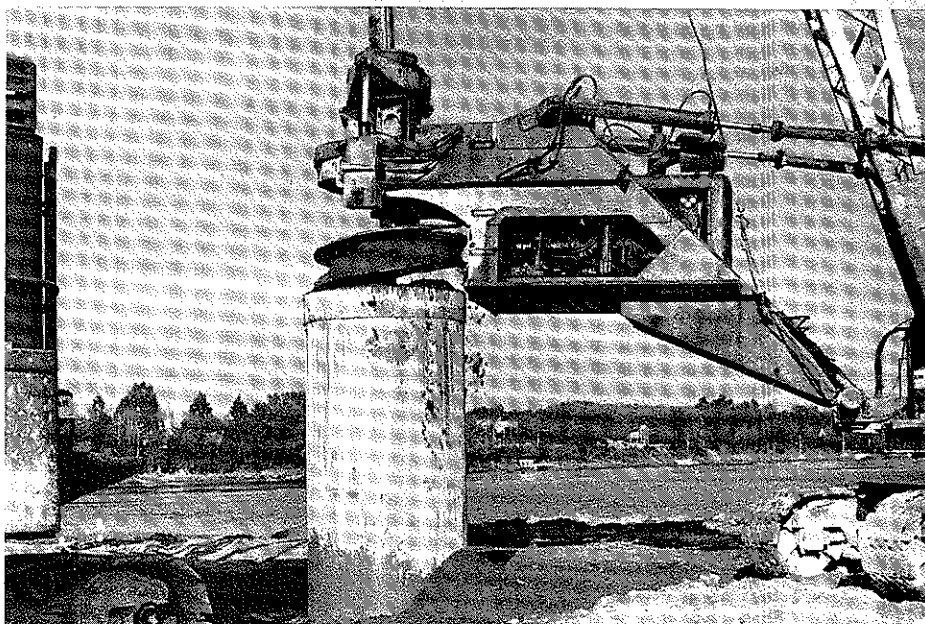
— Chape d'étanchéité type hydroplast (PVV 50) ;

— Séparateur béton type G.B.A. entre chaussée et piste cyclable ;

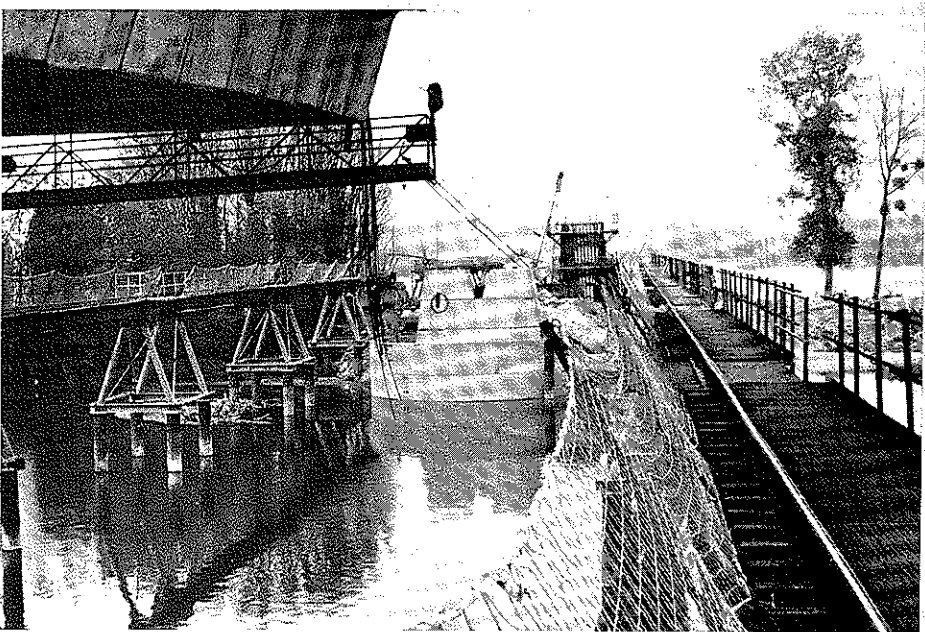
— Garde-corps en tubes et tôles d'acier galvanisé avec corniche intégrée à l'amont côté trottoirs.

— Barrière lourde type B.N. 4 à l'aval côté chaussée ;

— Corniche en B.A. en éléments de 2 m de longueur, préfabriqués.



Forage des puits Ø 1600.



Vue sur une pile avec son batardeau en viroles de béton armé.

## VI — Réalisation

L'usage d'un cintre étant exclu pour la réalisation du tablier, celui-ci ne pouvait être exécuté que par encorbellements de voussoirs, soit par voussoirs coulés sur place, avec des équipages mobiles symétriques, soit par voussoirs préfabriqués à terre. C'est cette dernière technique qui a été choisie par l'entreprise Coignet, compte tenu de la longueur et du délai d'exécution relativement court (2 ans non compris les accès Nord et Sud) : entre autres avanta-

ges, cette technique facilite le contrôle de la qualité du béton, et laisse à celui-ci le temps de durcir et d'effectuer son retrait avant mise en tension ; en revanche, elle pose des problèmes d'étanchéité aux joints entre voussoirs, difficiles à maîtriser notamment lors des injections des câbles de précontrainte (contrairement aux voussoirs bétonnés sur place).

Les voussoirs sont préfabriqués sur le chantier, sur deux "douxines" en béton qui adoptent la forme de l'intrados.

Les voussoirs ont été réalisés en longueur constante de 2 m du fait de la limitation des moyens de levage de l'entreprise (la lon-

# réalisations dans les D.D.E.

gueur initialement envisagée était de 3,20 m). Le tablier comporte 367 voussoirs, chaque voussoir sur pile étant en outre divisé en 2 éléments superposés.

Chaque fléau est construit par encorbellement avec encastrement provisoire sur la pile : en outre, 4 palées provisoires entretoisées 2 par 2 et reposant sur la semelle assurent la stabilité du fléau en cours de construction. Après clavage, le fléau repose sur une simple ligne d'appuis et les palées provisoires sont retirées.

La totalité des installations de chantier se trouvant sur la rive droite (Nord) de la Loire, la réalisation du tablier se fait à l'avancement, fléau après fléau, du Nord vers le Sud.

Le transport des voussoirs s'effectue :

- du stock vers le tablier, par un portique roulant sur rails ;
- sur le tablier, par un chariot sur rails ;
- de l'extrémité du tablier déjà réalisée, jusqu'à l'emplacement définitif, par un portique se déplaçant sur 2 chemins de roulement, disposés de part et d'autre du tablier et reposant sur des palées provisoires en Loire. Ces chemins de roulement sont démontés et remontés au fur et à mesure de l'avancement du tablier.

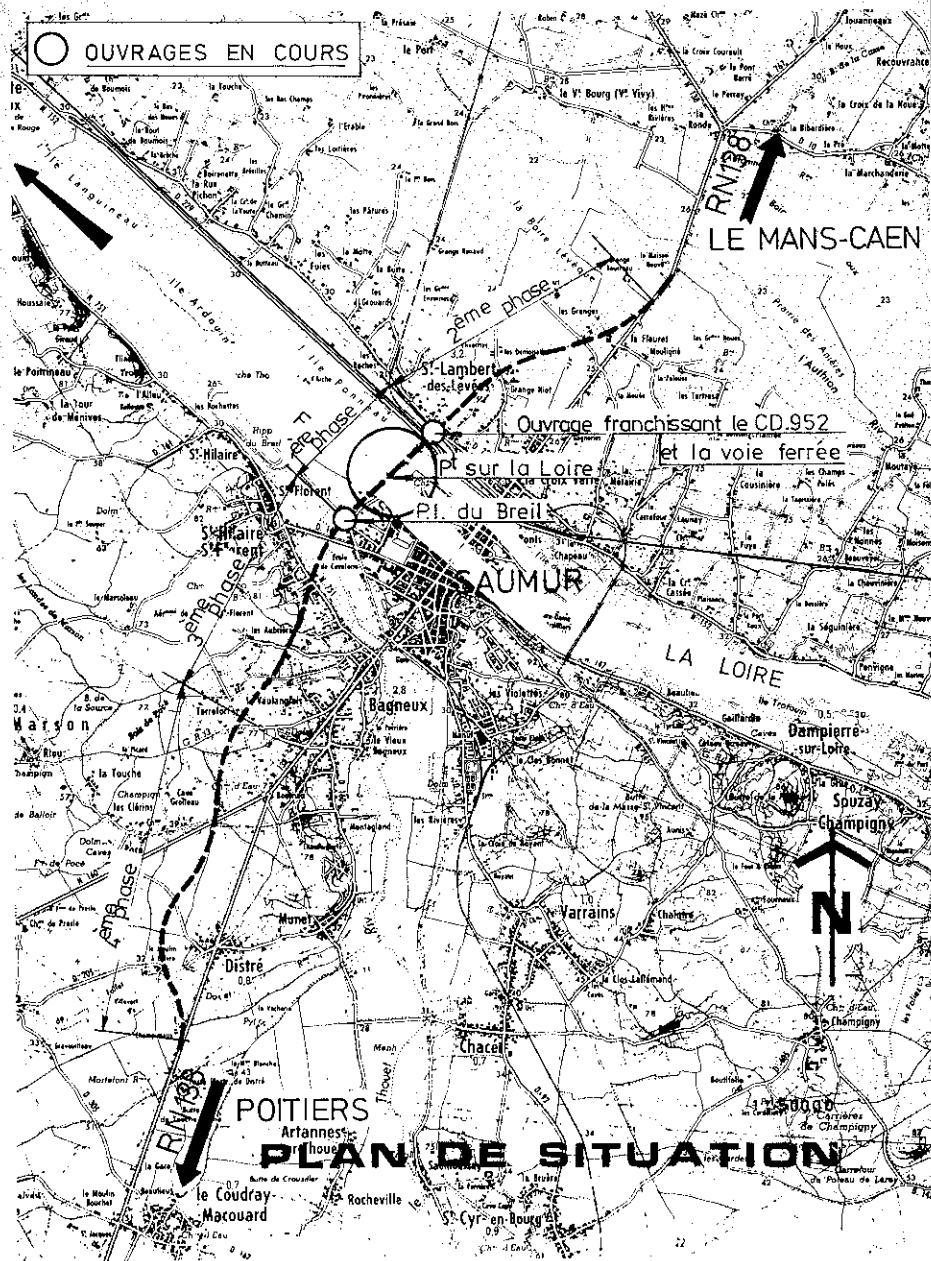
## Financement et réalisation des travaux

Le pont proprement dit qui s'intègre dans une opération de 59 M.F. comprenant les raccordements routiers, est estimé à 38,5 M.F.

Son financement est assuré par l'Etat (42,5 %), l'Etablissement Public Régional (42,5 %), le Département de Maine-et-Loire (12 %) et la Ville de Saumur (3 %).

- Maîtrise d'Ouvrage : Etat
- Maîtrise d'œuvre : Direction Départementale de l'Équipement de Maine-et-Loire (Service Grands Travaux)
- Conception et Conseil Architectural : Bureau d'Architecture A. Arsac.

Le service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (S.E.T.R.A.) le Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées des Ponts-de-Cé, ont collaboré avec la Direction Départementale de l'Équipement pour effectuer les études de ce projet (A.P.D., rédaction du marché) et comme conseil technique pendant la réalisation. En outre, le Laboratoire Régional de Blois a effectué les contrôles radiographiques des injections des câbles de précontrainte.



## ENTREPRISES PARTICIPANT AUX TRAVAUX

Entreprise titulaire du marché

Goignet Entreprise

Sous-Traitants :

- Terrassements
- Pieux
- Ferrailage
- Précontrainte (Assistance technique et injections)
- Chape d'étanchéité, enrobés
- Joints de chaussée

T.P.P.L. et Garçon  
Trindel  
Davum  
S.T.U.P.  
Salviam-Brun  
Cipec

## QUELQUES QUANTITES

|                                     |                      |
|-------------------------------------|----------------------|
| — Remblais contigus à l'ouvrage     | 10.000 mètres cubes  |
| — Béton pour ouvrage                | 16.000 mètres cubes  |
| — Acier pour béton armé             | 1.450 tonnes         |
| — Acier pour béton précontraint     | 490 tonnes           |
| — Surface des chaussées sur ouvrage | 11.600 mètres carrés |
| — Longueur de l'ouvrage             | 740 mètres           |



# La Vie du Corps des Ponts et Chaussées

## Colloque de l'AX

### "TECHNIQUES DE POINTE : QUELLE PLACE POUR LA FRANCE ?"

17 — 18 mars 1982 à Paris

#### Un débat essentiel pour l'avenir de nos Industries

L'Association des Anciens Elèves de l'Ecole Polytechnique (AX) organise les 17 et 18 mars 1982 à Paris, un grand colloque sur le thème :

#### "TECHNIQUES DE POINTE : QUELLE PLACE POUR LA FRANCE ?"

Il s'agit d'un débat essentiel pour l'avenir de l'industrie française, dans tous les secteurs d'activité.

Lieu de rencontre et d'échange entre spécialistes de techniques différentes, ce Colloque sera le rendez-vous des responsables qui vivent sur le terrain de l'action quotidienne les défis mondiaux posés à nos industries.

La première journée sera consacrée au thème : "dans l'environnement mondial : quelles ambitions pour l'Industrie Française ?".

La deuxième journée sera consacrée au thème : "l'environnement intérieur : quelle place et quels moyens pour les Techniques de Pointe ?".

Les journées seront organisées en séances plénières et tables rondes.

Les débats s'appuieront sur des dossiers publiés quelques semaines avant le Colloque et consacrés aux techniques suivantes : aéronautique et espace, biotechnologie, informatique, robotique, nucléaire, électronique et optronique, télécommunications, exploitations des ressources marines et sous-marines, chimie fine etc...

Ces débats seront animés par des personnalités de très haut niveau représentant tous les courants de pensée, parmi lesquelles ont peut déjà citer MM : E. Barsalou Président Bertin et Cie — F. Bour Directeur Général SATEC — R. Chevalier Directeur Général Délégue SNIAS — J. Couture Conseiller du Président Directeur Général, Président IFP — H. Curien Président du CNES, Président du Conseil de l'Agence Spatiale Européenne — A. Dejou Président du Conseil d'Administration de l'Ecole Polytechnique, Délégue Général E.D.F. — G. Denielou Président de l'Université de Technologie de Compiègne — J. Dondoux Directeur Général des Télécommunications — P. Germain Secrétaire Perpétuel de l'Académie des Sciences — A. Giraud Ancien Ministre — F. Gros Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France — P. Lazar Président du Conseil Scientifique de l'INSERM — J.-C. Leny Administrateur Directeur Général Framatome — C. Marbach Directeur Général ANVAR — J. Royer Président Directeur Général Adret Electronique — M. Petiteau Directeur Général SORMEL — J.-F. Saglio Directeur de l'Innovation Elf, Président Inovelf — J. Carpentier Directeur de la DRET...

Pour recevoir le programme du Colloque, ou pour tous renseignements complémentaires, s'adresser au Secrétariat Général du Colloque de l'AX :

**LONDEZ CONSEIL**

14, bd Poissonnière 75009 PARIS  
Tél. : 824.44.52 — 523.44.04

### **Prix du centenaire du Syndicat Professionnel des Entrepreneurs de Travaux Publics de France et d'Outre-Mer**

A l'occasion du centenaire de sa création en 1882, le Syndicat Professionnel des Entrepreneurs de Travaux Publics de France & d'Outre-Mer a décidé de décerner un ou plusieurs prix, d'un montant global de 300 000 francs, destinés à récompenser et à faire connaître une invention originale, susceptible de contribuer à l'amélioration des performances et de la productivité dans le domaine des Travaux Publics.

Cette invention pourra concerner une innovation relative à la conception des ouvrages ou aux procédés d'exécution. Elle ne devra pas être spécifique des matériaux de construction ni consacrée à un aspect purement technologique du matériel.

Les bénéficiaires pourront être toutes personnes physiques de nationalité française ou des étrangers exerçant leur activité en France.

Les dossiers des candidats devront être déposés avant le 30 juin 1982.

Le règlement sera envoyé sur demande adressée à :

Monsieur le Directeur Général  
Adjoint du Syndicat Professionnel  
des Entrepreneurs de Travaux  
Publics de France et  
d'Outre-Mer  
3, rue de Berri 75008 PARIS

# Formation Continue

Premier semestre 1982

## environnement, urbanisme, équipement urbain

### Environnement

|                                                                                          |                 |                  |                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------|--------------------------------|
| — Le paysage urbain :<br>un paysage en ville, pourquoi et comment ?                      | Paris           | 26 au 28 janvier | MM. DEROUBAIX<br>HEGOBURU      |
| — La gestion et l'aménagement des cours d'eau                                            | Lyon            | 9 au 11 mars     | M. FOURNIER                    |
| — La prise en compte du paysage dans l'aménagement                                       | Paris           | 27 au 29 avril   | MM. PIALAT<br>RIQUOIS<br>SPAKE |
| — Bruit et aménagement                                                                   | Paris           | 4 au 6 mai       | MM. LAMURE<br>MOUGEY           |
| — Les études d'impact sur l'environnement :<br>un outil pour l'aménagement du territoire | Nantes          | 11 au 13 mai     | M. CAILLE                      |
| — Ecologie pratique et aménagement                                                       | Aix-en-Provence | 25 au 27 mai     | MM. GIACOBINO<br>PIALAT        |
| — L'environnement marin                                                                  | Le Havre        | 2 au 4 juin      | MM. LE BARS<br>PIOTET          |
| — Les études d'impact des projets routiers                                               | Rouen           | 8 au 10 juin     | MM. DEROUBAIX<br>SPAKE         |

### Urbanisme

|                                                                                        |                   |                  |                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------|---------------------------|
| — Le paysage urbain :<br>un paysage en ville, pourquoi et comment ?                    | Paris             | 26 au 28 janvier | MM. DEROUBAIX<br>HEGOBURU |
| — Les aspects financiers<br>des opérations d'urbanisme                                 | Paris             | 26 au 28 janvier | MM. BERTHUEL<br>MAUMEJEAN |
| — Les zones N.A. et la production de terrain à bâtir                                   | Paris             | 16 au 18 février | M. JAGER                  |
| — Les banlieues                                                                        | Paris             | 2 au 4 mars      | MM. ALDEGUER<br>LABAT     |
| — Les aménagements touristiques sur le littoral                                        | Paris             | 20 au 22 avril   | M. FEYTE<br>Mme LATTES    |
| — Les espaces collectifs urbains :<br>leur financement, leur réalisation, leur gestion | Orléans/Tours     | 21 au 23 avril   | MM. DELLUS<br>LACHAISE    |
| — Urbanisme opérationnel et développement urbain :<br>voies et moyens du renouveau     | Paris             | 4 au 6 mai       | MM. BLANCHE<br>GOURDON    |
| — L'impact financier des projets d'urbanisme                                           | Région parisienne | 2 au 4 juin      | MM. LACOSTE<br>RIST       |

### Équipement urbain

|                                                                                           |               |                |                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------|---------------------------------------|
| — Les stations d'épuration : le traitement,<br>l'élimination et la valorisation des boues | Paris         | 2 au 4 février | MM. FOUQUET<br>GOUSAILLES             |
| — L'alimentation en eau potable :<br>ressources, pompage, traitement                      | Paris         | 2 au 4 mars    | MM. LEFROU<br>MOREAU                  |
| — La conception des V.R.D.<br>dans les opérations d'habitat individuel                    | Paris         | 9 au 11 mars   | MM. CHISS<br>MARCHAND                 |
| — La conception des réseaux d'assainissement                                              | Paris         | 16 au 18 mars  | MM. COSTE<br>GUICHARD                 |
| — Les réseaux de chaleur                                                                  | Paris         | 23 au 25 mars  | M. AUDOIN                             |
| — Les espaces collectifs urbains :<br>leur financement, leur réalisation, leur gestion    | Orléans/Tours | 21 au 23 avril | MM. DELLUS<br>LACHAISE                |
| — La gestion des eaux                                                                     | Paris         | 27 au 29 avril | MM. LEFROU<br>VALIRON                 |
| — Le traitement et la valorisation des déchets urbains                                    | Paris         | 2 au 4 juin    | Mme ALOISI<br>de LARDEREL             |
| — L'exploitation des réseaux d'assainissement                                             | Toulouse      | 8 au 10 juin   | M. SALAUN<br>MM. CLAVERIE<br>MARCHAND |

## bâtiment et habitat

|                                                                                           |       |                  |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------------------|------------|
| — Politique monétaire et logement                                                         | Paris | 26 et 27 janvier | M. DURIF   |
| — Les techniques d'étanchéité et de couverture :<br>défauts, remèdes et procédés nouveaux | Paris | 16 au 18 février | M. THIBEAU |
| — Le marché du logement neuf                                                              | Paris | 9 au 11 mars     | Mme TAIEB  |
| — Amélioration de l'habitat ancien :<br>aspects administratif et financier                | Paris | 16 au 18 mars    | Mme IDRAC  |

### Cycle « Maîtrise d'ouvrage »

|                                                                 |       |               |             |
|-----------------------------------------------------------------|-------|---------------|-------------|
| — Les relations entre les maîtres d'ouvrages et les entreprises | Paris | 17 et 18 mars | M. MAHAUT   |
| — Le choix en matière de chauffage de logements                 | Paris | 5 et 6 mai    | M. BOURDIER |
| — L'habitat de demain                                           | Paris | 9 et 10 juin  | M. DURAND   |

## énergie et habitat

|                                                                                                                              |       |                  |                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------------------|-----------------|
| — Energie solaire : les méthodes de calcul                                                                                   | Paris | 24 et 25 février | M. OLIVE        |
| — L'évolution de l'isolation thermique dans la construction<br>face aux nouvelles réglementations et incitations financières | Paris | 2 au 4 mars      | M. DAUSSY       |
| — Les systèmes de chauffage par pompes à chaleur                                                                             | Paris | 21 et 22 avril   | M. MURCIANO     |
| — La géothermie dans l'habitat :<br>aspects techniques et financiers                                                         | Paris | 27 au 29 avril   | M. LOTT         |
| — Le choix en matière de chauffage de logements                                                                              | Paris | 5 et 6 mai       | M. BOURDIER     |
| — Les réponses technologiques<br>au nouveau règlement de construction                                                        | Paris | 26 et 27 mai     | M. DELAFONTAINE |
| — Economies et substitutions d'énergies dans l'habitat<br>existant                                                           | Paris | 15 au 17 juin    | M. SUBRA        |

## transports et circulation routière

|                                                                                        |          |                  |                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------|---------------------------|
| — Le stationnement dans les quartiers anciens                                          | Paris    | 14 janvier       | MM. PELLIARD<br>PROCH     |
| — La restructuration des réseaux<br>de transports collectifs interurbains de voyageurs | Chartres | 19 au 21 janvier | MM. BONDUELLE<br>FRYBOURG |
| — Conception et aménagement<br>des voies rapides urbaines                              | Nancy    | 27 au 29 avril   | MM. LAUER<br>SKRIABINE    |

### Exploitation et sécurité routière

|                                                                                                                                          |                 |                |                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------|-----------------------------------------------|
| — La sécurité de la circulation en ville                                                                                                 | Paris           | 2 au 4 février | M. MILLET                                     |
| — L'exploitation routière en rase campagne                                                                                               | Paris           | 2 au 4 mars    | M. AMY                                        |
| — La sécurité routière :<br>les actions sur l'homme —<br>facteurs humains et sociaux                                                     | Paris           | 16 au 18 mars  | MM. FORTIN<br>MOREAU de<br>SAINT-MARTIN       |
| — La maintenance des équipements dynamiques                                                                                              | Paris           | 23 et 24 mars  | MM. BESNARD<br>TEXIER                         |
| — La sécurité routière :<br>utilisation des données de circulation et de sécurité ;<br>actions sur les véhicules et sur l'infrastructure | Paris           | 19 au 23 avril | MM. ADAM<br>LEDRU                             |
| — La signalisation routière                                                                                                              | Paris           | 4 au 6 mai     | MM. SOUCHET<br>LAPLANCHE<br>LEGER<br>MOUKHWAS |
| — La régulation de la circulation urbaine                                                                                                | Aix-en-Provence | 11 au 14 mai   | MM. DURGEAT<br>LE COQ<br>TEXIER               |

### Transports aériens

|                                        |       |              |                        |
|----------------------------------------|-------|--------------|------------------------|
| — Les aéroports et le transport aérien | Paris | 8 au 10 juin | MM. DEVRIES<br>DREYFUS |
|----------------------------------------|-------|--------------|------------------------|

## structures, géotechnique, matériaux

|                                                                        |                   |                  |                         |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------|-------------------------|
| — Géotechnique 1                                                       | Paris             | 23 au 26 février | MM. PANET<br>SCHLOSSER  |
| — Les remblais et fondations sur sols compressibles                    | Paris             | 9 au 11 mars     | M. MAGNAN               |
| — Les fondations de bâtiments et d'ouvrages d'art                      | Paris             | 23 au 25 mars    | MM. BAGUELIN<br>BERTIN  |
| — La géologie de l'ingénieur :<br>données de base de géologie générale | Béziers           | 26 au 29 avril   | MM. DURVILLE<br>RAT     |
| — Les injections                                                       | Région parisienne | 3 au 7 mai       | MM. LACOUR<br>POUPELLOZ |
| — La dynamique des sols appliquée aux séismes                          | Paris             | 11 au 13 mai     | M. PECKER               |
| — Les problèmes particuliers de terrassements                          | L'Alpe d'Huez     | 15 au 18 juin    | MM. SCHAEFFNER<br>SIFRE |

## ouvrages d'art

|                                                       |          |                  |                                     |
|-------------------------------------------------------|----------|------------------|-------------------------------------|
| — L'exécution des marchés                             | Paris    | 3 et 4 février   | MM. BRAULT<br>LE FRANC              |
| — Les ponts construits par encorbellements successifs |          |                  | MM. DARPAS<br>MATHIVAT              |
| — première partie : conception et exécution           | Paris    | 16 au 18 février | RICHARD                             |
| — deuxième partie : calcul                            | Paris    | 16 au 18 mars    | MM. BAGUELIN<br>FENOUX              |
| — L'exécution des fondations et appuis                | Paris    | 27 au 29 avril   | MILLAN                              |
| — Ouvrages de soutènement et grands talus             | Chambéry | 11 au 14 mai     | MM. CARTIER<br>HAIUN                |
| — La gestion des ponts en béton                       | Paris    | 8 au 11 juin     | MM. BRUNEAU<br>CHATELAIN<br>POINEAU |

## routes

|                                            |       |              |                        |
|--------------------------------------------|-------|--------------|------------------------|
| — Les études d'impact des projets routiers | Rouen | 8 au 10 juin | MM. DEROUBAIX<br>SPAKE |
|--------------------------------------------|-------|--------------|------------------------|

### Cycle « Conception, construction et entretien des routes »

|                                                                 |                   |                  |                                     |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------|------------------|-------------------------------------|
| — Liants hydrocarbonés                                          | Paris             | 11 au 14 janvier | Mme AJOUR<br>MM. GRIMAU<br>SAUTEREY |
| — Terrassements et couches de forme                             | Paris             | 19 au 22 janvier | MM. BONTHOUX<br>GOUNOT              |
| — Méthodes d'étude en laboratoire<br>des matériaux de chaussées | Rouen             | 26 au 29 janvier | MM. BONNOT<br>CELARD                |
| — Matériels de fabrication et de répannage                      | Blois             | 9 au 12 février  | MM. BAROUX<br>MALBRUNOT             |
| — Compactage                                                    | Rouen             | 16 au 19 février | MM. ARQUIE<br>DIGUE<br>MOREL        |
| — Organisation de la qualité                                    | Paris             | 23 au 26 février | MM. BIARD<br>RUBAN                  |
| — L'avant-projet : trafic, économie, tracé                      | Paris             | 16 au 19 mars    | MM. HENRY<br>LUGIEZ<br>ROBICHON     |
| — Chaussées en béton de ciment                                  | Région parisienne | 10 au 14 mai     | MM. NISSOUX<br>PAREY<br>VILLEMAGNE  |

## ports maritimes et voies navigables

*En collaboration avec l'Institut Portuaire d'Enseignement et de Recherche du Havre :*

— *Journée d'étude :*

|                                                                                                   |          |                |                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|--------------------------------------|
| La réalisation du port de Jorf Lasfar (Maroc)                                                     | Paris    | 2 mars         | MM. GRENIER<br>PARISOT<br>M. CIOLINA |
| — Les ouvrages légers de transbordement des vrac liquides et solides                              | Le Havre | 20 au 23 avril |                                      |
| — Travaux maritimes : conception, construction et entretien des ouvrages portuaires               | Le Havre | 26 au 30 avril | MM. MAQUET<br>ROUDIER                |
| — Les terminaux à conteneurs et les postes rouliers : conception, exploitation et automatisations | Le Havre | 4 au 7 mai     | Cdt. GOBY                            |
| — Prévention et lutte contre les pollutions par les hydrocarbures                                 | Le Havre | 10 au 13 mai   | MM. BELLIER<br>SPARFEL               |

## économie

|                                                       |       |                |           |
|-------------------------------------------------------|-------|----------------|-----------|
| — Séminaire : Les transports et la puissance publique | Paris | janvier à juin | M. QUINET |
| — Economie et environnement                           | Paris | 8 et 9 mars    | M. HENRY  |
| — Les transports et l'économie                        | Paris | 27 au 30 avril | M. TAROUX |

## divers

|                                                                                                  |                 |                |                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------|------------------------------------|
| — Relations humaines et efficacité                                                               | Aix-en-Provence | 3 au 5 mars    | MM. HALL<br>ROMELAER               |
| — Les méthodes analytiques de planification ; application aux organisations publiques ou privées | Aix-en-Provence | 28 au 30 avril | MM. BUIQUES<br>MONTEBELLO<br>SAIAS |
| — L'utilisation d'un micro-ordinateur                                                            | Paris           | 7 au 11 juin   | MM. BROCHARD<br>PHILIPP            |
| — Construction et utilisation des outils audiovisuels                                            | Aix-en-Provence | 15 au 18 juin  | M. LUCET<br>Mme SALAUN             |

# LU POUR VOUS

## L'ÉTAT ANNONCEUR

**Techniques, doctrine et morale  
de la communication sociale.**

**Michel LE NET**

*Les éditions d'organisation*

L'ÉTAT ANNONCEUR est un ouvrage fondamental dans l'approfondissement de la théorie et de la pratique de la communication sociale, science de l'information mise au service de l'intérêt général.

Praticien, chercheur et enseignant de la communication sociale, Michel Le Net est au plan international l'un des tout premiers experts qui ait fait autant progresser cette discipline ces dernières années.

L'auteur traite des fondements doctrinaux de la communication sociale, aborde la conception et la réalisation pratique des campagnes d'information — qualité des messages, choix des média, mesure des résultats —, et analyse de nombreux exemples tirés des expériences françaises et étrangères en matière de santé et de sécurité, de participation des citoyens aux décisions, etc. Sur des points essentiels, les notions nouvelles exposées marquent un progrès important. Michel Le Net prouve ainsi quels atouts apporterait la communication sociale pour la famille, la langue française, le sport, le développement de la vie locale, la lutte contre le bruit, comme pour le choix d'une politique d'énergie nucléaire.

La dernière partie du livre situe avec précision les impératifs qui commandent un

usage démocratique de la communication sociale. L'auteur se penche sur les légitimités de la persuasion comme moyen de gouvernement, et s'interroge sur les limites de ce prestigieux et délicat outil de pouvoir. Dans ces pages, Michel Le Net explique les comportements humains, et justifie avec force pourquoi et comment la communication sociale doit précéder toute mesure réglementaire.

Sur l'ensemble de ces sujets, de hautes personnalités s'expriment sans détours et permettent de mieux comprendre le rôle et la place actuelles de la communication sociale en France.

Par la rigueur de son argumentation, l'ÉTAT ANNONCEUR s'adresse tout particulièrement aux autorités politiques, ainsi qu'aux responsables de la fonction publique, aux spécialistes de l'information et des média, aux publicitaires et aux personnes qui souhaitent pénétrer les aspects essentiels des sciences humaines, c'est-à-dire à chacun d'entre nous.

Volume 15,5 x 24, 288 pages ISBN : 2-7081-0479-9