

# Équipement

**Numéro spécial**

**Infrastructures**

CDAT  
16830

REVUE DU MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT  
ET DES SECRÉTARIATS D'ÉTAT AU LOGEMENT ET AUX TRANSPORTS



# EQUIPEMENT

REVUE BIMENSUELLE DU MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DES  
SECRETARIATS D'ÉTAT AU LOGEMENT ET AUX TRANSPORTS  
ÉDITÉ PAR LE CENTRE D'INFORMATION TECHNIQUE ET ÉCONOMIQUE DE L'ÉQUIPEMENT

---

---

Prix du  
numéro :

1 FRANC

N° 15 - 28 FÉVRIER - 15 MARS 1967

## SOMMAIRE

### LA POLITIQUE DES INFRASTRUCTURES

QUELQUES PERSPECTIVES POUR 1970.

- Les routes.
- Les ports maritimes.
- Les voies navigables.
- L'infrastructure de l'aviation civile.

PROPOS SUR LA POLITIQUE PORTUAIRE.

### LA CONCEPTION

- L'infrastructure d'une zone d'aménagement concerté : la ZUP des Nouvelles Synthèses à Dunkerque.
- Le projet de tunnel sous la Manche.
- Le dessin automatique des autoroutes.
- Le réseau express régional.
- Les grandes écluses maritimes de Dunkerque et du Havre.
- Ces autoroutes qu'attendent les villes françaises.
- L'aménagement du Rhône.
- Ouvrages anciens et modernes de franchissement de chutes.
- Les grandes formes de construction navale.

### L'EXPLOITATION

- L'exploitation : moyen moderne de gestion de l'infrastructure routière.
- Les mutations en cours dans les modes de transport maritime des marchandises conditionnées.

DIRECTION DE LA PUBLICATION

Geneviève SELZ

COMITÉ DE LA REVUE

*Direction :*

Pierre CAYLA  
Jean-François ROUX  
Geneviève SELZ

*Membres :*

Pierre ARBEFEUILLE  
Marie-Madeleine BEAUFORT  
Claude CHARMEIL  
Françoise DISSARD  
Paule FRIBAUD  
Jacques GAILLARD  
Étienne GARNIER  
Georges GUILLEMIN  
André GUYONNET  
Roger LAURENT  
Louis MOISSONNIER  
Arlette ROUSSEL

ADMINISTRATION : 246, boulevard Saint-Germain, PARIS 7<sup>e</sup>.

IMPRIMERIE : Institut Géographique National,  
136 bis, rue de Grenelle, PARIS 7<sup>e</sup>.

## **PRÉFACE**

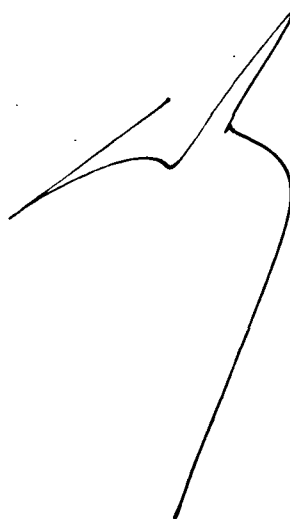
On a pu dire que le niveau de développement d'un pays se mesurait à l'importance et la qualité des infrastructures dont il avait su se doter.

La sensibilité de l'opinion publique à certaines lacunes, l'engouement pour certaines grandes options, les interventions fréquentes dont il est l'objet traduisent pour le responsable politique, l'importance que les usagers des transports accordent à juste titre à la qualité, la commodité, le prix des services qui leur sont offerts.

Les grandes infrastructures, (Routes - Ports - Voies Navigables - Réseau ferré - Bases aériennes), sont une des conséquences du développement économique. Des trafics en accroissement rapide, des échanges multipliés imposent une adaptation constante des « supports » aux « flux » qui les empruntent. Une insuffisante cohérence entre les uns et les autres risque de constituer un frein grave à l'expansion de toute l'économie.

A l'inverse, on peut penser que les infrastructures jouent un rôle moteur. Précédant le développement, elles pourraient le faciliter et l'induire, à condition toutefois que les sommes que l'on consacre à ces actions d'entraînement ne risquent pas de rendre impossible le financement d'autres actions parfois plus efficaces.

Il est donc difficile de trouver un juste équilibre. C'est un des mérites du V<sup>e</sup> Plan que de l'avoir tenté.





## **Quelques perspectives pour 1970**

### **LES ROUTES**

Nous exposerons ci-dessous comment a été préparé le V<sup>e</sup> Plan routier et quelles en sont les grandes lignes. Les modes d'élaboration ayant été très différents suivant qu'il s'agissait des opérations de rase campagne ou des opérations urbaines, nous serons amenés à traiter séparément ces deux secteurs.

#### **I. - CRITÈRES ET PROCESSUS D'ÉLABORATION**

La préparation d'un plan d'équipement commence bien avant la première circulaire qui entraîne le processus d'élaboration directe. Rien ne pourrait se faire dans les deux ou trois années sur lesquelles s'étale ce processus, si les idées et la préparation technique n'avaient mûri pendant de longues années antérieures. Ce mûrissement résulte à la fois du contact direct qu'ont les services extérieurs avec la réalité, et des instructions que leur fournissent les services centraux quant à la définition générale des objectifs à atteindre. Ces objectifs s'expriment sous forme de critères de choix et c'est d'abord ces critères qu'il est nécessaire de connaître pour avoir une vue générale sur le mode de préparation du V<sup>e</sup> Plan.

#### **A - Équipement routier de rase campagne**

##### **1) - LES CRITÈRES DE CHOIX**

Dire qu'un investissement est préférable à un autre (ou statu quo) c'est dire que, compte tenu de son coût, on attache plus de valeur aux avantages qu'il est susceptible d'apporter qu'aux avantages de la solution concurrente. Ce n'est jusque là qu'une évidence. Il reste à préciser dans quelle mesure nous pouvons nous fixer des règles générales d'évaluation de ces avantages, règles à défaut desquelles aucune comparaison ne saurait être pleinement objective, ni aucune méthode scientifique applicable. En fait, il faut faire deux lots parmi ces avantages : un premier lot groupe ceux que l'on sait estimer en quantité et en valeur ; un second lot, ceux que l'on ne peut appréhender

que globalement et de manière quasi-intuitive : schématiquement ce sont d'un côté les avantages chiffrables et de l'autre, ceux qui ne le sont pas.

On peut se demander si la frontière entre ces deux lots est immuable ou si elle dépend du degré d'étude et de réflexion des pouvoirs de décision, comme nous le pensons plutôt, mais là n'est pas notre sujet : dans l'état actuel de définition des critères d'investissements routiers, quatre sortes d'avantages sont chiffrés : les gains de temps dont bénéficient les usagers de la route, les gains matériels (carburant, usine, ...), les gains de sécurité et le gain de commodité et de confort spécialement attaché à la circulation sur autoroute par rapport à la circulation sur route ordinaire. Les règles précises suivant lesquelles ces avantages sont calculés sont définies par une Instruction Provisoire en date du 24 Septembre 1964. Cette Instruction définit également comment doivent être comparés les avantages obtenus à des dates différentes par la technique de l'actualisation, et comment en découlent les règles générales telle que l'existence d'une année optimale de mise en service de tout projet routier.

Il est intéressant de voir ce qui reste dans le second lot : celui des avantages que l'on ne chiffre pas. Il y a d'abord quelques avantages de même nature que les précédents, mais qui n'ont pas encore été suffisamment analysés : la puissance plus ou moins grande de la circulation pour les riverains par exemple.

Il y a surtout des avantages que l'on peut qualifier de secondaires, non pas en raison de leur importance, mais en raison de leur mode d'obtention : ils sont obtenus par l'intermédiaire des avantages primaires que constituent les facilités données au trafic ; ce sont les avantages afférents à l'économie générale et à l'aménagement du territoire.

Quels sont les poids respectifs de ces deux sortes d'avantages ? La réponse à cette question est importante, puisque d'elle dépend la validité des calculs économiques. Elle mérite d'être nuancée.

S'agit-il de comparer l'utilité des investissements routiers avec celle des autres investissements ? On ne devra pas oublier en ce cas que le calcul de rentabilité ne traduit qu'une partie des avantages et que les avantages indirects majorent la rentabilité calculée (sans que nous sachions actuellement avancer un ordre de grandeur de ce supplément). S'agit-il au contraire de comparer les avantages de deux projets routiers ? Les avantages économiques auront alors tendance à s'équilibrer et à laisser toute sa validité à la comparaison chiffrée.

Mais il faut, en ce cas, nuancer encore un peu plus : les avantages secondaires prendront d'autant plus de poids relatif que les projets seront plus importants et conditionneront un avenir plus lointain. Cela conduit à se définir, en plus des critères de rentabilité qui constituent la règle de choix quotidienne, des objectifs à long terme que sont les Plans Directeurs. Utilisées pour progresser pas à pas sans souci de ce que seront les pas suivants, les études de rentabilité peuvent ne pas mener à l'optimum à long terme, d'autant que cet optimum doit être pour une part l'expression d'une politique volontaire. Il faut donc que, par la conjonction des études de rentabilité et des impératifs d'aménagement du territoire, soit défini un état du réseau routier vers lequel on tend à long terme. Cet objectif lointain, dont l'objet est d'orienter les décisions immédiates, constitue le Plan Directeur du Réseau Routier National. Celui qui était en vigueur au moment de la préparation du V<sup>e</sup> Plan (et dont la révision est actuellement à l'étude) date de 1960. Il est complété par le programme d'autoroutes du 9 Août 1962.

Plan Directeur, objectifs d'aménagement du territoire, critères de rentabilité et connaissance directe des phénomènes routiers : tout cela était en place et devait l'être avant d'entamer le processus de préparation du Plan proprement dit.

## 2) - LA PRÉPARATION DU PLAN :

Le signal de départ est donné en Octobre 1963 par une circulaire de la Direction des Routes et de la Circulation Routière demandant aux chefs de services départementaux de procéder à un *recensement des besoins* sur le réseau routier de rase campagne pour la période du V<sup>e</sup> Plan. Des règles techniques précises étaient fournies en ce qui concerne les aménagements de capacité routière. Aucune enveloppe financière n'était imposée, la connaissance de l'enveloppe correspondant au respect des règles purement techniques étant au contraire l'un des objectifs de ce recensement. Orienter la réflexion des services extérieurs pour la préparation du Plan et provoquer une première élaboration des projets en étaient les autres objectifs.

Un examen d'ensemble des besoins recensés dans leur circonscription fut demandé aux Inspecteurs Généraux, ainsi qu'un premier classement sommaire des projets en quatre degrés d'urgence.

Parallèlement, un groupe d'étude était constitué par le Commissariat Général du Plan pour définir le montant des crédits qu'il convenait d'attribuer au secteur routier pour le V<sup>e</sup> Plan. Par sa conjonction et par le rôle qui lui était assigné, ce groupe d'étude recherchait un optimum qui tint compte à la fois des impératifs techniques, économiques et financiers. Le « recensement des besoins » fut bien entendu un de ses instruments de travail. La méthode d'étude du groupe comportait une estimation des besoins à long terme et de leur possibilité de répartition sur les plans quinquennaux successifs.

Au vu des conclusions de ce groupe, le Gouvernement fixa, en Janvier 1965, l'enveloppe des travaux routiers du V<sup>e</sup> Plan à 26 milliards, toutes voiries et toutes sources de financement réunies. Cette enveloppe était susceptible de passer à 26,7 MMF par addition d'une tranche optionnelle de 0,7 MMF à la charge des collectivités locales. Nous verrons plus loin comment se répartit cette enveloppe globale.

L'enveloppe financière étant ainsi définie, l'année 1965 fut utilisée à rechercher la meilleure liste d'opérations qui lui soit conforme. A cet effet, il fut demandé aux chefs de service départementaux d'établir un « dossier sommaire » de chacune des opérations qui pouvaient raisonnablement être envisagées. Ce dossier comprenait des éléments descriptifs sommaires du projet et une étude de rentabilité. Pour éviter la préparation d'un nombre de projets hors de proportion avec les possibilités financières, une enveloppe financière purement indicative fut calculée par région. Le choix des projets retenus fut fait par la Direction des Routes sur avis des Inspecteurs Généraux et en tenant compte, avant tout, de la rentabilité des projets. Un souci de répartition régionale est également intervenu dans le cas-limite.

Le processus, ainsi défini, s'est appliqué aux investissements de catégorie A du réseau routier. On sait que la programmation du Plan en catégorie A est faite à l'échelon national, par opposition à la catégorie B, dont les propositions sont élaborées par chaque Région. La catégorie A concerne, dans le domaine routier, les réseaux définis par le Plan Directeur comme réseau de premier et de deuxième ordre (soit 17 000 km sur les 81 000 km de routes nationales).

Les autoroutes relèvent aussi, bien entendu, de la catégorie A. Leur schéma de programmation a



été plus simple que celui des opérations du réseau. Avec l'appui des services locaux, les études nécessaires à la prise des décisions ont été faites par le Service Spécial des Autoroutes et le choix arrêté à cette phase par le Ministère des Travaux Publics, compte tenu de la rentabilité des projets et de leur incidence économique.

Après accord des commissions compétentes du Plan (*Commission des Transports et Comité de Régionalisation*), l'ensemble du programme de catégorie A (réseau de premier et deuxième ordre et autoroutes) fut alors présenté pour avis au Conseil Général des Ponts et Chaussées d'une part et aux Préfets de Régions d'autre part. Le Conseil Général approuva le programme du réseau et suggéra au programme d'autoroutes quelques modifications, dont il a été tenu compte.

La consultation régionale faite par le canal des Préfets de Régions occupa le premier semestre de 1966 et les conclusions en ont été envoyées en Juin et Juillet. Elles ont été reçues par le Comité de Régionalisation du Plan, conjointement avec celles qui concernaient les autres secteurs d'investissement du Plan. Ce Comité a émis des recommandations dont il a été tenu compte, dans la mesure du possible pour la mise au point définitive du programme. Ces recommandations, comme les observations régionales qui leur avaient donné naissance étaient d'ailleurs en assez petit nombre si l'on exclut celles qui ne visaient qu'à un accroissement du programme : le choix des opérations retenues n'a donné lieu qu'à très peu de critiques. Quelques transferts d'un secteur routier vers un autre ont été proposés et acceptés.

Le montant du programme correspondant à la liste définitive d'opérations a été notifié aux Préfets de Région par le Premier Ministre le 16 Décembre 1966 et la liste elle-même par le Ministre de l'Équipement en Février 1967.

Ces listes et montants tiennent compte des modifications qui ont été apportées au programme au cours de l'année 1966, soit qu'elles résultent des observations recueillies au cours des différentes consultations, soit qu'elles soient la conséquence de différentes mises au point : l'enveloppe financière par région n'a pas en catégorie A la rigidité qu'elle a pour la catégorie B que nous allons maintenant examiner. On peut dire schématiquement qu'en catégorie A la liste d'opérations prime l'enveloppe, à l'inverse de la catégorie B où l'enveloppe est impérative.

Le programme d'autoroutes de rase campagne a été définitivement arrêté par le Gouvernement en Novembre 1966.

Enfin, il faut revenir un peu en arrière pour exposer la programmation de la catégorie B. A la fin de 1965, le comité de régionalisation a fixé, sur

proposition de la Direction des Routes, l'enveloppe des travaux de catégorie B de chaque région. Dans cette enveloppe une place a été réservée pour permettre aux collectivités locales qui le désirent de financer certaines opérations du réseau national, ce financement volontaire entraînant un financement complémentaire égal de l'État (Des financements mixtes de ce type avaient eu lieu au cours du plan précédent à la demande de différentes collectivités locales).

Des propositions ont été établies par chaque région. Elles ont été intégralement suivies dans toute la mesure où elles respectaient l'enveloppe et les règles fixées.

## **B - Équipement routier en milieu urbain**

### **1) - LES CRITÈRES DE CHOIX**

Au niveau de chaque agglomération, le processus de détermination des investissements à opérer est le même que celui utilisé au niveau national pour choisir les autoroutes à construire ou les routes nationales à aménager en rase campagne. Il convient en effet de se référer à un plan directeur qui, pour la voirie en milieu urbain est constitué par le plan d'urbanisme ou le schéma des structures indiquant les principaux aménagements routiers à réaliser.

Cependant, le V<sup>e</sup> Plan a apporté en ce domaine des novations importantes par rapport au précédent, d'une part la classification fonctionnelle des voies et d'autre part, la recherche systématique de la cohérence entre les programmes de voirie et les programmes de logements.

a) La classification des voies a pour but de prévoir la spécialisation dans une fonction déterminée, de chaque voie urbaine à aménager ou à construire. On est conduit à distinguer :

- les voies rapides, pratiquement absentes de nos villes, appelées à supporter la majorité des parcours urbains et devant être construites sous forme d'autoroute ou de voie express ;
- les voies artérielles et de distribution qui constituent la trame des villes actuelles et supportent actuellement les parcours qui devraient être accomplis sur les voies rapides ;
- les voies de desserte permettant l'accès aux fonds riverains.

En particulier, cette classification conduit dans chaque ville importante (plus de 50 000 hab. environ) à définir un réseau de voirie rapide, en général à construire dans sa plus grande partie et appelant préférentiellement les investissements.

b) Le lien entre l'urbanisme et la voirie apparaît principalement dans l'influence prévisible des voies rapides sur le tissu urbain. Celles-ci constituent un élément essentiel des schémas de structure ; dans les zones nouvelles, elles ordonnent le développement et, augmentant les surfaces de terrains urbanisables, permettent le desserrement du marché foncier.

La conséquence est qu'à l'extérieur des villes les opérations de voirie rapide ne doivent être menées que dans les zones dont l'urbanisation apparaît souhaitable ; ceci demande qu'elles soient conçues en harmonie avec les programmes de logements.

Néanmoins, les critères de choix des opérations restent encore en milieu urbain sensiblement plus flous que pour les routes de rase campagne. En effet, les calculs de rentabilité y sont d'un manière délicat et conduisent à des conclusions souvent partielles dans la mesure où ils ignorent les effets dits « indirects », développement de nouveaux quartiers, rénovation des tissus anciens, localisation de nouvelles activités etc...

Le critère essentiel doit en définitive être la cohérence avec les programmes d'urbanisme.

## 2) - LES PROCÉDURES DE PRÉPARATION DU PLAN

Pour la préparation du V<sup>e</sup> Plan, les procédures de mise au point des programmes de voirie en milieu urbain ont, dans certains cas, été les mêmes que pour les routes de rase campagne, tandis que dans d'autres, elles s'en éloignaient pour tenir compte de deux caractères spécifiques importants de la voirie en milieu urbain :

- les distinctions juridiques (classement domaniale des voies) y sont de moindre portée car elles ne présentent pas — à l'inverse de la domaniale des routes de rase campagne — de caractère fonctionnel. Aussi, la distinction entre les investissements à opérer sur la voirie en milieu urbain relevant du Ministère de l'Équipement et les voiries de statut local n'a pu être clairement opérée qu'en fin d'une programmation qui, de ce fait, s'est trouvée commune à toutes les catégories de voirie (sauf pour les villes moyennes) ;
- le financement des voies relevant du Ministère de l'Équipement associe des offres de concours émanant des collectivités locales ce qui implique des procédures de consultation de celles-ci.

La détermination de l'ampleur des besoins pour le V<sup>e</sup> Plan a été opérée, comme pour les routes de rase campagne, dans le cadre du groupe de travail « routes », mais sans distinguer la nature juridique de la voirie intéressée.

L'enveloppe de travaux effectivement choisie pour le V<sup>e</sup> Plan a été déterminée compte-tenu des possibilités d'investissement de l'économie et de l'urgence respective des différents types d'investissements publics.

Quant aux études de mise au point des programmes, la procédure suivie a été différente suivant les classes de villes

- a) Pour Paris et les métropoles régionales, les préfets de région (ou de départements) ont établi, un programme de travaux à opérer sans référence au classement administratif de la voirie concernée, ceci sur la base d'enveloppes de travaux calculées d'après la population de la ville et d'indications complémentaires quant aux autoroutes de dégagement d'intérêt national à inscrire au programme.
- b) Pour les autres agglomérations, deux procédés distincts ont été suivis parallèlement, d'une part pour la voirie relevant du Ministère de l'Équipement et d'autre part pour les voiries des collectivités locales.

Pour la voirie relevant du Ministère de l'Équipement, la procédure suivie a été la même que pour les routes nationales de rase campagne, incluant la détermination d'enveloppes pour chaque région et le choix par l'Administration centrale, des opérations les plus urgentes s'inscrivant dans chaque enveloppe. Les programmes provisoires ainsi obtenus ont été soumis aux autorités régionales au moyen de la procédure de régionalisation ; l'avis de celles-ci a été d'un poids très important pour réétudier ces programmes et lui donner un caractère définitif.

Pour la voirie des collectivités locales, il a été dressé pour toutes les villes de plus de 50 000 habitants des Plans de modernisation simplifiés, dont la première tranche correspondant au V<sup>e</sup> Plan a été effectivement inscrite dans la mesure toutefois où elle ne dépassait pas, pour chaque région, le montant des enveloppes de travaux indiqués par les services du Ministère de l'Intérieur.

## II. - LE CONTENU DU V<sup>e</sup> PLAN

Le montant du V<sup>e</sup> Plan routier est comme nous l'avons vu de 26 milliards, plus une tranche optionnelle de 0,7 milliards, sans participation de l'État. Ces 26 MMF se répartissent en 13,1 MM en rase campagne et 12,9 MM en milieu urbain. Si l'on ne retient que les travaux qui relèvent du Ministère de l'Équipement, le montant de l'enveloppe est de 15,5 MM dont 7,7 MM en rase campagne et 7,8 MM en milieu urbain. Enfin, si l'on ne retient que les dépenses à la charge de l'État (Équipement), ces chiffres se réduisent à 12,7 MM

dont 7,6 MM en rase campagne et 5,1 en milieu urbain.

Au cours du IV<sup>e</sup> Plan (1962-1965) le montant des autorisations de programme (Etat) a été de 3,868 MM. Le montant des autorisations de programme prévues pour le V<sup>e</sup> Plan est donc, en moyenne annuelle, (cinq ans au lieu de quatre) 2,6 fois supérieur à celui du IV<sup>e</sup> Plan. Si l'on intègre les participations locales pour considérer le montant des travaux et non plus les dépenses de l'Etat, le rapport est de 3.

## A - Le contenu du 5<sup>e</sup> Plan en rase campagne

### 1) LES AUTOROUTES

L'enveloppe fixée par le Gouvernement dès le mois d'août 1965 pour les autoroutes de rase campagne est de 3,9 milliards soit 1 000 km d'autoroutes. Rappelons, pour éviter toute confusion, qu'il s'agit là des autoroutes à engager pendant la période du V<sup>e</sup> Plan et non à mettre en service.

Les mises en service des mêmes autoroutes s'échelonneront de 1968 à 1972.

La liste de ces autoroutes est la suivante :

- A 2 — Comblès-frontière (achèvement de Paris-Bruxelles)
- A 6 — Athie-Limonest (achèvement de Paris-Lyon)
- D 6 — Bretelle de Dordives
- A 7 — Logis Neuf-Rognac (achèvement de Lyon-Marseille)
- A 8 — Coudoux-Aix Ouest (liaison de A 7 à Aix) Aix-Le Canet (sortie est d'Aix) Le Luc-Le Puget (continuation d'Estérel-Côte-d'Azur)
- A 9 — Tavel-Nîmes Est - Nîmes ouest-Montpellier (y compris déviation de Montpellier) - Béziers-Narbonne (une chaussée y compris déviation)
- B 9 — Le Boulou-Le Perthus (en liaison avec l'autoroute espagnole)
- A 10-11 — Villebon-Chartres (prolongé par Paris-Villebon en programme urbain) Chartres-Le Mans-Tours (partiellement sections à préciser - Déviation de Tours)
- A 13 — Gaillon-Criqueboeuf (achèvement de Paris-Rouen avec le programme urbain)

- A 25 — Nieppe-Bergues (achèvement de Dunkerque-Lille en partie à 1 chaussée)
- A 32 — Metz-Freyming (partie non urbaine de Metz-Sarrebruck)
- A 34 — Déviation de Brumath (complète Strasbourg-Brumath nord avec le programme urbain)
- A 35 — Habsheim-Bartenheim (partie de Mulhouse-Bâle)
- A 36 — Belfort-Montbéliard
- A 41 — Meylan-Le Touvet (Nord de Grenoble)
- A 43 — Bron-Bourgoin (de Lyon vers Chambéry et Grenoble) - Tunnels de l'Épine et Dullin (Premiers travaux sur Bourgoin-Chambéry)
- A 47 — Givors-Rive de Gier (Liaison St-Étienne-Vallée du Rhône) - Carrefour de la Madeleine
- A 53 — Roquebrune-Menton
- A 61 — Laprade-Langon (sortie de Bordeaux vers Toulouse)
- A 62 — La Grave d'Ambarès-St André de Cubzac (Nord de Bordeaux)
- A 63 — Déviation de St Jean de Luz

### 2) - LE RÉSEAU EN RASE CAMPAGNE

L'enveloppe des travaux du réseau en rase campagne est de 3 760 millions. Sur ce total 2 846 millions sont consacrés à des travaux individualisés de catégorie A.

227 millions à des travaux individualisés de catégorie B,

200 millions aux opérations de sécurité, pistes cyclables et autres améliorations localisées,

100 millions aux ponts détruits par faits de guerre, dont la reconstruction (sur voirie nationale) doit être intégralement engagée au V<sup>e</sup> Plan,

387 millions aux études, terrains et réserves.

Les 3 760 millions d'enveloppe comprennent environ 80 millions de participation locales, dont une moitié sur les opérations de catégorie B.

Par nature des travaux, les opérations individualisées de catégorie A peuvent se répartir comme suit :

Déviations intégrables à une autoroute :	398 M	pour	200 km	(moy. 2 M/km)
autres déviations :	835 M	pour	578 km	(moy. 1,4 M/km)
élargissements :	888 M	pour	1 638 km	(moy. 0,54 M/km)
créneaux de dépassement :	195 M	pour	327 km	(moy. 0,60 M/km)
calibrages et renforcements :	371 M	pour	1 477 km	(moy. 0,25 M/km)
Divers (Ponts, passages à niveau) :	159 M			
Total opérations individualisées catégorie A :	2 846 M			

Compte tenu des aménagements inscrits en catégorie B, la longueur de réseau sur laquelle porte le V<sup>e</sup> Plan est de l'ordre de 5 000 km.

En se limitant à la catégorie A, le nombre d'opérations inscrites est de l'ordre de 800. Il n'est donc pas question de les citer, ni même de citer les plus importants, qui ne représenteraient qu'une part très faible du montant des travaux.

### B - Le contenu du V<sup>e</sup> Plan pour la voirie en milieu urbain relevant du Ministère de l'Équipement

Les objectifs consistant en les mesures suivantes ont été retenus pour le V<sup>e</sup> Plan :

- financement prioritaire des opérations de voirie rapide, sans négliger toutefois ni l'adaptation de la voirie existante, ni la réalisation de la voirie secondaire appelée par l'extension des villes ;
- accent mis sur les équipements « structurants » accroissant à la périphérie ou au voisinage des agglomérations les surfaces urbanisables ;
- traitement privilégié de certaines grandes agglomérations reconnues métropoles d'équilibre pour l'aménagement du territoire.

Le respect de ces objectifs a conduit à la ventilation ci-dessous des masses prévues au titre de la voirie urbaine au V<sup>e</sup> Plan, à savoir 12,90 MMF pour le montant total des travaux et 6,56 MMF pour la participation de l'État (Ministère de l'Équipement et Ministère de l'Intérieur).

	Montant des travaux	Part de l'État
District de la Région de Paris .....	6,78 MMF	3,39 MMF
Métropoles et villes assimilées .....	3,70 MMF	2,19 MMF
Autres agglomérations urbaines .....	2,42 MMF	0,98 MMF
	<u>12,90 MMF</u>	<u>6,56 MMF</u>

A ces chiffres peut s'ajouter en tout ou partie la tranche dite « optionnelle » se montant à 0,70 MMF sans participation de l'État qui n'a pas encore fait l'objet de ventilations.

La séparation des travaux suivant la maîtrise d'ouvrage (État ou Collectivités locales) c'est-à-dire la détermination de ceux qui seront menés par le Ministère de l'Équipement (avec le concours financier des collectivités locales) et de ceux qui

seront effectués par celles-ci n'a pas encore été définitivement arrêtée. Toutefois, on peut indiquer à titre provisoire les chiffres suivants pour les travaux directement conduits par l'État :

	Montant des travaux	Part de l'État
Région parisienne	4,1	2,6
Métropoles	2,5	1,8
autres villes	1,2	0,7
	<u>7,8</u>	<u>5,1</u>

Par rapport au IV<sup>e</sup> Plan, la progression est notable puisque le volume total des travaux engagés de 1962 à 1965 au titre du réseau national ou des autoroutes de dégagement en milieu urbain a été de 2,16 MMF environ. Compte-tenu de la différence de longueur des deux plans (quatre et cinq ans), le coefficient multiplicateur apparaît de 3 en année moyenne. La ventilation des crédits entre les trois groupes d'agglomération est la même que pour le quatrième Plan ; la Région Parisienne bénéficie à peu près de la moitié des travaux, les Métropoles (et villes assimilées) du tiers et les autres villes du sixième.

#### a) RÉGION PARISIENNE

La ventilation des travaux en milieu urbain ressortant de l'État (Ministère de l'Équipement) est la suivante :

— VOIRIE RAPIDE (Autoroutes ou routes express)	3,3 MMF
— VOIRIE ARTERIELLE ET DE DISTRIBUTION (Routes Nationales et voiries de nouvelles zones)	0,8 MMF
	<u>4,1 MMF</u>

Les principales autoroutes dont l'engagement est prévu dans la Région Parisienne pour la durée du V<sup>e</sup> Plan sont les suivantes :

- L'autoroute de l'Est (A 4) sur 8 km au sortir de Paris ;
- l'autoroute du Sud-Ouest (A 10) de Paris à Villebon (en partie seulement) ;
- l'autoroute Paris-St-Germain de la Porte Maillot au Pont de Neuilly et de la Défense au premier pont sur la Seine ;
- de nombreuses sections des deux autoroutes destinées à entourer Paris (dites Rocade de Banlieue et Rocade Interurbaine de Seine et Oise) et en particulier les déviations de Gennevilliers, de Châtenay-Malabry et de Rosny.

Par ailleurs, l'antenne de Bagnolet (A 3) engagée au cours du IV<sup>e</sup> Plan sera mise en service dans le courant du V<sup>e</sup> Plan.

D'autre part, la ville de Paris réalisera pendant cette période les sections manquantes du Boulevard Périphérique.

#### b) MÉTROPOLIS ET VILLES ASSIMILÉES :

La ventilation des travaux qui seront réalisés par le Ministère de l'Équipement sont les suivants :

— VOIRIE RAPIDE	
Autoroutes de dégagement à l'extérieur des zones urbaines	1,0
Autoroutes urbaines et routes express internes aux agglomérations	1,4
— VOIES ARTERIELLES ET DE DISTRIBUTION	
Routes Nationales	0,1
	2,5

Les principales opérations de voirie rapide sont les suivantes :

- A Lyon, le tunnel sous Fourvières, les autoroutes A 6 (sortie nord), A 43 (Lyon-Bron) et A 45 (sortie Sud-Ouest - partiellement seulement) et à Saint-Etienne l'autoroute Saint-Etienne-Firminy.
- A Marseille, le prolongement de l'autoroute Nord (A 7) pour assurer la liaison avec l'autoroute de la Vallée du Rhône, les autoroutes Marseille-Aix (A 51) et Marseille-Fos (partiellement), ainsi que les rocades Sud et Ouest d'Aix.
- A Lille-Roubaix-Tourcoing, l'autoroute du Nord de Lille à la Frontière Belge, l'autoroute Est (Lille-Ascq-A 27) et le boulevard périphérique Sud.
- A Bordeaux, les autoroutes Sud (Bordeaux-Laprade) et Sud-Ouest ainsi que pour partie l'axe Nord-Sud et la rocade périphérique.
- A Toulouse, partiellement les pénétrantes Sud-Ouest, Sud-Est et Nord, ainsi que la rocade Sud.
- A Nantes-Saint-Nazaire, les autoroutes Est, Sud et Nord (partiellement) de Nantes et les pénétrantes Est et Ouest de Saint-Nazaire.
- A Strasbourg, l'autoroute Nord, la rocade Ouest et la pénétrante Ouest.

— A Metz-Nancy-Thionville, l'autoroute A 31 unissant les trois villes et diverses voies rapides intérieures à ces villes.

Dans les villes assimilées aux métropoles, Rouen, Nice, Grenoble, Clermont-Ferrand et Rennes, des travaux très importants seront également réalisés : Sorties Ouest de Rouen, Autoroutes urbaines de Grenoble, rocades de Rennes, etc...

#### c) AUTRES VILLES DE PROVINCE

La ventilation des travaux y est la suivante :

— VOIRIE RAPIDE	
Autoroutes de dégagement	0,40 MMF
Autres voies rapides	0,55 MMF
— VOIRIE ARTERIELLE ET DE DISTRIBUTION	
Routes Nationales	0,25 MMF
	1,20 MMF

Les principales opérations sont :

- au titre des autoroutes de dégagement, le contournement de Valenciennes incorporé dans l'autoroute Paris-Bruxelles (A 2), l'autoroute Freyming-Frontière Allemande (à l'exclusion de la section Merlebach-Morsbach) comprise dans l'autoroute Metz-Sarrebrück (A 32), la rocade Nord de Caen et le Viaduc sur l'Orne (A 13), la section centrale du distributeur de Reims, le prolongement des autoroutes Est (Toulon-Bandol) et Ouest de Toulon, et enfin l'acquisition des terrains pour la rocade Nord de Mulhouse, appelée à faire partie de l'autoroute Mulhouse-Belfort (A 36).
- au titre des voies rapides, la traversée Est-Ouest de Dunkerque, la Rocade minière de l'autoroute du Nord (A 1) à l'entrée est de Lens, la rocade Nord de Lorient, la voie express Est-Ouest traversant Angers, la rocade Est de la Rochelle, la rocade Est de Bayonne et le nouveau pont sur l'Adour, la rocade Ouest de Charleville, la traversée Est-Ouest de Châlon-sur-Marne, la pénétrante Ouest de Dijon, le nouveau pont sur le Rhône à Givors, la pénétrante Sud de Montpellier, la couverture des voies ferrées de Cannes (3<sup>e</sup> tranche), la pénétrante Sud-Ouest d'Arles avec pont sur le Rhône et enfin le deuxième pont d'Avignon.

Le V<sup>e</sup> Plan se caractérise donc par un programme beaucoup plus ambitieux que celui du IV<sup>e</sup> Plan. Ce progrès était nécessaire pour combler le retard

de l'équipement routier français dans tous les domaines et faire face aux besoins nouveaux nés de l'accroissement du trafic : en 1971 ou 1972, années où l'ensemble des opérations du V<sup>e</sup> Plan doivent être en service, la circulation sera deux fois et demi plus intense qu'elle ne l'était en 1960.

La réalisation de ce Plan dans la deuxième année duquel nous sommes entrés n'est pas sans soulever de nombreuses difficultés : pour les routes de rase campagne, le seul problème est celui du

financement par l'Etat, problème délicat puisqu'il nécessite un accroissement des crédits de 25 à 30 % chaque année par rapport à l'année précédente. En milieu urbain s'y ajoute le problème du financement par les collectivités locales. Par ailleurs, le volume des études et leur technicité doivent très sensiblement s'accroître.

Ce sera l'œuvre et le souci des prochains mois et des prochaines années de surmonter ces difficultés.

Jacques THÉDIER,  
*Ingénieur en Chef des Ponts et  
Chaussées*

Claude CHARMEIL,  
*Ingénieur des Ponts et Chaussées.*

*Direction des Routes.*

# LES PORTS MARITIMES

Ce court exposé vise à présenter, en dehors des considérations de politique portuaire qui font l'objet d'un article important, les principales données du V<sup>e</sup> Plan en ce qui concerne les ports maritimes.

Les grandes orientations du programme d'investissement dans les ports maritimes ont été particulièrement délicates à définir en raison, d'une part de l'importance du commerce maritime pour l'équilibre de l'économie française, et d'autre part de contraintes externes qui tiennent en premier lieu à l'évolution rapide des tendances de la construction navale et en second lieu à la concurrence sévère des grands ports étrangers. L'influence de ces données qui échappent en grande partie aux responsables de la politique portuaire impose une particulière souplesse dans la réalisation pratique de ce programme.

Le programme répond avant tout à une double exigence :

- 1) Il faut écouler des trafics de plus en plus importants à l'entrée et à la sortie. Le rapport général pour le V<sup>e</sup> Plan de la Commission des Transports fait état d'un taux de croissance annuelle de 7 % du volume total du trafic maritime, et d'au moins 5 % pour les marchandises diverses. Il faut indiquer de plus, que les prévisions de trafic du V<sup>e</sup> Plan, en ce qui concerne les hydrocarbures, seront probablement dépassées. Le taux d'accroissement de la demande intérieure a sans doute été sous-estimé et certains ports auront à faire face à un trafic supérieur de 50 % à celui prévisible en 1965.
- 2) Il faut que les ports s'adaptent aux tendances de la construction navale. Les installations portuaires devront se préparer à recevoir des bateaux de dimensions considérables et des unités de plus en plus spécialisées. L'augmentation de taille touche de manière spectaculaire les pétroliers mais elle concernera également les minéraliers et autres transporteurs de pondéreux. Pour ce qui concerne les navires spécialisés, l'évolution la plus rapide porte sur le transport de marchandises diverses par unités de charge : containers et roulage direct (Roll/on, Roll/off).

Les ports doivent évidemment moderniser leurs installations classiques pour s'adapter à ces nouvelles techniques.

Pour répondre convenablement à ces objectifs, dans le cadre de ressources limitées, et pour garantir au système portuaire français un rende-

ment au moins égal à celui des ports étrangers concurrents, il est apparu nécessaire :

- 1) De sélectionner les deux ports du Havre et de Marseille-Fos, qui étant appelés à un grand développement industriel devront être capables de recevoir efficacement les plus gros bateaux et notamment les quelques très grosses unités dont le port en lourd sera voisin de 200 000 tonnes. Outre les grands pétroliers qui seront reçus dans les deux ports, Marseille-Fos devra accueillir des minéraliers de 65 000 tonnes porteurs de bauxite en provenance d'Australie et le Havre des unités de 80 000 tonnes porteurs de charbon destiné à des centrales thermiques. D'autres trafics de pondéreux, en particulier pour l'industrie chimique, utiliseront dans une mesure croissante les grands navires.

Il faut également que ces deux ports se préparent à recevoir les navires porte-containers, de nouveaux quais devront être construits, de vastes terre-pleins aménagés. La construction de dessertes terrestres destinées à faire face aux besoins de pointe provoqués par l'arrivée d'un navire doit être envisagée.

- 2) De poursuivre l'équipement de Dunkerque où la construction d'une nouvelle écluse permettra de recevoir les bateaux allant jusqu'à 110 000 tonnes de port en lourd et où l'extension du bassin maritime, commandée en premier lieu par les trafics destinés à la sidérurgie, favorisera le développement des activités commerciales et l'essor prévisible des implantations industrielles. Ainsi le port pourra jouer efficacement son rôle de pôle de développement.
- 3) De concentrer enfin la plupart des autres moyens disponibles sur l'équipement des autres ports français. A Rouen les accès seront améliorés tant en ce qui concerne la Seine maritime que l'estuaire de la Seine, des postes à quai modernes, pour les marchandises diverses, seront construits. Les accès au port de Donges (Nantes-St Nazaire) permettront de recevoir les navires pétroliers du type « Suez ». Enfin, pour Bordeaux, l'opération principale concernera l'amélioration du chenal d'accès à Ambès et à Bordeaux.

Le programme prévoit cependant des efforts substantiels de développement de la capacité et de modernisation des installations dans les autres ports moyens ou petits, appelés à recevoir des

trafics en développement régulier. Il faut noter les efforts consentis en faveur du port de pêche de Boulogne (construction d'une écluse pour transformation d'un bassin de marée en bassin à flot), du port de la Rochelle (construction d'une nouvelle darse pour la pêche et équipement du môle d'escale pour le commerce), du port de Sète (construction d'un nouveau bassin).

Enfin le développement rapide du nautisme, dans le cadre des activités de loisir, justifie un

programme important d'équipement des ports de plaisance dont le financement reste toutefois dans une large mesure à la charge des usagers, par l'intermédiaire des collectivités locales. Cependant un effort spécial a été fait dans le cadre de l'action d'ensemble d'aménagement du littoral Languedoc/Roussillon.

Pour le programme du V<sup>e</sup> Plan, le coût total des opérations à engager est de 2 550 millions de francs. La répartition est la suivante :

	COUT DES OPÉRATIONS A ENGAGER en milliers de Francs	
<b>1° - Ports autonomes</b> .....		<b>1 786,21</b>
<b>Le Havre</b> dont :		
— construction d'une nouvelle écluse .....	150	468,16
— approfondissement des accès extérieurs du port - 3 <sup>e</sup> tranche .....	75	
<b>Marseille</b> dont :		
— aménagement du golfe de Fos .....	188	542,65
— construction de nouveaux quais .....	105	
<b>Dunkerque</b> dont :		
— construction d'une nouvelle écluse .....	150	358,30
— extension du bassin (1 <sup>re</sup> et 2 <sup>e</sup> tranches) .....	52	
<b>Rouen</b> dont :		
— amélioration des accès Seine-Maritime .....	46	249,30
— amélioration des accès Estuaire .....	25	
— construction, amélioration de quais .....	79	
<b>Nantes/Saint-Nazaire</b> dont :		
— amélioration des accès de Donges .....	26	89,60
<b>Bordeaux</b> dont :		
— amélioration du chenal d'accès .....	22	77,80
<b>2° - Autres ports</b> .....		<b>558,76</b>
— Autres ports de commerce .....		254,94
— Ports de pêche .....		168,82
— Ports de plaisance .....		135,00
<b>3° - Matériel de dragage</b>		
— Construction de matériel neuf - modernisation des parcs .....		67,70
<b>4° - Phares et balises</b> .....		<b>90,00</b>
<b>Total provisoire</b> .....		<b>2 500,67</b>
<b>Provisions</b> .....		<b>49,33</b>
<b>Total Général</b> .....		<b>2 550,00</b>



# LES VOIES NAVIGABLES

Le programme inscrit dans le Plan résulte, d'une part, des prévisions de trafic global, par catégories de produits et par itinéraires et d'autre part, de choix déterminant l'allocation optimale des moyens de financement. L'exposé concis qui a pour but de faire connaître le contenu du Ve Plan des voies navigables devra tout d'abord indiquer rapidement les tendances des variations du trafic par voie d'eau puis exposer les méthodes qui ont conduit aux choix qui sont traduits dans

le programme qui sera analysé dans la troisième partie.

## I. - LES TENDANCES DU TRAFIC PAR VOIE D'EAU

La commission du transport a déterminé, pour les transports intérieurs, les importations et les exportations à l'exclusion du transit pur des chiffres correspondant à une hypothèse forte et à une hypothèse faible, le trafic étant mesuré en tonne et en tonne-kilomètre.

	E N T O N N E		E N T O N N E - K I L O M È T R E	
	Millions de tonnes	Croissance annuelle en %	Milliards de tonnes/km	
Hyp. forte . . . . .	110	+ 6	14,5	+ 5
Hyp. faible . . . . .	100	+ 4	13,5	+ 3,5

Entre 1960 et 1965 les taux de croissance annuelle ont été pour le trafic exprimé en tonne de + 6,1 % et pour le trafic exprimé en tonne/km de + 3,5 %. Les travaux effectués pendant le IV<sup>e</sup> Plan devraient favoriser le maintien d'un taux de croissance assez élevé. Il semble alors raisonnable de retenir pour le trafic exprimé en tonne un taux de croissance annuel voisin de l'hypothèse forte (+ 6 %) et un taux intermédiaire pour le trafic exprimé en tonne/km (+ 4 %).

### a) LES TENDANCES PAR PRODUIT

La structure du trafic par produit en 1970 sera la suivante : les transports des minéraux et matériaux de construction représenteront 48 % du tonnage total, les transports d'hydrocarbures viendront en seconde position avec 18 % du trafic, enfin les transports de produits agricoles et alimentaires et les transports de combustibles représenteront respectivement 10 % et 8,5 % du trafic global. La progression sera importante en ce qui concerne le tonnage des matériaux de construction qui devrait dépasser 50 millions de tonnes en 1970, la distance moyenne de transport restera aux alentours de 95 Km. Le développement des raffineries intérieures et du transport par oléoducs freinera la croissance du transport d'hydrocar-

bures qui se situera aux environs de 19 millions de tonnes. Mais si la part du transport par voie d'eau diminue, le tonnage transporté continuera à croître en valeur absolue. La décroissance du trafic des combustibles minéraux solides est liée à la fois à la diminution de la production nationale et au rétrécissement des aires de forte consommation. Le trafic sera d'environ 9 millions de tonnes et la distance moyenne de transport décroîtra. Le transport des produits alimentaires et agricoles connaîtra une progression importante, due en partie au développement des exportations. Le trafic qui était de 5,8 millions de tonnes en 1960 devrait se situer vers 11 millions de tonnes.

### b) LES PERSPECTIVES GÉNÉRALES PAR CATÉGORIES DE TRAFIC

Il semble que le trafic intérieur et le trafic extérieur doivent suivre des évolutions légèrement différentes.

En ce qui concerne le trafic intérieur, le trafic évalué en tonnes connaîtra une croissance élevée car la concurrence de l'oléoduc et la diminution des transports des combustibles seront compensées par le développement des transports de produits agricoles et de matériaux de construction.

Par contre le tonnage kilométrique croîtra à un taux inférieur au taux retenu car les transports à court et moyenne distance (desserte des dépôts d'hydrocarbures, transport de matériaux de construction) auront une place plus large dans le trafic.

Le trafic extérieur est amené à connaître un développement important pour trois raisons. En premier lieu, le commerce extérieur français connaît une croissance importante, en second lieu, cette croissance est due essentiellement au développement de nos échanges avec nos partenaires continentaux : République Fédérale d'Allemagne et Bénélux, enfin l'évolution de la structure du commerce extérieur par produit favorise la voie d'eau, notamment la part des exportations de produits agricoles, de matériaux de construction et de produits pétroliers est en augmentation.

## II. - LES ÉTUDES PRÉPARATOIRES AU PROGRAMME

Le Ve Plan d'Équipement des Voies Navigables et des Ports fluviaux a été préparé par de nombreuses études dont les principes et les résultats vont être brièvement présentés. Les études concernant les investissements des voies navigables présentent l'originalité d'avoir utilisé deux méthodes fondamentalement différentes. Une partie des études s'est développée à l'intérieur du secteur des transports. Elles procèdent des méthodes de l'analyse marginaliste classique. Elles consistent à calculer un taux de rentabilité des investissements en établissant un bilan actualisé des avantages directs de transport et des charges. L'autre partie des études visait à déterminer les effets de l'aménagement de certaines grandes liaisons fluviales sur l'implantation industrielle et sur le développement régional. Il faut souligner que les effets structurants que révèlent les études du second type se comparent difficilement aux avantages pris en compte dans les calculs de rentabilité traditionnels. Le progrès de la prévision économique pourrait toutefois naître des difficultés de conciliation des deux méthodes.

### a) LES BILANS DE TRANSPORT

Les études ont consisté en l'établissement de bilans économiques des dépenses d'investissement et des avantages directs de transport c'est-à-dire ceux que la collectivité retire de la réduction des coûts de transport. L'évaluation de cette réduction s'obtient en comparant la situation de la voie d'eau après aménagement avec la solution la plus avantageuse en l'absence de cette voie. Cette méthode conduit à étudier de manière approfondie les coûts de transport tant par voie d'eau que

par voie ferrée. Pour établir une comparaison aussi exacte que possible le Ministre des Travaux Publics a été conduit à constituer un « Groupe Central de Confrontation des Coûts de Transport par Fer et par Eau ». Malgré les difficultés de calcul des coûts marginaux tant en raison des imperfections de l'analyse économique qu'en raison de la difficulté de rassembler certaines données il est possible d'indiquer deux résultats importants. Les travaux du Groupe de Confrontation ont permis d'une part de faire ressortir l'importance des réductions de coûts qui résultent de la modernisation des voies d'eau et d'autre part de montrer que les coûts sur les voies d'eau modernisées ne sont en général inférieures au coût du chemin de fer que pour les distances de transport courtes et moyennes.

Les résultats bruts tirés des bilans de transports ont confirmé la rentabilité des aménagements à grand gabarit entrepris précédemment dans des vallées à développement économique intense. Les calculs ont conduit à des résultats moins élevés pour les liaisons à grand gabarit destinées à relier deux vallées distinctes ou pour les aménagements dans les vallées dont le développement économique est inférieur à celui de la vallée de la Seine ou à celui de la région du Nord. La discussion des résultats a conduit à une application souple des critères de rentabilité en raison du caractère partiel des études de coûts qui n'ont porté que sur le transport principal, des difficultés de calcul du coût marginal et les différences importantes entre coût marginal et tarifs notamment pour le chemin de fer. Il est ainsi apparu justifié de retenir certains aménagements qu'une application trop stricte des critères de rentabilité aurait fait écarter.

### b) INFLUENCE DE LA VOIE D'EAU SUR LE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE

Le taux de rentabilité des investissements obtenu par les bilans de transport n'est pas toujours suffisant pour caractériser l'intérêt de l'aménagement d'une grande liaison fluviale. Le principe de la méthode tend à favoriser les processus cumulatifs, un investissement apparaissant d'autant plus rentable qu'il s'ajoute à d'autres investissements. Son application est en général bénéfique pour la communauté et pour l'agent économique. Elle oriente les nouvelles activités vers des concentrations existantes, la rentabilité des investissements est renforcée par apport mutuel. Mais les processus cumulatifs font apparaître des nuisances dont le coût est supporté en premier lieu par la collectivité. Ainsi, pour des actions de grande envergure, il peut être intéressant d'étudier l'effet structurant de certaines

grandes liaisons fluviales. Il faut faire apparaître les avantages différés qui viendront compenser la perte apparente provenant de l'engagement d'activités non immédiatement rentables.

Il convient de choisir l'aménagement le plus avantageux pour la collectivité. Il faut pour cela déterminer d'une part les structures d'avenir qu'il faut favoriser et d'autre part la valeur structurante de la voie d'eau. Ces deux problèmes ont été résolus favorablement dans un cas seulement. Le gouvernement et le Parlement ont reconnu que l'axe économique Mer du Nord/Méditerranée constituait une structure souhaitable. La commission des grandes liaisons fluviales a été conduite, par l'étude des particularités du rôle de la liaison Mer du Nord-Méditerranée, à recommander sa réalisation.

### III. - LE PROGRAMME DU V<sup>e</sup> PLAN

Les résultats généraux des études qui ont précédé l'élaboration du programme ont été indiqués plus haut. Ils ont orienté les choix faits en faveur des aménagements à grand gabarit concentrés sur les axes donnant ou devant donner lieu à d'importants courants d'échanges. La poursuite des aménagements à grand gabarit déjà entrepris dans le bassin de la Seine et dans le Nord et l'amorce de la réalisation de grandes liaisons fluviales constitueront l'essentiel des opérations du V<sup>e</sup> Plan. Un effort important sera entrepris pour effectuer des restaurations indispensables et quelques modernisations sur des voies à petit gabarit et trafic intense. Le financement de l'équipement des ports fluviaux trouvera sa place dans « l'enveloppe » du V<sup>e</sup> Plan des voies navigables. Le programme retenu représente une dépense totale de 1925 millions de francs dont 1575 millions sur fonds du Trésor et 350 millions sur fonds de concours. La réalisation de ce programme nécessitera donc un certain effort des collectivités locales, des collectivités concessionnaires d'outillage et des usagers.

Il convient maintenant de passer rapidement en revue les grandes orientations de ce programme.

— 466 millions de francs seront consacrés à la poursuite de l'aménagement de la Seine et de ses affluents. Les actions porteront sur :

- l'axe Le Havre/Paris comprenant le canal de Tancarville et la Seine à l'aval de Paris ;
- l'Oise ;
- la Seine à l'amont de Paris ;
- l'Yonne ;
- le Canal du Loing ;
- la Marne ;
- les canaux de Paris.

Le bassin de la Seine s'affirme en effet comme le premier des réseaux navigables français. Son trafic dépasse 45 % du trafic total ; pour en permettre l'écoulement il est nécessaire d'adapter les différentes sections de voies navigables en augmentant leur capacité et de leur donner à la faveur de cette adaptation, l'homogénéité qui leur fait encore défaut. La poursuite de cet objectif impliquera la modernisation de certains ouvrages vétustes et sera accompagnée d'actions de productivité visant à augmenter la rentabilité du transport par voie d'eau.

Une part importante des crédits d'engagement du IV<sup>e</sup> Plan a été affectée à l'aménagement à grand gabarit de la liaison Dunkerque/Denain. La poursuite au cours du V<sup>e</sup> Plan des options prises précédemment correspond à un programme de 313 millions de francs. Les travaux porteront sur le prolongement de la liaison Dunkerque/Denain jusqu'à Valenciennes et sur la mise à grand gabarit de l'antenne Bauvin-Lille-Marquette.

Le V<sup>e</sup> Plan a retenu enfin la réalisation d'opérations amorçant la réalisation de la liaison Mer du Nord/Méditerranée ainsi que diverses opérations intéressant l'Est de la France (aménagement de Toul/Foug).

Parmi les grandes options du V<sup>e</sup> Plan figure la réalisation d'un véritable axe économique Mer du Nord/Méditerranée. Le gouvernement a décidé que cet axe serait structuré par une voie navigable à grand gabarit avec deux branches, l'une vers l'Alsace, l'autre vers la Lorraine.

Le programme retenu au V<sup>e</sup> Plan traduit cette option fondamentale : 631 millions de francs sont prévus pour les voies navigables de l'axe. Il n'a pas été possible dans une enveloppe obligatoirement limitée de prévoir l'engagement, au cours du V<sup>e</sup> Plan, de la totalité des travaux. Cette masse de crédits qui représente toutefois le tiers environ du programme de voies navigables, sera affectée à des opérations qui présentent une rentabilité immédiate assurée indépendamment de leur rôle dans la grande liaison future. Les principales actions porteront sur l'aménagement de la Moselle notamment sur la réalisation des liaisons à grand gabarit Metz-Frouard et Frouard/Toul/Neuves-Maisons, sur l'aménagement du canal du Rhône au Rhin, sur la section Lyon/Saint Symphorien de la Saône et sur l'aménagement du Rhône, en particulier, sur les travaux à engager au cours du V<sup>e</sup> Plan entre Lyon et Port-St-Louis.

Le choix fait dans le programme du V<sup>e</sup> Plan en faveur des opérations de mise à grand gabarit ne doit pas faire négliger complètement les voies à petit gabarit qui supportent un trafic important. La rentabilité de ces actions dépend

essentiellement des hypothèses faites sur l'évolution de la différence entre coûts et tarifs des moyens de transport concurrents.

Ces considérations ont conduit à retenir des opérations qui concernent le canal de la Marne au Rhin (poursuite de la mise à l'enfoncement de 2,20 m), le canal du Nord et le canal latéral de l'Oise, la mise à l'enfoncement à 2,20 m de la section La Fère /Origny /Ste Benoîte du canal de la Sambre à l'Oise et un certain nombre de restaurations pour 200 millions de francs.

Un effort important d'équipement des ports fluviaux a été consenti dans le cadre du V<sup>e</sup> Plan des voies navigables. Il se montera à 190 millions de francs. La plus grande partie des crédits ira aux ports situés sur les grandes voies, Moselle, Rhin, Rhône, Saône, Dunkerque-Valenciennes. Le bassin de la Seine et tout particulièrement le port de Paris nécessitent un effort considérable (85 millions inscrits au Plan). Les sites et les conditions de gestion de l'ensemble portuaire de Paris ne sont plus adaptés ni aux conditions de développement urbain, ni à l'importance du trafic.

Enfin le V<sup>e</sup> Plan a envisagé l'amélioration de la productivité du secteur des transports par voie d'eau. Certes cette productivité est améliorée par les actions de grande envergure sur l'infrastructure, mais l'effort doit également se porter sur l'amélioration des conditions techniques d'exploitation. Les actions déjà entreprises ont porté sur la mécanisation et l'automatisation des écluses ainsi que sur la régulation du trafic. Elles seront poursuivies et développées au cours du V<sup>e</sup> Plan.

## CONCLUSION

Dans un domaine où les investissements sont discontinus et massifs, où le passé joue un rôle

important, les opinions sur le rôle présent et futur du transport par voie d'eau varient entre deux jugements extrêmes : celui des « défenseurs à tout prix » qui non seulement veulent obtenir de l'Etat le maintien de toutes les voies d'un réseau dont la conception se rattache à un passé révolu, mais également leur complète modernisation et celui des détracteurs systématiques qui nient tout intérêt aux investissements dans ce secteur des transports, souhaitent la disparition totale de l'outil au nom de critères d'efficacité pseudo-économique. Les uns et les autres semblent également éloignés d'une appréciation raisonnable des besoins et des possibilités de l'économie.

Les auteurs du V<sup>e</sup> Plan ont tenté, à l'aide d'études utilisant deux méthodes différentes, d'appréhender le rôle futur de la voie d'eau. Les objectifs à atteindre à moyen terme et les moyens nécessaires à leur réalisation figurent dans le programme du V<sup>e</sup> Plan. Les méthodes marginalistes ont indiqué les actions adaptées aux structures actuelles ; poursuite des efforts sur les voies qui assurent une rentabilité élevée aux investissements et actions limitées de modernisation sur des voies moins importantes. Mais les études portant sur le rôle de la voie d'eau dans l'aménagement de l'espace économique ont montré les actions qui peuvent concourir à l'obtention des structures d'avenir par ailleurs reconnues souhaitables.

Entre les actions d'adaptation du réseau navigable à la structure économique actuelle et l'amorce des réalisations qui contribueront à modeler un nouvel espace économique dans lequel elles seront des instruments efficaces de l'activité, le V<sup>e</sup> Plan a tenté de trouver un équilibre.

L. MOISSONNIER,

*Ancien élève de l'E. N. A.  
Administrateur Civil*

*Chargé de Mission à la Direction des  
Ports Maritimes et des Voies Navigables.*

# L'INFRASTRUCTURE DE L'AVIATION CIVILE

## LES ÉTUDES PRÉPARATOIRES ET L'ÉVALUATION DES BESOINS

Quelques orientations sur le rôle des transports aériens et sur leur développement prévisible figurent dans le rapport en date du 21 Septembre 1964 de la Commission Nationale de l'Aménagement du Territoire et dans le rapport sur les principales options qui ont commandé la préparation du V<sup>e</sup> Plan, approuvé par la loi n<sup>o</sup> 64-1265 du 22 décembre 1964.

Le premier de ces documents, se plaçant dans une perspective à long terme, signale la nécessité d'améliorer les communications et, spécialement, les lignes aériennes desservant les régions insuffisamment développées de l'Ouest et les régions déjà industrialisées telles que le Nord, de comprendre les liaisons aériennes parmi les structures d'accueil agissant sur la localisation des entreprises et, enfin, de faire figurer les aéroports dans les équipements de haute qualité qui devront être réalisés dans les métropoles régionales. Il prévoit un développement particulièrement rapide des lignes aériennes, en France, et l'extension d'un réseau intérieur moins articulé sur la capitale.

Le rapport sur les principales options insiste sur cette dernière orientation en indiquant que « le développement des liaisons aériennes intérieures, sérieusement engagé au cours du IV<sup>e</sup> Plan, devra être poursuivi, l'effort étant porté sur les liaisons qui relient entre elles les grandes villes de province ». Parmi les besoins nouveaux à satisfaire par l'infrastructure aéronautique, il signale la réception d'avions plus lourds et plus rapides et la couverture à très haute altitude permettant des vols sûrs pour les avions supersoniques au début du VI<sup>e</sup> Plan.

Les orientations fournies par le rapport sur les principales options au sujet des départements d'outre-mer et au sujet de la recherche ont aussi des incidences sur les programmes d'infrastructure aéronautique. C'est ainsi que l'intensification de la mise en valeur touristique, facteur de développement signalé comme indispensable pour la plupart des départements d'outre-mer, ne peut se concevoir sans un développement simultané des transports aériens. D'autre part, les directives tendant à l'intensification de l'effort de recherche, pendant la durée du V<sup>e</sup> Plan s'appliquent au domaine de l'infrastructure aéronautique au moins autant qu'aux autres.

Mais, malgré l'intérêt qu'elles présentent, les orientations fournies par le rapport de la Commission Nationale de l'Aménagement du Territoire et par le rapport sur les principales options du V<sup>e</sup> Plan, sont énoncées en termes trop généraux pour qu'il soit possible d'en déduire immédiatement un plan et encore moins un programme d'équipement de cinq ans.

Il a donc fallu procéder à une étude complète et détaillée des besoins prévisibles pendant la période 1966-1971, la prise en considération des besoins de cette dernière année étant justifiée par le fait que les investissements nécessaires à la satisfaction des besoins de 1971 devront être disponibles, au plus tard, fin 1970, c'est-à-dire avant la fin du V<sup>e</sup> Plan.

Cette étude a porté, à la fois, sur le trafic des lignes internationales et sur celui des lignes intérieures, sur le développement des relations existantes et sur les nouvelles dessertes à assurer, sur l'évolution passée et future des principales activités aériennes : trafic commercial de passagers et de fret, aviation de voyage, aviation légère... et sur les types d'appareils les plus exigeants susceptibles de fréquenter les divers aéroports et, plus généralement, sur certains caractères particuliers de l'infrastructure aéronautique.

Sans entrer dans le détail de cette étude ; nous en signalerons quelques traits essentiels.

### Prévisions de trafic

Le développement prévisible du trafic de passagers est illustré par les figures 1 et 2 ci-après, respectivement pour les aéroports de métropole et pour ceux des départements et territoires d'outre-mer. Les prévisions faites pour les années 1965-1971 comportent une hypothèse moyenne figurée en trait plein, située à l'intérieur d'une fourchette limitée par une hypothèse haute et une hypothèse basse figurées en traits interrompus.

L'hypothèse moyenne conduit à prévoir, en Métropole, un doublement du trafic pendant la durée du V<sup>e</sup> Plan.

Les premiers résultats connus de 1966 montrent que, pour cette première année du V<sup>e</sup> Plan, le trafic de passagers se situe entre les chiffres de l'hypothèse haute et ceux de l'hypothèse moyenne.

La part du trafic intérieur, dans le trafic total de passagers des lignes commerciales, qui était de

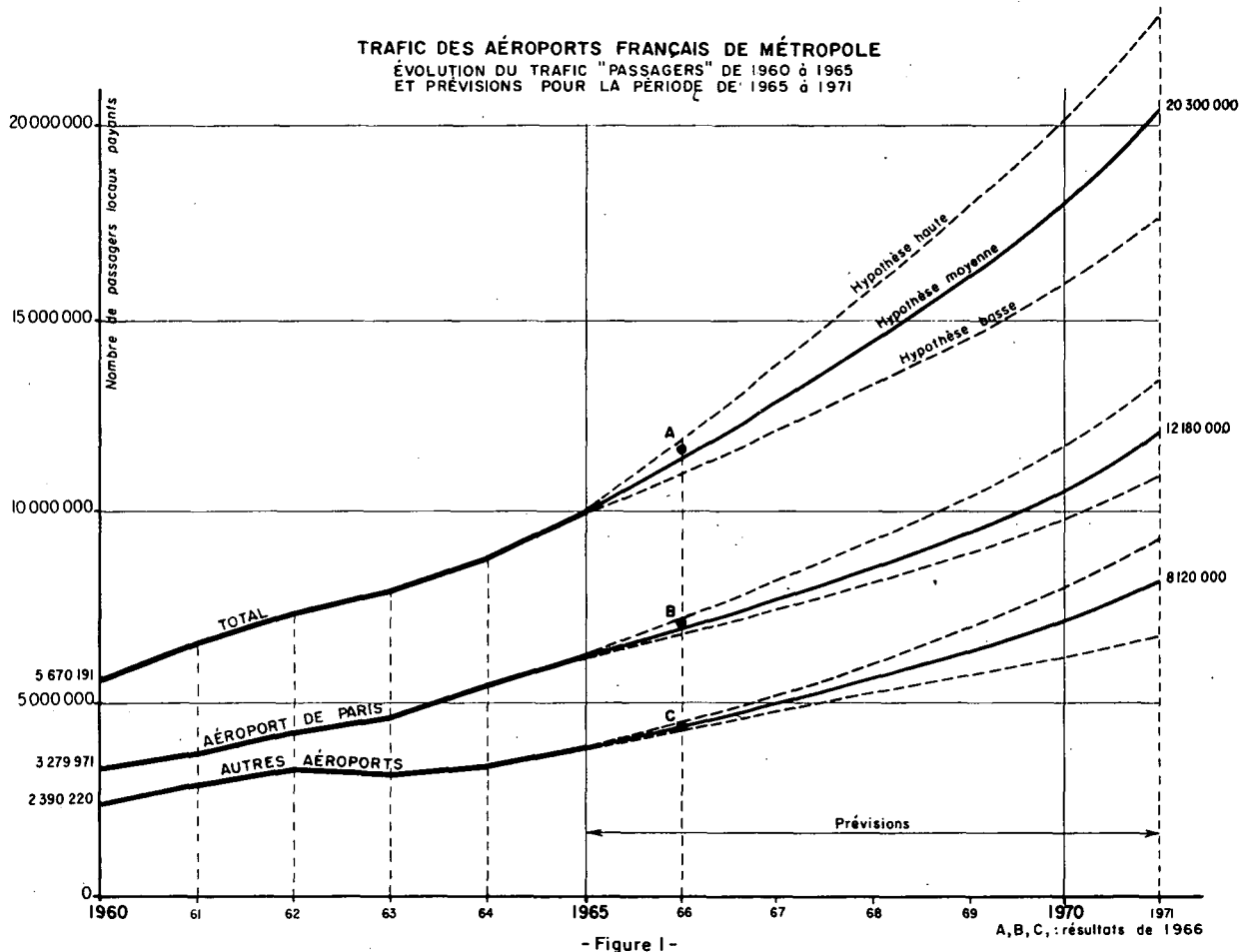
31 % pour les aéroports de la Métropole en 1965 passera à environ 43 % en 1971.

En ce qui concerne le fret, il convient de distinguer entre les transports de véhicules accompagnés et celui des autres marchandises.

Les transports de véhicules accompagnés, qui intéressent surtout certains aérodromes côtiers de la Manche et dont le déclin a commencé dès la fin du IV<sup>e</sup> Plan, en raison de la concurrence des

navires spécialement aménagés pour cette nature de trafic, continueront sans doute à diminuer d'importance pendant le V<sup>e</sup> Plan.

Au contraire, une augmentation considérable est prévue pour les autres transports de fret dont le développement sera favorisé par la mise en service d'avions-cargos de plus en plus nombreux. On peut prévoir, en hypothèse moyenne, entre les années 1965 et 1971, un triplement du trafic de fret, autre que celui des véhicules accompagnés.



Au total, le trafic de fret passerait, entre 1965 et 1971, de 220 023 tonnes à environ 472 000 tonnes, en hypothèse moyenne, dont 350 000 pour l'Aéroport de Paris, avec une répartition tout-à-fait différente de sa physionomie actuelle.

L'activité de l'aviation de tourisme et d'affaires, parfois appelée « aviation diverse » ou « aviation générale » dont on prévoit un développement très rapide, intéressera, quant à elle, non seulement les aérodromes fréquentés par des lignes commerciales mais également un grand nombre d'aérodromes secondaires. Les évaluations faites pour les aérodromes susceptibles d'être fréquentés par cette aviation de tourisme et d'affaires font pré-

voir une augmentation de 150 % du nombre de mouvements d'aéronefs en voyage. Ce phénomène semble devoir être un des caractères marquants de l'évolution des activités aéronautiques, en France, pendant la durée du V<sup>e</sup> Plan si, toutefois, l'infrastructure nécessaire peut être mise en place.

#### Caractères particuliers de l'infrastructure aéronautique

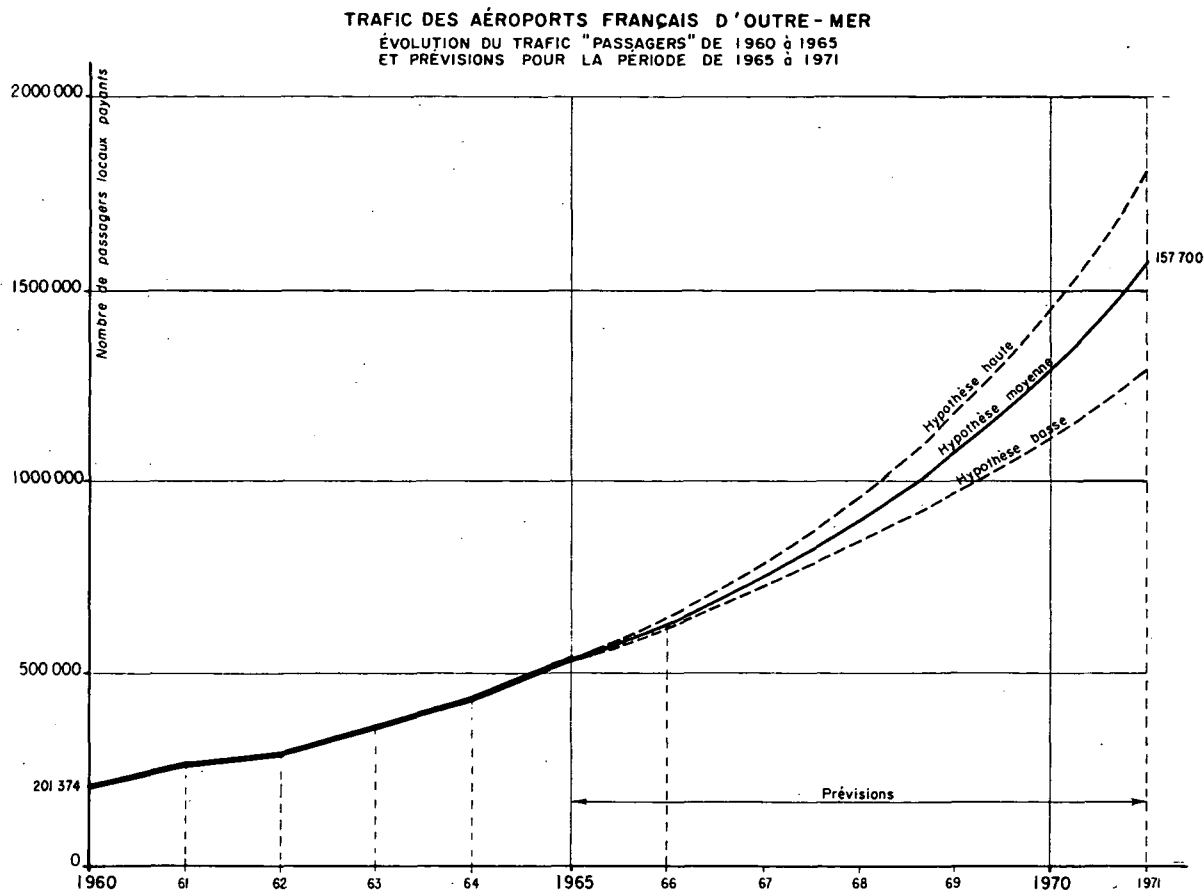
L'infrastructure aéronautique met en jeu, plus que les infrastructures des autres modes de transports, des équipements complexes faisant appel à des techniques très diverses ; génie civil

pour les plate-formes et les bâtiments, électronique, télécommunications pour les dispositifs d'aides à la navigation aérienne et pour les équipements de la météorologie. Certaines de ces techniques sont en outre très évolutives.

Par ailleurs, à l'opposé de certaines autres des infrastructures, comme les routes, elle ne constitue pas des ensembles statiques. A base de mécanismes, elle implique, pour être utile, qu'elle fonctionne. C'est dire que les problèmes d'équipement sont inséparables en matière d'aviation civile des

problèmes d'organisation et de fonctionnement des services d'exploitation.

S'il est donc nécessaire, pour la commodité de la présentation des projets d'équipement, en matière aéronautique, de distinguer les différents éléments qui les composent, il importe de souligner la solidarité qui les lie sur le plan du fonctionnement et qui conditionne la qualité des services rendus aux activités aériennes dont ils sont le support.



- Figure 2 -

En outre, qu'il s'agisse de l'aviation commerciale, de l'aviation de tourisme ou d'affaires, et aussi de l'aviation militaire qui fréquente l'espace aérien ou les aérodromes contrôlés par les services civils, l'expansion des activités aériennes ne se traduit pas seulement par une augmentation des quantités de trafic débarqué et embarqué sur les aérodromes et une intensification de la circulation aérienne. Elle s'accompagne aussi, d'une accélération générale de cette circulation, en raison des progrès du matériel volant. Enfin, la gamme des catégories d'avions à contrôler tend à s'élargir : l'usage d'avions privés de petit tonnage se déve-

loppe, des compagnies aériennes secondaires s'équipent, comme l'ont déjà fait les grandes, en avions à réaction, les grandes compagnies elles-mêmes, sans abandonner leur flotte d'avions subsoniques, la compléteront par des avions supersoniques.

Les exigences du nombre, d'une rapidité accrue, d'une diversité plus grande des types d'appareils sont, en France métropolitaine, multipliées en quelque sorte dans certaines zones de l'espace du fait de l'enchevêtrement des trajectoires : placé au-dessous d'un des plus grands carrefours aériens du monde, le territoire métropolitain est égale-

ment touché par de multiples courants de trafic. Pour répondre à ces exigences, l'infrastructure devra accroître la capacité de ses installations et renforcer ses plate-formes ; elle devra aussi, dans certains domaines, connaître de véritables mutations.

Dans les territoires et départements d'Outre-Mer, où la densité des vols est moins grande, l'étendue des zones contrôlées par les services français, la longueur des étapes à parcourir pour atteindre ces terres en venant de la plupart des autres continents, continueront à poser un problème de distance et orienteront les équipements les plus importants en fonction des besoins des vols long-courriers.

Une dernière particularité de l'infrastructure aéronautique est qu'elle doit répondre aux besoins d'un trafic qui, malgré le développement spectaculaire du transport aérien intérieur, conserve très largement un caractère international. Il en résulte que, si l'Administration est maîtresse des programmes d'équipement et des programmes d'exploitation des compagnies françaises, elle l'est beaucoup moins de l'activité des compagnies étrangères desservant le territoire français, en application d'accords internationaux, et elle ne l'est pas du tout du nombre de survols du territoire français effectués dans l'exercice des droits de 1<sup>re</sup> liberté. Ceci explique que les plans d'équipement d'infrastructure aéronautique doivent être fondés beaucoup plus sur des prévisions de trafic que sur des objectifs.

## L'INFRASTRUCTURE AÉRONAUTIQUE EN MÉTROPOLE

### Les phases successives de l'élaboration du Plan

En raison de leurs modes de financement différents, le plan de l'infrastructure et des services de l'aviation civile, aéroport de Paris non compris, et celui de l'aéroport de Paris ont été étudiés séparément, bien qu'ils reposent tous deux sur l'exposé des besoins et des objectifs que nous avons résumé dans le chapitre précédent.

En ce qui concerne le premier de ces plans, une première étude des équipements à réaliser pour donner satisfaction aux besoins définis respectivement par la Direction des Transports aériens et par le Service de la Formation Aéronautique, pour les activités aériennes relevant de chacune de ces directions, a été faite par chaque direction responsable d'un secteur de l'infrastructure aéronautique. Les programmes ainsi préparés ont été coordonnés par une commission créée par le Secrétaire Général à l'Aviation Civile et qui s'est attachée à ne retenir

que des opérations répondant aux besoins réels et constituant des ensembles cohérents, notamment sur chaque aéroport. L'ensemble du programme ainsi établi s'élevait à 1 414 millions.

L'enveloppe relative à ce programme ayant été fixée à 1 100 millions dont 180 sur ressources autres que budgétaires, il a fallu renoncer à une partie des opérations prévues, malgré les conséquences fâcheuses qui pourront en résulter pour certaines activités aéronautiques.

Dans les arbitrages qui sont alors intervenus, une certaine priorité a été donnée au transfert à Toulouse de l'école nationale de l'aviation civile ainsi qu'aux opérations intéressant la sécurité et la régularité de la navigation aérienne. Il en est résulté que les programmes de la navigation aérienne et de la météorologie bien qu'ils aient dû subir quelques abattements, ont été les moins touchés. D'autre part, il a été nécessaire de maintenir les équipements indispensables au développement de l'aviation commerciale et de donner ainsi priorité à l'équipement des aéroports importants sur celui des petits aéroports, tout en maintenant, pour l'aviation légère, un rythme annuel d'investissement au moins égal, en francs constants, à celui du IV<sup>e</sup> Plan. Les abattements effectués dans le programme des bases aériennes, sans épargner complètement les aéroports internationaux et les aéroports principaux destinés aux lignes intérieures, ont surtout porté sur les aéroports intérieurs secondaires et sur les aéroports d'aviation d'affaire et de tourisme.

En définitive et en faisant apparaître séparément la construction de l'immeuble de l'aviation civile qui figurait initialement dans le programme de la direction des bases aériennes, le programme finalement adopté, d'un montant total de 1 100 millions se décompose comme suit :

- bases aériennes : 301,5 millions, dont 138 sur ressources autres que budgétaires ;
- navigation aérienne : 425,9 millions ;
- météorologie : 104,6 millions ;
- formation aéronautique : 162,4 millions, dont 42 sur ressources autres que budgétaires ;
- école nationale de l'aviation civile : 66 millions ;
- immeuble de l'aviation civile : 32,4 millions ;
- divers : 7,2 millions.

A ce programme d'équipement s'ajoute celui de l'aéroport de Paris qui s'élève à 1 000 millions ce qui fait, pour la France métropolitaine, un total de 2 100 millions. Le développement de l'infrastructure aéronautique proprement dite représente un total d'engagements de 1 800 millions.



Le reste des investissements à réaliser, que l'on indique pour mémoire, représente les équipements généraux nécessaires à la marche des services : bâtiments administratifs, écoles, matériel volant et en outre, surtout outre-mer, logements de certaines catégories de personnels.

Le bien fondé du choix des investissements retenus a été vérifié par des calculs de rentabilité qui ont fait apparaître, lorsque de tels calculs étaient justifiés, un taux de rentabilité du même ordre que celui d'opérations retenues dans les divers autres programmes adoptés par la commission des transports du plan. Il convient toutefois de noter que beaucoup d'opérations du programme d'infrastructure aéronautique ne sont pas justifiables des méthodes habituelles de calcul de rentabilité, soit parce qu'elles sont destinées à améliorer la sécurité de la navigation aérienne, soit parce que l'évaluation des gains de temps et autres avantages procurés par le transport aérien est encore trop incertaine ; en particulier les gains de temps permis par la rapidité des déplacements aériens ne peuvent être comparés à ceux que permet, par exemple, une déviation routière car non seulement ils économisent quelques heures sur la durée d'un voyage, mais encore très souvent ils en bouleversent complètement le déroulement. Les hommes d'affaires sont ainsi en mesure d'effectuer des déplacements qu'ils n'auraient pas entrepris en utilisant des moyens de transport de surface ; l'économie des régions desservies en retire des avantages indirects, encore plus difficiles à mesurer mais incontestables.

### **Les équipements prévus par le Plan**

Les éléments qui composent l'infrastructure aéronautique de la France métropolitaine peuvent être groupés en deux grandes catégories d'équipement qui correspondent aux deux grandes fonctions des services au sol : les équipements, hors aérodrome, de la navigation aérienne et de la météorologie satisfont aux besoins de la circulation des avions dans l'espace aérien, les équipements d'aérodrome aux besoins des avions pour l'atterrissage ou le décollage et aussi pour l'ensemble des opérations d'escale, d'ordre technique ou commercial (1).

#### **1°) Les équipements hors aérodrome**

Le IV<sup>e</sup> Plan avait permis d'amorcer et sur certains points d'étendre assez largement le recours

(1) La météorologie doit en outre, on le sait, satisfaire aux besoins traditionnels d'autres usagers que l'aviation (industrie, agriculture, tourisme, marine, armée, etc...), ainsi qu'à des besoins nouveaux liés aux activités aéro-spaciales.

aux procédés automatiques pour la réception et la transmission des informations des services de la navigation aérienne, comme de la météorologie : automatisation des centres de télécommunication, généralisation du procédé fac-similé pour les informations météorologiques.

Le V<sup>e</sup> Plan va poursuivre cette évolution pour la généraliser dans maints secteurs : une circulation aérienne plus intense et plus complexe l'exige et le progrès des techniques, notamment dans l'électronique, la rendent possible.

#### **a) NAVIGATION AÉRIENNE**

Le développement des équipements de la navigation aérienne se fera essentiellement, sous le signe de l'automatisation, dans trois directions :

- extension de la couverture radar et automatisation des centres de contrôle régional ;
- extension et perfectionnement du réseau d'aides à la navigation aérienne ;
- amélioration des réseaux des liaisons sol/air et des liaisons du service fixe.

L'automatisation aussi poussée que possible des tâches est une nécessité particulièrement marquée dans le domaine du contrôle de la circulation aérienne ; l'accroissement du trafic se traduit, en effet, par un accroissement plus que proportionnel de la charge de travail des agents, dans les centres de contrôle ; à mesure que le nombre d'avions s'accroît, il est nécessaire de diminuer la portion de l'espace – ou secteur – dont le contrôle est confié à un agent. Le nombre de secteurs qui doivent successivement prendre en charge le même avion ne cesse ainsi d'augmenter ; les opérations de transfert de l'un à l'autre se multipliant dans la même mesure accroissent l'importance des tâches de coordination dans l'ensemble des tâches des contrôleurs ; celles-ci deviennent en outre plus délicates parce que devant s'exécuter dans des délais plus rapides, en raison de la vitesse accrue des appareils.

Une automatisation des méthodes de travail est la seule solution permettant de mettre fin à ce processus.

Ainsi l'extension de la couverture radar qui assurera une utilisation plus rationnelle de l'espace aérien, tout en diminuant les risques de collision entre aéronefs, s'accompagnera de la généralisation des systèmes de transmission automatique des images aux centres de contrôle régional. Elles seront ensuite traitées d'une manière automatique par ceux-ci : mises au point par le centre de contrôle de la région Nord déjà doté d'un calculateur, ces méthodes seront étendues aux deux

autres centres de contrôle des Régions Sud-Est et Sud-Ouest. L'ensemble du système, enfin, sera couplé, toujours d'une manière automatique, avec les dispositifs de la défense aérienne du territoire.

Le réseau des aides à la navigation, à base de VOR (radiophare omnidirectionnel à très haute fréquence) et de DME (mesureur de distance), sera complété en divers points du territoire pour permettre aux avions de connaître leur position plus souvent et d'une manière plus précise. Les conditions d'approche de certains terrains seront en outre améliorées grâce à l'installation de VOR spéciaux. Enfin, pour améliorer encore la coordination des circulations aériennes civile et militaire, seront installés des ensembles TACAN, moyens de navigation utilisés par les avions militaires et dont les avions civils pourront utiliser le dispositif DME qu'ils comprennent.

Enfin, le réseau de liaisons sol/air et celui du service fixe (d'un point du territoire à un autre), seront développés et modernisés pour faire face à un nombre de communications qui s'accroît parallèlement au volume du trafic : mise en place pour les liaisons sol/air d'antennes à « grand gain » dont la portée peut dépasser l'horizon et qui, de ce fait, pourront être installées moins loin des centres émetteurs, ce qui raccourcit les liaisons avec ceux-ci et réduit le coût et les risques de coupure ; installation pour le service fixe, d'équipements spéciaux qui permettront l'emploi de circuits « large bande » des Postes et Télécommunications, capables de transmettre en un temps donné, une plus grande quantité d'informations.

## b) MÉTÉOROLOGIE

Les services de la météorologie développeront leurs moyens :

- dans le domaine de la prévision générale à courte et moyenne échéance, grâce à un nouveau calculateur apte au traitement numérique d'une multitude de données ;
- dans le domaine de la climatologie, ils s'équiperont de matériels permettant de garder en mémoire des quantités plus importantes de données et d'y avoir accès plus rapidement ;
- dans le domaine des transmissions, des circuits télégraphiques à grande vitesse seront mis en place entre le calculateur central et les stations d'observation, ce qui réduira le délai séparant le moment où les données ont été observées et celui où, après élaboration, elles sont disponibles, sous forme d'informations.

Les observations en surface seront par ailleurs développées et rendues souvent permanentes

grâce à l'augmentation du nombre de stations automatiques climatologiques. Les observations en altitude, particulièrement à haute altitude, seront développées plus encore grâce à l'installation de radars vents et de radars panoramiques de grande portée.

Enfin, pour préparer les services à rendre aux vols supersoniques, des moyens d'étude seront créés pour connaître, d'une manière plus fine, les conditions météorologiques dans l'espace qui sera utilisé pour les premiers vols et pour étendre cette connaissance à des altitudes très élevées : trois stations de radio sondage seront installées à cet effet et les voies de télécommunication actuelles seront complétées par deux voies d'échange par fac-similé et deux voies par téléimprimeur.

## 2°) Les équipements des aéroports

Les réseaux de radar et d'aides à la navigation complétés par le double réseau de liaisons air/sol et point à point constituent à l'échelon national et même, dans certaines mesures au plan international un ensemble qui évolue techniquement comme un tout. Une fois introduits sur un point, les perfectionnements doivent s'étendre aux autres, étant donné leur étroite interdépendance.

Les équipements d'aérodrome constituent au contraire un ensemble plus différencié. Ils sont créés, développés ou modernisés en fonction des caractéristiques du site et des besoins commerciaux et techniques propres à chaque terrain. C'est dire la variété des critères qui doivent guider leur développement et le caractère inévitablement plus souple que doit revêtir toute planification en la matière.

Le IV<sup>e</sup> Plan avait poursuivi l'effort d'investissement du Plan précédent en faveur des grands aéroports internationaux fréquentés ou susceptibles d'être fréquentés par les quadriréacteurs de la première génération (Paris, Marseille, Toulouse, Nice, Bordeaux), et en faveur d'aéroports à trafic saisonnier important (Perpignan, Biarritz, Dinard, Tarbes). L'équipement d'autres aérodromes plus modestes mais désormais touchés par les lignes aériennes intérieures aura été par ailleurs amorcé.

Tout en concentrant à nouveau la part la plus importante des investissements sur l'Aéroport de Paris et sur les autres grands aéroports pour leur permettre de faire face à l'expansion du trafic, le V<sup>e</sup> Plan prévoit un effort plus marqué en faveur des aéroports essentiellement utilisés par les lignes du réseau intérieur. Des améliorations seront enfin apportées aux équipements d'aérodromes plus modestes, mais de plus en plus fréquentés par les avions d'affaires.

#### a) AÉROPORTS DE LA RÉGION PARISIENNE

Gérés par l'Aéroport de Paris, ces aéroports plus que les autres auront à faire face, en raison de l'importance de leur trafic, à un problème de capacité. Le projet visant à créer un nouvel aéroport au Nord-Est de Paris découle de cette exigence, compte tenu de la situation des installations d'Orly et du Bourget.

L'accroissement prévisible du trafic de passagers et de fret embarqués et débarqués sur les aéroports d'Orly et du Bourget, certes, se traduira par une augmentation moins que proportionnelle du nombre de mouvements d'avions, par suite de l'accroissement des capacités unitaires moyennes. Mais cette augmentation qui n'en est pas moins inéluctable conduira à des chiffres tels que la capacité des pistes et des zones d'approche (sauf amélioration sensible de leur rendement), commencera, semble-t-il à être saturée vers 1971-1972.

Tout en développant les installations terminales d'Orly et du Bourget afin que leur capacité de réception de passagers et de fret corresponde au maximum admissible de mouvements d'avions sur les pistes sur la base des prévisions actuelles, il sera donc nécessaire de créer une nouvelle plateforme pour accroître la capacité d'ensemble des aéroports commerciaux de la région parisienne.

Le programme d'équipements de l'Aéroport de Paris traduit ces différents développements. A Orly et au Bourget, les investissements les plus importants visent à accroître la capacité d'accueil des aires de manœuvres (voies de circulation et aires de stationnement), et surtout, pour le premier de ces aéroports, des installations terminales : une nouvelle aérogare complètera à Orly l'aérogare actuelle qui sera de son côté agrandie. Les installations pour le fret seront de leur côté fortement étendues.

D'autre part, le nouvel aéroport de Paris Nord sera doté d'une première série d'équipements qui devrait rendre possible sa mise en service à la fin de 1971 : aménagement de la plate-forme, avec notamment, la construction d'une piste suffisamment importante pour être immédiatement utilisable par les quadriréacteurs subsoniques de la nouvelle génération et par les avions supersoniques du type Concorde.

Les autres aérodromes et les héliports relevant de l'Aéroport de Paris devront aussi, pour certains d'entre eux, faire face à des problèmes de saturation par suite de la croissance considérable des mouvements d'avions de petit tonnage qui fréquentent ces terrains. Certaines plates-formes seront développées, notamment l'aérodrome de Toussus-le-Noble, dont l'équipement sera amélioré pour permettre à l'aviation d'affaires de l'utiliser même en dehors des conditions de bonne visibilité.

#### b) AUTRES AÉROPORTS

Sur les plus importants de ces aéroports (Nice, Marseille et Lyon), les investissements prévus répondent comme pour ceux de Paris aux besoins engendrés par la croissance du trafic : agrandissement des installations commerciales pour les passagers et pour le fret à Nice et à Lyon, des installations industrielles à Marseille.

En outre, à Nice la plate-forme sera étendue pour améliorer les conditions de réception des avions long-courriers. Un problème du même genre se pose également à Lyon-Bron, mais le choix entre les solutions susceptibles de le résoudre (extension sur place ou création d'un autre aéroport dont la réalisation devrait être faite en partie au cours du V<sup>e</sup> Plan), n'est pas encore arrêté : cette question se relie au problème plus large de l'équipement aéronautique de la Région Rhône-Alpes.

Une vingtaine d'autres aérodromes touchés par les lignes aériennes intérieures bénéficieront, de leur côté, d'équipements permettant de faire face à la croissance particulièrement rapide de leur trafic, et pour certains d'entre eux, de recevoir des types d'avions plus modernes et plus exigeants au regard de l'infrastructure. Un aérodrome commercial qui sera créé à Limoges, où n'existe qu'un terrain pour avions légers, complètera ce réseau de plates-formes appelées à se développer dans une mesure importante, à partir, il est vrai, d'un niveau modeste pour bon nombre d'entre elles.

Les conditions d'utilisation de ces aérodromes fréquentés en toute saison seront d'autre part améliorées sur le plan des aides à l'atterrissage : l'installation d'ILS y sera généralisée. Les plus importants d'entre eux seront, en outre, équipés sous peu de systèmes dits ILS phase II, permettant d'améliorer leurs possibilités d'accès par conditions atmosphériques très défavorables. Par ailleurs, certains d'entre eux verront leur équipement complété par un radar d'approche.

Enfin, si les aérodromes à trafic saisonnier convenablement dotés pour la plupart, ne profiteront, en général, que d'aménagements de complément, un certain nombre de terrains seront équipés pour les besoins de l'aviation d'affaire ou de tourisme qui tend à utiliser des avions plus exigeants.

### **INFRASTRUCTURE AÉRONAUTIQUE DANS LES DÉPARTEMENTS ET LES TERRITOIRES D'OUTRE-MER**

Le programme des départements et territoires d'outre-mer s'élève à 230 millions dont 200 millions pour l'infrastructure aéronautique proprement dite.

Une économie appelée à se développer et qui, s'accompagnera d'une progression notable des échanges extérieurs, des activités touristiques qui naissent ou poursuivent une expansion rapide, tels sont les facteurs de cette évolution, commune à la plupart des départements et territoires considérés, qui exercera une influence favorable sur leurs activités aériennes : les courants de trafic aérien qui les relie au reste du monde, en particulier avec la France métropolitaine, continueront à grossir en même temps que s'intensifieront les relations internes à chacun d'eux.

L'infrastructure aéronautique se développera évidemment surtout en fonction des besoins les plus exigeants, ceux des vols long-courriers ; dans chaque département et territoire, l'aérodrome principal sera équipé, s'il ne l'est déjà, de plates-formes permettant aux quadricoptères de décoller dans des conditions normales : Nouméa, La Réunion, Cayenne s'ajouteront ainsi à Papeete et à Pointe à Pitre comme aérodrome permettant des liaisons à grande distance.

Le développement des liaisons locales nécessite aussi l'aménagement ou la construction de petits aérodromes en Guadeloupe (liaisons avec les dépendances), la refonte des aérodromes actuels aux Wallis et à St-Pierre-et-Miquelon, enfin des aérodromes plus importants seront aménagés dans certaines îles de la Polynésie française (Rangiroa), et aux Nouvelles Hébrides (Port Vila). Les aides à la navigation de longue portée seront, d'autre part, perfectionnés, notamment en Polynésie et en Nouvelle-Calédonie. Enfin les installations commerciales, souvent sommaires, seront rénovées ou agrandies.

## CONCLUSIONS

La nécessité de maintenir les programmes d'infrastructure de l'aviation civile à l'intérieur d'enveloppes financières rigoureuses ne permettra sans doute pas à cette infrastructure d'« accompagner » complètement le développement particulièrement dynamique du transport aérien, tel qu'il peut être prévu actuellement. Il pourra en

résulter quelques contraintes et, sur certains points, une diminution du degré de satisfaction des usagers de ce mode de transport.

D'autre part, si l'allure générale du développement des activités aériennes peut être prévue sans gros risques d'erreur, pour la période de 1966-1971, des incertitudes subsistent quant à la répartition de ce trafic entre les aéroports et quant aux types d'appareils, plus ou moins exigeants, qui seront utilisés sur les diverses relations.

Après avoir mentionné ces divers facteurs d'incertitude, il convient de reconnaître que le V<sup>e</sup> Plan accorde une importance certaine au développement des transports aériens et que le rythme annuel des réalisations, en francs constants, prévu au V<sup>e</sup> Plan, pour les équipements au sol, est un peu supérieur à celui qui a pu être suivi pendant le IV<sup>e</sup> Plan, spécialement dans le domaine de la navigation aérienne et celui de la météorologie.

Les opérations d'infrastructure essentielles ont pu, ainsi, être inscrites dans le V<sup>e</sup> Plan de l'aviation civile.

D'autre part, certaines opérations d'infrastructure, notamment l'extension des aérogares et autres équipements dont l'importance croît d'une manière à peu près continue en fonction du trafic et qui, au surplus, sont généralement financées au moyen des ressources des chambres de commerce concessionnaires, constituées par le produit de redevances elles-mêmes fonction de l'importance du trafic, pourraient faire l'objet de mises au point, en hausse ou en baisse, pendant l'exécution même du Plan, en tenant compte de l'évolution constatée du trafic.

Il y a là un moyen particulièrement souple d'ajustement des investissements aux besoins réels du trafic dont il est souhaitable qu'il soit fait usage, le cas échéant, aussi bien pour différer certains investissements que des déplacements de trafic pourraient rendre moins urgents, que pour accélérer les réalisations destinées à faire face à des développements de trafic plus rapides qu'il n'était initialement prévu.

M. PASCAL,

*Ingénieur Général des Ponts et Chaussées  
Inspection Générale de l'Aviation Civile.*

P. RIVOAL,

*Sous-Directeur à la Direction  
des Transports Aériens.*

# PROPOS SUR LA POLITIQUE PORTUAIRE

On aurait pu peut-être concevoir que le numéro spécial de la revue « Equipement » consacré à l'infrastructure, se bornât à évoquer le domaine des ports maritimes par la description des ouvrages les plus importants récemment mis en service ou présentement en cours d'exécution. Il a semblé cependant qu'il convenait, en guise de « chapeau » aux articles plus spécialisés qui suivent, de broser un rapide tableau de la politique portuaire nationale :

- Les investissements concernés sont en effet onéreux, longs à réaliser, profondément inscrits dans le sol ; la décision de les entreprendre doit donc s'appuyer sur une analyse du contexte technique et économique et sur un minimum de prospective. Cela constitue ce que nous appellerons les données de la politique portuaire ;
- puis, cette analyse étant menée à bien, il est apparu utile de définir, en fonction des faiblesses et des atouts des ports français, les moyens à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs fixés. Parmi ces moyens, figurent évidemment les investissements d'infrastructure qui traduisent l'orientation de la politique portuaire.

## *Les données de la politique portuaire française*

Les données d'une politique portuaire sont désormais constituées par le développement du commerce extérieur, la disparition progressive des protections douanières, l'évolution technique des transports maritimes, le rôle dévolu aux ports maritimes dans l'aménagement du territoire.

*La croissance rapide du commerce extérieur* ressort des données statistiques suivantes : de 1959 à 1965 les importations sont passées, en francs constants, de 25,6 milliards de francs à 48,5 milliards de francs, et les exportations de 29 milliards à 46,4 milliards de francs. Au total, l'augmentation a été de 73 %, soit un taux annuel moyen de 9,5 %. On constate ainsi, que le commerce extérieur croît près de deux fois plus vite que la production industrielle.

Les causes en sont diverses. En premier lieu, il est certain que malgré une productivité accrue, l'extraction des produits du sous-sol de l'Europe de l'Ouest est devenue difficile et onéreuse. Les pays d'Outre-Mer recèlent des gisements abondants, de bonne qualité, exploitables économiquement, aussi bien pour les produits énergétiques

que pour les matières premières indispensables à l'activité économique. Le pétrole du Moyen-Orient, les fines à coke américaines, le minerai de fer de Mauritanie, les phosphates du Togo ou de Floride, les potasses du Congo, la bauxite d'Australie, les bois du Canada, approvisionnent l'industrie française dans des conditions concurrentielles. D'autre part, les progrès de l'agriculture française et la relative stagnation de la consommation nationale rendent excédentaires nos productions céréalières. Les besoins mondiaux allant croissants, un important courant d'exportations se développe. En 1966, les expéditions par voie maritime de blé, d'orge, de maïs, se sont élevées à environ 4 millions de tonnes.

Recourant largement à l'importation des produits étrangers, l'industrie doit impérativement contribuer à l'équilibre de la balance des paiements en exportant davantage. La volonté affirmée d'ouvrir l'économie nationale sur le monde extérieur et l'interaction des pôles économiques par l'implantation disséminée dans de nombreux pays d'usines appartenant aux mêmes grandes firmes internationales, sont également des facteurs de croissance des échanges internationaux. Enfin, le développement de l'information et de la publicité place le consommateur devant un choix très étendu de produits de provenances diverses. Le goût de consommer des produits exotiques et d'utiliser les fabrications des produits voisins s'étend très rapidement.

Certes, la réalisation progressive du Marché Commun explique en partie l'évolution constatée. Mais il est évident dès maintenant que notre économie ne doit pas limiter ses échanges à nos partenaires de la Communauté. D'ailleurs, le développement du commerce extérieur est une question d'actualité commune à tous les pays à haut niveau de vie. Les discussions actuelles sur le système monétaire international et le « Kennedy Round » à Genève mettent clairement en valeur l'importance qu'y attachent tous les Etats.

*La disparition progressive des protections douanières et tarifaires* accompagne l'ouverture de l'économie nationale sur le monde extérieur à laquelle s'ajoute d'ailleurs l'évolution politique du Tiers Monde.

L'industrie et l'agriculture doivent améliorer leur productivité pour affronter une compétition sévère. Il en est de même pour nos ports. Ces derniers doivent compter avec le dynamisme et la puissance des ports voisins, spécialement les ports

belges et hollandais. Le volume du trafic, le nombre des lignes régulières, la fréquence des escales, l'ampleur des installations offertes aux activités industrielles et commerciales, la position géographique enfin, constituent des atouts très puissants pour attirer à Anvers, à Gand, à Rotterdam ou à Gênes de nouveaux trafics et de nouvelles usines qui sont le plus souvent conçus à l'échelle du Marché Commun. Le développement attendu de notre économie nationale nous oblige à relever le défi et à faire de nos ports des structures d'accueil compétitives.

*L'évolution des transports maritimes* est une autre donnée fondamentale d'une politique portuaire. La croissance du trafic a suscité une recherche constante de l'économie dans le transport, ce qui, en retour, a souvent rendu possible l'apparition de nouveaux échanges. Cette recherche d'une haute productivité se traduit par une double évolution des transports maritimes marquée à la fois par l'augmentation des dimensions des navires et par leur spécialisation croissante.

Un article récent dans cette revue a traité des navires géants dont les pétroliers constituent l'exemple le mieux connu. Mais il est important de remarquer que, pour être moins spectaculaire l'évolution dans le domaine des pondéreux est aussi manifeste et que sur le plan portuaire, elle peut avoir des conséquences aussi importantes que le gigantisme des super-tankers. Alors qu'il y a dix ans un port pouvait souvent se limiter à la réception de cargaisons de phosphates ou de céréales de 15 000 tonnes, il lui faut aujourd'hui accueillir des navires de 30 000 tonnes de port en lourd. De même les minéraliers de 40 000 tdw sont remplacés par des unités de 80 à 120 000 tonnes. Certes, l'ensemble de la flotte n'a probablement pas vu son port en lourd moyen doubler en dix ans et les besoins en navires de 12 à 12 000 tdw restent assez grands pour que les chantiers navals proposent des remplaçants aux vénérables Liberty-Ships. Mais il reste que les ports d'un pays industriel comme la France doivent pratiquement être en mesure de recevoir les plus grands navires dans chaque catégorie ; or c'est l'évolution rapide de cette limite supérieure qui est lourde de conséquences pour les investissements portuaires : chenaux à approfondir sur de longues distances, nouvelles écluses à construire, quais frappés d'obsolescence à moderniser ou à remplacer par de plus modernes.

Cette évolution est surtout marquée dans le trafic des vracs. Cependant pour les marchandises diverses on constate également un accroissement des dimensions des navires du fait, à la fois d'un port en lourd plus important, d'une vitesse plus

élevée, qui implique une longueur plus grande. Comme pour la réception des navires de vrac l'infrastructure doit être remaniée, modernisée. Mais le transport des marchandises diverses est actuellement l'objet d'une révolution plus profonde avec l'utilisation des unités de charge. Les caractéristiques du trafic de « Général Cargo » interdisent pratiquement d'abaisser le coût du transport en recourant au gigantisme. Par contre, des progrès rapides sont possibles sur le coût des charges terminales : immobilisation du navire au port et manutention de la marchandise. On dit souvent qu'un cargo à marchandises diverses passe de 50 à 60 % du temps dans les ports. Comme une journée d'immobilisation coûte plus de 10 000 F, il est évident que s'il devient possible de multiplier par 10 les cadences de manutention, les économies seront appréciables.

Différents systèmes d'unités de charge font progressivement leur apparition ; on peut citer, plus particulièrement, le roll-on roll-off, ou roulage direct de remorques dans la cale du navire, et les containers maritimes, grandes caisses de 15 à 60 m<sup>3</sup> empilées dans les cales et sur le pont du navire. Une autre solution consiste à transporter en vrac des marchandises auparavant conditionnées : ciment, sucre, gaz liquéfiés. L'utilisation de ces navires divers, dont les aménagements, sont conçus en fonction d'une productivité élevée, et qui représentent souvent de lourds investissements, impose aux ports maritimes une modernisation constante de leurs installations : passerelles pour le roll-on roll off, très vastes terre-pleins et portiques de manutention pour les containers, outillages spécialisés à haut rendement, installés sur des quais qui deviennent aussi de ce fait spécialisés. Cette recherche de hautes performances dans les outillages et la nécessité de très vastes possibilités de stockage est d'ailleurs également valable pour les transports de vracs par grands navires.

Ainsi, l'évolution du transport maritime conduit-elle progressivement à la réalisation d'installations portuaires à haut rendement, très capitalistiques, très spécialisées et exigeant parfois une haute technicité d'exploitation (La gestion d'un « terminal » de containers important nécessite l'utilisation d'ordinateurs). On conçoit que ces facteurs entraînent une concentration progressive des trafics. Seuls quelques ports peuvent assurer une rentabilité suffisante à de pareils investissements.

*Le rôle des Ports dans l'Aménagement du Territoire* est la conséquence directe de l'utilisation croissante des produits énergétiques et des matières premières d'Outre-Mer importés par grandes masses grâce aux navires modernes. Il en résulte

pour les grands ports une incontestable vocation industrielle.

L'industrie portuaire est née en fait au lendemain de la première guerre mondiale et des ports comme Marseille et Rouen en sont des exemples bien connus. Mais depuis quelques années, le phénomène a changé d'échelle tant par la variété des industries concernées que par la taille des unités de production et que par son influence sur la localisation des grands centres industriels. C'est ainsi qu'à partir du moment où le minerai de fer de Mauritanie et les fines à cokes américaines coûtent moins cher rendus à Dunkerque que ne coûtent à Lens le minerai lorrain et le charbon du Nord, l'industrie sidérurgique vient s'installer « sur l'eau ».

Certes, il n'est pas possible de prétendre implanter avec succès dans les ports n'importe quelle industrie. Mais le développement vertigineux constaté depuis une dizaine d'années à Anvers et à Rotterdam par exemple, le résultat des études très détaillées entreprises pour le Golfe de Fos, montrent bien qu'avec les secteurs du raffinage, de la sidérurgie, de la métallurgie de l'aluminium, de la pétrochimie, de la chimie des engrais, de la fabrication du papier, d'aliments pour bétail, etc... il devient possible de créer des complexes industriels dans quelques grands ports, complexes aux activités assez variées pour que l'ensemble puisse avoir une vie propre qui le mette à l'abri des aléas de la conjoncture.

Cette introduction des façades maritimes dans l'activité industrielle de l'Europe de l'Ouest avive la compétition entre les grands ports qui deviennent des atouts essentiels du développement économique. Marquée au 19<sup>e</sup> siècle, par la présence de gisements divers, la carte industrielle de l'Europe doit s'articuler à partir des ports et des grandes voies de pénétration vers les zones intérieures de production et de consommation. Ainsi, voit-on progressivement se préciser les éléments d'un aménagement du territoire qui s'appuierait sur les pôles de développement constitués par quelques grands ports. Un aménagement du territoire conçu dans cet esprit paraît d'autant plus souhaitable qu'il épouse la tendance à la concentration en ne retenant qu'un petit nombre de ports, qu'il intègre les données de la géographie, qu'il permet d'éviter les inconvénients de la congestion lorsque l'hinterland de port est structuré par une puissante infrastructure de transports.

#### *Les atouts et les faiblesses des ports français*

Telles paraissent être les données essentielles d'une politique portuaire moderne. Il convient maintenant d'évoquer brièvement les faiblesses et les atouts des ports français avant de préciser

l'action à entreprendre dans le domaine de l'infrastructure portuaire pour créer et développer des outils efficaces.

*Les faiblesses des ports français* tiennent essentiellement à la faible densité économique du territoire, à un niveau d'équipement insuffisant et aux mauvaises habitudes d'une tradition protectionniste.

Bordé par une grande longueur de côtes (la Bretagne à elle seule en possède 2 000 kilomètres), le territoire français est loin de présenter la même densité économique que la Grande-Bretagne, l'Allemagne, ou le Bénélux. Il en est résulté une relative dispersion des établissements portuaires le long du littoral, chacun ayant connu dans son histoire son heure de splendeur mais aucun n'occupant une position telle qu'il puisse, en s'appuyant sur un hinterland très industriel, polariser les courants d'échange et favoriser la concentration du trafic. Aucun port français ne peut profiter d'une situation aussi favorable que ses concurrents du complexe scaldéo-rhénan, au débouché naturel du cœur industriel de l'Europe.

Ce désavantage s'est trouvé aggravé par un effort insuffisant d'équipement dans l'entre deux guerres et par les nécessités de la reconstruction après 1945. Le résultat en est un encombrement des grands ports français, par manque de quais, de terre-pleins, de hangars, une vétusté de l'outillage, et une inadaptation aux navires modernes. On peut se demander pour quelles raisons cette situation a pu se perpétuer. La réponse se trouve certainement dans les mauvaises habitudes du protectionnisme économique. Repliée sur elle-même et pouvant trouver à l'intérieur du territoire une quantité appréciable de matières premières, l'économie nationale n'a pas ressenti l'intérêt d'avoir une politique portuaire dynamique. Peut-être faut-il également rechercher un facteur psychologique, dans la mesure où le Français serait plus tourné vers la terre que vers la mer. Le protectionnisme jouait également pour les activités portuaires et différentes réglementations imposaient au trafic existant le passage par nos ports. Ces pratiques n'encourageaient guère la recherche de la compétitivité.

#### *Les Ports français ont cependant des atouts réels.*

En premier lieu il faut citer les qualités nautiques de quelques sites portuaires. D'autres sont bien placés par rapport aux grands centres de production et de consommation. Ainsi, Dunkerque peut constituer un atout fondamental pour la conversion de l'économie du Nord, les ports de la Basse-Seine et Marseille sont au débouché d'axes.



privilegiés de développement, les vallées de la Seine et du Rhône.

En plus des conditions nautiques, qui permettent dans une première étape de recevoir des navires de 100 à 200 000 tonnes de port en lourd, sans que ces caractéristiques puissent d'ailleurs être considérées comme une limite, ces ports possèdent également de vastes réserves foncières de plusieurs milliers d'hectares, qui constituent des lieux de choix pour l'implantation d'industries « au bord de l'eau ».

Un autre élément à considérer, enfin est la relative saturation des ports voisins. Il est prévisible qu'Anvers restera limité dans la capacité de ses accès, les projets de modernisation connus n'envisageant pas de permettre la réception de navires de plus de 100 000 tonnes. A Rotterdam l'accès des navires de 200 000 tonnes est prévu dans l'Europort mais les hauts fonds de la Mer du Nord imposeront des draguages onéreux. Dans ces deux ports enfin les inconvénients d'un excès de concentration risquent de se manifester. Dès à présent les possibilités très favorables offertes par les sites naturels traditionnels sont en voie d'être toutes exploitées : la nouvelle tranche d'Europort sera gagnée sur la mer au prix d'investissements coûteux. De même, le marché de l'emploi se tend et les coûts de production augmentent.

#### *Les moyens de la réalisation de la politique portuaire.*

C'est en fonction de tous ces éléments que doit être orientée la politique portuaire. La tâche à entreprendre est particulièrement complexe car elle doit associer l'action de l'Etat à celle du Secteur privé et doit porter aussi bien sur les structures et l'organisation que sur les investissements. Une réforme de structure très importante a été réalisée avec la loi du 29 Juin 1965 sur l'autonomie des ports. La question a déjà été exposé dans cette revue, il ne sera donc question aujourd'hui que de l'effort d'investissement.

Tel qu'il a été élaboré, le Ve Plan poursuit deux buts principaux :

- entreprendre un petit nombre « d'opération clés » relatives à de très grands établissements : Marseille-Fos, la Basse-Seine, Dunkerque.
- réaliser des opérations de haute productivité immédiate dans les principaux ports de manière à ce que la collectivité profite au plus tôt des avantages promis par l'évolution des transports maritimes.

Il est apparu en effet depuis quelques années que les trois sites de Dunkerque, de la Basse-Seine

et de Marseille-Fos étaient les plus propices pour la création des complexes industriels portuaires modernes. Ils assurent dès à présent 75 % du trafic total des ports français. Ils peuvent être aménagés pour répondre aux besoins des navires modernes et des industries lourdes grâce aux grandes surfaces disponibles à proximité des plans d'eau.

Enfin ils sont remarquablement situés par rapport aux grandes zones de prospérité. Dès maintenant, avec la modernisation progressive des moyens de transports terrestres, voie ferrée, autoroute, voie d'eau, trois axes privilégiés de développement se dessinent : Dunkerque-Lille-Valenciennes, Le Havre-Rouen-Paris, Marseille-Lyon.

Certes les ambitions nourries au sujet de ces trois ensembles portuaires doivent être situées dans une perspective à long terme et les cinq années du Ve Plan ne suffiront pas pour équiper complètement ces sites. Mais l'action qui sera engagée de 1966 à 1970 doit orienter d'une manière irréversible la politique portuaire du pays.

A Dunkerque une nouvelle écluse pour navires de 100 000 tonnes sera construite, et le bassin maritime sera agrandi. Les actions préalables à une nouvelle extension en direction de Gravelines seront entreprises : études techniques pour la construction d'un nouvel avant-port plus à l'Ouest, vaste programme d'acquisitions foncières pour les extensions portuaires et industrielles.

Dans la Basse-Seine, le port du Havre doit également sortir d'un cadre qui était devenu trop étiqué. En particulier, la construction d'une nouvelle écluse ouvrira l'accès à la très vaste plaine alluviale qui s'étend entre le Canal de Tancarville et la Seine. Cet investissement illustre bien le caractère discontinu des grands travaux portuaires et les choix difficiles qu'ils imposent : d'une durée de vie supérieure à vingt ans, ils doivent être conçus assez largement pour ne pas être frappés d'obsolescence dans une dizaine d'années. Mais une fois l'écluse construite, il deviendra possible d'aménager la plaine alluviale en fonction des besoins.

L'extension du port de Marseille dans le Golfe de Fos présente un caractère plus singulier puisqu'il s'agit de créer entièrement un port neuf, les sites de Marseille et de Lavéra arrivant à la limite de leurs possibilités. L'entreprise est imposante : elle comprend la construction d'une digue et d'un port extérieur, le creusement de trois darses, dont deux à vocation industrielle, le remblaiement et l'équipement de vastes superficies pour les activités industrielles et portuaires. Au total une zone de plus de 7 000 hectares doit être aménagée suivant un plan masse dont la mise au point a demandé des études approfondies sur les perspectives économiques de 1985.



Parallèlement à cet effort dont il serait simpliste d'espérer que la collectivité retire tous les avantages sensibles à court terme, plusieurs opérations d'importance plus limitées sont ou seront réalisées : poursuite de l'amélioration des accès de Rouen, de Nantes et de Bordeaux, construction de quais au Havre, à Rouen et à Marseille. Tous ces investissements se caractérisent par un taux de rentabilité immédiate élevé ; ils permettent d'assurer la transition avec les opérations à long terme évoquées ci-dessus et ils procurent des avantages importants à l'économie nationale ; d'une réalisation plus rapide, ils constituent une excellente adaptation de nos ports à l'évolution constatée dans les transports maritimes (vracs containers) et offrent à nos exportations la possibilité de s'effectuer dans des conditions concurrentielles.

Enfin la concentration de l'effort sur les grands ports ne doit pas s'accompagner d'une asphyxie des ports moyens qui contribuent efficacement au développement des économies régionales. La voie moyenne qui évite la dispersion des efforts sans pénaliser les régions éloignées du centre de gravité économique de l'Europe Occidentale n'est pas toujours facile à définir. Mais le calcul économique, sans pouvoir toujours fournir une réponse définitive, est un outil efficace pour préparer les décisions.

## CONCLUSIONS

Les orientations données à la politique portuaire par les investissements prévus au V<sup>e</sup> Plan paraissent particulièrement cohérentes avec le rôle des ports dans l'économie nationale. Mais les hypothèses retenues risquent de se trouver soudain périmées par suite de l'évolution rapide des techniques si elles ne sont pas révisées en temps opportun en fonction de cette évolution. La question se pose actuellement au sujet de la réception des navires pétroliers ; la commande de navires de 276 000 tdw et la perspective d'unités de 500 000 tdw laissent présager un nouveau bond en avant dans la taille des navires.

Rares sont les sites portuaires capables de recevoir des bateaux longs de 400 m et qui nécessitent des profondeurs de l'ordre de 30 m. La question a semblé au Gouvernement assez d'actualité pour qu'une commission soit chargée d'étudier le problème. On constate ainsi combien il peut être difficile, du fait des mutations technologiques, d'orienter la modernisation des équipements portuaires par des investissements discontinus, d'une grande durée de vie technique et particulièrement lourds sur le plan financier. Toutefois les progrès constatés vers une meilleure connaissance des possibilités de la technique moderne et des mécanismes économiques doivent aider efficacement aux choix essentiels qui définissent une politique portuaire.

C. BROSSIER,

*Ingénieur des Ponts et Chaussées*

*Direction des Ports Maritimes  
et des voies navigables.*

# L'INFRASTRUCTURE D'UNE ZONE D'AMÉNAGEMENT CONCERTÉ

## La Z.U.P. des Nouvelles Synthés à DUNKERQUE

Cet article ne se propose pas d'exposer, même brièvement, ce que sont les zones à urbaniser par priorité et leur procédure, mais simplement d'analyser un cas concret qui permettra de montrer le rôle et l'importance des travaux d'infrastructure et de donner un ordre de grandeur de leur coût.

Si l'exemple de la Z. U. P. des Nouvelles Synthés a paru intéressant, c'est qu'il s'agit d'une opération déjà fort avancée qui constitue, à l'heure actuelle, le plus grand ensemble en cours de réalisation dans la partie septentrionale du pays entre PARIS et la BELGIQUE.

Son origine est relativement ancienne. Le développement des installations portuaires, la création d'un complexe sidérurgique et, d'une manière plus générale, l'expansion démographique et économique de la région de Dunkerque avaient conduit les auteurs du plan d'urbanisme à prévoir l'extension de l'agglomération vers l'Ouest, sur un territoire de plus de 200 ha. La création de la zone d'habitation des Nouvelles Synthés, commandée notamment par l'installation dans ce secteur du complexe sidérurgique d'USINOR, constitue en quelque sorte la première phase de cette extension.

Le site explique les caractéristiques essentielles du projet. La Z. U. P. s'étend sur 168 ha. sur le territoire des communes de Grande-Synthe et de Petite-Synthe, à 5 kilomètres environ du centre de Dunkerque, entre le complexe sidérurgique au Nord et une zone réservée à l'accueil d'industries moyennes au Sud. Le terrain est sablonneux et pratiquement plat, sa dénivellation maximum n'atteint que 0,60 m.

L'aspect du paysage, plat et sans accents, le climat et la relative proximité des zones industrielles ont conduit les architectes en chef, MM. Toumaniantz et Deldique, à rechercher un paysage intérieur suffisamment animé et verdoyant. Une ceinture boisée entoure le terrain, l'isole d'un environnement peu attirant et se relie

avec les espaces verts et plantations prévus à l'intérieur.

Le plan de masse prévoit la construction de 5 900 logements, 4 200 collectifs et 1 700 individuels. Ce programme a été établi pour tenir compte des désirs des habitants et des besoins de l'industrie sidérurgique voisine. C'est notamment sur le vœu d'USINOR qu'une forte proportion d'habitations unifamiliales a été décidée pour fournir aux ouvriers travaillant suivant le système des « brigades » le calme et les possibilités de repos nécessaires. L'ensemble est complété par de nombreux équipements collectifs : 11 groupes scolaires comportant 179 classes, 2 C. E. S. de 1 200 élèves, un C. E. T. de 430 élèves, une maison de jeunes, un centre culturel, 3 centres commerciaux, etc...

La faible densité et l'étendue du terrain ont conduit à prévoir trois centres d'intérêt. Le centre principal constitue un parc intérieur de 9 ha où sont rassemblés à l'écart de la circulation automobile les équipements collectifs essentiels, commercial, administratif, culturel, social. Une place centrale dallée de marbre ornée d'une sculpture monumentale et de plans d'eau lui confère un aspect urbain accentué.

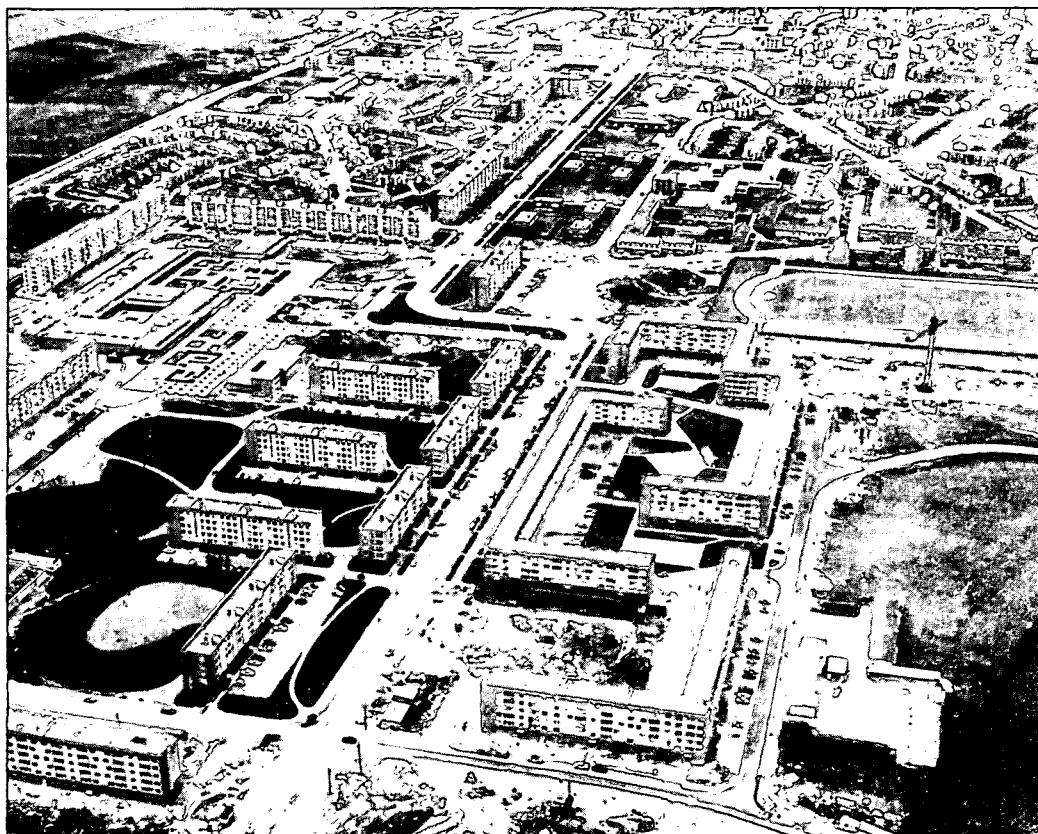
Deux centres secondaires personnalisent les quartiers non centraux, assurent leur desserte pour les besoins quotidiens, et soudent la nouvelle cité aux agglomérations anciennes.

Le 15 Mars 1960, le Département confiait les études de l'opération à la Société d'Équipement du Département du Nord, et les terrains étaient déclarés Z. U. P. par arrêté ministériel du 2 Mars 1961. Après approbation des études, l'acquisition et l'aménagement ont été concédés à la Société d'Équipement qui a entrepris en Septembre 1961 les premiers travaux d'infrastructure. Le début des chantiers de construction date d'Avril 1962. En Avril 1963, à l'arrivée des premiers habitants, plusieurs groupes scolaires et un centre commer-

cial provisoire étaient en service. Actuellement, 2 700 logements sont terminés ou sur le point de l'être et la Z. U. P. comporte 10 000 habitants, 4 groupes scolaires, un terrain de sports, un centre médico-social, deux chapelles et deux centres commerciaux ont déjà été édifiés.

A l'origine, le terrain n'était pratiquement pas équipé. La réalisation de la Z. U. P. a exigé d'importantes infrastructures extérieures ainsi que la viabilisation de la totalité de la zone.

Les liaisons routières, indispensables au succès de l'opération, étaient assurées par la R. N. 40 Calais-Dunkerque qui la relie au centre de l'agglomération et par le C. D. 1 au Nord du terrain qui devait devenir la voie de liaison principale vers le complexe sidérurgique. Pour assurer dans de bonnes conditions les migrations journalières, cette voie a été aménagée avec des caractéristiques beaucoup plus larges : chaussée de  $2 \times 7$  m dans la partie Ouest et chaussée de 10,5 m destinée à être élargie à  $2 \times 7$  m sur le tronçon Est.



Cliché « Guy Proisy »

Vue aérienne de la Z. U. P.

A gauche : la place et le centre commercial principal.

Au fond : des quartiers de maisons individuelles.

Il est prévu également, à l'Est de l'opération, une voie express qui, entre autres fonctions la reliera directement au port.

Parallèlement à la réalisation de la Z. U. P., le syndicat intercommunal a entrepris les travaux d'adduction d'eau, la construction du collecteur général des eaux usées et de la première tranche de la station d'épuration.

La Société d'Équipement du Département du Nord a eu à réaliser la totalité de l'infrastructure

intérieure. Avec le concours du Service des Ponts et Chaussées, elle s'est efforcée de le faire dans les meilleures conditions techniques en dépit de difficultés difficilement prévisibles inhérentes à la nature du sous-sol.

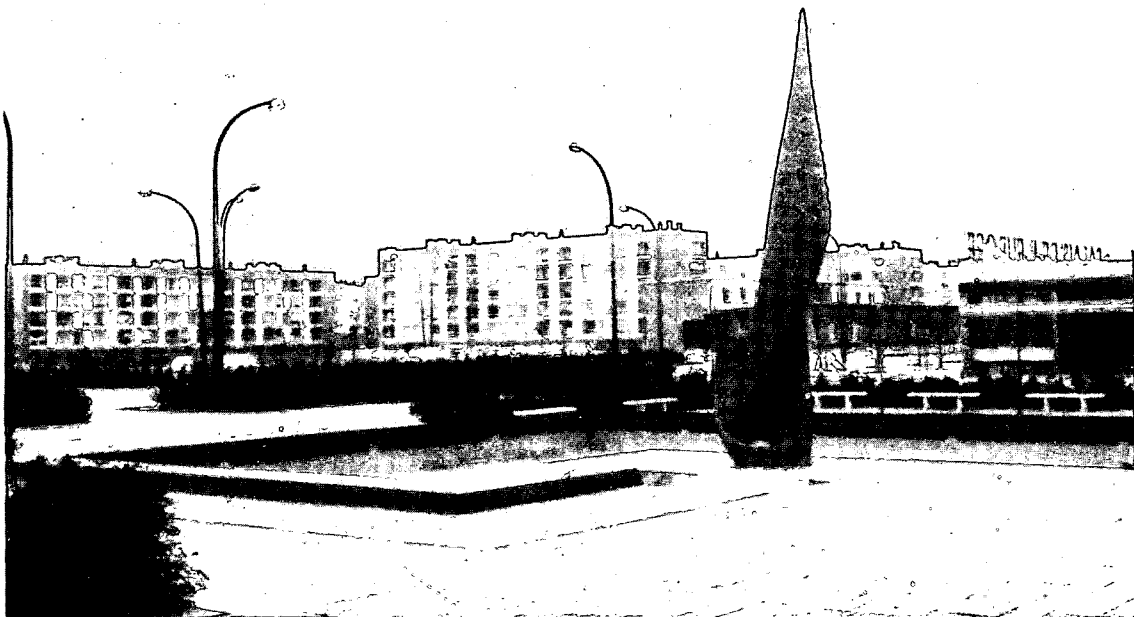
C'est ainsi qu'à la suite de graves désordres survenus dans le réseau d'assainissement installé dans le premier secteur de la Z. U. P., la réfection complète de ce réseau a dû être assurée suivant des modalités comportant les meilleures garanties

et qui seront appliquées à l'équipement du reste de la zone. Des phénomènes comparables s'étaient d'ailleurs produits dans le réseau d'USINOR installé sur des terrains de même nature à quelques kilomètres de là. Une subvention exceptionnelle accordée par le F. D. E. S. sur le budget des charges communes a permis de financer en partie ces réparations.

S'il serait fastidieux de procéder à la description des ouvrages, il n'est pas inutile de donner quelques chiffres résumant le bilan de la Z. U. P. tel qu'il résulte des travaux déjà réalisés et des prévisions pour ceux restant à faire.

Acquisitions et frais annexes. . . . .	9 511 000 F.
Terrassements, voirie et parkings. . . . .	18 635 000 F.
Assainissement. . . . .	13 917 000 F.
Eau potable. . . . .	2 263 000 F.
Electricité, éclairage public . . . . .	6 257 000 F.
Espaces verts et ceinture boisée . . . . .	6 954 000 F.
Place centrale. . . . .	1 224 000 F.
Téléphone (non compris l'avance remboursable).. . . . .	217 000 F.

Le bilan général d'acquisition des terrains et d'infrastructure, compte tenu des honoraires des techniciens, des frais financiers et des frais de



société, s'élève à 67 054 000 F., soit 11 365 F. par logement. Les subventions accordées par le Ministère de l'Intérieur et les participations des collectivités locales permettent toutefois de réduire sensiblement le prix de cession des terrains aux organismes constructeurs à vocation sociale. Le terrain équipé est actuellement vendu 7 000 F. par logement (de 3,5 pièces en moyenne) pour les programmes d'H. L. M. locatives, 12 000 F. par logement pour les individuels H. L. M., 15 000 F. pour les maisons individuelles de financement I. L. N. ou Crédit Foncier.

L'énoncé de ces chiffres fait aisément comprendre l'importance de l'infrastructure dans une opération d'aménagement urbain, et le tort que l'on aurait de négliger les problèmes techniques et économiques que posent « les V. R. D. ». Leur montant représente très grossièrement près de

10 000 F. par logement, charge d'autant plus lourde qu'il faut l'assurer, au moins pour partie, dès le début de l'opération au moment où la trésorerie est la plus difficile.

Les infrastructures traditionnelles, voiries, parkings et réseaux constituent la base même de l'opération sans laquelle elle ne peut fonctionner convenablement. Mais au-delà de ce strict minimum, il faut noter la part très importante qui revient aux plantations, espaces verts et travaux d'agrément. Ce sont eux qui donneront à l'ensemble sa qualité esthétique, son « fini » et son caractère propre et ils ne doivent, en aucune façon, être négligés. L'objectif final d'une Z. U. P. est de faire vivre dans un quartier nouveau plusieurs milliers d'habitants ; il dépasse considérablement le problème de l'infrastructure ou celui de la construction des logements.

# LE PROJET DE TUNNEL SOUS LA MANCHE

Le développement des échanges de biens et de personnes entre le continent et la Grande-Bretagne fait apparaître chaque jour plus nettement l'intérêt d'une liaison fixe qui viendrait compléter les moyens de transports maritimes et aériens existants. Mais, en raison de son importance et de son rôle, le projet d'un ouvrage traversant la Manche intéresse de nombreuses disciplines. Il pose naturellement aux ingénieurs un certain nombre de problèmes techniques de construction et d'exploitation tout à fait nouveaux. Il concerne également les économistes, les juristes et les diplomates, enfin et surtout les financiers, car une association de capitaux publics et privés paraît nécessaire à la réalisation d'un investissement de cette taille. C'est pourquoi, si l'idée en est apparue très tôt, le projet d'un ouvrage fixe à travers la Manche a mis beaucoup de temps à prendre forme, avant d'aboutir dernièrement à un accord de principe entre les gouvernements français et anglais.

Le projet d'un ouvrage entre le continent et la Grande-Bretagne s'est développé en trois phases : celle des ingénieurs, celle des groupes privés et celle des gouvernements. Les premières conceptions sont en effet dues à des ingénieurs. En 1802, l'ingénieur des Mines Mathieu présenta un projet de tunnel foré, voûté et doté d'une route pavée. En 1857, un autre ingénieur, Thomé de Gamond, publia une étude d'un tunnel sous marin, et, en 1870, Vérard de Sainte-Anne proposa un pont métallique.

Mais certains groupes financiers devaient, à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle et dans la première moitié du XX<sup>e</sup>, reprendre et développer l'idée. En 1872, la « Channel Tunnel Company » fut créée en Grande-Bretagne, et en 1875 apparut en France « l'Association du chemin de fer sous-marin entre la France et l'Angleterre » qui reçut une concession de l'Etat. Enfin, en 1884, était fondée la « Channel Bridge and Railway Company Ltd » qui présenta en 1887 un projet de pont très complet préparé par MM. Schneider et Hersent. La dernière étape des études des groupes privés fut concrétisée par la création, en 1959, du « Groupement d'Etudes du Tunnel sous la Manche » (G. E. T. M.) et, en 1961, de la « Société d'Etudes du Pont sur la Manche », qui prenaient en partie la succession des groupes précédents.

Le projet de pont, dans sa dernière phase, consistait en un ouvrage rectiligne de 34 km, du Cap Blanc-Nez à Douvres, formé de travées métalliques reposant sur 140 piles en béton armé, éloignées de 225 mètres. Dix travées d'une portée de

441 mètres et d'une hauteur de 70 m au-dessus de la mer devaient permettre le passage des grands navires. Le pont aurait comporté deux voies ferrées extérieures encadrant deux chaussées à sens unique. Le projet de tunnel, quant à lui, consistait en un tunnel ferroviaire foré de 51 km de longueur, formé de deux tubes principaux et d'un tunnel de service destiné à permettre la circulation des équipes d'entretien, de dépannage et de sécurité. Il devait être utilisé à la fois pour la circulation ferroviaire et pour le transport des automobiles, au moyen de wagons spéciaux.

C'est en 1961 seulement que les gouvernements français et anglais, qui avaient jusque-là peu participé aux études, chargèrent une Commission mixte de leur soumettre un rapport sur les deux projets d'ouvrage fixe. Le rapport de la Commission fut déposé en juillet 1963, et, par un communiqué du 6 février 1964, les deux gouvernements optèrent pour la solution du tunnel ferroviaire présentée par le G. E. T. M. Ils décidèrent en outre de procéder à des recherches géologiques complémentaires et d'étudier la structure juridique et financière à donner à l'entreprise. A l'issue de ces différents travaux, qui firent l'objet d'un rapport franco-britannique déposé en août 1966, le Ministre de l'Équipement et le Ministre anglais des Transports ont confirmé, le 28 octobre 1966, l'intention des deux gouvernements de construire le Tunnel, à condition que soit trouvée dans le domaine juridique et financier, une solution satisfaisante pour les deux pays.

Si des problèmes assez délicats restent encore à résoudre, il paraît désormais à la fois nécessaire d'expliquer pourquoi ont été opérés un certain nombre de choix qui ont abouti au projet actuel, et possible de tracer une première esquisse des aspects économiques et financiers de l'ouvrage et de prévoir comment il pourrait être exploité.

## I. - CHOIX DU TYPE DE L'OUVRAGE

Il s'agissait tout d'abord d'opter entre un tunnel et un pont, ensuite entre un tunnel routier et un tunnel ferroviaire. Ce choix devait en premier lieu tenir compte des obstacles naturels à franchir entre la Grande-Bretagne et le Continent.

La Manche est, comme l'on sait, l'une des mers les plus encombrées et les plus agitées du monde. Il y passe plus de 500 bateaux par jour, les collisions y sont d'ailleurs fréquentes, et la proportion des périodes de mauvais temps, de pluie, de tempête ou de brume, y est particulièrement élevée.

Le sous-sol, de son côté, a fait l'objet d'études géologiques extrêmement poussées, notamment au cours d'une importante campagne de recherches effectuée en 1964 et 1965. Les résultats de ces recherches permettent de savoir que ce sous-sol est formé de couches continues et homogènes de calcaire, d'un bord à l'autre du détroit ; l'une de ces couches est constituée de craie argileuse, compacte et très uniforme, qui, selon les techniciens, se prête particulièrement bien au forage.

C'est dans ces conditions qu'un premier choix fut opéré entre le tunnel et le pont, en fonction de considérations techniques, financières et juridiques. Le projet de tunnel, compte tenu des conditions géologiques et techniques prévisibles paraissait ne présenter aucun aléa majeur, par contre, le projet de pont posait un certain nombre de problèmes techniques délicats, concernant notamment l'implantation des piles. Par ailleurs, sa rentabilité, en raison de son coût deux fois plus élevé et de sa capacité à peine supérieure, paraissait sensiblement plus faible que celle du tunnel. Enfin, le pont, par la gêne qu'il apporterait à la navigation, pouvait soulever des problèmes juridiques internationaux assez sérieux à l'égard des pays tiers, alors que le tunnel peut être construit par la voie d'un simple traité franco-britannique.

Le principe du tunnel adopté, il fallait ensuite opter entre deux modes possibles de transport à utiliser : le fer ou la route. A priori, la seconde solution pouvait paraître la plus simple et la plus moderne. Pourtant, les études auxquelles il a été procédé indiquent que la technique ferroviaire présente des avantages certains. Techniquement, en effet, on est contraint de tenir compte de deux données : l'épaisseur de la couche géologique favorable au forage, et la largeur du détroit (environ 36 km). La première de ces données limite notamment la dimension possible du diamètre du tunnel : or, à trafic égal, un ouvrage routier doit nécessairement être plus largement dimensionné qu'un ouvrage ferroviaire. Ensuite, un tunnel de cette longueur rendrait très délicats et très coûteux à résoudre les problèmes de ventilation : ceux-ci s'étaient déjà révélés très ardues pour le tunnel sous le Mont-Blanc, qui est trois fois plus court. Quelle que soit la solution qu'on y apporte, ils limitent en tout cas considérablement le débit de l'ouvrage.

La rentabilité d'un tunnel routier, et a fortiori d'un tunnel complet routier et ferroviaire, s'établissait pour ces raisons à un niveau très inférieur à celui d'un simple tunnel ferroviaire. Le coût de la construction, en raison du diamètre et des difficultés supplémentaires de construction, aurait été deux à trois fois supérieur à celui du tunnel ferroviaire. Son débit, limité par les risques de la

circulation automobile souterraine, aurait été très inférieur.

C'est pour l'ensemble de ces raisons que les deux Gouvernements se sont prononcés en faveur de la solution d'un tunnel ferroviaire, ouvert à la fois au trafic propre du chemin de fer et au trafic routier, grâce à l'utilisation des wagons porte-voitures. Pourtant, quels que soient les avantages techniques du forage, il n'a pas encore été définitivement décidé si ce tunnel serait foré ou immergé. Un tunnel immergé aurait quelque 45 km de longueur, un tunnel foré environ 50 km. Dans les deux cas, 36 km se situeraient sous la mer, et 70 km séparent les deux gares terminales.

## II. - ASPECTS ÉCONOMIQUES ET FINANCIERS

Economiquement, le principe du tunnel ferroviaire ne se justifiait que s'il permettait d'assurer les transports entre le continent et la Grande-Bretagne à un coût moindre pour la collectivité que celui entraîné par le simple développement des moyens traditionnels (bateaux et avions). Financièrement, il convenait que l'ouvrage fût suffisamment rentable pour attirer des capitaux privés. L'avantage économique et la rentabilité financière du tunnel ont fait l'objet d'études détaillées.

Les études reposent en premier lieu sur les prévisions de trafic. Il s'agissait tout d'abord de déterminer la croissance « naturelle » du trafic à travers la Manche, dans le cas où aucun ouvrage fixe ne serait construit. Il s'agissait ensuite d'estimer quelle proportion de ce trafic serait détournée par le tunnel et quel trafic nouveau serait engendré, compte tenu du niveau de péages permettant d'obtenir les recettes les plus élevées et de la concurrence des autres moyens de transports (y compris les techniques nouvelles : hydrofoils ; hovercrafts ; bateaux containers et « roll-on, roll-off »). Une première étude avait été effectuée sur ces bases en 1963 : elle prévoyait, pour l'année 1980, un trafic de l'ordre de 0,8 à 1,2 million de véhicules accompagnés, de 3 à 3,7 millions de passagers simples et de 3 à 4 millions de tonnes de marchandises. En dépit d'évaluations extrêmement prudentes et après une révision du niveau des péages, une seconde étude a permis en 1966, de relever ces prévisions de trafic à la fois pour les véhicules accompagnés, les passagers simples et les marchandises.

Les experts français et britanniques ont ensuite apprécié l'intérêt que présenterait, pour la collectivité, la construction d'un ouvrage fixe par

rapport au développement des liaisons maritimes et aériennes. Cet intérêt a été évalué de la manière suivante : la réduction des coûts d'exploitation et les avantages retirés par l'exploitant et les usagers de l'ouverture du tunnel ont été comparés au montant des dépenses d'investissement supplémentaires entraînées par sa construction. Le calcul effectué en 1963, sur la base de certaines hypothèses (période de 50 ans taux d'actualisation de 7 % ; 1969 pris comme année de référence), indiquait que l'intérêt de l'ouvrage pour la collectivité se situait entre 1 et 2,1 milliards de Francs. Les études de 1966 ont largement confirmé les conclusions de celles de 1963 : l'avantage économique serait au moins deux fois plus important qu'il n'avait été prévu trois ans auparavant.

Le taux de rentabilité financière de l'investissement avait, en 1963, fait l'objet de prévisions extrêmement détaillées. Un plan de financement avait été établi, sur la base d'hypothèses concernant la répartition des moyens de financement entre le capital actions, les emprunts obligatoires à long et moyen terme et les crédits bancaires. Les calculs effectués en 1963, puis en 1966, ont conduit à la conclusion que, même dans les hypothèses de trafic pessimistes, le tunnel ferroviaire devrait être suffisamment rentable pour attirer des capitaux privés.

### III. - CHOIX CONCERNANT LA CONSTRUCTION ET L'EXPLOITATION

Le communiqué franco-britannique du 28 octobre 1966 a défini les grandes lignes de l'organisation et du financement prévus. Deux organismes franco-britanniques seraient créés, l'un pour la construction, l'autre pour l'exploitation de l'ouvrage. Le premier serait privé, car il devrait être fait largement appel au marché international des capitaux pour la construction.

Une fois le tunnel terminé, celui-ci serait remis par la société de construction à un organisme public d'exploitation. En effet, l'importance et le rôle de l'ouvrage imposent que sa gestion soit confiée aux pouvoirs publics. Cependant, les chemins de fer seraient étroitement associés à l'exploitation de l'ouvrage. Les conditions juridiques et financières exactes de la construction et de l'exploitation du tunnel restent encore à préciser. Les deux gouvernements ont décidé que chacun d'eux mettrait en place les structures administratives nécessaires pour étudier, dans les meilleures conditions possibles, les problèmes qui restent encore à régler.

Quelles que soient les solutions adoptées dans ce domaine, le mode d'exploitation du tunnel a

déjà fait l'objet d'études assez détaillées. La technique employée sera ferroviaire, mais il est bien entendu que l'ouvrage devra servir à la fois, et sans discrimination, aux transports directs par chemin de fer entre la France et la Grande-Bretagne et aux véhicules routiers, voitures particulières ou camions, qui se présenteront aux entrées du tunnel.

Les transports directs par chemin de fer seront naturellement beaucoup plus rapides qu'aujourd'hui. Le voyage Paris-Londres, qui demande actuellement au minimum 7 à 8 heures, pourra désormais être effectué en moins de 4 heures et demie. Mais c'est le transport par rail des véhicules routiers qui, malgré son aspect classique, constituera l'aspect le plus nouveau et les plus intéressant de la technique employée. Il devrait en effet assurer le transport des véhicules dans des conditions de confort, de rapidité et de sécurité très supérieures à celles d'un tunnel routier. Il est en effet prévu d'utiliser un matériel roulant spécialement conçu, permettant de charger les véhicules hauts sur des plates-formes adaptées à leur dimension et les voitures particulières sur des wagons à deux étages. L'embarquement et le débarquement pourraient s'opérer rapidement au moyen d'un grand nombre de quais parallèles à deux niveaux. Les rames contiendraient chacune quelque 300 voitures, pourraient rouler à 140 km/h et, en période de pointe, partiraient toutes les trois minutes.

C'est ainsi qu'il n'est pas irréaliste de prévoir un trafic de pointe de l'ordre de 4 000 voitures par heure dans un sens : ce débit correspond à celui d'une autoroute à six voies et se situe à un niveau très supérieur à celui du tunnel sous le Mont-Blanc (600 véhicules par heure dans les deux sens). Cette très grande différence de capacité entre les deux tunnels tient, d'une part, à la régularité et à la vitesse du trafic dans le tunnel ferroviaire, et, d'autre part, à la faible densité du trafic et à la limitation de vitesse nécessaires, pour des raisons de sécurité, dans un tunnel routier (vitesse maximum de 70 km/h et espacement de l'ordre de 100 mètres).

Le matériel roulant utilisé ne serait pas constitué de simples plates-formes, mais de voitures fermées, spécialement aménagées, éclairées et ventilées. Les voyageurs pourraient sortir de leur véhicule, circuler dans le train, et, par exemple, se rendre au bar. Les deux gares terminales, distantes de 70 km, seraient ainsi reliées en 40 minutes.

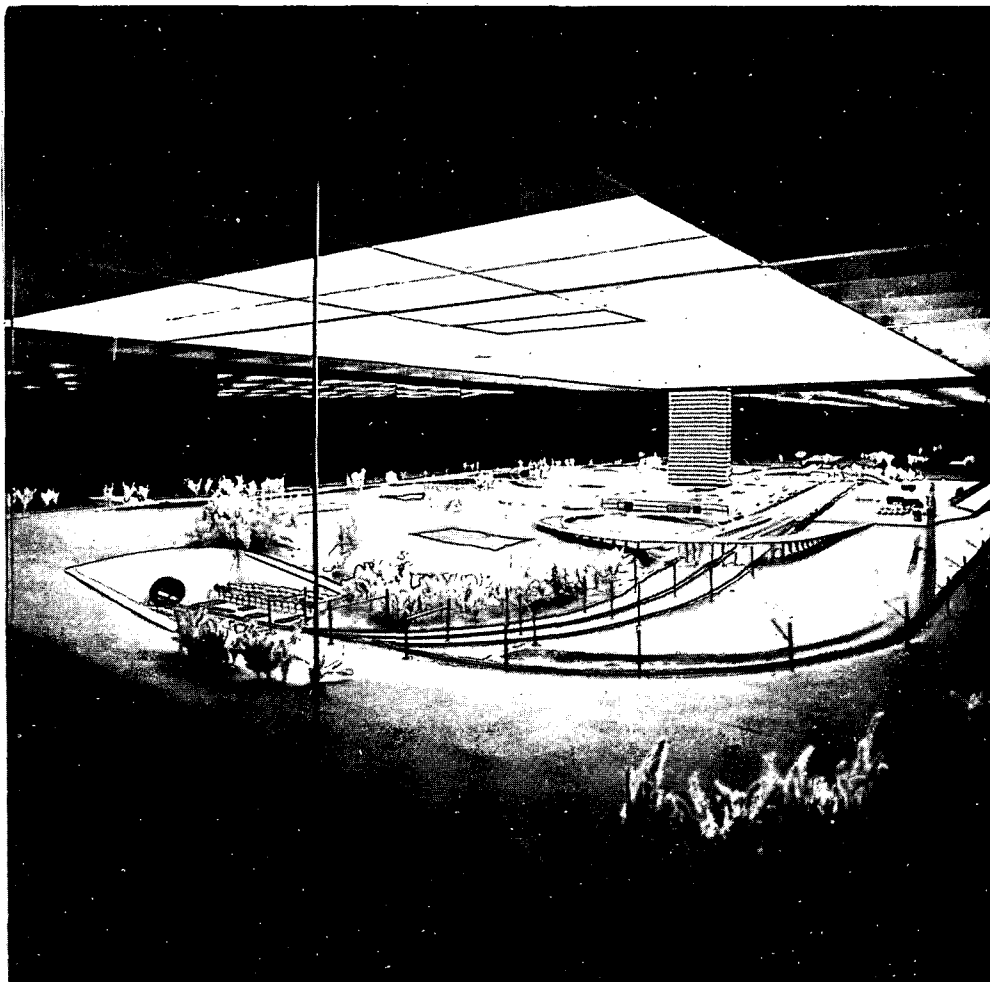
Naturellement, la rapidité de la traversée de la Manche ne dépendrait pas seulement de celle du transport. Les installations terminales, notamment celles destinées à la perception du péage et à l'accomplissement des formalités douanières,

devraient être adaptées à la capacité du tunnel. Si l'on admet que les contrôles de douane et de police demandent en moyenne une minute par véhicule, il conviendrait de prévoir 60 guichets disposés par exemple en « arêtes de poissons », pour écouler un trafic de 3 600 véhicules à l'heure.

De la même manière, les réseaux ferrés et autoroutiers des deux pays devront être raccordés à chaque extrémité du tunnel. Des investissements

sont à prévoir pour permettre un écoulement satisfaisant, dans les îles britanniques et sur le continent, du trafic appelé à emprunter l'ouvrage.

La réalisation d'un tunnel sous la Manche devrait ainsi favoriser à la fois les transports routiers et les transports ferroviaires par les gains de temps et la diminution du coût des traversées (tarifs inférieurs à ceux d'aujourd'hui ; absence



Une des entrées du Tunnel.

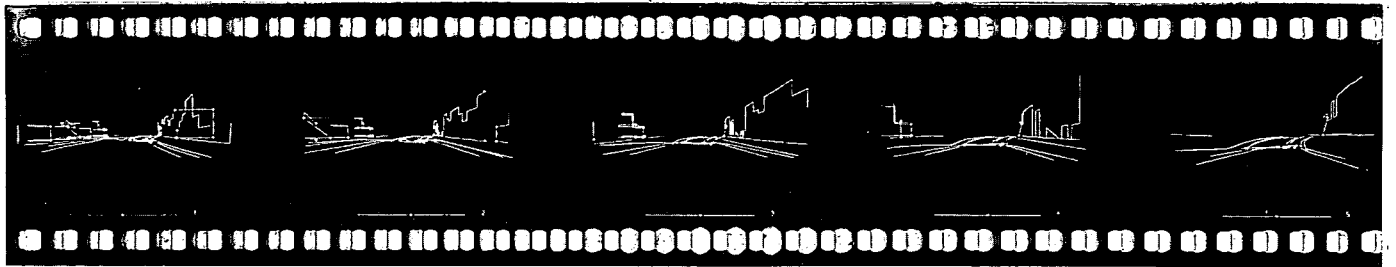
Cliché « S.N.C.F. »

de ruptures de charges). Il ne devrait pas uniquement apparaître comme un concurrent des modes de transport maritimes et aériens, mais plutôt comme un moyen complémentaire : le trafic de passagers des lignes aériennes courtes – par exemple Paris-Londres – ne devrait être qu'assez faiblement influencé par l'ouverture du tunnel. Quant au trafic de véhicules accompagnés, l'on a remarqué ces dernières années que la mise en service de nouvelles lignes de ferries permettait d'effectuer des liaisons entre des zones assez éloi-

gnées des extrémités du tunnel ; ces liaisons sont et demeureront très compétitives.

Quoi qu'il en soit, certaines adaptations seront nécessaires, notamment sur les lignes maritimes actuellement exploitées par la S. N. C. F. et les British Railways. Mais c'est seulement à ce prix que l'on progresse et il est incontestable que l'ouverture du tunnel sous la Manche rendrait plus facile et plus nombreux les échanges matériels et humains entre les peuples situés de part et d'autre du détroit.





# LE DESSIN AUTOMATIQUE **DES AUTOROUTES**

VOIE FRANÇAISE

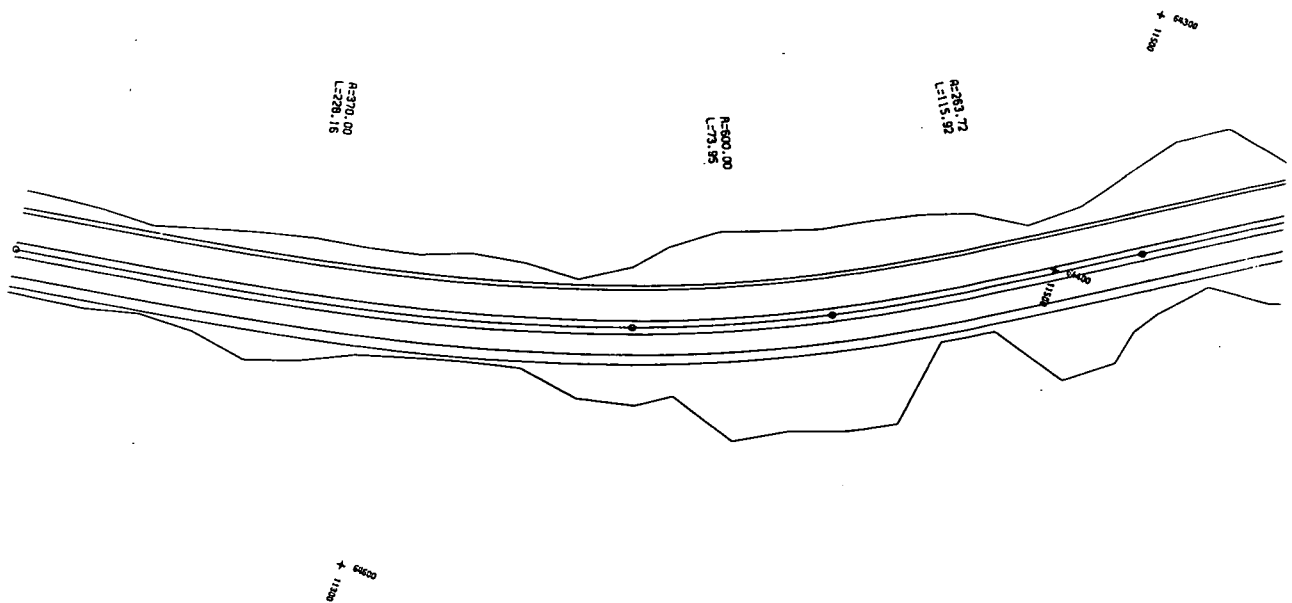
VERS DES PROJETS MEILLEURS,  
MOINS CHERS ET PLUS BEAUX

Les deux types de dessins automatiques présentés ci-dessus sont aujourd'hui débités à haute cadence pour les besoins des projeteurs d'autoroutes urbaines et de rase campagne, grâce aux machines et aux programmes électroniques du Service Spécial des Autoroutes.

En haut, quelques vues perspectives de la future autoroute Est de Marseille, produites directement sur microfilm par photographie d'un tube cathodique à la cadence d'une par seconde : la perspective de l'autoroute projetée est automati-

quement dessinée dans son environnement par la mise en place des voies et des immeubles existants ou futurs.

En bas, une portion de tracé d'autoroute de liaison, dessinée électromécaniquement en moins de deux minutes : le dessin représente les bords de chaussées, les limites de plate-forme et d'assiette l'axe de l'autoroute et des caractéristiques des arcs de cercles et de clothoïdes qui le composent; il peut se superposer à un fond de plan topographique grâce aux sommets du quadrillage LAMBERT figurés de place en place.



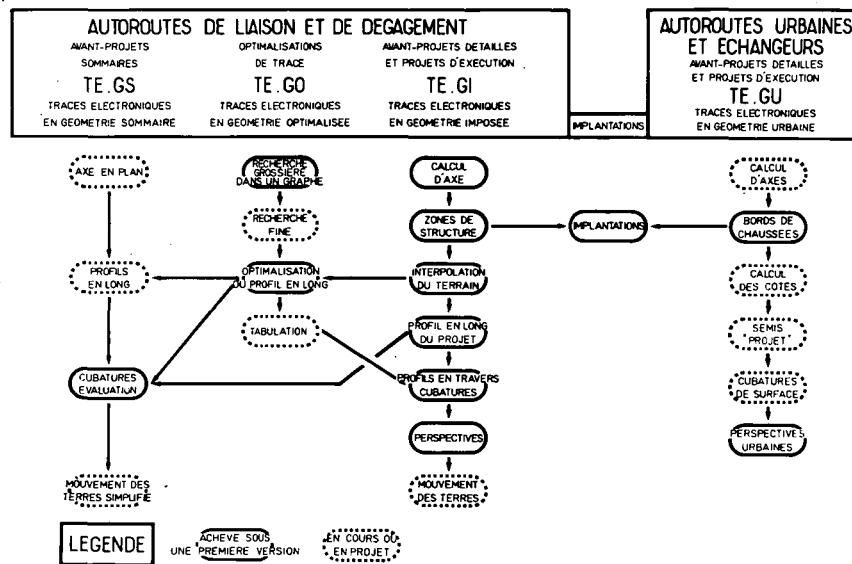
## A L'AMONT : LE CALCUL ÉLECTRONIQUE DES TRACES

### Les programmes

La vitesse de calcul des ordinateurs, leur puissance et leur infaillibilité peuvent être mises à profit pour abaisser les prix de revient des études pour pallier l'insuffisance numérique du personnel d'exécution, pour réduire les délais de production des projets et pour rechercher des solutions techniquement et économiquement meilleures. C'est ainsi que le but essentiel des programmes de calcul électronique des tracés a été et est encore de débarrasser les projeteurs de toutes tâches purement matérielles et fastidieuses tels que des calculs numériques et des dessins d'exécution pour leur permettre de se consacrer entièrement à la conception même de l'autoroute et aux choix solidement étayés des tracés les meilleurs.

Le programme TE.GI (Tracés Électroniques en Géométrie Imposée), le premier mis en service, automatise la plus grande partie des étapes numériques et graphiques d'un projet d'autoroute de liaison. Véritable « lami noir » de projets, il permet à l'heure actuelle d'étudier et de comparer sans fatigue un grand nombre de variantes distinctes d'un même tronçon d'autoroute. Il peut en outre traiter en rase campagne des problèmes voisins de ceux des autoroutes : routes ordinaires, voies ferrées, canaux, pistes d'aviation, oléoducs, carrières, etc... Il peut être aussi employé pour l'étude de projets de voies urbaines et d'échangeurs.

A partir d'un tracé en plan et d'un profil en long sommairement dégrossis à la main et de profils en travers-types, ce programme calcule l'implantation fine du tracé, et les cubatures des terrassements, et fait dessiner tous les documents graphiques du projet.



Ce programme a déjà été refondu depuis sa création et donne toute satisfaction à ses utilisateurs, grâce à sa souplesse d'emploi pour la mise au point des projets. Les autres programmes généraux, dont il va être question, sont encore soit en cours de tests ou d'études, soit en projet.

Le programme TE.GS. (Tracés Électroniques en Géométrie Sommaire) permettra d'étudier rapidement et de comparer aisément des **avant-projets sommaires** de très nombreuses variantes de tracés en géométrie imposée. Il constituera, en quelques sortes, une version simplifiée du programme TE.GI.

Le programme TE.GO. (Tracés Électroniques en Géométrie Optimisée) a pour but la détermination de tracés rendant minimaux tels termes que l'on veut d'une **fonction économique** qui peut aller, par exemple, de l'autoroute la moins chère en frais de construction à l'autoroute la plus avantageuse en comptabilisant les dépenses actualisées des investissements et des frais d'exploitation, entretien et bilan de l'usager.

Le problème est fort complexe et ne pourra être traité qu'en simplifiant ses données et en demandant une part accrue de réflexion au projeteur pour l'exploitation des résultats du programme. Deux méthodes d'approche ont déjà

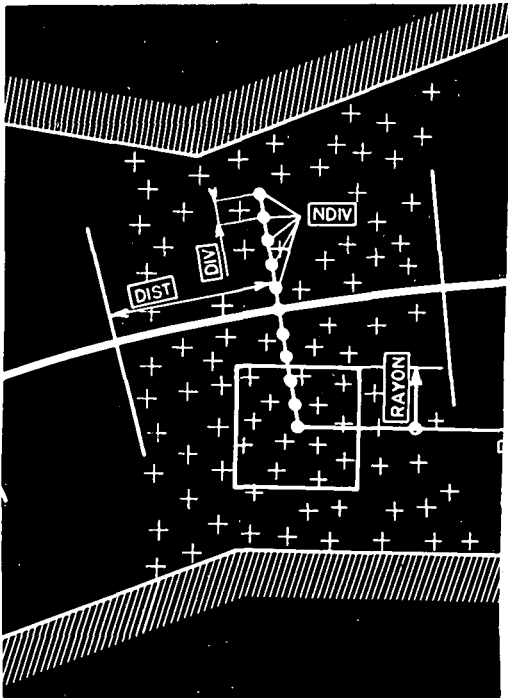
été expérimentées : il s'agit d'une méthode de recherche dans un graphe dimensionnel et d'un programme d'amélioration par relaxations successives.

Le programme TE.GU. (Tracés Électroniques en Géométrie Urbaine) sera adapté à l'étude des voies urbaines et des échangeurs.

Il permettra, notamment, de définir le tracé par les seules contraintes auxquelles il doit satisfaire, de calculer les cubatures des terrassements avec plus de précision que par la méthode classique des profils en travers, et de dessiner les vues perspectives du tracé projeté dans son environnement urbain.

### Le « semis de points »

L'une des originalités des programmes français de calcul électronique des tracés réside dans l'emploi d'un « semi de points » pour la représentation du terrain naturel. L'ordinateur, en effet, ne peut traiter que des informations numériques; il faut donc discrétiser le terrain naturel en une image numérique pour le rendre assimilable par la machine.



Discrétiser le terrain naturel en une image numérique : la solution la plus généralement adoptée pour le calcul électronique des cubatures des terrassements a été de relever le terrain après le tracé du projet. Les levés, aériens ou terrestres,

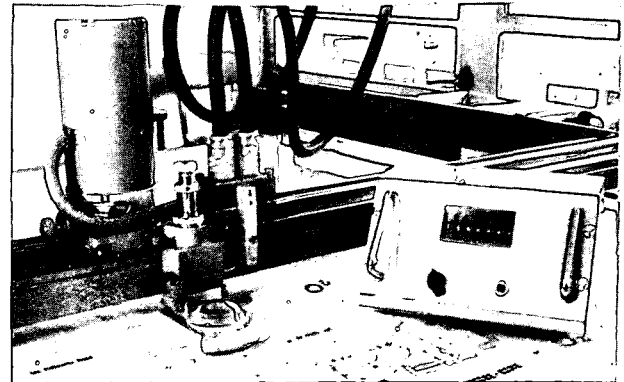
n'étaient alors effectués qu'au voisinage immédiat de l'axe présumé, le terrain étant défini par des profils en travers plus ou moins régulièrement espacés. Cette méthode nécessiterait de nouveaux levés topographiques pour chaque étude de variante de tracé.

La méthode du « semis de points » est beaucoup plus rationnelle : les levés sont effectués avant l'étude du projet, dans une bande de largeur suffisante pour autoriser les comparaisons de variantes. Ainsi, c'est la même image numérique du terrain qui sert à chaque passage en ordinateur, et le projeteur cesse d'être obnubilé par un tracé « a priori » qui peut se révéler fort mal choisi.

Le semis de points est, par définition, un ensemble de points du terrain naturel, judicieusement répartis dans la bande d'étude du projet, et donnés par leurs coordonnées orthogonales X, Y, Z, dans le système de référence choisi.

L'ordinateur calcule environ 900 points à la minute, avec une erreur quadratique moyenne d'environ 15 centimètres (une motte de terre au regard des terrassements).

Le semis de points peut être obtenu soit par lever aérien et restitution photogrammétrique, soit par lever classique au sol, soit par lever sur plan existant grâce à un lecteur de courbes.



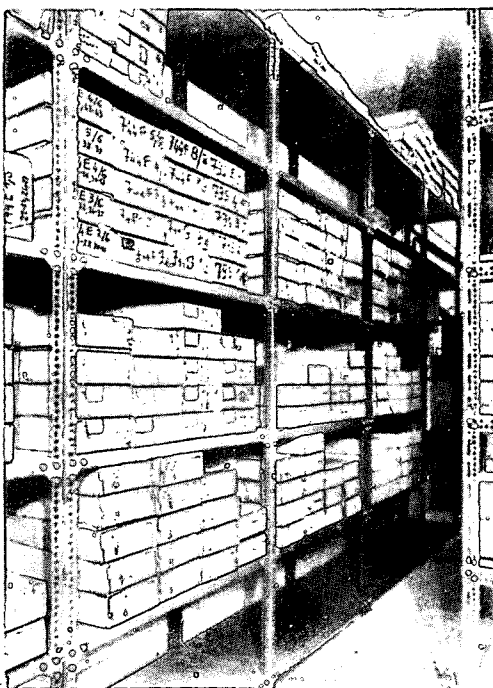
Cliché « Europimages »

Le lecteur de courbes ci-dessus est un coordinatographe inverse : il mesure les coordonnées X et Y des points à lever et les fait perforer sur cartes, accompagnées de leur cote Z portée manuellement sur le panneau d'affichage.

Le semis de points est stocké avant son emploi pour le calcul du terrain naturel (figure page 42). Une boîte de cartes représente une bande d'études de 2 à 3 kilomètres de long sur 300 à 500 mètres de large.

Pour le calcul d'un tracé particulier, l'ordinateur met en place des points sur les profils en travers

par leurs coordonnées planes X et Y et interpole lui-même leurs cotes Z du terrain. Pour ce faire, il sélectionne les points du semis les plus proches du point de cote inconnue; il leur affecte des « poids » convenables en fonction de leur distance au point; il calcule les coefficients d'une quadrique, dite « quadrique des moindres carrés » c'est-à-dire telle que la somme des carrés des distances pondérées des points à cette quadrique soit minimale. La surface obtenue épouse ainsi la forme locale du terrain : la cote inconnue est prise égale à celle de la quadrique à la verticale du point X, Y.



Cliché « Europimages »

## A L'AVANT : LES MACHINES A DESSINER

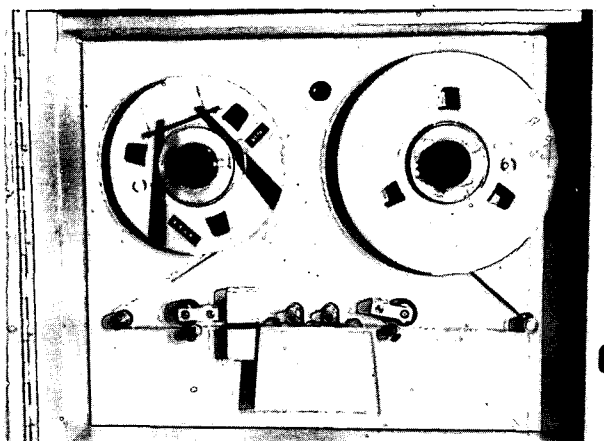
Les tableaux de résultats imprimés à l'issue des calculs électroniques ne sont pas des documents de lecture facile pour le projeteur ou le chef de chantier; Ils doivent être imagés par des documents graphiques dessinés à une échelle convenable. C'est bien là tout l'intérêt du dessin automatique des tracés et des ouvrages d'art : le report des cotes est préparé sur bande magnétique par l'ordinateur au moment même du calcul et un ensemble de machines à dessiner se charge ensuite de les traduire par des dessins.

Gain de temps, réduction des délais, suppression du risque d'erreur de report, abaissement des prix de revient, automatisation totale du projet : tels sont les principaux avantages du dessin

automatique. On peut ainsi présenter plusieurs études complètes de variantes distinctes pour un même tronçon d'autoroute sans grand effort supplémentaire, et fournir des indications chiffrées et imagées aux hommes chargés des décisions.

Le lecteur de bandes n'est, en quelque sorte, qu'un gros magnétophone qui lit les bandes magnétiques, décode les informations qui y sont inscrites et envoie des ordres aux traceurs sous la forme d'impulsions électriques élémentaires. Ce lecteur n'est d'ailleurs pas indispensable et peut être remplacé par une connexion directe entre l'ordinateur et les traceurs, lorsque ceux-ci sont placés dans le même local.

Remarquons le faible encombrement de l'ensemble ci-dessus et la simplicité du dispositif de lecture ci-dessous.



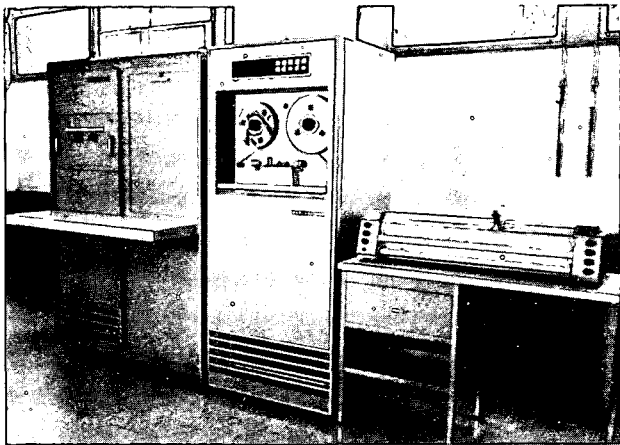
Cliché « Europimages »

C'est ainsi que la quasi-totalité des dessins classiques des avants-projets et projets routiers peuvent être réalisés par voie automatique : tracés en plan, diagrammes de dévers, profils en long terrain et projet, cahier des profils entravers, vues perspectives, etc..., sans oublier les dessins de ponts. Les cadences atteintes sont souvent assez considérables, — plusieurs kilomètres par jour ouvrable — et les pointes de la demande sont maintenant absorbées sans grande difficulté. Nul doute que, grâce aux perfectionnements incessants des nouvelles machines, des cadences encore supérieures pourront être atteintes.

Le dessin automatique s'est si bien intégré dans nos études d'autoroutes qu'il serait impossible de revenir du jour au lendemain aux méthodes du passé en soutenant le rythme de production actuellement atteint : le dessinateur d'exécution fait maintenant partie du folklore d'une époque révolue.

Inlassablement, pas après pas.

L'ordinateur fournit des bandes magnétiques contenant les informations nécessaires à la réalisation, pas à pas, des dessins et des écritures : les machines à dessiner ne calculent rien, elles exécutent. Ainsi, toute courbe, ou tout caractère est décomposé en petits segments élémentaires rectilignes, orientés selon huit directions possibles.

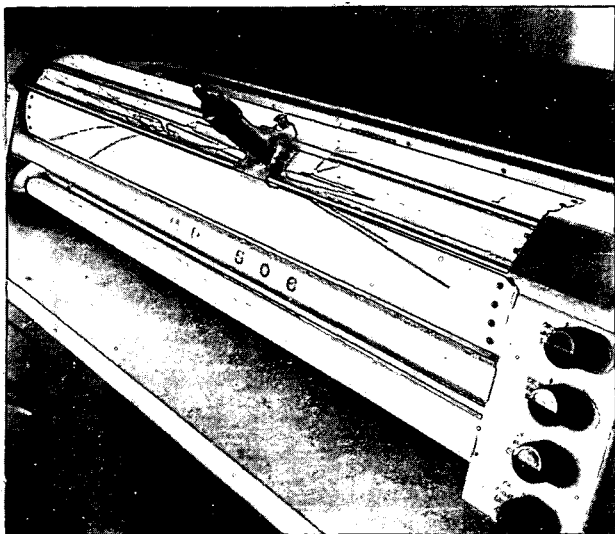


Cliché « Europimages »

L'ensemble ci-dessus est installé à l'Annexe d'ORLY du Service Spécial des Autoroutes. Il se compose d'un lecteur de bande (au centre), qui peut commander indifféremment deux traceurs, l'un électromécanique, l'autre électronique.

#### Version électromécanique : 25 dessinateurs

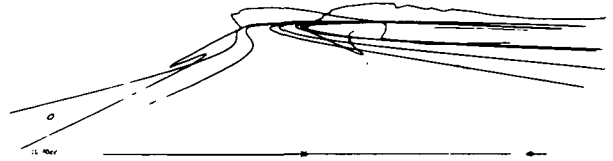
Le traceur électromécanique ci-dessous est essentiellement composé de deux moteurs pas à pas assurant l'un les déplacements d'un chariot



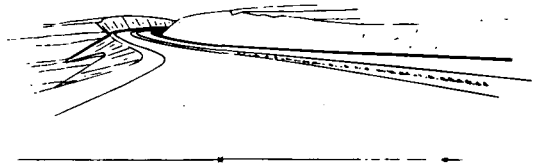
Cliché « Europimages »

mobile, l'autre les mouvements d'un tambour tournant, et d'un solénoïde commandant les levers de plume. Le dessin est produit par les déplacements relatifs de la plume portée par le chariot sur la feuille de papier entraînée par le tambour.

Le pas élémentaire est presque invisible à l'œil nu puisqu'il est de 0,1 millimètre et la vitesse est assez élevée (300 pas, soit 3 centimètres par seconde). La feuille de papier a 75 centimètres de large et jusqu'à 36 mètres de long. Ces caractéristiques font de ce traceur un outil de choix pour la production de dessins de forte longueur, tels que des profils en long, des tracés en plan et des plans de câblage ou de ferrailage d'ouvrage d'art.



Production brute de la machine : une autoroute de rase campagne. Il reste à éliminer les parties non vues et à hachurer les talus (habillage), à la main aujourd'hui, automatiquement demain.



Le dessin peut être fait à l'encre de chine, ou au stylo à bille, en noir ou en couleur, sur du calque ou du papier à dessin. La superposition, en rouge, du profil en long du projet sur un profil en long du terrain, en noir, est donc rendue possible.

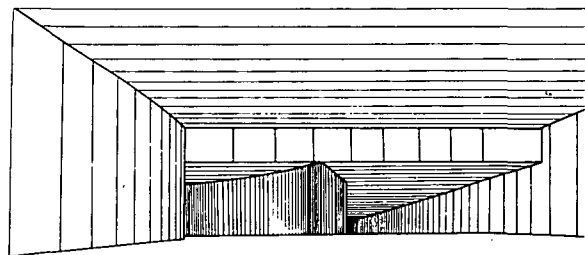
Quelques cadences de production moyennes au kilomètre : un profil en long complet, projet et terrain, à l'échelle du 1/1 000 est dessiné en moins de 30 minutes; un tracé en plan complet, à la même échelle, demande quelque 10 minutes en rase campagne et moins de 30 minutes dans une zone urbaine assez encombrée.

Ces traceurs sont très utiles pour la mise au point des projets par calculs et retouches successifs : c'est la raison pour laquelle les Agences Régionales de MACON et d'AIX-EN-PROVENCE du Service Spécial des Autoroutes en sont équipées depuis l'été 1966.

Ce traceur a servi aussi (et sert encore provisoirement) à produire le cahier des profils en

travers et les vues perspectives; malheureusement, sa relative lenteur exclut le dessin détaillé de ces documents, notamment l'écriture des cotes pour les profils en travers et l'habillage des perspectives.

C'est lui qui a notamment permis de lancer en grand le dessin des perspectives, très profitable à l'amélioration de la qualité géométrique des projets : son comportement durant le parcours de l'autoroute projetée, le guidage optique de l'utilisateur, sa sécurité psychologique, l'efficacité de la signalisation, la visibilité peuvent être étudiés et même simulés à l'aide de montages et de films cinématographiques. Nul doute que ce soit là l'outil de demain pour supprimer, à l'avance, les risques de « points noirs » sur les autoroutes modernes.

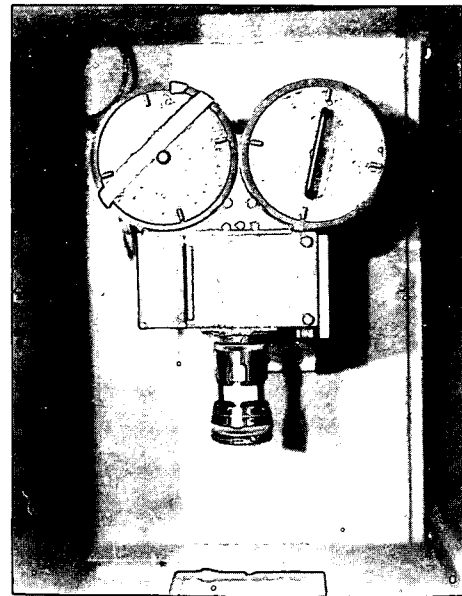


Autoroute A 14 à la traversée souterrain du quartier de la Défense (à l'Ouest de PARIS). Un film animé de 1 minute 30 a été réalisé en collaboration avec les services de l'E.P.A.D., pour juger de l'efficacité de la signalisation verticale avant les diverses bifurcations (redans frontaux dans le plafond du souterrain).

#### Version électronique : une armée de dessinateurs

Le principe de ce traceur électronique est totalement différent : le dessin est engendré par les déplacements d'un spot lumineux sur un tube à rayons cathodiques, photographié par une caméra de 35 millimètres. Ce traceur est très rapide et précis : sa cadence maximale est de près de 17 000 pas de 1/4 de millimètre par seconde (soit plus de 4 mètres par seconde !) directement connecté à un ordinateur électronique, cette cadence peut s'élever à 100 000 pas, soit 25 mètres à la seconde. Aucun dessinateur humain n'est capable de soutenir la comparaison du point de vue de la rapidité : cette machine va permettre de produire des documents inédits, parce qu'il était impensable de les dessiner à la main, bien qu'ils fussent du plus grand intérêt pour l'élaboration d'un projet.

Les dimensions des documents produits après développement et agrandissement des microfilms sont malheureusement relativement réduites :



Cliché « Europimages »

Caméra de prise de vue (Calcomp 835).

28 cm × 43 cm. Il est donc exclu de faire dessiner par cette machine des documents longs tels que des profils en long ou des tracés en plan; par contre, c'est un instrument remarquable pour la sortie des documents très nombreux compliqués et munis de cotes, de commentaires ou de hachures tels que des profils en travers ou des vues perspectives.

#### UNE NOUVELLE MÉTHODE DE TRAVAIL EST UNE PRODUCTIVITÉ UNIQUE AU MONDE

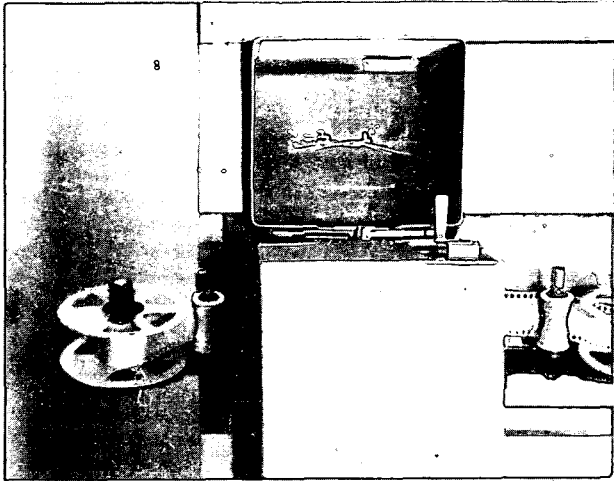
Les méthodes d'automatisation qui viennent d'être décrites connaissent un succès croissant auprès des projeteurs autoroutiers. Le nombre des calculs effectués annuellement le montre fort clairement :

120	en 1964,
600	en 1965,
1 800	en 1966.

C'est donc plus de 2 500 exploitations de programmes qui ont été jusqu'à présent effectuées ! Le rythme actuel est d'une cinquantaine de calculs par semaine et il ne fera que s'accélérer au fur et à mesure de la sortie des nouveaux programmes et du démarrage des petits ordinateurs régionaux pour la mise au point des projets.

Ce traceur ne peut fonctionner seul, puisque les microfilms qu'il produit doivent être développés par un banc de tirage automatique et tirés sur une imprimante. La développeuse automatique

permet, sans intervention humaine en cours de traitement, de développer dans des bains chimiques, d'inverser partiellement pour obtenir une image négative et de sécher le microfilm impressionné à la sortie de la caméra de prise de vue. La durée de l'ensemble de ces opérations n'excède pas 10 minutes pour plusieurs centaines de clichés.



Cliché « Europimages »

Imprimante Rank-Xérox 18-24.

L'imprimante de microfilm permet de les tirer sur un support quelconque non photosensible, tel que du papier à dessin ou du calque, par un procédé électrostatique. La vue est cadrée sur la visionneuse ci-contre; le document est produit, agrandi 15 fois, en moins de 20 secondes.

Parallèlement, les délais diminuent : s'il fallait trois mois en 1965 pour produire un projet complet à partir de rien, par une dizaine de passages en ordinateur, il suffit parfois de 15 à 25 jours aujourd'hui. La preuve en a été récemment faite par l'Agence Régionale du SUD-EST grâce à un système de transmission de données par ligne téléphonique entre LYON et PARIS. Nul doute que ces délais excellents, encore relativement rares aujourd'hui se trouveront généralisés grâce aux nouvelles machines.

Après des siècles de traditions et de routines, nous voyons aujourd'hui s'opérer une mutation profonde dans nos études routières : le bureau d'études de demain sera formé d'une équipe d'ingénieurs et de projeteurs, tous hautement qualifiés, peu nombreux mais secondés par des machines esclaves, fonctionnant sans fatigue, reiâche, ni erreur. Cette équipe, débarrassée de ses tâches matérielles de calcul et de dessin, pourra se consacrer pleinement à la conception de projets meilleurs, moins chers et plus harmonieux.

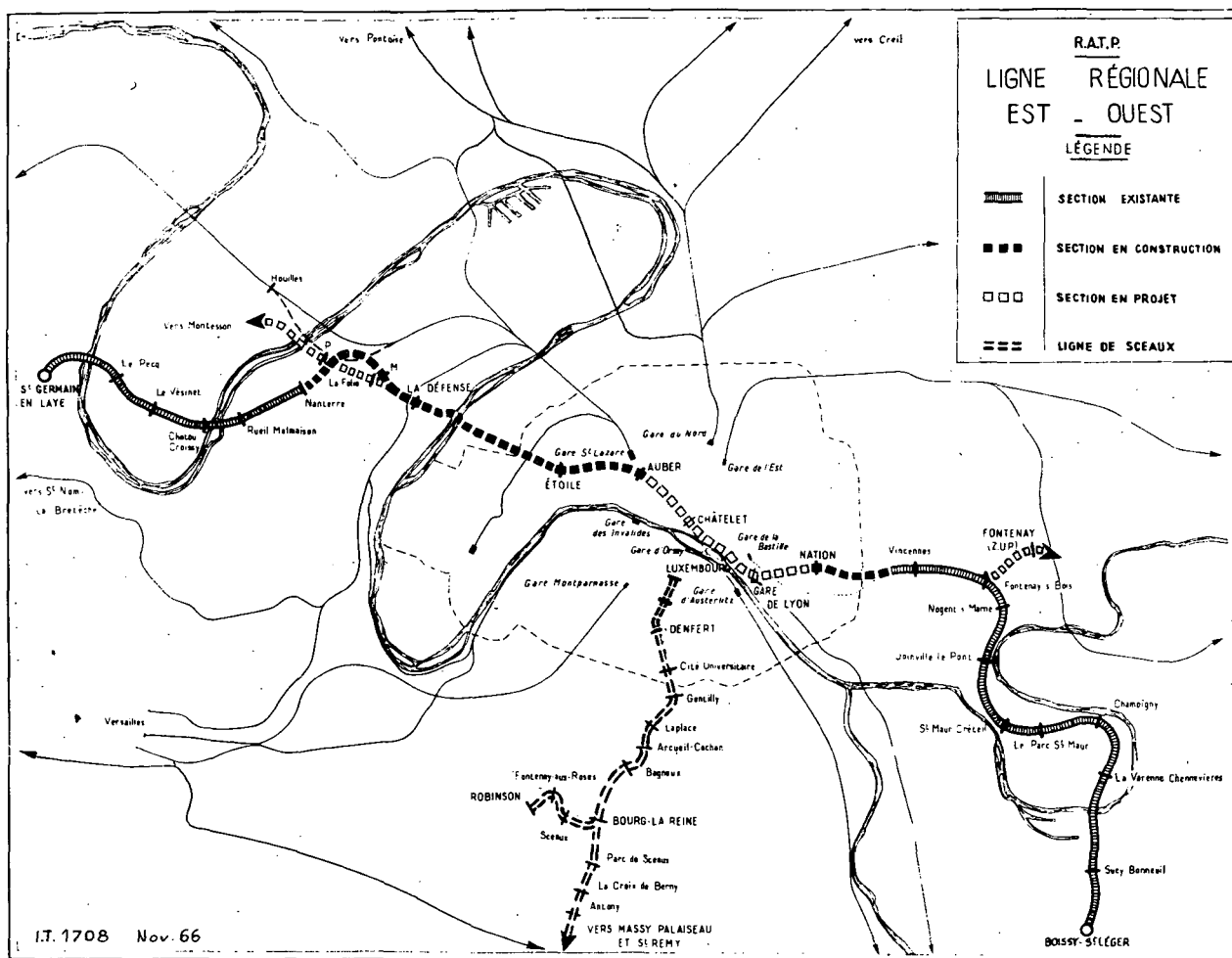
# LE RÉSEAU EXPRESS RÉGIONAL

Les Parisiens sont maintenant familiarisés avec les trois lettres R. E. R. qui marquent un certain nombre de chantiers surgis depuis deux ans dans les rues de leur ville et de sa banlieue. Ils savent pour la plupart qu'il s'agit d'une ligne transversale allant d'une part, de Saint-Germain à la Rue Auber, et d'autre part, de Boissy-St-Léger à la Place de la Nation, en utilisant les actuelles lignes S. N. C. F. de St-Germain et de Vincennes et assurant en plusieurs points la correspondance avec le métro. Toutefois, peu de gens soupçonnent l'importance que revêt cette réalisation pour la vie économique et sociale de l'agglomération pari-

sienne, ni l'ampleur des travaux et des investissements nécessaires à sa réalisation.

Complété par de nouvelles branches au fur et à mesure du développement de la capitale, le Réseau Express Régional constituera un élément d'équipement d'ampleur nationale à l'échelon du Paris de l'an 2000.

A ce titre, cette réalisation a sa place dans ce numéro consacré aux grands problèmes d'infrastructure nationale. Il importe d'en préciser la signification en tant qu'élément de solution du problème des transports parisiens et en tant que grande réalisation technique de cette décennie.



## I. - LA CONCEPTION DU RÉSEAU EXPRESS RÉGIONAL

La création d'un réseau express régional répond à la nécessité de relier les noyaux urbains les plus importants de la banlieue parisienne à de grandes

stations de correspondance du « métro » dans des conditions satisfaisantes de rapidité et de confort.

Il est nécessaire de rappeler sommairement les données du problème des transports dans la région parisienne et de citer quelques chiffres.