



RATP
ÉTUDES · PROJETS

86

juillet - août - septembre

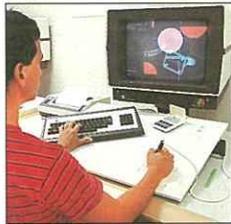
**Revue éditée par
la Régie Autonome des
Transports Parisiens**

RATP

53 ter, quai des Grands-Augustins
75271 PARIS CEDEX 06

Abonnement pour l'année 1986
FRANCE et ÉTRANGER : 118 F

SOMMAIRE



LA CAO : UN EXEMPLE À LA RATP

Après un rappel des origines et des apports de la Conception Assistée par Ordinateur, le point sur les réalisations et sur les perspectives de développement de cette technique à la RATP. 5

5



L'ÉAO AU SERVICE DES DÉCOMPTEURS DE LA CAISSE DE COORDINATION

Description détaillée du système d'Enseignement Assisté par Ordinateur mis en place à la Caisse de coordination aux assurances sociales de la RATP pour la formation des décompteurs puis présentation, dans les grandes lignes, du projet d'utilisation de cet outil à l'École technique de Noisiel. 15

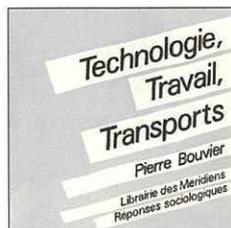
15



PROLONGEMENT DE LA LIGNE 7 DU MÉTRO À LA COURNEUVE

Présentation de la seconde étape du prolongement de la ligne 7 du métro au nord : caractéristiques générales, ouvrages construits, méthodes d'exécution et contraintes du chantier. 21

21



TECHNOLOGIE, TRAVAIL, TRANSPORTS

Entretien avec Pierre Bouvier, lauréat du prix 1986 « L'homme, les transports et la ville », et présentation de son ouvrage consacré à l'évolution des rapports socioprofessionnels dans le métro de Paris depuis la fin des années 60. 33

33



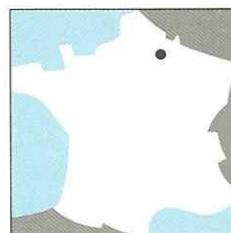
NOUVELLES DIVERSES DE LA RATP

- Exploitation du réseau d'autobus. 39
- Vues des travaux en cours. 40
- Trafic et service de l'année 1986. 42

39

40

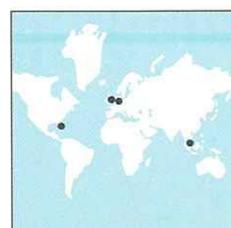
42



NOUVELLES DIVERSES DE FRANCE

- Laon : poursuite des travaux « POMA 2000 ». 43

43



NOUVELLES DIVERSES DE L'ÉTRANGER

- Londres : mise en service de la ligne circulaire sous l'aéroport d'Heathrow. 44
- Miami : ouverture à l'exploitation du « METROMOVER ». 45
- Utrecht : ouverture du prolongement à IJsselstein de la ligne de tramway express « Utrecht-Nieuwegein ». 46
- Singapour : progression de la construction du métro. 46

44

45

46

46



LA CAO : UN EXEMPLE À LA RATP

Cet article, qui fait le point sur les réalisations et sur les perspectives de développement de la CAO à la RATP, a été réalisé, en collaboration, par Gérard Chaldoreille (Secrétariat des Commissions de la recherche et des systèmes d'information), Michel Barbier et Jean-Paul Codard (Direction du génie civil), et Michel Mathieu (Direction du réseau ferré).

CHACUN sait aujourd'hui que la production automobile fait de plus en plus appel à l'informatique. L'informatisation et la robotisation sont une arme essentielle dans la bataille acharnée que se livrent les grandes entreprises mondiales. La « chaîne informatique » que constitue l'usine automatisée commence par la CAO (Conception Assistée par Ordinateur). Il y a vingt ans, les études de nouveaux modèles se faisaient à la main, ce qui demandait des délais importants et ne permettait pas une très grande précision. Seuls les essais sur prototype indiquaient les éventuelles erreurs de conception. L'erreur détectée et corrigée, il fallait reprendre tous les plans à la main et prévoir un nouvel essai. Aujourd'hui, l'ordinateur permet d'améliorer considérablement ce travail de recherche grâce à la CAO : le dessin des pièces ne s'effectue plus sur papier, mais sur un écran graphique (type téléviseur), les calculs sont réalisés automatiquement par l'ordinateur, nombre d'opérations longues et répétitives s'effectuent automatiquement (symétries, rotations, cotation des pièces, routage des circuits électroniques,

etc.). La CAO touche maintenant aussi bien la mécanique que l'aérodynamique, l'électronique, le génie civil, la cartographie...

Historique de la CAO

Les origines de la conception assistée par ordinateur remontent au pas décisif franchi par l'informatique lorsqu'elle a permis le traitement d'objets géométriques au même titre que les informations alphanumériques auxquelles les ordinateurs étaient directement adaptés de longue date.

Cette technique s'est implantée dans les entreprises industrielles de l'aéronautique et de l'automobile au milieu des années 1960 et sa généralisation a confirmé le rôle clé de l'information dans l'intégration des activités et la compétitivité de l'entreprise.

Aujourd'hui, la CAO s'est largement répandue dans de nombreux milieux industriels sans pour autant se généraliser à tous les corps de métiers (voir tableau 1) ; ceci essentiellement pour des raisons liées à une adaptabilité encore insuffisante et aux investissements importants qu'elle nécessite.

Les possibilités graphiques de cette nouvelle technique, largement tributaires de l'état de la technologie des matériels, ont d'abord couvert les représentations détaillées d'objets plans (Dessin Assisté par Ordinateur ou DAO).

La véritable fonction de conception d'un produit n'apparaît que vers le début des années 1980 avec l'arrivée sur le marché de matériels dédiés à ce type de traitement.

Les postes de travail présentent

MATÉRIELS, LOGICIELS ET SERVICES		
Pays	1983	1990
France	400	2 000
Europe	1 800	11 000
USA	6 000	31 000
Japon	1 500	8 000
Monde	10 000	56 000

1. Le marché de la CAO en M FF (source : BIPE).

alors une puissance locale de traitement et les logiciels spécifiques d'application, travaillant en deux ou trois dimensions, assurent la manipulation directe d'entités surfaciques ou volumiques.

Si l'on se risque aujourd'hui à une définition de la CAO, on peut la caractériser comme étant un processus dans lequel figurent obligatoirement plusieurs caractéristiques :

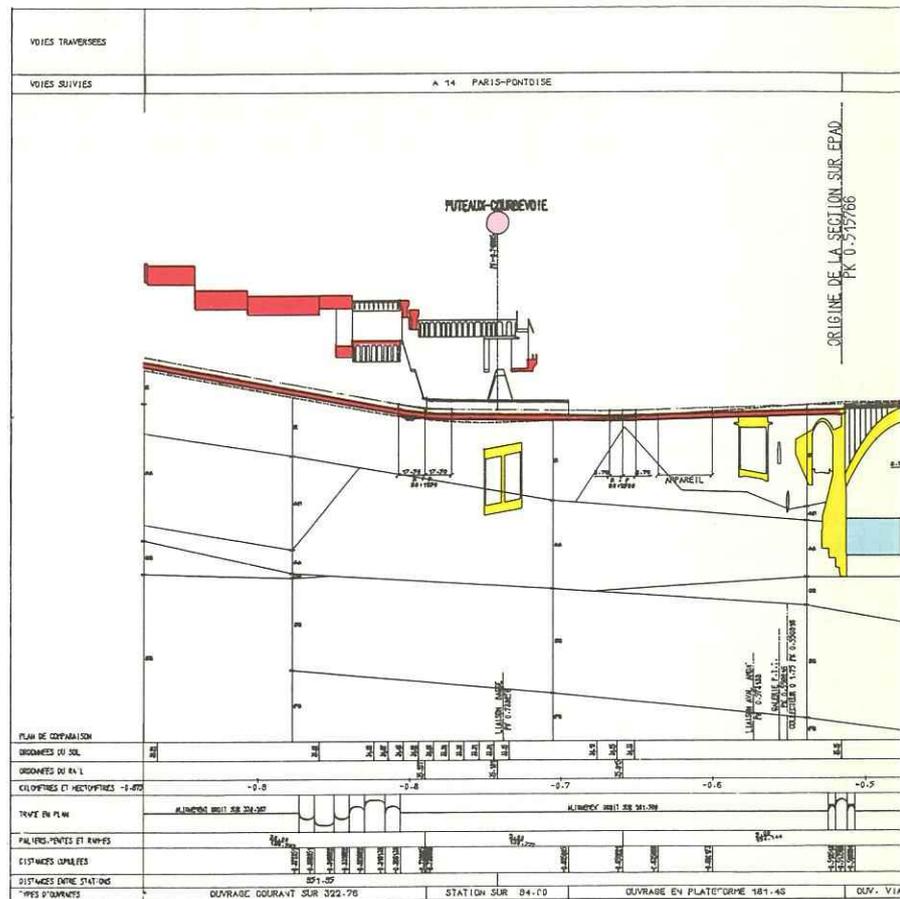
- l'activité humaine est le fait d'un *spécialiste du métier* concerné (projeteur, dessinateur, technicien, ingénieur, architecte, etc.) en mécanique, électricité, bâtiment, génie civil, et non un informaticien ;
- le *dialogue* homme/machine se fait en mode « *interactif* » ;
- les informations échangées entre l'homme et le système sont indifféremment *graphiques* ou *alpha-numériques* ;
- l'utilisateur est censé trouver dans le système, sous forme de *banque de connaissances*, les informations nécessaires à son travail ; il les enrichit, par ses propres idées, à l'aide d'un logiciel adapté à son métier.

Il ne faut toutefois pas confondre CAO et dessin ; le dessin est seulement la partie visible et spectaculaire, mais la qualité d'un système de CAO ne doit pas être évaluée seulement à la vue de ses capacités graphiques interactives.

Pourquoi une entreprise peut être amenée à utiliser un système de CAO ?

Si, pour des raisons de compétitivité internationale l'augmentation de la productivité est souvent la principale raison avancée, d'autres facteurs importants sont à prendre en compte :

- *augmenter la créativité* : en permettant l'investigation d'un nombre plus élevé de solutions sans recourir à une expérimentation longue ou à des réalisations coûteuses ;



Exemples de schémas établis à l'aide d'un logiciel réalisé par le Service NT :

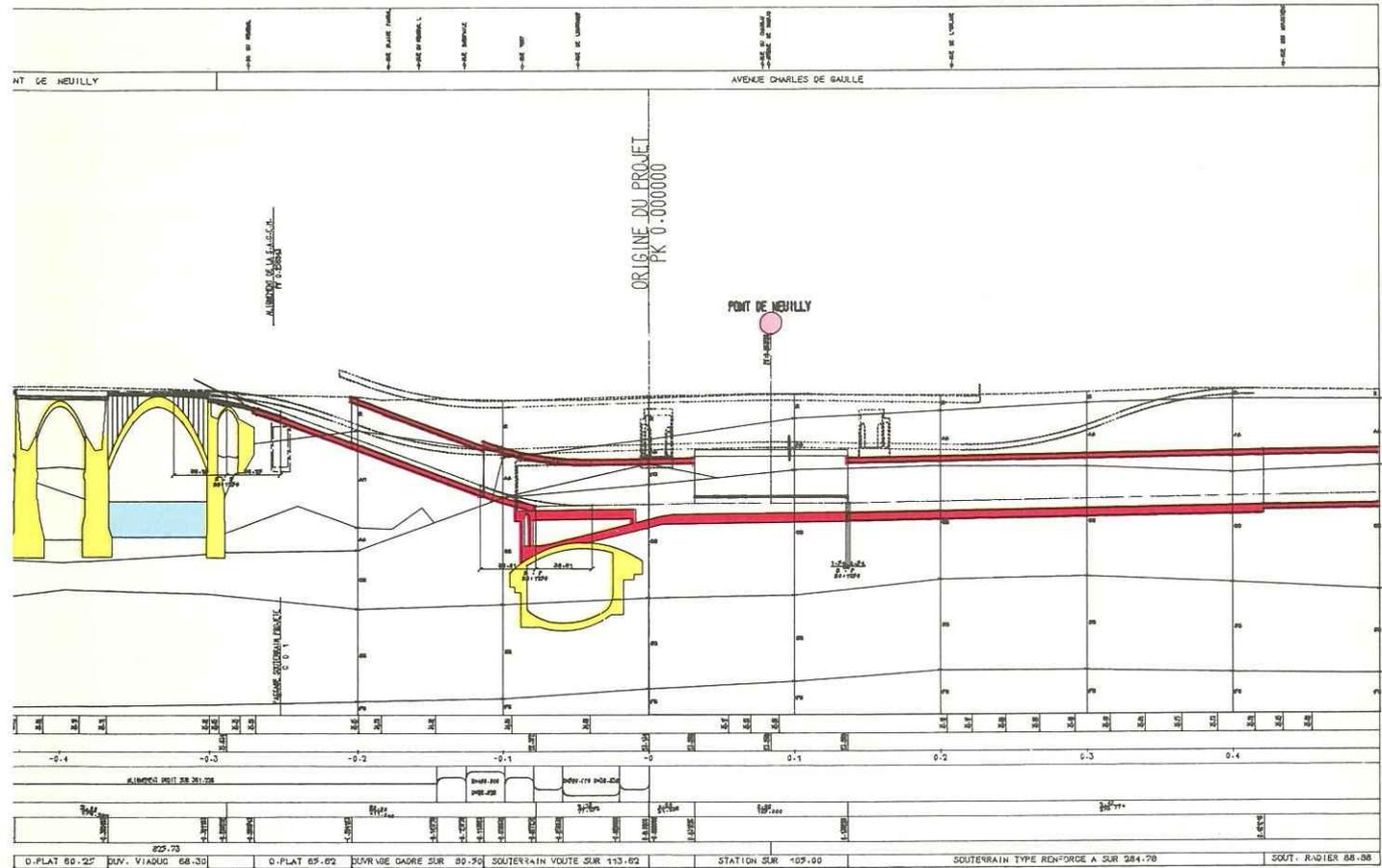
- *améliorer la qualité des produits* : en mettant à la disposition du concepteur des moyens perfectionnés d'analyse des caractéristiques de fonctionnement du futur produit ;
- *réduire les délais et les coûts de conception des produits ou projets* : cette réduction des coûts et délais porte le plus souvent sur certaines tâches matérielles de préparation de documents de fabrication ou de construction ;
- *vaincre la complexité*, par les nombreuses possibilités offertes par de tels systèmes, notamment en matière de :
 - changement d'échelle,
 - visualisation de mouvements de pièces mobiles en mécanique,
 - recherche de « solutions d'imbrication », dans les études de réseaux complexes, électriques ou fluidiques ;
- *pallier le manque de main-d'œuvre très qualifiée*, notamment

dans certaines catégories de personnel qualifié (dessinateurs, projeteurs, techniciens, etc.) ;

- *faciliter l'archivage et la circulation de l'information* : pour certains secteurs nécessitant le stockage, la consultation et la mise à jour d'une masse considérable de données descriptives (dossiers industriels en mécanique et électricité, cartographie, topographie, plans de réseaux, etc.) ;

- *accroître les compétences du personnel* : en les amenant à utiliser les techniques les plus avancées.

Outre ces aspects, il importe de bien prendre en compte que la mise en place d'un système de CAO dans une entreprise est une action importante, non seulement financièrement, mais aussi en ce qui concerne la formation, l'organisation du travail, et ses implications humaines (crainte de perdre



profil en long du prolongement de la ligne 1 à La Défense ;

coupe transversale d'un ouvrage.

la maîtrise de la création, fragmentation des compétences...).

Quels sont les domaines de la RATP où une approche CAO/DAO a été mise en œuvre ?

En l'état actuel de la réflexion prospective, trois directions de la RATP apparaissent plus particulièrement concernées par les possibilités de la CAO.

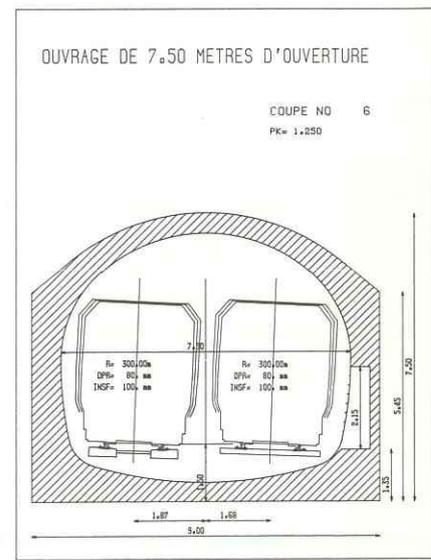
À la Direction du génie civil (N)

Plusieurs logiciels de CAO/DAO spécifiques ont été développés par le service des études

(NT)* sur un mini-ordinateur HP 1000, afin de traiter intégralement certains éléments des projets :

- tracé en plan et profil en long ;
- tracé de voie ;
- calcul de gabarit et coupes transversales d'ouvrages ;
- dessin de fonds de plans topographiques, à partir de levés faits avec un théodolite enregistreur ;
- épures de giration des autobus ;
- planning potentiel tâches ;
- enfin, une centaine de programmes couvrant les domaines de la géométrie analytique, le calcul de structures et leur dimensionnement ;
- citons également une application de DAO effectuée, avec l'aide d'une société extérieure, pour l'établissement de plans de stations du métro d'Alger.

* La cellule informatique du service est constituée de Philippe Reiss, Brigitte Piaulet et Michel Fercoq.



Le succès de ces applications, tant par le volume de plans édités que par l'intérêt porté par les utilisateurs à ces réalisations partielles, a encouragé la Direction à passer

maintenant au stade supérieur de développement d'un système global présenté plus loin.

À la Direction du réseau ferré (F)

Dans le cadre des activités de mise à jour de la documentation décrivant le matériel roulant, le service du matériel roulant (FR) a été amené à étudier un système de CAO permettant d'assurer la maintenance des schémas électriques.

Ce projet, qui est maintenant opérationnel, constitue un exemple particulièrement intéressant et sera décrit au chapitre suivant.

À la Direction du développement (G)

Dans le cadre des études relatives aux déplacements des usagers en région Ile-de-France, un système de cartographie infographique automatisée (système « CARINA ») a été mis en place.

D'une façon générale, les systèmes ont été mis ou seront mis en place sous la responsabilité directe des utilisateurs en réalisant des logiciels pour les domaines relevant des spécificités de l'entreprise (tracés de voies, profils en long, etc.) et dans une majorité des cas, en utilisant des « produits CAO » existants sur le marché.

La CAO au service du matériel roulant du réseau ferré (FR)

Analyse des différentes fonctions au sein du bureau d'études à FR

Les missions du bureau d'études sont de deux types :

- fournir un appui aux chargés d'études dans leurs modifications (fonctionnelles ou de fiabilité) des matériels existants ainsi que dans les études et les recherches pour les matériels nouveaux ;
- fournir aux ateliers d'entretien

les éléments nécessaires (plans, notices techniques, références normalisées) pour entretenir et modifier les matériels en service.

Pour remplir ces missions, le bureau d'études assure quatre fonctions :

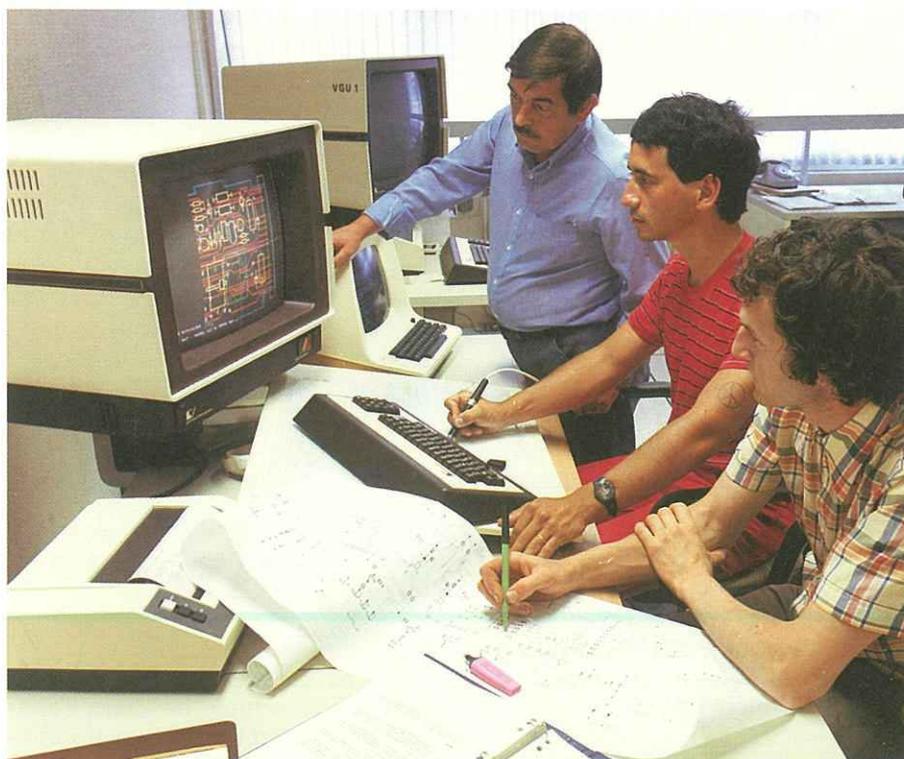
- *stocker* les références décrivant les matériels (150 000 plans mécaniques, 10 000 plans électriques) ;
- *diffuser* ces documents aux utilisateurs (150 000 tirages/an) ;
- *modifier* ces documents (130 modifications/an pour les schémas électriques) ;
- *réaliser* des documents d'étude.

L'analyse de ces fonctions a été déclenchée par certains problèmes qui se posaient, plus particulièrement pour les trois premières d'entre elles :

- insuffisance de locaux en regard du nombre important de plans continuellement croissant ;
- insuffisance de personnel pour traiter les modifications pour la partie électrique ;
- vitesse de diffusion trop réduite ;
- modifications délicates, voire incomplètes, notamment pour la schématique électrique ; dans ce domaine, il faut savoir que 500 schémas suffisent à définir un matériel comme le MS 61, le MF 67 ou le MP 73, mais que 2 500 plans sont nécessaires pour décrire le matériel MF 77 et 4 000 pour le MI 79 ; le nombre moyen de schémas concernés par une modification varie, de ce fait, au moins dans les mêmes proportions (de 20 à 250 plans touchés pour une modification) ;
- inadéquation de l'outil « calques-planche à dessin » à l'environnement de l'entreprise (constructeurs de matériel ferroviaire, SNCF, etc.), lequel commence à se doter d'outils comme la CAO.

Détermination des objectifs pour le futur système

L'analyse des problèmes rencontrés a conduit à choisir deux solutions selon le domaine concerné :



RATP - Ardailion

— **en mécanique** : le souci majeur étant le stockage des plans, la solution de microfilmage, déjà engagée, de tous les plans, a été confirmée ;

— **en électrique** : une solution plus complète nécessitant l'introduction d'un moyen puissant de traitement et de gestion de plans est apparue ; la CAO remplissait cet objectif.

Le projet, pour la partie électrique, a pris corps selon un processus en quatre phases (correspondant à quatre objectifs) :

I. installation au bureau d'études d'un site central CAO pour traitement des modifications électriques et échange de données avec les industriels dotés de ce moyen (phase terminée à ce jour) ;

II. récupération du passif de plans MF 77 et MI 79 sur le système pour traitement sur celui-ci (phase démarrée en août 1985) ;

III. mise à disposition de ces références aux ateliers de maintenance en passant de la philosophie « diffusion de tirages papiers » à celle de consultation à distance d'une base de données graphiques (phase à installer en 1987) ;

IV. création des futurs schémas pour les matériels futurs, voire contrôle et complément de ceux proposés par les constructeurs.

Choix du système

(voir tableau 2)

L'analyse terminée, les besoins se sont traduits par un cahier des charges qui a été soumis aux fournisseurs opérant dans ce domaine. Le choix s'est porté sur la Société Computervision (CV) pour trois raisons essentielles :

— la compatibilité avec les constructeurs ferroviaires déjà équipés de système CV ;

— la puissance du système qui va au-delà de l'interactivité graphique et simplifie considérablement certaines tâches fastidieuses ;

— les caractéristiques du produit qui lui permettent de servir à des applications autres que la schématisation.

Mise en place du système (voir tableau 3)

La mise en place des matériels a nécessité une refonte de locaux existants en aménageant :

— une salle système climatisée et stabilisée en hygrométrie ;

— une salle opérateurs où se trouvent les postes de travail, équipée d'un plancher pour salle informatique et étudiée pour le confort des utilisateurs (éclairage, rideaux).

L'implication des dessinateurs dans le projet a été immédiate grâce à :

— une prise en compte au niveau du cahier des charges d'exigences précises quant au contenu du travail des dessinateurs sur le nouvel outil ;

— la mise en place de moyens visant à éliminer les tâches jugées non valorisantes par les dessinateurs ;

— la participation active au dépouillement de l'appel d'offres, et la réalisation des tests en leur présence chez les fournisseurs retenus.

La philosophie de mise en place de ce nouvel outil a suivi comme principe que tous les travaux de la section concernée n'étaient pas à traiter systématiquement sur le système CAO, d'abord parce que le passif des matériels roulants antérieurs au MF 77 n'était pas repris, ensuite dans le souci d'utiliser au mieux le nouvel outil dans les cas où sa productivité était clairement établie.

Année 1982 : Analyse des besoins du bureau d'études ; conclusion : la DAO/CAO, pourquoi pas...

Décembre 1982 : Passage du projet en Commission des systèmes d'information de la RATP.

1^{er} Semestre 1983 : Rédaction du cahier des charges en vue d'un appel d'offres.

2^e Semestre 1983 : Appel d'offres auprès des fournisseurs de systèmes CAO.

1^{er} Semestre 1984 : Dépouillement, rédaction du marché, signature des commandes.

2^e Semestre 1984 : Travaux d'installation, livraison, formation.

Janvier 1985 : Formation, démarrage du système par les utilisateurs.

2. La CAO à FR : des dates.

Le matériel : Designor V de la Société Computervision

● Une unité centrale (processeurs graphiques intégrés) de 4M octets de mémoire centrale. Deux unités de disque 300 millions d'octets avec contrôleur et disk-pack.

Un dérouleur de bandes 9 pistes (1 600 BPI, 75 IPS).

Ces trois éléments sont installés dans un local climatisé.

● Trois postes de travail opérateur en couleur. Un poste de travail monochrome à digitaliser (format AO).

Un traceur électrostatique Versatec (format AO).

Une imprimante 340 lignes/minute.

Trois consoles alphanumériques.

Ces éléments sont installés dans le « laboratoire de travail » (salle des opérateurs).

Le logiciel : Cadds 4 X de la Société Computervision (écrit en Fortran S).

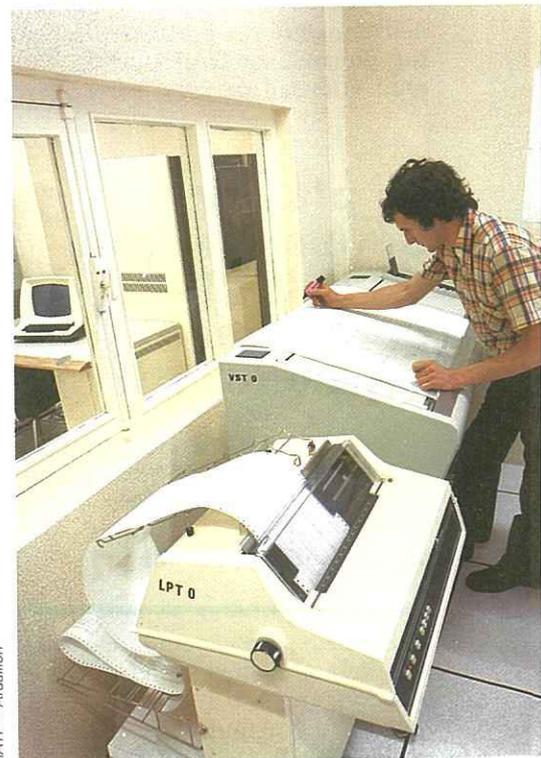
— Logiciel de base graphique travaillant en trois dimensions, traitant des plans en filaire et surfacique.

— WD (Wiring Diagram) : logiciel spécialisé traitant la schématisation électrique (puissance et basse tension).

— PC (Print Card) : logiciel spécialisé traitant les cartes électroniques.

— DATA EXTRACT : logiciel permettant d'extraire des données d'un ou plusieurs plans pour traitement sous forme de fichiers (nomenclatures, etc.).

3. La CAO à FR : descriptif technique.



RATP - Ardillon

Périphériques du système CAO à FR : au premier plan : l'imprimante ; au fond : le traceur.

Partant de ces principes, un dessinateur, suivant la tâche qui lui est confiée, est amené à travailler sur le système ou sur une planche à dessin. C'est pourquoi la mise en place du système a entraîné la réduction du nombre de planches à dessin (de 6 à 3), chaque dessinateur passant d'un outil à l'autre suivant sa tâche.

Par ailleurs, il est à noter que tous les dessinateurs ont été formés, dès le départ, sur le système. Une première semaine de formation a eu lieu en janvier 1985, complétée par une autre semaine de spécialisation en septembre, le système ne devenant réellement opérationnel qu'à l'issue d'une période de six mois.

Le futur

La première ambition du bureau d'études est de réussir à implanter la phase III de consultation en ateliers de maintenance, laquelle est déjà en cours d'évaluation. Il est permis de penser que la phase IV ne devrait pas tarder à suivre, puisque les premières phases du système deviennent opérationnelles malgré les problèmes qu'aurait pu soulever l'introduction d'un outil nouveau de cette sorte.

Le plan de développement de la CAO à la Direction du génie civil (N)

En 1984, l'ancienne Direction des travaux neufs avait pris une part active aux travaux du groupe constitué pour examiner quel pourrait être l'apport de la CAO à la RATP.

Faisant suite à ce groupe de travail et aux recommandations correspondantes du Schéma directeur des systèmes d'information, la nouvelle Direction du génie civil a décidé, en mars 1985, d'établir un projet global d'équipement en



Visualisation d'un restaurant d'entreprise sur système Intergraph (module de modélisation architecturale).

CAO de l'ensemble de la Direction.

Cet objectif a été dès lors poursuivi, en étant confirmé et recadré par l'établissement d'une première itération du Schéma directeur sectoriel des systèmes d'information de la Direction, dont il constitue le projet prioritaire.

Aujourd'hui, en juin 1986, un appel d'offres a été lancé, et la mise en service d'une première tranche du système est envisagée pour le début de l'année prochaine.

On examinera successivement :

- les objectifs de l'opération et les avantages attendus ;
- la démarche suivie et les caractéristiques spécifiées du système ;
- les problèmes posés par la mise en œuvre.

Les objectifs du développement de la CAO à N

Les « études » que réalise la Direction du génie civil ont pour principal objectif de concevoir les ouvrages (infrastructures, bâtiments administratifs et industriels) nécessaires à la RATP, ou à des clients (coopération technique dans le cadre de SOFRETU, ou tiers).

La matière traitée est de l'information. Le processus d'étude

consiste à recueillir les besoins des utilisateurs, les données de site, à négocier avec les partenaires extérieurs concernés, leurs besoins et leurs exigences qu'il faudra également satisfaire, puis à utiliser le savoir-faire acquis (qui est aussi de l'information) pour imaginer comment répondre au mieux (en termes de qualité et de coût) à ces besoins. Cette phase de conception a pour objectif de fournir quatre types d'informations pour permettre quatre types de décisions ou d'actions.

Il faut d'abord montrer aux utilisateurs quelles sont les solutions qui peuvent répondre à leurs besoins et obtenir leur accord sur les solutions à retenir.

Il faut ensuite fournir aux décideurs (qui sont la plupart du temps différents) les informations qu'ils désirent pour qu'ils approuvent le projet, puis décider de le réaliser, demander des modifications, ou l'abandonner.

Il faut également négocier avec les parties extérieures concernées (Directions départementales de l'équipement, municipalités, concessionnaires, autres services publics, entreprises et personnes privées) comment concevoir les interfaces du projet avec les constructions ou aménagements voisins, et quelles mesures de protection des riverains adopter.

Il faut enfin sélectionner les en-



Document Matra Datavision

Rendu architectural d'un volume établi automatiquement à l'aide d'un logiciel, à partir de la seule définition des composants volumiques.

treprises les mieux à même de réaliser les travaux (préparation et dépouillement des appels d'offres) et leur communiquer à temps et avec les précisions nécessaires les informations requises pour leur exécution.

Le nombre d'acteurs mis en jeu par l'élaboration d'un projet, tant à la RATP qu'à l'extérieur est, comme le laisse entrevoir cette énumération des types de décisions, très important.

Le processus d'étude est donc d'abord un cadre de dialogue et de concertation entre tous ces acteurs. La démarche se déroule par enchaînement de nombreuses étapes, au cours desquelles le projet est d'abord esquissé, puis progressivement mis au point. Elle nécessite la comparaison de nombreuses variantes, et peut entraîner des retours en arrière. Elle conduit à faire de fréquentes modifications.

En outre, les techniques à mettre en œuvre sont également très nombreuses ; pour un projet de ligne de métro par exemple, il faudra non seulement concevoir et dimensionner l'infrastructure de la ligne et la voie, les stations, l'organisation fonctionnelle des espaces de ces stations, leurs accès, mais aussi l'aménagement et la décoration des stations, les infrastructures complémentaires (en particulier aux terminus) et les ouvrages

annexes (accès pompiers, postes haute tension, postes de redressement, postes éclairage-force, ouvrages d'épuisement, de ventilation, etc.) nécessaires à l'exploitation, ainsi que les équipements (électriques, électromécaniques, électroniques, télématiques).

Il faut, en outre, prendre en compte les problèmes de réalisation (méthodes de construction, traitement des terrains, emprises de chantier et déroulement...). De nombreux services concernés interviennent donc dans la conception, tant pour définir les besoins (exploitation) que les solutions (techniques). Un des problèmes essentiels est donc d'assurer la cohérence entre tous les éléments, tâche dévolue au service NT qui joue le rôle d'ensemblier.

La deuxième caractéristique importante est la difficulté des problèmes d'insertion en site urbain. Il faut non seulement connaître et appréhender les données « naturelles » du relief et de la géotechnique, mais aussi celles résultant de la densité de l'occupation humaine : constructions existantes et projets au-dessus du sol (bâtiments), au niveau du sol (voirie), en sous-sol (réseaux divers, caves et parkings, fondations). Il faut ensuite non seulement trouver une solution physique pour insérer l'ouvrage projeté, en respectant les contraintes géométriques du

tracé (pentes, rayons de courbure), au moindre coût, mais aussi tenir compte des aspects esthétiques (architecture, impact visuel).

Par ses possibilités résultant de la combinaison de l'utilisation de bases de données importantes, de puissance de calcul, et de constructions géométriques, par ses commodités de construction interactive de maquettes électroniques, de visualisation, de dessin, la CAO doit apporter une aide considérable à l'élaboration des projets.

Du reste, si les domaines de la mécanique et de l'électricité-électronique sont ceux où la CAO est la plus utilisée, on observe maintenant qu'elle se développe aussi en ingénierie, surtout dans le bâtiment et l'architecture, et dans la conception d'usines ou d'ensembles industriels (raffineries, plates-formes pétrolières, complexes chimiques, etc.).

Principale structure d'ingénierie de la RATP, la Direction N doit utiliser les capacités nouvelles de la CAO pour rester compétitive.

En outre, compte tenu de l'imbrication des études, le développement de la CAO doit être un projet global concernant tous les services de la Direction.

Son premier objectif est d'augmenter la productivité, dans sa double dimension de réduction des coûts et d'amélioration de la qualité des projets, tant pour les besoins propres à la RATP que pour les opérations de coopération technique effectuées pour SOFRETU ou pour des tiers.

Le deuxième objectif, à plus long terme, est de préserver les potentialités de la Direction en s'adaptant à l'évolution des métiers qui résultera à la fois des attentes du personnel et des possibilités offertes par la CAO.

Ces deux objectifs — productivité et adaptation — sont tous deux indispensables au maintien d'une Direction N ayant un esprit d'entreprise, efficace et utile à la RATP.

Par rapport à ces deux grands objectifs, le développement de la CAO à N devrait apporter :

• **Des gains de productivité directe importants :**

— dans l'établissement des documents graphiques (plans, perspectives), en facilitant leur conception, leur cotation, leur présentation (cadrage, changements d'échelle, hachurage), leur habillage (composition des textes), et en permettant de réutiliser systématiquement les fonds de plans et dessins déjà produits, en ne procédant qu'aux modifications et compléments indispensables ;

— dans les échanges entre les différentes structures d'étude (données, plans, informations, idées...), puisque le système constituera un système de communication en temps réel ;

— dans la gestion des documents relatifs aux projets.

Ces gains de productivité directe devraient induire, par synergie, des gains supplémentaires appréciables.

• **La facilité de modification et d'adaptation des projets,** qui permettra de réduire les incidences (en coûts et délais) des modifications de programme qui risquent toujours d'intervenir en cours d'étude.

• **La réduction des délais d'établissement des dossiers** et des temps de réponse aux questions les concernant, qui devrait favoriser l'émergence du consensus que nécessite tout projet, augmenter la probabilité de réalisation, et permettre de mieux saisir les opportunités.

• **Enfin, une amélioration du lissage du planning** de charge des équipes d'étude.

En plus de cette diminution du coût d'établissement des projets, un avantage considérable résultera des possibilités de visualisation apportées par la CAO. Elle permettra en effet, à partir de la « maquette virtuelle » conçue, de réaliser automatiquement et immédiatement toute coupe ou perspective désirée. Il sera également possible d'adapter la lisibilité des documents graphiques à leurs destinataires, en choisissant l'échelle appropriée, les informations à faire

figurer, le type de traits, de hachures, de caractères... Cette visualisation facilitera considérablement la compréhension des projets, et donc les discussions avec les utilisateurs, les décideurs, les parties prenantes extérieures, les autres services techniques apportant des éléments de conception, et la réalisation des ouvrages par les entrepreneurs.

En outre, la CAO permettra d'améliorer la qualité des études en :

— libérant du temps pour la créativité ;

— permettant l'investigation rapide et simultanée d'un nombre élevé de solutions (consistance, délais, coûts) ;

— éliminant les erreurs matérielles de copie inévitables lors du passage manuel d'une étape de conception à une autre et en assurant la cohérence entre tous les éléments ;

— permettant, du fait de la réalisation d'une maquette virtuelle exacte, et des possibilités d'utilisation de programmes de calculs performants, d'appréhender complètement les conséquences de la conception et de pousser l'optimisation des ouvrages.

La CAO améliorera les conditions d'emploi des personnels d'étude : les gains de productivité, en particulier dans les tâches de dessin, diminueront le temps que le personnel aura à consacrer à des tâches matérielles répétitives et permettront d'enrichir ses tâches en élargissant leur éventail et en lui donnant la possibilité de participer plus largement à la conception. S'il convient, en effet, d'automatiser au maximum les opérations logiques ou géométriques, les manipulations d'éléments répétitifs et les calculs, l'utilisation interactive du système de la CAO devrait développer les initiatives du personnel et augmenter ses possibilités d'apport à la qualité des projets. En outre, la CAO est à la fois le crayon, la règle à calcul et le tire-ligne de demain, et si elle n'était pas développée à N, il serait rapidement démotivant pour le personnel de devoir exercer son

métier avec des méthodes qui apparaîtront demain obsolètes et désuètes. De plus, il serait difficile de trouver des jeunes acceptant de travailler avec ces méthodes et donc de remplacer les départs.

Enfin, la CAO favorisera la mémorisation et l'accroissement du savoir-faire de N. Son utilisation exclut l'à-peu-près et exige la rigueur. Les connaissances devront être stockées dans les bases de données, ou intégrées dans des logiciels d'applications spécifiques, ou dans la modélisation d'éléments de solution standardisés ou paramétrés. Le travail devra être organisé plus méthodiquement. Le développement de l'analyse de la valeur sera facilité et on pourra envisager d'accroître le domaine du savoir-faire de la Direction, notamment en coopération technique.

La détermination de la configuration du système envisagé

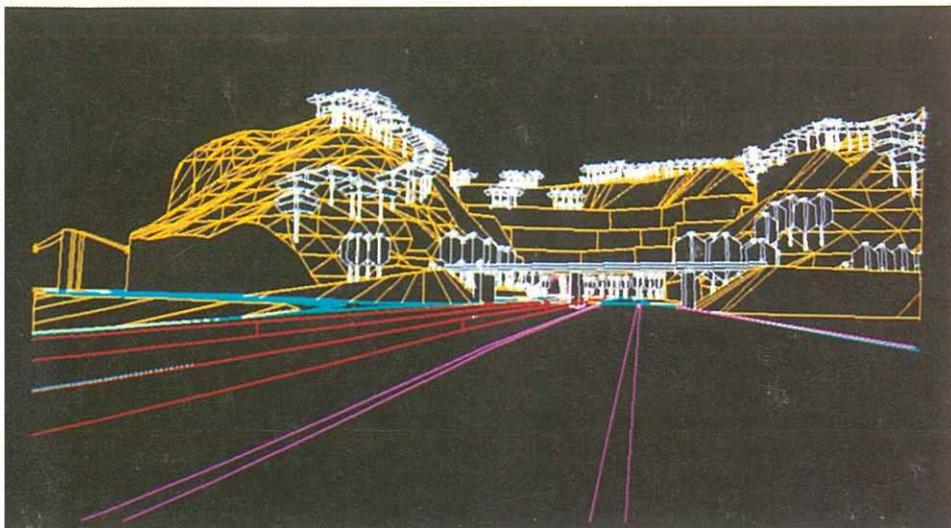
Le développement d'un système global de la CAO à N constitue une « opération de changement » stratégique majeure, non seulement par l'importance des investissements nécessaires, mais aussi par ses conséquences sur l'organisation du travail et ses implications humaines.

En outre, les possibilités de la CAO évoluent rapidement tant en ce qui concerne les logiciels que les matériels.

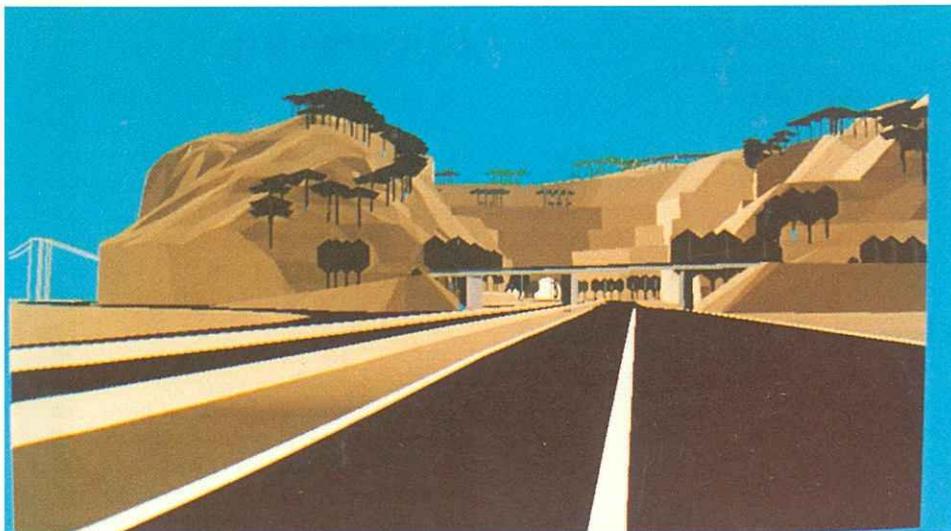
Pour définir le système à développer, la Direction du génie civil a donc deux préoccupations : d'une part définir les besoins par une analyse de l'existant menée auprès des futurs utilisateurs, d'autre part s'attacher les compétences techniques nécessaires.

Pour cela, elle a fait appel à un conseil extérieur, choisi après consultation : la Société Technip. Cette société a une importante expérience d'utilisation de la CAO dans le domaine de l'ingénierie.

Un « Comité technique de la CAO » a été constitué comprenant des représentants de tous les services et de tous les domaines



Étude d'insertion d'un projet dans un site : maillage du terrain naturel...



... et ombrage automatique de ce maillage.

Documents Matra Datavision

d'études. Il a défini les objectifs du futur système.

Après sensibilisation des personnes de la Direction devant intervenir dans l'étude, Technip a effectué un diagnostic basé sur des interviews d'un ensemble de personnes (25 environ) représentatives des différentes tâches d'étude. L'analyse du processus d'étude actuel, de la consistance et de la fréquence des tâches, a permis alors de déterminer les tâches qu'il serait rentable d'informatiser, et donc de définir les futures applications.

Au total, compte tenu des ratios habituels d'utilisation, le nombre d'heures informatisables ainsi déterminé correspondait à l'installation d'une quarantaine d'écrans graphiques.

Toutefois, il a paru raisonnable de se fixer, dans un premier

temps, l'objectif moins ambitieux d'installer une vingtaine d'écrans en trois ans environ. En effet, d'une part le développement des logiciels d'application spécifiques, la formation du personnel, l'évolution de l'organisation du travail se feront nécessairement de façon progressive, d'autre part les besoins potentiels peuvent évoluer en nature (nouveaux types d'opérations) et en quantité.

L'analyse des besoins a permis en outre de définir les spécifications techniques auxquelles doit répondre le système.

En particulier, il devra comporter un logiciel performant permettant de travailler aussi bien en 3 dimensions (3D), qu'en 2 dimensions (2D) et de passer facilement d'un mode à l'autre afin, comme on l'a déjà souligné, de garantir la cohérence et de bénéficier de tous

les avantages résultant de la construction d'une maquette virtuelle 3D.

Le système doit avoir des temps de réponse très rapides pour ne pas perturber le dialogue interactif avec le personnel qui l'utilisera.

Par ailleurs, les équipes d'étude étant réparties entre sept sites différents, le système devra intégrer un réseau de communication puissant permettant de travailler en temps réel entre la plupart de ces sites. En outre, il devra permettre d'intégrer rapidement les logiciels de DAO existant déjà à la Direction.

L'exploration systématique de l'offre existante permet de penser que les grands logiciels de base 3D/2D développés par les leaders français ou américains en matière de grands systèmes CAO permettront déjà une utilisation immédiate rapide et intéressante du système qui sera retenu et que certains logiciels d'applications spécifiques développés par ces sociétés pourront en outre être utilisés. Mais il restera essentiel de développer facilement des logiciels d'application spécifiques à la Direction qui, seuls, permettront réellement l'intégration de ses métiers et connaissances propres, le bénéfice le plus important de la CAO n'intervenant que lorsque cette intégration sera largement réalisée.

Il est donc très important que puisse s'établir entre la Direction et le fournisseur qu'elle choisira une relation durable basée sur l'intérêt réciproque de la poursuite du développement.

C'est sur ces bases qu'a été établi l'appel d'offres qui vient d'être adressé aux sociétés ayant les potentialités voulues. Cet appel d'offres clés-en-main (matériel, logiciel, maintenance, formation) porte sur l'ensemble du système comportant vingt postes graphiques. Un premier marché doit être passé avant la fin de l'année pour l'installation d'une première tranche de sept écrans graphiques répartis entre quatre sites (Bourdon : services NT et NG, Richard-Lenoir : service NB, La Villette .

service NA, Saint-Gothard : service NG), l'unité centrale devant bien sûr permettre d'atteindre ultérieurement l'objectif des vingt écrans.

Ces premiers écrans pourraient être installés dans les services début 1987.

La préparation de la mise en œuvre

Après avoir ainsi défini le système souhaité et négocié, avec le fournisseur retenu, le marché correspondant, l'étape suivante sera la mise en œuvre du système. Plusieurs problèmes importants devront pour cela être résolus :

- dégager et équiper une salle climatisée pour l'unité centrale ;
- choisir et dégager les emplacements des postes de travail dans des bureaux de dessin ;
- former une première vague d'une trentaine de personnes pour travailler sur les premiers écrans ;
- informer largement l'ensemble de la Direction des possibilités de la CAO ;
- constituer et former une équipe de gestion et de développement du système.

La qualité de cette équipe est sans doute le facteur le plus important du succès de l'utilisation de la CAO par la Direction. Elle comprendra d'une part un groupe d'utilisateurs issus de tous les services concernés, choisis en fonction de leurs compétences de notation technique et de méthode de travail, qui aura pour rôle d'établir les cahiers des charges des applications, d'en assurer le contrôle d'exécution et l'intégration dans les services, et d'autre part un petit groupe responsable des problèmes informatiques.

Cette équipe sera encadrée et pilotée par un chef de projet de développement qui assumera différentes fonctions (coordination des activités de la CAO, suivi de la réalisation du projet, transfert des applications...).

Cette structure devra être assistée par un conseil en CAO extérieur à la RATP (du type SSCI)

pour résoudre les problèmes dont elle n'a pas la compétence et pour assurer le surcroît temporaire de charge d'analyse et programmation dans la période de développement initiale.

Outre le développement des logiciels d'application spécifiques, elle devra s'occuper :

- d'organiser le travail en commun des différentes équipes (accès aux bases de données, validation des différentes étapes, procédures d'échanges d'informations et de demandes de modifications...);
- de constituer les banques de données, librairies d'éléments standards ou paramétrés...;
- d'intégrer rapidement les logiciels existants...

La CAO doit être un outil et un moteur de progrès pour N. Mais elle ne le sera qu'à condition d'être l'entreprise de tous ceux qui contribuent aux études.

Quels développements à l'avenir pour la CAO

Les principaux objectifs de la CAO, tels que définis précédemment, s'appliquent à de nombreux domaines fonctionnels, disciplines et catégories d'utilisateurs de l'entreprise. Si un choix devait toutefois s'opérer, et sans vouloir définitivement conclure quant aux domaines d'activités concernés par la CAO/DAO, on citera principalement, en plus des exemples déjà présentés :

- la cartographie et les répertoires géographiques urbains ;
- la topographie, les plans de voirie (y compris les plans de réseaux) ;
- l'ingénierie des équipements et le management correspondant ;
- la maintenance des installations fixes (réseaux et patrimoine RATP) ;
- la maintenance du matériel roulant (ferroviaire et routier).

On notera que les contraintes spécifiques des opérations de la coopération technique, notamment

en matière de délais et de coûts, ajoutent encore à l'opportunité de solutions CAO/DAO dans la plupart des domaines cités ci-dessus, et plus particulièrement dans celui de l'ingénierie. Il est manifeste que dans ce domaine d'activité, la crédibilité de l'entreprise s'en trouverait par ailleurs renforcée.

Parallèlement, il va de soi qu'un effort tout particulier devra être consenti pour prendre en compte les aspects humains et les problèmes liés à l'évolution des métiers.

Conclusion

L'utilisation de la CAO doit incontestablement être un facteur d'amélioration de la productivité et d'une façon générale du fonctionnement de l'entreprise.

En conclusion, reprenons simplement les orientations retenues dans le Schéma directeur des systèmes d'information :

« Pour sa part, la Conception Assistée par Ordinateur est appelée à un avenir florissant. Outre les gains d'efficacité qu'elle autorise, il faut y voir l'occasion de développer de meilleures liaisons avec les industriels fournisseurs et ainsi d'améliorer l'image de compétence de la RATP et de SOFRETU pour l'exportation. L'effort en CAO sera donc accentué, compte tenu de la diversité des problèmes, une approche par secteur sera privilégiée et chaque discipline devra fixer son propre niveau de cohérence en étroite relation avec son environnement spécifique. C'est dans cette perspective que des propositions, fondées sur des études d'opportunité, seront faites dans un proche avenir. En outre, les transferts de savoir-faire pourront être facilités à l'intérieur de l'entreprise par l'organisation de rencontres ou de forums. Enfin, les aspects sociaux et humains seront pris en compte dès la conception des systèmes et une concertation ouverte s'ouvrira avec le personnel sur l'évolution des compétences et les mesures à prendre en matière d'organisation et de formation. » ■

L'EAO AU SERVICE DES DÉCOMPTEURS DE LA CAISSE DE COORDINATION

L'enseignement assisté par ordinateur a été l'objet de recherches dans les universités américaines dès l'apparition des premiers ordinateurs performants, c'est-à-dire depuis une vingtaine d'années.

C'est en 1979 que l'EAO fait une entrée modeste à la RATP par le biais de son Centre de promotion sociale et de la Société Control Data ; la première action importante démarre en 1982 avec l'obtention d'un crédit de recherche de 1,2 million de francs sur deux ans.

Depuis, un certain nombre de foyers de développement de l'enseignement assisté par ordinateur fonctionnent aussi bien à la Direction du réseau routier qu'à celle du réseau ferré ou à

la Direction du personnel. C'est au sein de cette dernière que l'on trouve les deux applications les plus récentes.

La plus avancée est celle qui concerne la formation des décompteurs de la Caisse de coordination aux assurances sociales de la RATP ; elle est décrite en détail par Jacques Bouskelha (Direction du personnel) dans cet article.

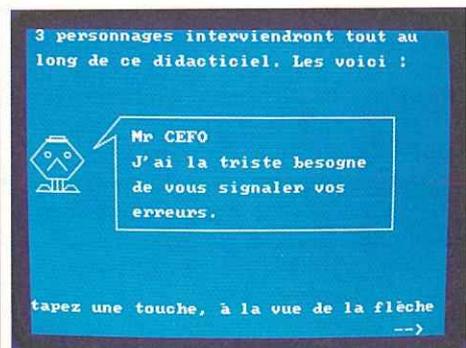
La deuxième application se déroule à l'École technique de la RATP. Elle est actuellement dans la phase d'initialisation. Jean-Yves Beguec et Christian Cardona (Direction du personnel également) en précisent les grandes lignes en encadré.

LA Caisse de coordination aux assurances sociales de la RATP verse à ses 100 000 ressortissants les prestations en nature de l'assurance maladie dans le cadre de la réglementation de Sécurité sociale en vigueur sur le territoire français.

Les demandes de remboursement présentées par les assurés ou les établissements de soins et d'hospitalisation (dispensaires, cliniques, hôpitaux...) sont traitées au moyen d'un terminal à écran en mode conversationnel par des décompteurs de l'assurance maladie : 110 terminaux sont reliés à deux ordinateurs de moyenne puissance (1 Bull DPS 7/617 et 1 Bull 64/50).

Les décompteurs représentent environ la moitié du personnel employé par la Caisse de coordination. Ils sont tous titulaires du baccalauréat, plus deux années d'études supérieures à l'université sanctionnées par un diplôme d'études universitaires générales ou un diplôme équivalent.

Jusqu'à un passé récent, leur formation à la réglementation de Sécurité sociale et aux procédures de liquidation des prestations au



moyen d'un terminal à écran était assurée par un enseignement de type classique qui durait environ quatre mois.

Cet enseignement comportait :

- un cours magistral portant sur la réglementation de Sécurité sociale et les règles de liquidation ;
- une présentation de l'application informatique (les procédures, les fichiers utilisés dans l'application, les masques de saisie...) ;
- une formation dactylographique claviers numérique et alphabétique ;
- l'apprentissage de la liquidation des dossiers de maladie.

Très contraignant, ce système ne pouvait s'adapter à des actions de formation parfois inopinées compte tenu d'un « turn over » important de l'ordre de 10 % de l'effectif par an.

Il nécessitait, en outre, l'intervention de formateurs externes à l'entreprise qui, souvent, n'étaient pas disponibles au moment opportun.

Par ailleurs, le service ne disposait d'aucun outil satisfaisant pour assurer la formation continue et le recyclage des anciens décompteurs suite à des changements de législation de Sécurité sociale ou à la mise en service de nouvelles procédures informatiques (modification des grilles de saisie...).

*
**

Support de communication par excellence, l'ordinateur est apparu comme le seul outil capable d'améliorer et de démultiplier les actions de formation nécessaires à la bonne marche du service.

Il a donc été décidé de créer un Enseignement Assisté par Ordinateur (EAO) évolutif, capable d'assurer la formation initiale des nouveaux décompteurs, la formation continue des anciens décompteurs, et de servir à d'autres utilisateurs dont l'activité est assez proche de celle de la Caisse de coordination.

La nouvelle pédagogie (environ 50 leçons) a été axée sur :

- une connaissance des différents fichiers contenus dans l'application informatique ;
- une bonne connaissance des

claviers alphabétique et numérique ;

— une acquisition des connaissances de Sécurité sociale et des procédures informatiques regroupées sur des fiches techniques de documentation renvoyant au cours magistral ;

— l'utilisation d'un micro-ordinateur pour l'exploitation des fiches sous forme de questions de types variés (questions à choix multiple, établissement de chronologies, recherche d'informations manquantes, réponses écrites à questions directes...) et réactions de l'ordinateur (encouragements, signalement d'erreurs et, en cas de récurrence, renvoi à la fiche traitant de ce sujet...) ;

— le traitement de cas concrets sur micro-ordinateur en situation identique à la situation de travail du décompteur.

Le lancement de l'enseignement assisté par ordinateur a nécessité plusieurs actions :

• **La formation du personnel chargé de la formation** (deux spécialistes de Sécurité sociale et un informaticien) à :

— l'écriture de didacticiels interactifs (aller et retour de l'information, contrôle de la réception des informations et d'une réaction conséquente) ;

— l'utilisation du langage de programmation « Arlequin » sur matériel Bull-Micral.

La formation a été dispensée par une société de services extérieure, laquelle a réalisé les cinq premières leçons et le cas concret de liquidation des dossiers.

L'objectif poursuivi et réglé contractuellement a prévu un transfert de connaissances afin que le personnel de la Caisse de coordination poursuive la rédaction et la réalisation des autres leçons et cas concrets d'application.

• **La refonte du cours magistral** de Sécurité sociale et d'informatique générale (procédures, fichiers...).

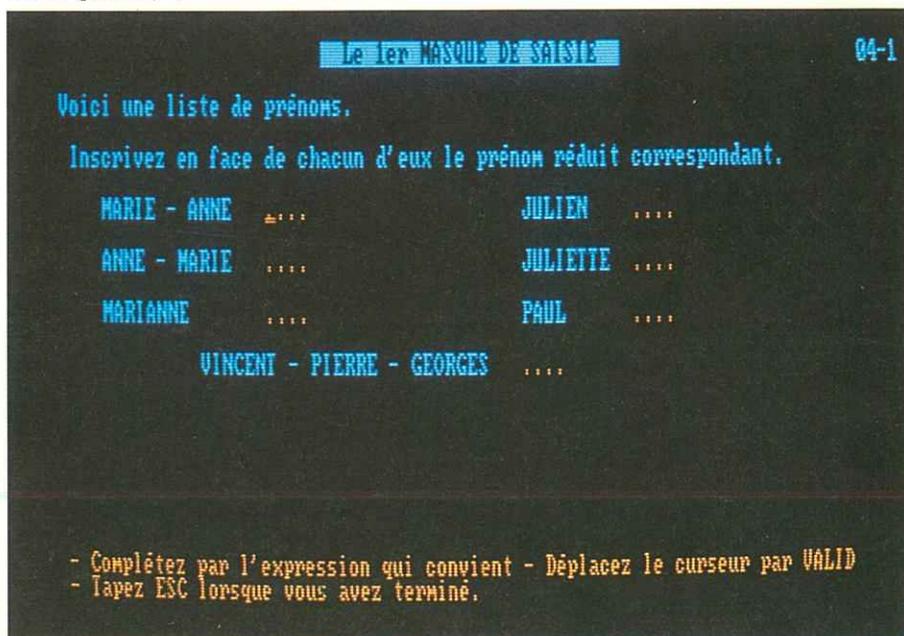
• **La mise sur support informatique** de manière interactive en veillant particulièrement :

— à la présentation de l'information ;

— à la variété des types de questions et des modes de réponses des élèves ;

— aux consignes fournies à l'élève (ou apprenant) pour passer à l'écran suivant ou pour faire appel au lexique ;

— à la dynamique de l'écran : sens de lecture, zones importantes (haut et centre), zones réservées aux ordres ou aux explications,



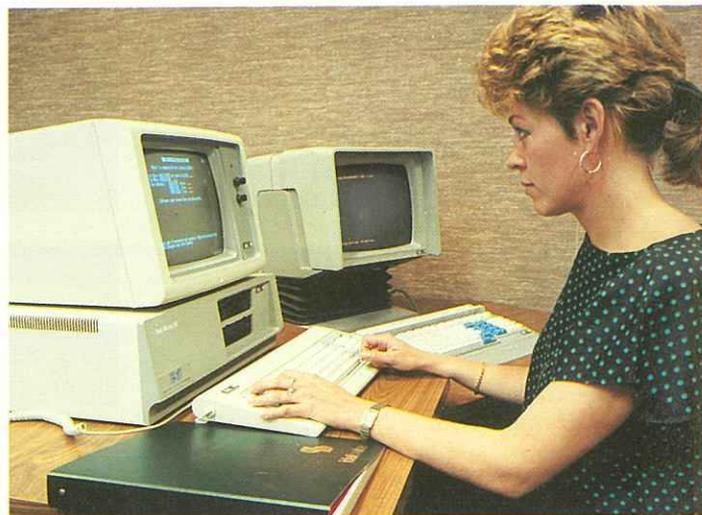
Exemple d'écran à compléter.

RATP - Ardailon/Dumax



Poste de travail « Auteur ».

RATP - Ardailon/Dumax



Poste de travail « Élève ».

tailles et couleurs des caractères et du fond de l'écran, utilisation du souligné, de l'inversion vidéo, du clignotement, de la surbrillance ;
 — à favoriser la lisibilité pour éviter toute fatigue oculaire ;
 — à garantir des temps de réponse satisfaisants ;
 — à l'agrément au moyen de graphismes.

- **La conception pédagogique de l'outil de formation** (voir tableau) fondée sur trois moyens principaux :
 - fiches de base ;
 - questions de types variés ;
 - traitements de cas en EAO.

Les fiches de base sont regroupées pour constituer un livret guide que le décompteur conser-

vera par devers lui pour traiter ses dossiers.

- **L'aménagement du poste de travail auteur ou élève** de manière à assurer une autonomie parfaitement totale.

Au fur et à mesure de leur mise au point, les leçons ont été testées par des décompteurs récemment embauchés, ce qui a permis de porter des corrections importantes du point de vue de :

- la présentation de l'information (texte, question...) ;
- la saisie de la réponse de l'élève (fautes d'orthographe, synonymes...) ;
- l'analyse de la réponse (recensement des divers modèles de réponses attendues) ;
- feed-back (contenu, valeur...).

En ce qui concerne le *matériel*, l'enseignement assisté par ordinateur est développé sur micro-ordinateur Bull/Micral 30 de 640 kilooctets de taille mémoire avec carte moniteur couleurs, lecteur de disquettes, disque dur de 20 mégaoctets et imprimante de bureau NEC/P3 pour le contrôle et le développement.

Cet équipement est complété par des moyens audiovisuels (magnétoscope, projecteur de diapositives...) pour la présentation des différents imprimés utilisés dans le cadre de l'assurance maladie (feuilles de maladie, prises en charge...).

ORGANISATION PÉDAGOGIQUE DU PROGRAMME

Fiches cartonnées (à repérage rapide) : sur chaque fiche, sont regroupées les connaissances à acquérir par <i>lots absorbables</i> (soit 8 à 10 fiches par leçon).	Ensemble des questions diverses (<i>un ensemble par fiche</i>) : questions et réponses sur écran + clavier.	Traitement de cas : sur écran et clavier, <i>en situation identique à celle du travail</i> .
Utilisation par l'élève : — lecture ; — relecture sélective suite à erreur éventuelle aux questions ; — source d'information éventuelle, lors des traitements de cas, sur indication du didacticiel ; — après formation, emploi comme manuel (l'élève s'y repérant, dorénavant, avec une grande facilité).	Types variés de questions : — questions à choix multiple ; — établissement de chronologies ; — recherche d'informations manquantes ; — réponses écrites à questions directes ; — appariements (mots, codes, définitions, etc.). Réactions de l'ordinateur : encourager ; signaler les erreurs ; piloter le choix de la bonne fiche ; indiquer la fiche, voire même l'information élémentaire ; mémoriser les erreurs pour les regrouper dans un même exercice ; etc.	Action de l'élève : — entrer les informations sur le masque ; — consulter le dossier fiches ; — utiliser le dictionnaire des mots, codes et mots-clés (sur écran). Réactions de l'ordinateur : encourager ; signaler la présence d'erreurs ; situer directement l'erreur ; piloter le bon choix d'une fiche ou de l'information élémentaire ; indiquer les erreurs sémantiques (recours au dictionnaire) ; mémoriser les erreurs ; renvoyer aux documents du cas ; poser des questions ; effectuer certains rappels ; etc.

Sur son micro-ordinateur, l'utilisateur — formateur ou apprenant — peut accéder au mode « AUTEUR » ou au mode « ÉLÈVE » :

• **Le mode « AUTEUR »**

Le système offre un menu de travail permettant de :

- créer un support de didacticiels ;
- choisir un didacticiel ;
- modifier un didacticiel ;
- copier un didacticiel ;
- changer la configuration.

Il appartient à l'auteur de sélectionner la rubrique, en l'occurrence « CHOISIR UN DIDACTICIEL ». L'écran suivant affiche les leçons qui ont été chargées sur la disquette activée.

L'auteur choisit la leçon pour, le cas échéant, vérifier ou modifier son contenu.

• **Le mode « ÉLÈVE »**

Il permet d'afficher le menu des différentes leçons et cas concrets contenus dans la disquette qui a été chargée, en l'occurrence :

- les prestations en nature ;
- les bénéficiaires ;
- les fichiers nécessaires au règlement des prestations ;
- présentation des masques de saisie ;
- consultation et visite ;
- cas concret portant sur les leçons étudiées.

Exemple : l'élève choisit la leçon n° 2.

L'écran affiche alors :

LES BÉNÉFICIAIRES

- * Débutant
- * Les bénéficiaires
- LES GARANTIES COUVERTES :
- * Risques non professionnels (maternité)
- * Risques non professionnels (invalidité)
- * Risques non professionnels (vieillesse)
- * Risques professionnels
- * Synthèse

LES CONDITIONS D'OUVERTURE DES DROITS :

- * Pour l'assuré
- * Pour l'ayant-droit
- * Fin

CHOIX DU DIDACTICIEL DE TRAVAIL

<p>Leçon 1 LES BÉNÉFICIAIRES V: 83 T: 224/288 I</p>	<p>Leçon 2 LES PRESTATIONS EN NATURE V: 89 T: 150/175</p>	<p>Leçon 3 LES FICHIERS V: 133 T: 122/122</p>
<p>Leçon 4 LES MASQUES DE SAISIE V: 82 T: 147/160</p>	<p>Leçon 5 CONSULTATION ET VISITE V: 77 T: 128/141</p>	<p>CAS CONCRET V: 188 T: 288/315</p>

V: numéro de version
T: place utile/place occupée



Le mode « Auteur ».

L'élève peut faire défiler séquentiellement tout le contenu de la leçon ou ne sélectionner qu'un paragraphe particulier, par exemple : « LES CONDITIONS D'OUVERTURE DES DROITS » de l'assuré et des ayants-droit...

La progression est émaillée de commentaires selon la validité des réponses qui, lorsqu'elles sont justes, font l'objet d'encouragements et lorsqu'elles sont fausses et répétées (trois fois au maximum), de renvois à la (ou les) leçon(s) à réviser.

Chaque leçon dure de 35 à 50 minutes.

Le cas concret portant sur les leçons étudiées est précédé d'une présentation générale indiquant à l'élève ce qu'il aura à faire ainsi que les documents qui seront utiles pour la série de dossiers qu'il aura à traiter, par exemple : « Vous avez étudié les 5 premières leçons, nous allons faire avec vous le point de vos connaissances et vous donner une méthode de travail pour le traitement des dossiers. »

Le traitement d'un dossier se fait en deux phases :
— la préparation : le décompteur vérifie que la feuille de soins est bien remplie ;

Nous allons simuler les 2 phases du traitement d'un dossier. Pour cela vous devez utiliser le livret de l'élève, qui contient 14 dossiers correspondant aux 14 exercices qui constituent le cas.

tapez une touche, à la vue de la flèche -->

Les dossiers se répartissent ainsi:
1ère série : dossier 1 à 5
2ème série : dossier 6 à 14

POUR MIEUX AUTO-EVALUER VOS CONNAISSANCES, VOUS DEVEZ REALISER AU MOINS 3 DOSSIERS DANS CHAQUE SERIE.

tapez une touche, à la vue de la flèche -->

Le traitement d'un dossier se fait en 2 phases :
LA PREPARATION : Le décompteur vérifie que la feuille de soins a été correctement remplie.
LA SAISIE : Le décompteur enregistre et liquide le dossier.

tapez une touche, à la vue de la flèche -->

Vous commencez alors la préparation du dossier en le lisant.

Des questions vous seront posées auxquelles vous répondrez par :

OUI ou NON : pour continuer l'examen du dossier

REJET du DOSSIER : si vous constatez une anomalie devant entraîner le rejet du dossier

FICHIER : pour l'accès aux fichiers en vue d'un complément d'information.

tapez une touche, à la vue de la flèche -->

Quel dossier voulez-vous traiter ?

Tapez : soit le numéro du dossier soit <FIN> pour finir puis validez.

RATP - Ardillon/Dumax

DOSSIER No 1
Le malade est-il l'assuré ?
o

Tapez O/N pour OUI/NON, R pour rejet du dossier, F pour accéder aux fichiers puis validez.

DOSSIER No 1
Le malade est-il l'assuré ?
o

Dossier à rejeter :
soit il s'agit d'un agent en activité
soit le dossier est incomplet (ayant-droit).

Tapez O/N pour OUI/NON, R pour rejet du dossier, F pour accéder aux fichiers puis validez. -->

DOSSIER No 1
Le malade est-il l'assuré ?
r

Oui le dossier est à rejeter car il s'agit d'un agent en activité.

Tapez O/N pour OUI/NON, R pour rejet du dossier, F pour accéder aux fichiers puis validez. -->

— la saisie : le décompteur enregistre et liquide le dossier.

Le décompteur doit utiliser le livret de l'élève qui contient 14 dossiers correspondant aux 14 exercices qui constituent le cas.

Les dossiers se répartissent en deux séries :

— 1^{re} série - dossiers de 1 à 5 : simulation des différents rejets possibles de dossiers ;

— 2^e série - dossiers de 6 à 14 : simulation de saisie.

L'élève doit réaliser au moins

trois dossiers de chaque série pour évaluer ses connaissances.

Il peut choisir le mode « débutant » ou « non débutant » :

— débutant : il lui sera présentée une série de dossiers dont le tirage au sort des numéros sera fait par la machine ;

— non débutant : il peut choisir en fonction de la leçon qu'il vient de voir le dossier à traiter le plus approprié et en demander le numéro ; il a le choix du dossier à traiter.

Vous avez décidé de rejeter ce dossier
Quel formulaire allez-vous joindre lors du renvoi du dossier à l'assuré ?

- * Formulaire JAUNE (régularisation à effectuer)
- * Dossier concernant un agent
- * Dossier Ayant-droit salarié

Déplacez le curseur par les flèches devant votre choix puis validez.

L'enseignement assisté par ordinateur vient en complément du cours magistral et constitue un contrôle des connaissances.

L'examen des réponses de chaque élève permet au formateur d'insister sur certains thèmes que les élèves auraient mal assimilés.

Cette méthode a permis de réduire la formation à deux mois et demi au lieu de quatre mois, tout en augmentant la qualité de l'enseignement.

Les élèves sont rapidement en mesure de traiter des cas concrets dont la difficulté va croissant.

Cet outil permet de faire de la formation continue pour les anciens décompteurs. Les nouvelles procédures étant chargées sur micro-ordinateur, les décompteurs pourront s'y entraîner à leur convenance individuellement ou en groupe.

Compte tenu de l'importance des moyens informatiques dont dispose la Caisse de coordination (deux ordinateurs et un réseau de terminaux important - chaque décompteur a un poste individuel -), il est envisagé d'associer à EAO une sorte de « système expert » susceptible de fournir au décompteur, sur son propre poste de travail, des informations à la demande pour le traitement des dossiers difficiles faisant appel à plusieurs règles de liquidation des prestations de Sécurité sociale.

Le système d'EAO mis en place à la Caisse de coordination constitue indéniablement une originalité dans le secteur tertiaire et particulièrement dans le domaine de la Sécurité sociale, ou la Caisse de coordination est, à l'heure actuelle, le seul organisme à assurer la formation de son personnel au moyen de l'outil informatique.

A la lumière de cette réalisation, l'EAO se place parmi les nouveaux outils permettant d'améliorer l'efficacité de la formation des agents, ses finalités visant à l'acquisition de connaissances professionnelles et à la maintenance de ces derniers.

L'expérience menée à la Caisse de coordination pourrait être poursuivie dans d'autres services de la Direction du personnel, particulièrement au Centre de perfectionnement technique et administratif pour l'enseignement de matières aussi diverses que les mathématiques, les langues, la gestion..., ou à l'École technique pour la formation des jeunes élèves. Dans le cas de l'École technique, un projet est d'ailleurs d'ores et déjà en cours d'élaboration et l'encadré ci-contre en précise les objectifs et les principales caractéristiques. ■

ACTION EAO À L'ÉCOLE TECHNIQUE

L'ÉCOLE TECHNIQUE

L'École technique* forme actuellement 80 jeunes par an, soit 16 % de l'effectif, en prenant comme base d'embauche pour le personnel d'entretien (exécution) 500 personnes par an. Ceci représente 30 % de l'embauche au niveau CAP-BEP (50 % des agents d'entretien sont recrutés au niveau CAP-BEP).

La tendance de l'Éducation nationale au cours des prochaines années privilégie le BEP au détriment du CAP, le BEP pouvant conduire au bac professionnel.

L'École technique prépare au BEP d'électrotechnique depuis l'année scolaire 1985-86 et préparera au BEP d'électrotechnique en 1986-87. Enfin, à l'horizon 1990, le CAP de mécanicien d'entretien sera vraisemblablement lui aussi remplacé par un BEP.

La forme change mais le contenu également, les machines à commande numérique sont introduites dans l'enseignement, de même que l'utilisation de logiciels de conception/dessin assistés par ordinateur (utilisés en mécanique, électricité et, de manière générale, dans tous les domaines où l'on a besoin de schémas).

Parallèlement, le corps enseignant bénéficie de stages de micro-informatique (GRETA, stages internes) et développent des progressions sur les automates programmables; de plus, un club micro animé par un professeur bénévole commence à fonctionner à Noisiel, le secrétariat et le magasin vont être ou sont équipés de moyens informatiques.

PROJET EAO à l'École technique

L'École technique souhaite expérimenter l'EAO dans les matières enseignées au programme du BEP d'électrotechnique, c'est-à-dire dans les domaines suivants:

- dessin industriel (schémas: nécessité, normes);
- électricité (schémas, normes, mesures électriques élémentaires);
- électrotechnique: initiation aux machines à champ tournant (transformateurs, machines synchrones, asynchrones...) et simulation;
- oléopneumatique (concepts de base);
- analyse et méthodes de conduite de projets: simulation.

L'EAO permettra dans ces matières de com-

pléter l'enseignement actuel par présentation de maquettes animées interactives et, par la simulation, de faire des économies de matériel (moins d'appareils de mesure et moins de risques de fausses manipulations).

Les objectifs d'une action d'EAO sont les suivants:

- éducatifs;
- donner de nouveaux outils au corps enseignant dans les actions de sensibilisation aux nouvelles méthodes de formation (réflexion sur le contenu, la façon d'animer) et élargir leurs domaines d'intervention;
- rester en cohérence avec l'évolution technologique;
- introduire de nouvelles méthodes pédagogiques axées sur les notions de centres d'intérêt avec enseignements multidisciplinaires synchronisés.

Bien qu'elle soit à envisager sur plusieurs années, l'action menée avec la Société ALPHA-Éducation et l'ENSET se compose ainsi:

- Création de 3 heures de didacticiels en 1986

L'ENSET réalisera 3 heures de cours en 1986, avec l'aide de ALPHA-Éducation.

Ce volume global pourra être fractionné en plusieurs parties (par exemple: 6' fois une demi-heure), en fonction des thèmes souhaités par l'École technique.

Cette première étape sera animée par le responsable de la pédagogie à l'ENSET, le matériel et le logiciel ainsi que des aides théoriques étant fournies par ALPHA-Éducation.

La réalisation se fera en étroite relation avec l'École technique.

- Prolongation de l'action

Cette première période d'un an permettra d'élaborer une méthodologie de travail où le rôle de chacun et le volume des ressources nécessaires pourront être mieux définis à la lumière de l'expérience.

Mais surtout, il faudra veiller à ne créer que ce qui n'existe pas déjà sur le marché: une politique d'acquisition systématique de logiciels du commerce (voir catalogue de l'Éducation nationale) sera suivie dans les prochains mois, mettant en évidence l'intérêt de montrer les manques. Mais l'action expérimentale aura, même s'il n'y a pas de suite, les possibilités de nouvelles méthodes d'enseignement assisté par ordinateur et des logiciels du commerce.

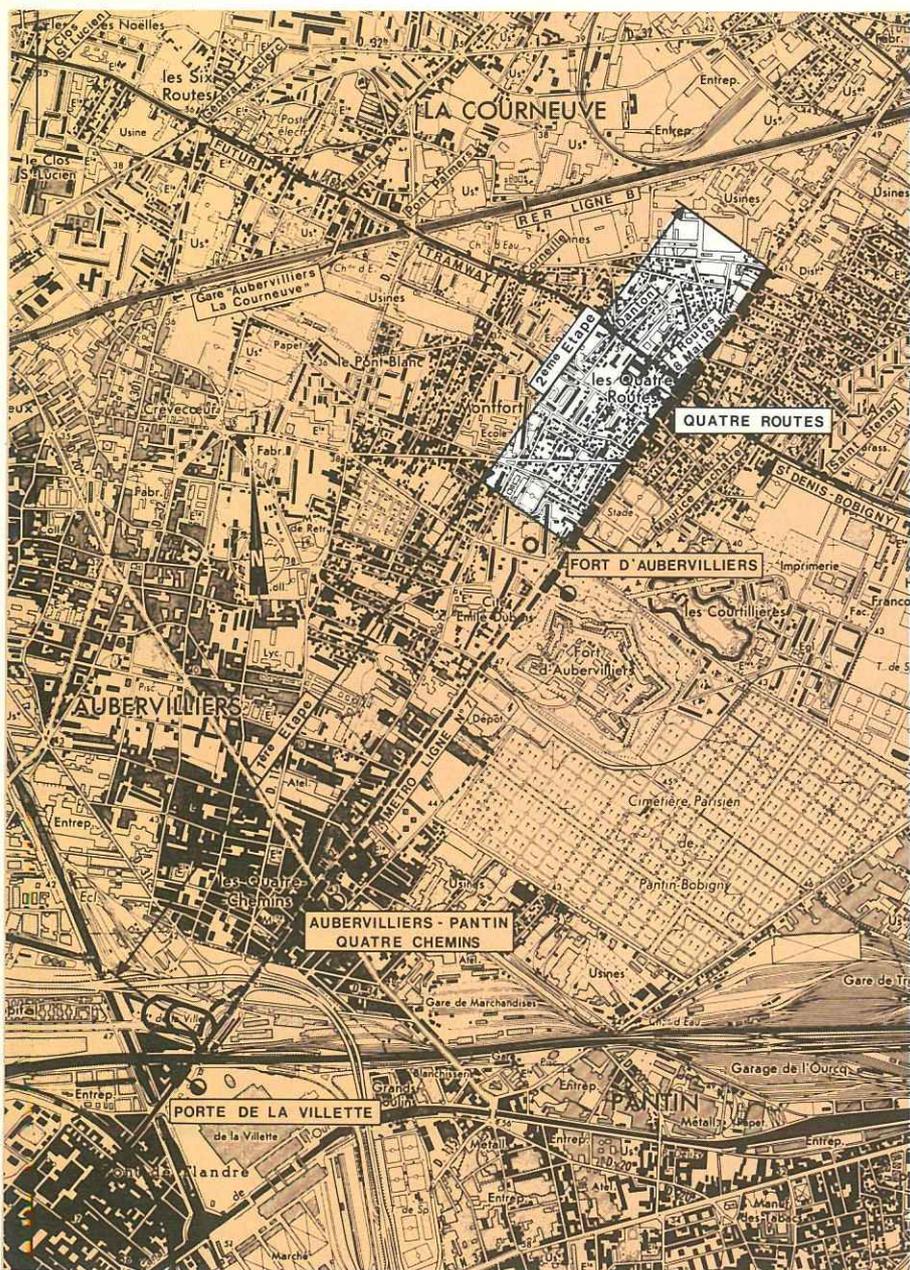
* 40 professeurs: 29 000 heures-élèves assurées annuellement.

PROLONGEMENT DE LA LIGNE 7 DU MÉTRO AU NORD

2^e étape : « Fort d'Aubervilliers - La Courneuve »

par Pierre Bayart,

Ingénieur chef de division à la Direction du génie civil.



1. Plan de situation du prolongement dans la banlieue est de Paris.

Généralités

Le prolongement de la ligne 7 du métro entre « Porte de La Villette » et « La Courneuve » a fait l'objet d'un schéma de principe pris en considération le 25 juin 1975 par le Conseil d'administration du Syndicat des transports parisiens. Il a été déclaré d'utilité publique le 26 février 1976, avec une prorogation en date du 26 février 1981 (illustration 1).

A cette époque, des contraintes financières, conjuguées à l'incertitude de la position du terminus à « La Courneuve », très étroitement subordonnée aux projets successifs du tracé de l'autoroute A 86, avaient conduit à phaser l'opération.

C'est ainsi qu'une première étape « Porte de La Villette - Fort d'Aubervilliers » a été mise en service le 4 octobre 1979.

Pour cette première étape, les dispositions du terminus de « Fort d'Aubervilliers » avaient été conçues dans le cadre d'une exploitation très temporaire (cul-de-sac de retournement des trains de longueur minimale avec une seule position de garage).

La seconde étape du prolongement qui doit permettre d'atteindre le terminus situé à l'intersection des Nationales 2 et 186 a débuté, faute de disposer de la totalité du financement, par la réalisation d'un tunnel de garage supplémentaire d'une longueur de 485 mètres, avec mise en service au plus tôt, afin de pallier partiellement les besoins immédiats de l'exploitation par suite du prolongement de la ligne en direction du

sud vers « Le Kremlin-Bicêtre » (1982), puis « Villejuif » (1985).

Ces travaux (lot 3) ont été réalisés en 1982 et 1983 et la mise en service a eu lieu le 3 mars 1984.

L'avant-projet de la seconde étape a été approuvé par le Syndicat des transports parisiens le 4 mars 1982 et, le 24 août 1982, le Ministère des transports a retenu le prolongement à La Courneuve - 8 mai 1945 dans les projets prioritaires du développement des transports urbains. Le financement nécessaire à l'engagement de cette phase a été assuré par le Fonds spécial des grands travaux en ce qui concerne la part de l'État.

Cette deuxième étape comporte une seule station dite « La Courneuve - 8 mai 1945 » (*) dont le dimensionnement a été défini à

(*) Cette station avait été dénommée provisoirement « Quatre Routes ».

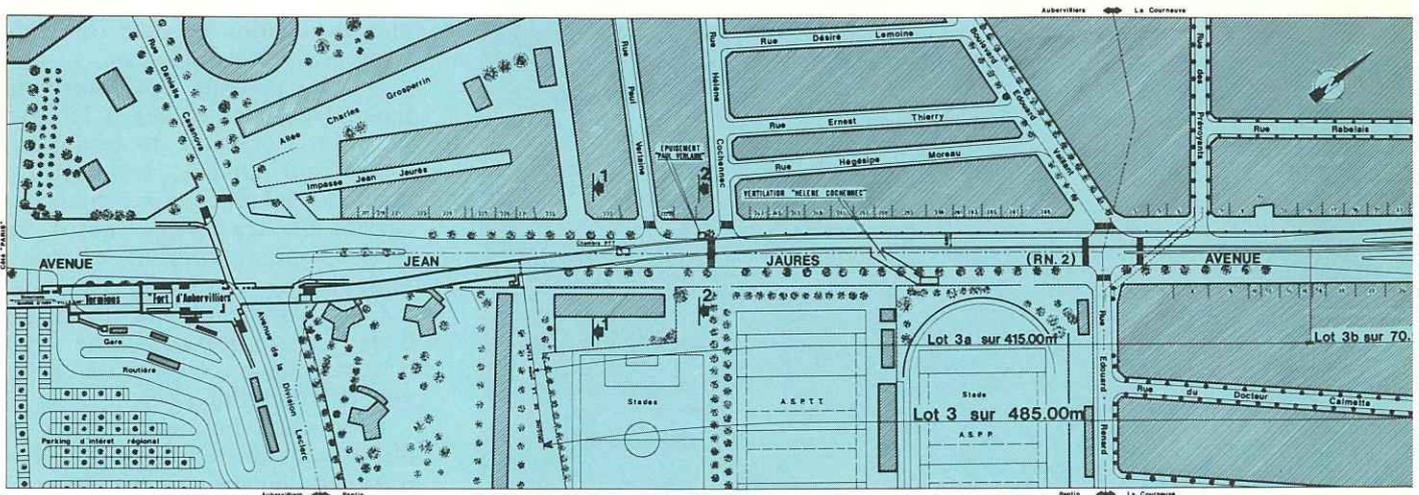
partir des prévisions de trafic à l'horizon 1987 à l'heure de pointe du soir, soit 2 650 voyageurs sortants et 550 voyageurs entrants, ces chiffres ayant été majorés d'environ 15 % pour tenir compte de l'évolution ultérieure. Ils correspondent à un taux d'occupation d'environ 10 % pour les rames de 800 places arrivant au terminus.

La déviation des nombreux réseaux publics sous la place du 8 mai 1945 à La Courneuve étant une opération complexe et longue, et afin de ne pas retarder le début des travaux, il a été décidé d'engager l'opération par son extrémité nord-est sur une longueur de 221 mètres environ. Les travaux de ce lot 5 ont commencé en avril 1983 et se sont achevés en juin 1984 en ce qui concerne le génie civil.

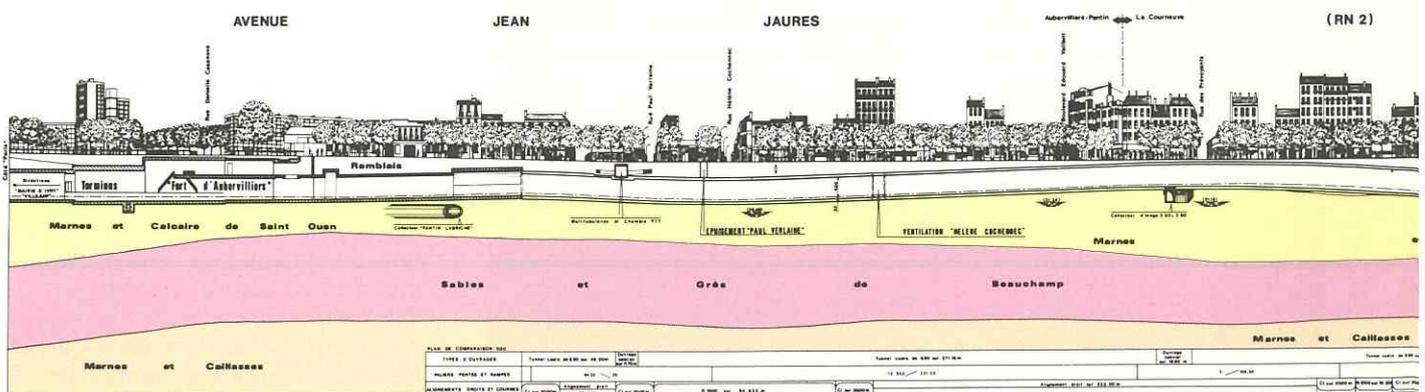
Les autres ouvrages, dont la sta-

tion, ses accès et les tunnels encadrants, ont été mis au point en concertation avec la Direction départementale de l'équipement et la municipalité, notamment en ce qui concerne l'aménagement futur de la surface du carrefour RN 2/ RN 186, la création d'un passage dénivelé pour voitures et le passage futur du tramway « Saint-Denis - Bobigny ». Ces ouvrages constituent le lot 4 et devront être ouverts à l'exploitation au début de l'année 1987.

Pour l'ouverture de ce prolongement, la desserte du secteur par autobus sera remaniée, la gare d'autobus de « Fort d'Aubervilliers » étant réduite, alors qu'un terminus et des points d'arrêt seront aménagés à proximité de la station « La Courneuve - 8 mai 1945 » en tenant compte, bien entendu, de la correspondance avec



2. Implantation de la ligne sur le tracé de la route nationale 2 : situation des trois lots de travaux.



3. Profil en long du prolongement du métro au-delà de la station « Fort d'Aubervilliers ».

le tramway dont le point d'arrêt, prévu sur le rond-point central de la place, communiquera avec la station du métro par des accès mécanisés.

Caractéristiques de la seconde phase du prolongement

La longueur du projet, jusqu'à son extrémité en arrière-gare de la station « La Courneuve - 8 mai 1945 », est de 1 205 mètres (illustrations 2 et 3) dont 877 mètres pour l'insertion « Fort d'Aubervilliers - La Courneuve - 8 mai 1945 ».

Le prolongement, construit au gabarit du type « métro », sera exploité en pilotage automatique, comme le reste de la ligne, avec le matériel moderne MF 77 déjà pré-

sent sur la ligne. Sous réserve d'une rectification du profil en long de l'extrémité des voies, les caractéristiques du cul-de-sac ménagent la possibilité d'un prolongement en direction du Bourget.

Les dispositions du terminus à trois voies permettent de réaliser un intervalle entre les trains de 95 secondes, ceux-ci partant alternativement vers Ivry et Villejuif. Il faudra 69 trains pour exploiter la ligne. Ceux-ci assureront 380 départs par jour. Le terminus comporte 14 positions de garage (2 en station et 12 dans le cul-de-sac d'arrière-gare).

L'alimentation en courant de traction sera assurée par le poste de redressement existant au sud-ouest de la station « Fort d'Aubervilliers ». Les besoins en courant force et éclairage seront couverts par un poste de transformation et

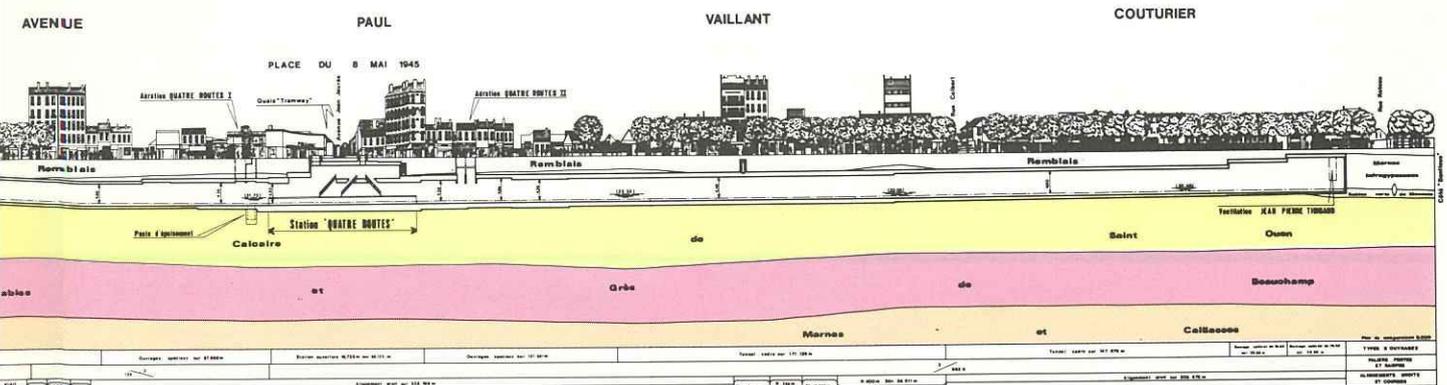
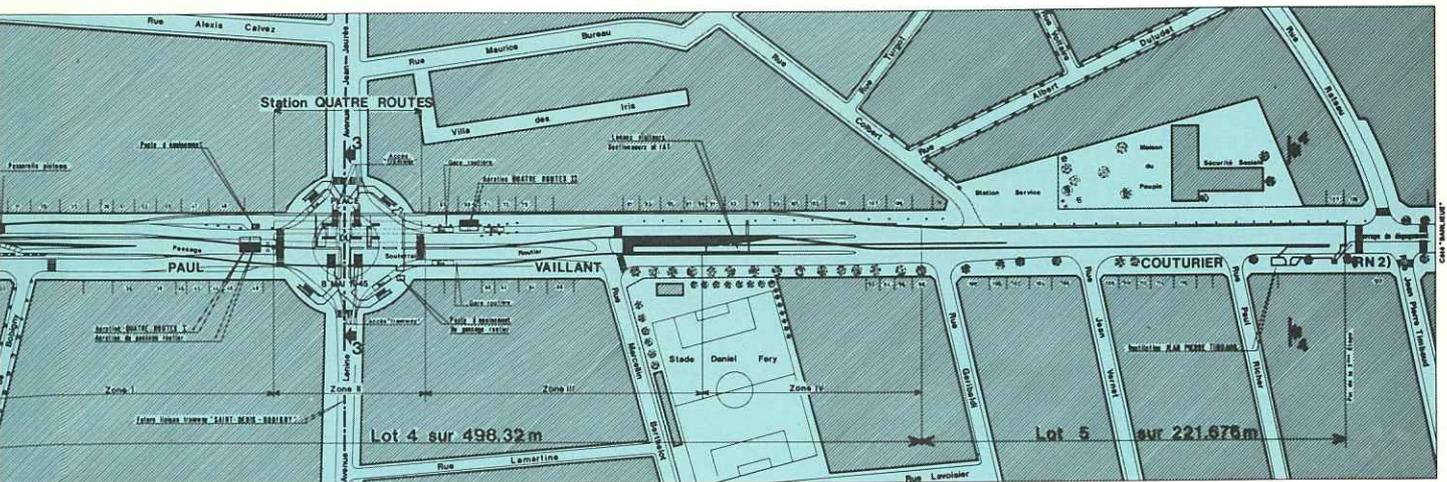
de distribution aménagé dans le volume de la nouvelle station terminale.

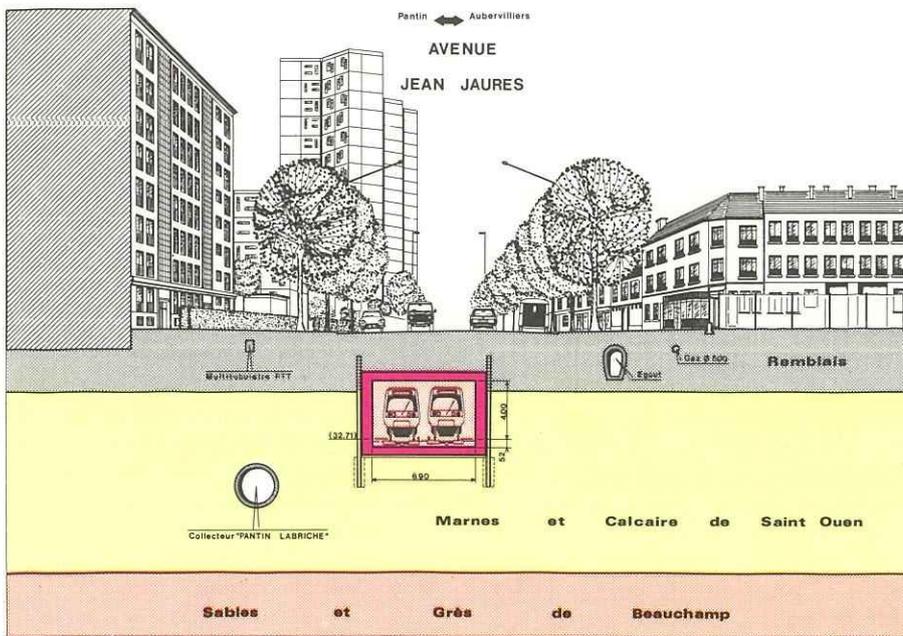
Description des ouvrages

Les ouvrages qui étaient à construire dans le cadre de la deuxième étape se développent entièrement sous la chaussée de la RN 2, sur la commune de Pantin, puis sur celles d'Aubervilliers et de La Courneuve. Ils ont été répartis en trois lots de travaux :

Lot 3

Ce lot sera utilisé temporairement pour le garage des rames. L'ouvrage est un tunnel cadre de 485 m de longueur et de section intérieure 6,90 m x 4,52 m. L'épaisseur des maçonneries est de





4. Coupe du tunnel courant du lot 3.

0,60 m. Les niches de sécurité sont espacées de 25 m et disposées face à face (illustration 4).

Les ouvrages en ligne nécessaires à l'exploitation du garage

sont : un poste d'épuisement, un ouvrage de ventilation mécanique d'une capacité de 60 m³/s et, en extrémité, un ouvrage de dégagement et d'aération naturelle.

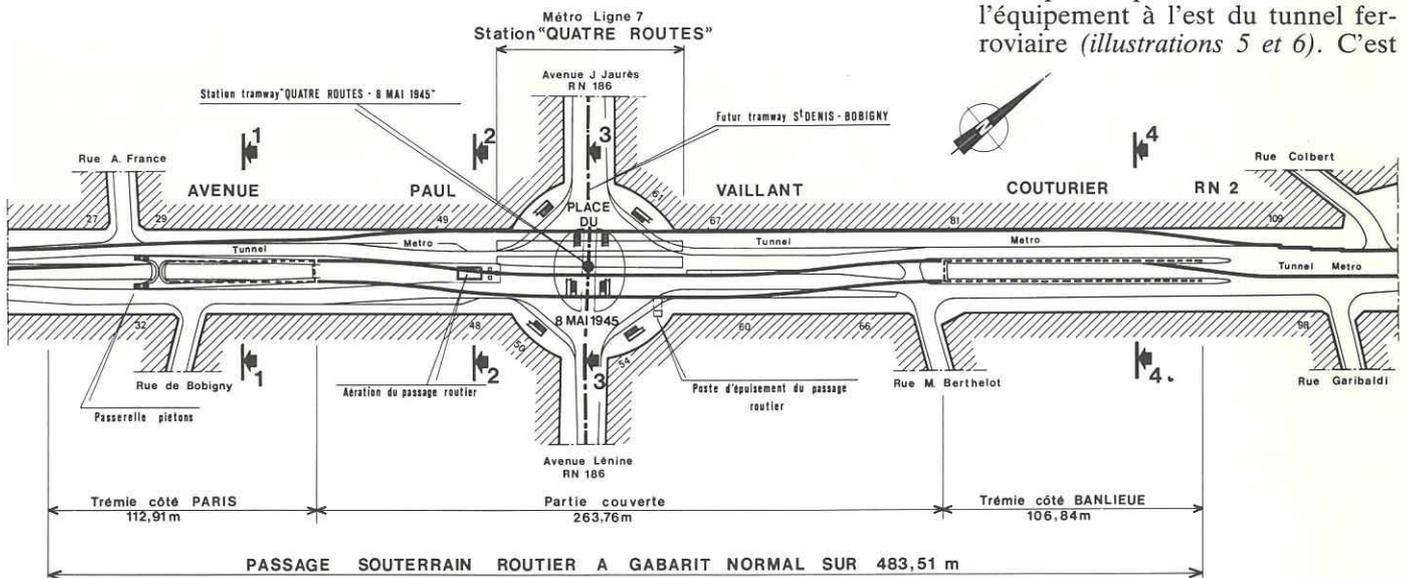
Lot 4

Ce lot, le plus important, comprend les ouvrages suivants :

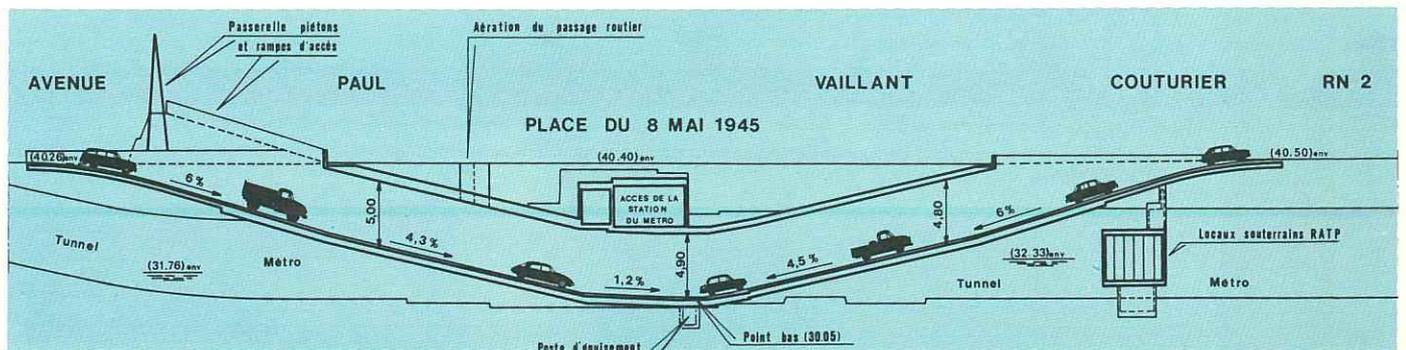
— En avant-gare, 158 m de tunnels « cadre » dont l'ouverture varie de 6,90 m à 16,60 m et la hauteur de 4,52 m à 4,92 m ; des ouvrages spéciaux servent de transition entre le tunnel à deux voies et la station à trois voies.

— La station « La Courneuve - 8 mai 1945 » et ses accès, longue de 78 m et comportant trois voies avec deux quais en îlot de 4,30 m de large ; elle occupe un volume de 18 m de largeur sur 7 m de hauteur au droit de la place du 8 mai 1945.

Le projet est compatible avec la construction, parallèlement à la station, du passage routier souterrain prévu par la Direction de l'équipement à l'est du tunnel ferroviaire (illustrations 5 et 6). C'est



5. Plan du passage souterrain routier construit parallèlement aux tunnels du métro.



6. Profil en long du passage souterrain routier.

Prolongement de la ligne 7 au nord

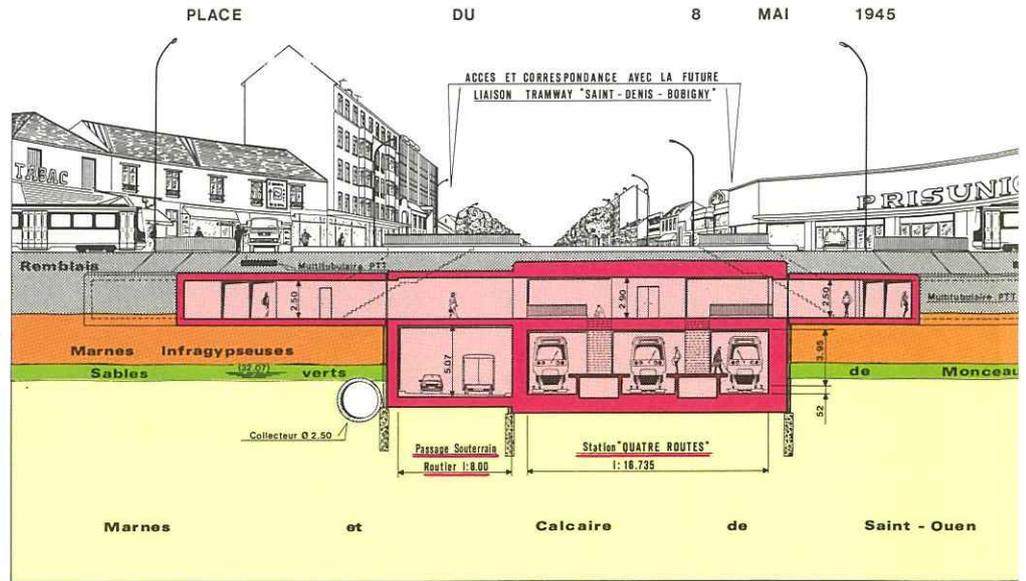
pourquoi les ouvrages RATP sont calés contre les façades ouest de l'avenue.

La salle des billets, établie en mezzanine au-dessus des voies et placée immédiatement au-dessous du niveau du sol (illustration 7), est reliée à la voirie par quatre accès débouchant autour de la place et quatre autres, dont deux mécanisés, sortant sur le rond-point central pour la liaison avec les arrêts du tramway projeté. Elle est reliée à chacun des quais par trois escaliers fixes de 1,50 m de largeur environ et de 4 m de dénivellée.

L'ensemble des accès et couloirs souterrains constitueront un passage public permettant aux piétons, même non-usagers du métro, d'accéder au terre-plein et aux quatre angles de la place.

— **En arrière-gare, 260 m de tunnel** « cadre » dont l'ouverture varie de 17,13 m à 10,42 m et la hauteur de 4,72 m à 5,02 m.

Cette section comporte tout d'abord un ouvrage spécial de 102 m de long servant de transition entre la station et le tunnel à trois voies puis, sur 158 m de longueur, le début du cul-de-sac terminal comprenant côte à côte le trottoir de manœuvre et une fosse de visite.



7. Coupe du projet au droit de la place du 8 mai 1945 : quais « métro » et tunnel routier au niveau inférieur ; accès et locaux de la station au niveau supérieur.

— **Divers ouvrages annexes** en ligne nécessaires à l'exploitation du terminus : « poste éclairage-force », poste d'épuisement, cheminées d'aération et locaux techniques pour le personnel d'entretien et l'appareillage électrique.

— **Enfin, le passage souterrain routier** à gabarit normal de section intérieure 4,80 m × 8 m, long de 251 m, la trémie côté Paris ayant une longueur de 105 m et celle côté province de 109 m, comprenant une baie d'aération et un poste d'épuisement ; cet ouvrage est construit par la RATP pour le compte de l'État

afin de profiter des avantages de coût et de délais provenant de la passation d'un marché de génie civil global.

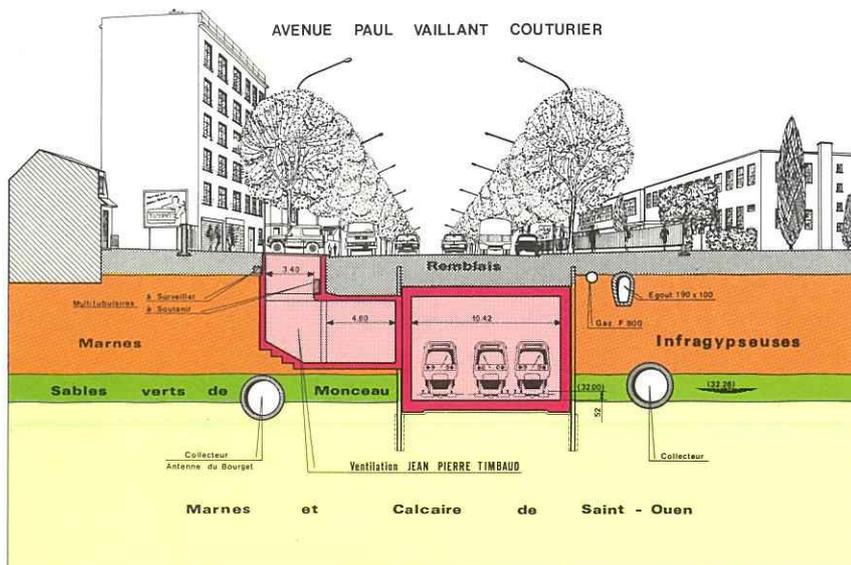
Lot 5

Ce lot est un prolongement du cul-de-sac du lot 4 dont l'exécution a été anticipée (voir paragraphe « Généralités » ci-avant). Il comporte un tunnel cadre à trois voies de 10,40 m et 10,67 m d'ouverture sur 221,70 m de long et un ouvrage de ventilation mécanique jumelé avec un ouvrage de dégagement en bout de lot (illustration 8) pour le personnel.

Géologie et hydrologie

Des sondages carottés ont été exécutés le long du tracé et des essais en laboratoire ont été réalisés sur des échantillons de terrain prélevés en cours de sondage.

Les terrains traversés ont été, de haut en bas depuis le niveau du sol, des remblais sur une épaisseur variant de 2 à 6 m, la moyenne étant de 4 m, puis des marnes infragypseuses assez compactes dont l'épaisseur est de 2 m au début du lot 3 et de 7 m en fin de lot 5, ensuite des sables verts de Monceau, argileux, d'épaisseur moyenne 1,5 m, enfin des marnes et calcaires de Saint-Ouen, sur une épaisseur moyenne de 13 m.



8. Coupe à l'extrémité du lot 5 sur l'ouvrage de ventilation mécanique du terminus à trois voies.

Sous ces couches règnent les sables et grès de Beauchamp, puis les marnes et caillasses.

Les ouvrages sont fondés sur la masse des marnes et calcaires de Saint-Ouen, sauf au début du lot 3 où ils s'appuient sur les sables verts de Monceau.

Dans les marnes et caillasses, les sondages ont révélé des lentilles importantes de gypse dont certaines dissoutes, à des profondeurs variant de 35 à 50 m, par la circulation des eaux souterraines.

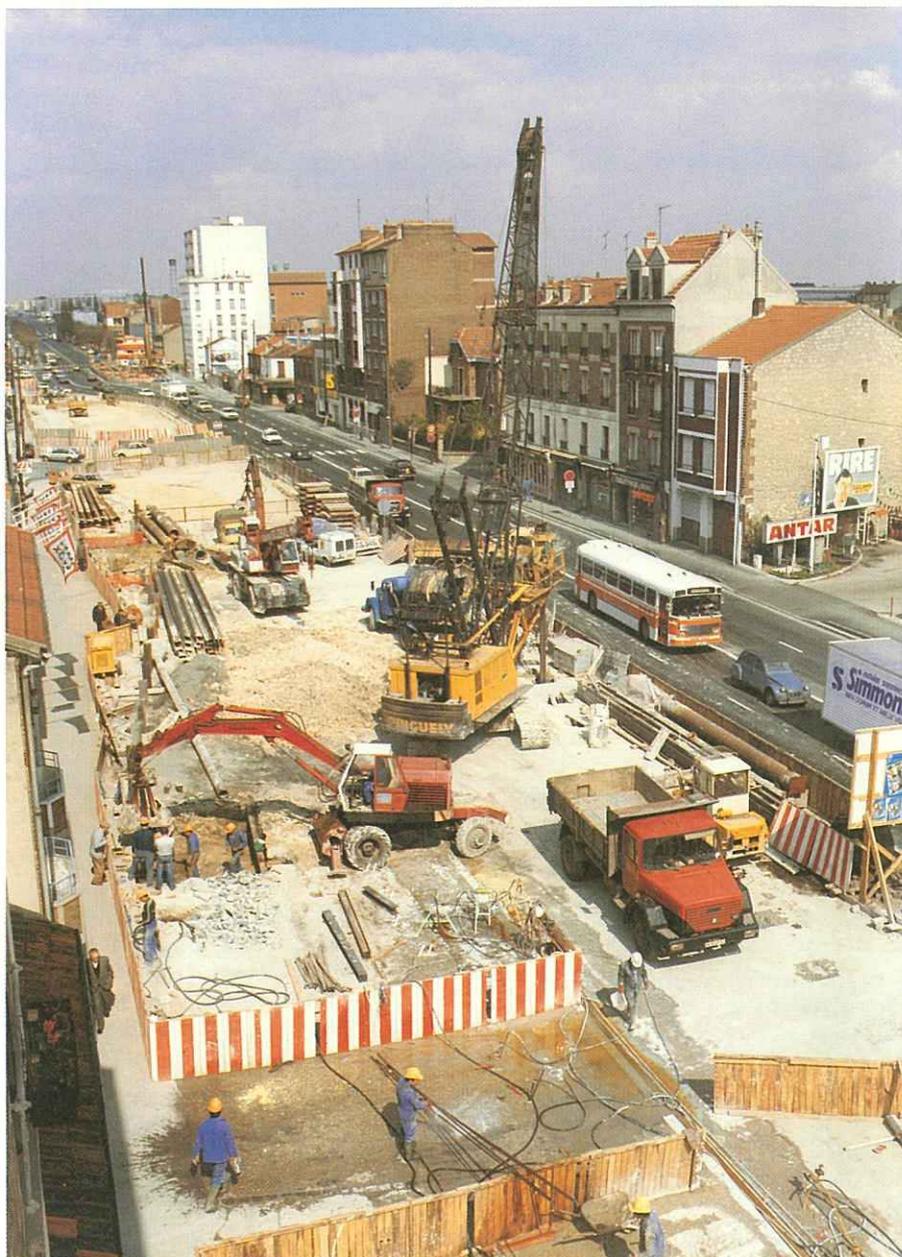
Des relevés piézométriques, puis des essais de pompage, ont été réalisés en 1982 ; ils ont permis de préciser les caractéristiques hydrauliques des terrains intéressés par le projet. Le calcaire de Saint-Ouen est baigné par une nappe phréatique dont le niveau se situe en l'absence de tout rabattement entre les niveaux 32 et 33 NGF et qui intéresse la partie inférieure des ouvrages des lots 4 et 5 sur une hauteur de 3 m environ. Par ailleurs, les sables verts peuvent comporter des circulations d'eau ou éventuellement une nappe suspendue.

Ces conditions géologiques et hydrologiques nécessitent des précautions particulières comportant l'exécution :

- de rabattements de la nappe et de pompages en fond de fouille pendant la construction des radiers ;
- d'injections de remplissage systématique des vides décelés sous les radiers dans les marnes et caillasses ;
- d'un étanchement particulièrement soigné de la partie basse des ouvrages.

Méthodes d'exécution

Les tunnels et la station ont été réalisés dans une fouille blindée à l'avancement suivant la méthode berlinoise, parois verticales constituées de pieux métalliques réunis par des panneaux de béton armé et maintenues par des butons métalliques transversaux (*illustrations 9 et 10*), sauf, en ce qui concerne



9. Mise en place des pieux berlinois.



10. Blindage berlinois en béton projeté armé par un treillis soudé.

le lot 4, les piédroits très proches des immeubles côté numéros impairs de la RN 2. Ceux-ci ont été construits avant ouverture du terrassement général soit, dans le cas général, dans une tranchée blindée à l'avancement, soit, dans le cas particulier d'immeubles importants

ou fragiles, par plots alternés dans des puits isolés (illustration 11).

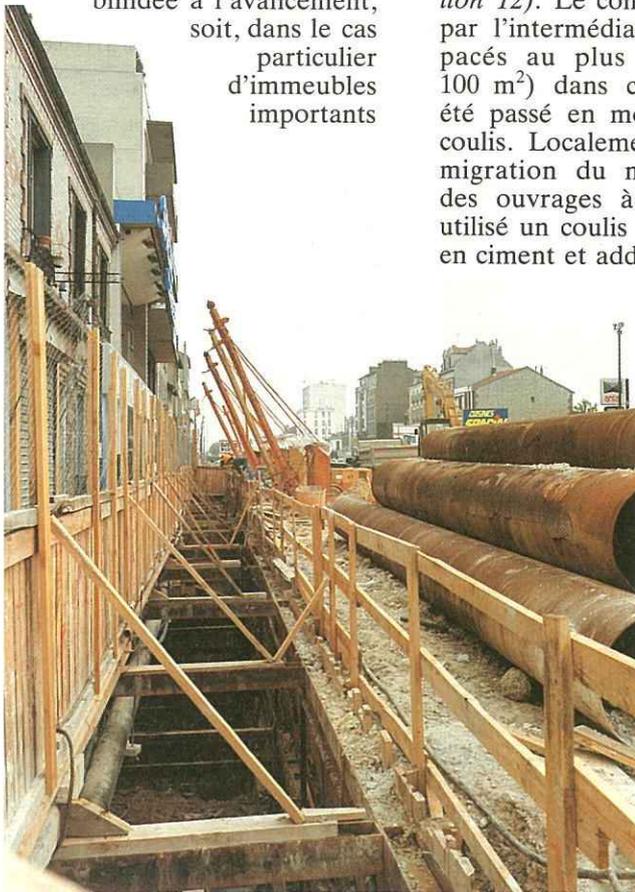
Les vides de dissolution du gypse ont été remplis par injection gravitaire faite à partir du niveau de la voie publique (illustration 12). Le comblement a été fait par l'intermédiaire de forages espacés au plus de 15 m (1 par 100 m²) dans chacun desquels a été passé en moyenne 110 m³ de coulis. Localement, pour éviter la migration du mélange trop loin des ouvrages à construire, on a utilisé un coulis particulier surdosé en ciment et additionné de silicate.

De part et d'autre de la place du 8 mai 1945, avant d'ouvrir les fouilles blindées dans lesquelles devaient être construits les plots du piédroit ouest du tunnel, la RATP a estimé nécessaire de procéder à un traitement local du sol sous les façades des immeubles : étanchement en partie basse (terrain marno-calcaire situé sous le niveau de la nappe aquifère) et consolidation en partie haute (sables verts et marnes infragypseuses situés hors nappe). Il a été réalisé par forages obliques exécutés à partir du trottoir dans lesquels ont été injectés un coulis de ciment et un gel dur avec naturellement large prépondérance du gel en partie haute.

Pour le lot 5 et la partie nord du lot 4, la nappe phréatique a été rabattue d'un à deux mètres par une ligne de puits filtrants implantés le long du tunnel (impossibilité de les implanter de part et d'autre en raison de l'exiguïté des emprises) et mis en fonctionnement avant que le terrassement n'atteigne le niveau de la nappe. Les puits filtrants, espacés d'environ 30 m, étaient constitués par des forages Ø 700 mm de 20 m de profondeur renfermant un anneau en matériaux calibrés ainsi qu'un tube crépiné et contenant une pompe cylindrique Ø 140 mm avec deux sondes commandant la marche et l'arrêt. Le débit des pompes fut très variable (0 à 15 m³/h) car le terrain se révéla très hétérogène.

Pour la partie sud du lot 4, le rabattement fut abandonné car le terrain devenait de plus en plus imperméable, ce qui conduisait à de faibles débits (malgré un nettoyage systématique des filtres) et donc à un rabattement peu efficace (de l'ordre de 0,50 m). On exécuta le réglage du fond de fouille grâce à un drainage systématique canalisant les venues d'eau (d'ailleurs bien plus faibles qu'au lot 5, malgré un niveau général de la nappe au moins aussi élevé) vers des puisards de relevage locaux.

Les cadres en béton armé constituant la structure des tunnels



11. Descente de puits blindés alternés le long des immeubles : la passerelle « piétons » grillagée est posée sur les cadres de tête.



12. Centrale d'injections installée sur la place du 8 mai 1945 pour remplissage des vides de dissolution du gypse et traitement du terrain de fondation des immeubles riverains.

sont coulés contre les blindages verticaux berlinois après interposition d'une étanchéité (feuilles Freivynyl de 2,5 mm d'épaisseur posées avec recouvrement et soudées entre elles au chalumeau à air chaud) qui entoure totalement l'ouvrage (illustration 13). Le béton des cadres a un dosage compris entre 370 et 400 kg de ciment/

m³ afin d'obtenir 300 bars de résistance à la compression à 28 jours. Dans le tunnel, il est mis en place sur des coffrages métalliques montés sur des châssis mobiles facilitant les translations. Après bétonnage du radier (illustration 14), les piédroits et la dalle de couverture sont coulés en une fois. Dans le cas d'un ouvrage de petites di-

mensions comme le lot 3, on peut ainsi réaliser deux bétonnages par semaine, soit 25 à 30 m de tunnel.

Dans la station, en raison des grandes portées et des fortes épaisseurs, le coffrage des dalles est posé sur des tours télescopiques et les piédroits sont bétonnés en deux tranches superposées en raison de la nécessité de maintenir un butonnage transversal. Ensuite vient la couverture (illustration 15). Les dalles de couverture sont revêtues d'une étanchéité autoprotégée (Freidalle posée en adhérence) sous laquelle est rabattue et soudée la feuille en attente sur la paroi berlinoise. On procède enfin au remblaiement général de la fouille en laissant 0,70 m de hauteur pour rétablir la voirie (illustration 16).

Éléments de calcul

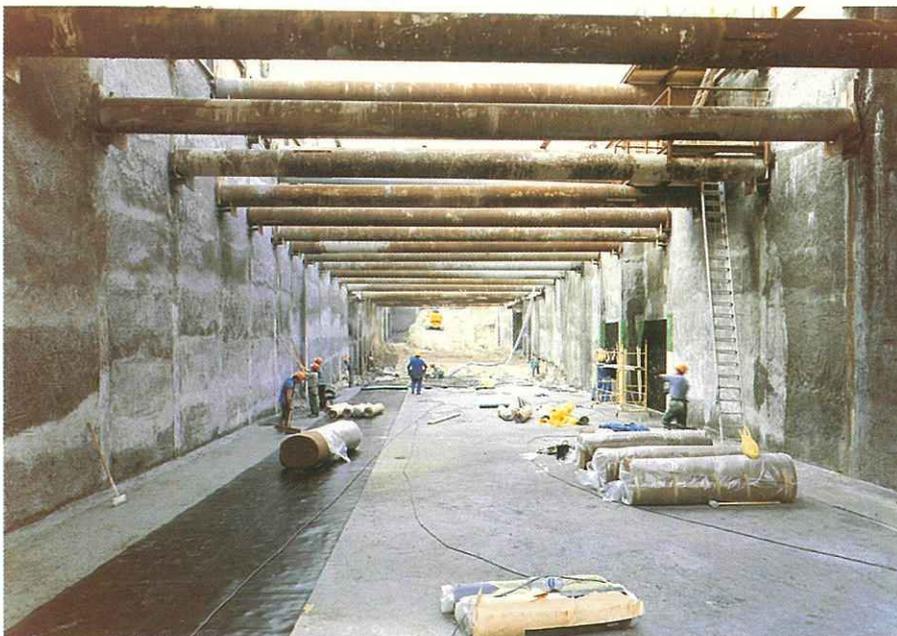
Pieux berlinois

Le programme de calcul vérifie le comportement d'une paroi de soutènement préalablement dimensionnée, en tenant compte d'un comportement élastoplastique des sols, les déformations plastiques étant irréversibles. Il permet de distinguer les différentes étapes de la réalisation et les déformations associées successives. Le calcul étant fait pour une paroi continue de 1 mètre linéaire, il faut introduire des coefficients correctifs sur les raideurs de profilés et les butées réelles mobilisables.

Structures des tunnels rectangulaires

Elles sont calculées à l'aide d'un programme classique de calculs statiques de structure à barres, développé par le Centre d'Assistance aux Calculs Techniques (CACT) de la Fédération du Bâtiment (programme « COSMOS »).

Dans le cas présent, l'importance relative de la raideur des parois et de celle du terrain



13. Pose de l'étanchéité sous le radier du tunnel et derrière les futurs piédroits.



14. Ferrailage du radier de l'extrémité du tunnel de garage des trains (remarque le butonnage par des tubes et les feuilles d'étanchéité en attente).

Photos RATP - N/Audiovisuel

conduit pour le cadre simple à des moments toujours négatifs dans les piédroits et à des réactions presque nulles au milieu du radier.

Incidence sur l'environnement

Insertion du chantier et des ouvrages dans le site

Les tunnels et autres ouvrages sont établis intégralement sous la voie publique et n'ont donc pas nécessité d'expropriation. Réalisés à ciel ouvert, ils seront, une fois achevés, entièrement souterrains. Ils ne pourront créer, compte tenu de leur profondeur, des dispositions techniques prises au niveau de la pose de voie (longs rails soudés posés sur béton avec interposition de deux niveaux élastiques) et des dispositifs d'insonorisation équipant les baies de ventilation et d'aération, aucune nuisance aux constructions et aux riverains sur le plan des bruits et vibrations. Tout contact entre les ouvrages à réaliser et les fondations d'immeubles existants est, bien entendu, évité grâce à l'interposition de plaques en matériaux isolants spéciaux.

A l'achèvement du chantier, seules resteront visibles les trémies d'accès et d'aération. Elles seront traitées pour s'intégrer au site. Les chaussées, trottoirs et plantations d'alignement seront rétablis et même améliorés dans le cadre du projet général du réaménagement du quartier.

Prise en compte des projets concomitants

Le projet de prolongement du métro a tenu compte des contraintes résultant de l'existence, en tréfonds et en surface, de différents projets et en particulier :
— l'antenne nord du collecteur d'eau d'orage « Saint-Denis - La Courneuve » partant en direction

de la RN 2, dont le tracé et le diamètre initial ont été modifiés aux « Quatre Routes » en fonction du métro et du passage routier souterrain ;

— le passage routier souterrain, dont le tracé devait être aussi voisin que possible de l'axe de la RN 2, conduisant ainsi à caler la station « La Courneuve - 8 mai

1945 » contre les façades, ce qui n'était possible que du côté ouest, compte tenu de la présence, à l'est, de l'antenne du Bourget de l'émissaire « Pantin - La Briche » ;
— la rocade de tramway « Saint-Denis - Bobigny », dont le tracé axial sur la RN 186 est pratiquement perpendiculaire aux voies du métro et avec lequel une corres-



15. Coffrage et ferrailage de la dalle de couverture de la station.



16. Remblaiement à l'avancement sur le tunnel terminé.

pondance commode sera aménagée au centre de la place du 8 mai 1945 ;

— enfin, le projet général d'amélioration et d'embellissement de la zone du carrefour RN 2 - RN 186, qui intègre dans un ensemble architectural cohérent les parties visibles en surface du métro (escaliers d'accès, trémies d'éclairage ou d'aération), les points d'arrêt des transports de surface (quais et abris), les longues rampes d'accès au tunnel routier et surtout les nouveaux cheminements piétons (passages souterrains et passerelles).

Modification des réseaux enterrés

La construction simultanée des tunnels et accès du métro et du souterrain routier imposait des travaux de confortation ou de modification des canalisations et câbles appartenant aux services publics et concédés. Il a en effet été indispensable de libérer le volume des ouvrages projetés formant une bande continue côté impair de la RN 2 et un bloc au centre de la place du 8 mai 1945.

On peut citer, parmi les travaux les plus importants ou les plus contraignants, le réaménagement du réseau d'égouts superficiel, le report de la canalisation d'eau potable \varnothing 1 250 mm appartenant au Syndicat des communes et reliant Bondy à Saint-Denis (*illustration 17*), la modification de la position en plan ou en niveau de câbles téléphoniques, dont la multitubulaire « Paris-Lille », le déplacement ou le remplacement des conduites de transport ou de distribution avec nécessité de maintenir en permanence la desserte des immeubles riverains.

Certains de ces travaux ont pu être exécutés par la Direction départementale de l'équipement dans l'année qui a précédé l'ouverture du chantier du métro proprement dit, mais d'autres (en particulier certains égouts et grosses canalisations dont le tracé est très contraignant) ont dû voir leur exécution



17. Mise en place de la nouvelle conduite d'eau \varnothing 1 250 mm sur la couverture de la station à la limite sud de la mezzanine.

s'étaler sur plusieurs phases au fur et à mesure de l'avancement des tronçons de tunnels.

Phasage des travaux - Planning prévisionnel pour la mise en service

La ligne de métro est construite sous une voie publique à forte circulation et dans un site très urbanisé à grosse activité commerciale. Si des restrictions permanentes pouvaient être apportées au stationnement (par zones ou par tranches horaires) et à la circulation (mises à sens unique ou en impasse de voies), il ne pouvait être question d'empêcher la desserte des résidents et des entreprises (*illustration 18*) et surtout de réduire la capacité des voies de grand transit (RN 2 et 186) intéressées par le chantier.

Ces impératifs ont conduit à un phasage des lots 3 et 4 ; seule l'emprise du lot 5, située latéralement par rapport à la chaussée et le long d'une zone peu densifiée, a

pu être neutralisée globalement pendant toute la durée du chantier (*illustration 19*).

En particulier, le tracé du lot 3 coupe l'avenue Jean-Jaurès et sa traversée a dû être réalisée par plots isolés avec basculements successifs des chaussées sur les trottoirs, puis sur des tronçons déjà construits. Il s'agit d'une contrainte importante qui a rompu le rythme du chantier et fractionné les emprises. D'où coûts et délais supplémentaires.

La construction du lot 4 apparaissait encore plus difficile et complexe en raison de l'importance relative en plan des ouvrages à construire. En effet :

— la largeur de l'ensemble des tunnels ferroviaire et routier jumelés est telle qu'il ne restait plus la place de faire passer les quatre files de circulation absolument impératives sur la RN 2 ; il a donc fallu prévoir de construire successivement chaque tunnel de part et d'autre de leur piédroit commun en basculant en seconde phase deux des files sur le premier tunnel achevé ;

— les accès et locaux de la station de métro occupent pratiquement toute la surface de la place du 8

mai 1945 sur laquelle doivent se croiser en permanence les quatre files de la RN 2 et la file unique de la RN 186 avec maintien de l'autorisation de deux tourne-à-droite et de deux tourne-à-gauche ; il en est résulté de multiples phases, principales et secondaires dont, essentiellement, deux pour la station proprement dite, trois pour la partie centrale du tunnel routier et une pour chacune des quatre trémies d'accès, l'exécution de deux d'entre elles (celles côté « banlieue ») étant liée à celle de la salle latérale haute les jouxtant (illustration 20).

Entre l'achèvement d'une tranche de gros œuvre et le début de la suivante, il fallait en général procéder à un basculement de circulation, neutralisant de quatre à huit semaines, en raison des délais nécessaires aux travaux de voirie.



18. Passage du terrassement sous un pont d'accès à une propriété riveraine (profilés métalliques + platelages en béton armé revêtus d'enrobés routiers).



19. Emprises latérales pour lot 5 : vue prise pendant la réalisation de la couverture du tunnel de garage à trois voies.



20. Construction de l'accès nord de la station dans une tranchée blindée (le nouvel égout mis en service entre les façades et l'escalier du métro empêche de taluter la fouille).

Ce fut l'une des grosses contraintes du génie civil en raison des ruptures de charge qui en résultaient et qu'il était parfois difficile d'amortir malgré les efforts de l'Équipement qui coordonnait et faisait intervenir « à la demande »

les entreprises de voirie et de signalisation (illustration 21).

Ces impératifs de phasage sont la cause essentielle de l'importance du délai global pour le lot 4, dont trente-cinq mois pour les seuls travaux de génie civil, du printemps 1984 à la fin de 1986. Leur enchaînement a été tel qu'il a été possible d'entreprendre au bout de vingt-et-un mois les travaux d'équipement et de second œuvre :

- pose de voie métro au début de 1986 ;
 - aménagement de la station et des locaux techniques métro au printemps 1986 ;
 - équipement du souterrain routier durant l'été 1986 ;
 - installations électriques métro et construction du terminus des autobus à l'automne 1986 ;
- le tout devant permettre une mise en service totale (ouverture du métro à l'exploitation) en mars 1987.

Coût de l'opération

La seconde étape du prolongement de la ligne 7 du métro vers La Courneuve reviendra à environ 310 millions de francs, hors TVA, mais frais généraux inclus, valeur 1986, avec la clef de financement

suivante : État 30 % - Région 30 % - Prêts spéciaux de la Région à la RATP 40 %. Cette somme ne comprend toutefois pas le complément de matériel roulant qui sera nécessaire à l'exploitation de l'interstation supplémentaire. Elle ne comprend pas non plus le coût du passage souterrain routier, qui est financé par le budget de la voirie nationale, et dont le gros œuvre exécuté par la RATP dans le cadre du marché passé pour le lot 4 est évalué à 20 millions.

Sur les 310 millions, 45 ont été dépensés pour les travaux préalables qui ont consisté à allonger le tunnel de garage du « Fort d'Aubervilliers » et le reste, soit 265 millions, pour le prolongement dit à « La Courneuve ».

La dépense totale se décompose ainsi :

– génie civil	200 millions
– voies ferrées	25 millions
– installations électriques	55 millions
– second œuvre station	30 millions
Total	310 millions

Dans les 200 millions du génie civil, il faut mettre à part 55 millions pour les modifications qu'a

entraînées le projet « métro » sur la voirie et les réseaux de câbles et canalisations publics et concédés. Ce ratio de 30 % environ pour les « travaux annexes » est normal pour un chantier du type « tranchée couverte en site urbain ». Il faut toutefois préciser que la part de ces travaux qui est directement la conséquence du projet « tunnel routier » a été prise en charge par l'État ou les concessionnaires concernés.

Les 145 millions restant au titre du gros œuvre seul sont assez élevés car ils correspondent en effet à 120 millions par kilomètre de ligne, mais on n'oubliera pas que le tronçon considéré comporte trois voies dans sa moitié nord et qu'il s'agit d'un terminus. Il y a toutefois un surcoût intrinsèque qui correspond à la réalisation du piedroit ouest du tunnel par petites parties le long des façades des immeubles dans le but de libérer le centre de l'avenue pour y placer le souterrain routier.

Conclusion

Le prolongement à La Courneuve de la ligne 7 du métro est d'un type classique en banlieue dense. Il suit le tracé d'une percée radiale préexistante et ne changera pas fondamentalement les flux de circulation des usagers.

Sa construction à profondeur minimale dans un terrain d'assez bonne qualité s'est déroulée sans grosses difficultés techniques.

Les sujétions les plus contraignantes ayant eu des répercussions importantes sur les coûts et les délais résultent de la présence de nombreux réseaux publics enterrés, de la densité de la circulation automobile avec une très grosse proportion de poids lourds et de l'exécution simultanée d'un long tunnel routier au point le plus délicat du tracé.

Ces contraintes, qui étaient connues dès le départ, ont été maîtrisées. Début 1987, le projet mené à bien permettra d'améliorer sensiblement les conditions de transport des habitants de la proche banlieue nord-est de Paris. ■



RATP - N/Audiovisuel

21. Construction de la trémie nord du tunnel routier après report de la circulation « Province-Paris » sur la couverture du tunnel de garage des trains.

TECHNOLOGIE, TRAVAIL, TRANSPORTS

Un anthropologue dans le métro

Journaux, radios, télévisions nous ont fait découvrir la vie, les règles, les mythes des sociétés bantous ou pygmées.

**Pierre Bouvier,
premier lauréat du prix
« L'homme,
les transports et la ville »**

La ville vit des transports, les transports vivent de la ville. Depuis la plus haute Antiquité, les rapports entre ville et transports sont nombreux, étroits et même ambigus. Les relations transport-urbanisme sont un exemple de choix.

« La ville change, les comportements des citoyens évoluent, les transports doivent participer activement à cette transformation du monde urbain. » Aujourd'hui ce genre de propos fait presque figure de banalité. En revanche, il est beaucoup moins banal d'entendre des propos clairs décrivant la nature de ces changements et de ces évolutions. Avoir des idées nettes sur un sujet aussi complexe exige un travail de recherche considérable dans de multiples aspects de la vie urbaine : sociologie, économie, architecture, histoire, géographie, nouvelles technologies... A travers le projet de recherche « Réseau 2000 » et le séminaire « Crise de l'urbain, futur de la ville », la RATP tente depuis quelques années d'enrichir les réflexions sur la ville moderne et la place des transports dans la cité de demain.

Cette démarche s'est également concrétisée en février dernier par l'annonce d'un prix annuel sur le thème : « Les transports urbains, l'homme et la société ». Ce prix est destiné à

récompenser un ouvrage, une thèse, un mémoire universitaire rendant compte d'une recherche originale autour de ce thème et largement ouverte sur les sciences de l'homme et de la société. Le prix est décerné par un jury composé pour moitié de gens de la RATP et pour moitié de personnalités extérieures, parmi lesquelles Jacques Le Goff, historien et Directeur d'étude à l'École des hautes études en sciences sociales, et Marcel Roncayolo, géographe et Directeur adjoint de l'École normale supérieure.

Une quinzaine d'ouvrages étaient en lice pour la remise du prix 1986. Le 20 juin dernier, c'est Pierre Bouvier qui reçu des mains de Louis Guieysse, Directeur général adjoint de la RATP, le premier prix « L'homme, les transports et la ville » (*). Ce prix récompense deux études qu'il a réalisées sur l'évolution des rapports socioprofessionnels dans le métro de Paris et dans le métro de New York depuis une vingtaine d'années. Son étude sur le métro de Paris a d'ailleurs fait l'objet d'un livre. En outre, le jury a tenu à récompenser Marc Prevost, étudiant en histoire à la Sorbonne, pour son mémoire consacré à « la suppression du poste de receveur dans les autobus parisiens ».

(*) Voir « Entre les lignes » n° 94, août-septembre 1986, p. 24.

Les méthodes développées par les anthropologues pour percer les mystères de ces sociétés du bout du monde peuvent aussi nous apporter un éclairage original sur d'autres sociétés humaines : les grandes entreprises. Pierre Bouvier, l'un des promoteurs de cette socio-anthropologie du travail, a observé durant plusieurs années les « tribus de la RATP ». Il nous livre aujourd'hui le résultat de ses recherches dans un ouvrage consacré à l'évolution des rapports de travail au réseau ferré depuis 1970.

Études/Projets : Quelles raisons vous ont incité à poser ce regard original sur les relations de travail dans les grandes entreprises ?

Pierre Bouvier : A l'origine, je souhaitais mener une réflexion sur les cultures ouvrières. Comment se constituent-elles ? Comment évoluent-elles ? Quels sont leurs mécanismes internes ? Comment les personnels vivent-ils quotidiennement leurs rapports au travail, à l'entreprise, à l'environnement ?

● **Mais pourquoi choisir la RATP ?**

P. Bouvier : La RATP, notamment le métro, c'est une usine dans la ville. De Renault-Billancourt, vous ne voyez que les bâtiments. En revanche, un simple

usager du métro peut observer et comprendre le fonctionnement de l'entreprise. La RATP « fabrique » le transport devant son public. Il voit le conducteur surveiller les allées et venues des voyageurs sur les quais. Il voit les feux de signalisation qui changent de couleur avec le mouvement des trains...

● *Vous avez travaillé pendant plusieurs années au contact direct des agents de la RATP. Cette approche par immersion dans l'entreprise n'est-elle pas contradictoire avec la description d'une « usine dans la ville » ?*

P. Bouvier : Si le fonctionnement industriel global reste compréhensible, les relations de travail entre les diverses catégories socioprofessionnelles ne sont pas évidentes. Elles l'étaient beaucoup plus autrefois, lorsque conducteurs, chefs de train, chefs de station, poinçonneurs, régulateurs se côtoyaient sur les quais du métro... De ce point de vue, l'automatisation a rendu plus opaques les méca-

nismes sociaux de production du transport. Le voyageur a la sensation de se trouver devant une grande machine dont certains rouages lui échappent. Par ailleurs, les agents du métro apparaissent isolés les uns des autres, sans contacts possibles entre eux. De l'extérieur, on a parfois l'impression que c'est la « machinerie du métro » qui sert de lien entre les agents et qui assure la cohésion du système de production.

● *Mais quel est l'intérêt d'une observation de longue durée, par immersion dans l'entreprise, par rapport aux enquêtes sociologiques habituelles ?*

P. Bouvier : Il n'y a pas opposition entre les deux démarches. Je considère qu'il est essentiel de croiser les méthodes de la sociologie, fondées sur des enquêtes et des questionnaires, avec les méthodes de l'anthropologie, davantage fondées sur l'écoute et l'observation. Toutefois, il est difficile de cerner dans un questionnaire l'écheveau entre les diverses catégories d'agents. Celles-ci ne s'expriment souvent qu'au travers d'habitudes et de comportements de chaque jour. Par ailleurs, les sociologues interviennent davantage dans des périodes de crise, de conflit, de restructuration, où l'ensemble des petits faits quotidiens, qui forment le vécu du travail, se trouvent bouleversés par les événements... Il est alors possible de décortiquer la mécanique du conflit, mais il s'avère beaucoup plus difficile de saisir les fondements de certaines réactions de telle ou telle catégorie socioprofessionnelle.

● *Pour résumer de manière caricaturale, le sociologue est un observateur extérieur tandis que l'anthropologue est un observateur intérieur. Mais il n'y a guère d'emplois qui permettent réellement d'observer de l'intérieur sans avoir une vision trop partielle des relations de travail.*

P. Bouvier : C'est exact et j'ai eu de ce point de vue beaucoup de chance. J'exerçais à mi-temps des

fonctions dans le cadre des activités socioculturelles du Comité d'entreprise. Je rencontrais ainsi des agents de toutes les catégories professionnelles. Ils venaient se renseigner sur les bibliothèques, les spectacles, les vacances. Cela me permettait d'engager la conversation. Je les retrouvais ensuite à la cantine ou dans les corps de garde et nous discutions de leur travail. Si j'avais été un conducteur ou un agent de station, cela aurait modifié leurs attitudes par rapport à moi. Il n'y avait donc pas de réactions catégorielles, favorables ou défavorables, à mon égard.

● *L'important, c'est de se faire accepter...*

P. Bouvier : Ah tout à fait ! Avec le temps, il finit par se créer des rapports de sympathie qui facilitent les discussions.

● *Pour vous y retrouver dans toutes ces discussions, vous aviez besoin d'un fil conducteur.*

P. Bouvier : L'objectif de mon étude était d'étudier la manière dont des transformations technologiques importantes influent sur l'évolution des rapports socioprofessionnels. La RATP constitue un bon domaine d'investigation puisqu'en moins de dix ans, l'automatisation a bouleversé les modalités de production du transport. Auparavant, celles-ci étaient restées quasiment identiques pendant des décennies. En outre, j'avais déjà mené des recherches sur les conséquences de l'automatisation des processus de production dans le cadre d'industries chimiques. Cela me fournissait un point de comparaison.

● *Ce n'est pas de l'ammoniaque ou du naphthalène qui circule dans le métro, ce sont des voyageurs !*

P. Bouvier : Vue des salles de commande centralisée, la différence n'est pas aussi évidente. Le transport en commun et la chimie sont des industries de production en continu. La plupart des actions de régulation consistent à agir sur les flux. Quand un goulot d'étran-



RATP - Thibaut



RATP - Minoli

L'AUTEUR

Pierre Bouvier est chargé de recherche au Centre national de la recherche scientifique. Il est responsable de l'équipe « Socio-anthropologie du travail » au Laboratoire de sociologie du changement institutionnel. Spécialiste de la sociologie du travail et auteur de plusieurs ouvrages (Métropolis, travail et expression ouvrière...), il prépare un autre livre sur les transformations des représentations du travail depuis une trentaine d'années.

gument apparaît dans le système, on stocke ou en dévie les flux de voyageurs comme on stocke ou on dévie les flux de produits chimiques. Les techniques ne sont pas les mêmes mais les logiques industrielles sont voisines. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que les agents des entreprises de transport décrivent les usagers davantage en terme de foule qu'en terme de personnes. A travers cet exemple, on voit comment les modalités de production d'une entreprise fabriquent aussi des images qui vont déterminer les comportements individuels ou collectifs.

● *Y compris entre les agents d'une même entreprise ?*

P. Bouvier : De la même manière ! Souvenez-vous des rapports qu'il y avait entre les conducteurs et les chefs de train du temps des *Sprague*. Alors que tout le monde était en uniforme, le conducteur était habillé avec un bleu de travail. Par ailleurs, il était entouré d'appareillages électriques compli-

qués, faisant beaucoup de bruit et d'étincelles. Aux yeux du public, il apparaissait comme un ouvrier ultraqualifié, un superprofessionnel capable de domestiquer la machine du métro. A l'inverse, l'activité du chef de train (surveillance des signaux, fermeture des portes, renseignements) n'avait ni le même caractère spectaculaire, ni les mêmes liens directs avec la machine. Rien d'étonnant ensuite à ce que les conducteurs occupent une place dominante parmi les catégories socioprofessionnelles du métro ; d'autant que, pendant longtemps, les cultures ouvrières valorisèrent l'image des agents de production confrontés physiquement à la matière ou à la machine (sidérurgistes, mineurs, mécaniciens de locomotives...).

● *Alors quelles images l'automatisation du métro a-t-elle fabriquées ?*

P. Bouvier : Incontestablement, des images fondées sur l'isolement et la perte du professionnalisme ! Le métro apparaît de plus en plus comme une boîte noire dont la

commande échappe aux gens présents sur le terrain. Par ailleurs, ceux-ci sont moins nombreux et ils ont donc moins de contacts. Enfin, les tâches à accomplir ne permettent plus d'exprimer clairement une technicité susceptible de les rendre crédibles aux yeux du public. Nous ne sommes pas loin d'une image d'usine-robot dans laquelle resteraient encore quelques ouvriers fantômes, vestiges d'un temps révolu.

● *Mais n'est-on pas en train de faire du métro d'avant l'automatisation une sorte de paradis perdu ?*

P. Bouvier : Il reste encore à la RATP beaucoup de personnes ayant connu les deux époques. Pour l'instant, elles servent de points de repère et c'est par rapport à leurs récits que se forge le jugement des agents plus jeunes. A terme, il n'est pas impossible que le souvenir de cette époque devienne un des mythes de la culture d'entreprise RATP. Les collectivités de travail, comme n'importe quelle autre société hu-



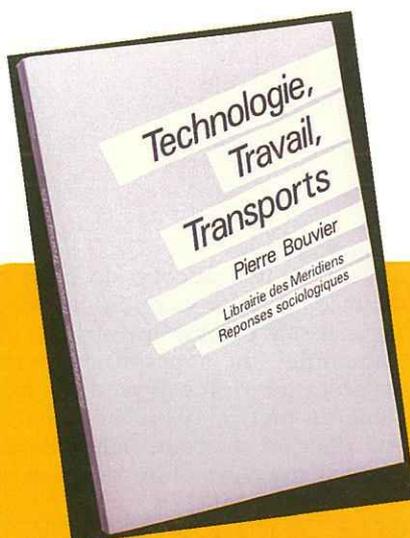
RATP - Chabrol

« Le voyageur a la sensation de se trouver devant une grande machine dont certains rouages lui échappent. »

maine, ont besoin d'entretenir un patrimoine de légendes et de valeurs communes qui sont un ciment d'unité.

● *Voilà bientôt dix ans que l'automatisation du métro est achevée. De nouveaux rapports socioprofessionnels n'apparaissent-ils pas peu à peu ?*

P. Bouvier : A la RATP comme dans les industries chimiques, l'automatisation a fait émerger une nouvelle catégorie socioprofessionnelle, celle des chefs de régulation dans les commandes centralisées. C'est à partir d'eux que se reconstitue aujourd'hui le tissu des rapports de travail entre les agents d'exploitation. Mais cela est long et compliqué car ils ne sont pas présents physiquement sur le terrain. L'échange passe par le téléphone ou par la radio et il n'y a plus cette communication directe et informelle par les gestes ou par le regard. Mais ces moyens de communication à distance peuvent aussi servir à recréer de nouveaux



L'OUVRAGE

Sous le titre « *Technologie, travail, transport* » (*), Pierre Bouvier a publié l'année dernière le résultat de ses recherches sur l'évolution des relations socioprofessionnelles dans le métro de Paris depuis la fin des années soixante.

En moins de quinze ans, les méthodes de production du transport ont radicalement changé : automatisation de la conduite, commandes centralisées, péages automatiques... Auparavant, elles étaient restées quasiment identiques durant des décennies.

La place des hommes dans le processus technique de production, la « qualification » des fonctions, les rapports que chaque individu ou que chaque catégorie d'agents entretient avec les autres individus (voyageurs, agents RATP) présents dans le métro : tout cela crée des comportements personnels ou collectifs, tout cela fabrique un tissu de relations sociales, tout cela modèle des images (les « représentations » au sens socio-

logique) que les individus ont du travail, de l'entreprise et du public. C'est tout cela enfin que P. Bouvier résume à travers le concept de « *bloc socio-technologique* ».

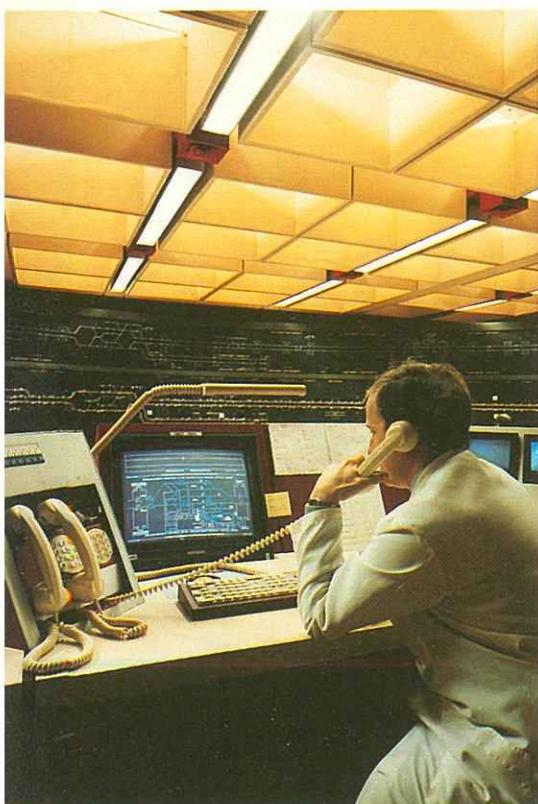
L'ouvrage de P. Bouvier, c'est l'histoire d'un passage entre deux blocs : le bloc « mécanique - électrique », antérieur à 1970, le bloc « automatique », postérieur à 1970. Le livre débute par une longue description des métiers, des relations sociales et des représentations liées au bloc « mécanique - électrique ». Ensuite, P. Bouvier aborde le bloc « automatique » en s'attachant à montrer les transformations sociologiques induites par l'évolution des techniques de production du transport.

Enfin, il esquisse quelques comparaisons avec d'autres entreprises de transports publics (métros de Lyon, Lille, New York, Washington). Par ailleurs, dans son introduction et dans sa conclusion, P. Bouvier insiste sur l'importance d'une démarche « socio-anthropologique » pour arriver à comprendre l'effet de mutations technologiques importantes sur les relations socioprofessionnelles dans une grande entreprise. Fruit de plusieurs années d'observation au sein même de la RATP, le livre de P. Bouvier offre ainsi un regard original sur le monde de l'entreprise.

(*) « *Technologie, travail, transports* », Librairie des Méridiens, Klincksieck et Cie, 168 p., 1985, collection « *Réponses sociologiques* », prix : 90 F.

liens entre les agents. Il suffit d'écouter les conversations échangées entre conducteurs par le téléphone haute fréquence. Sans la radio, ils n'auraient guère l'occasion de dialoguer. La plupart habitent loin des terminus et ils ne se retrouvent plus beaucoup dans les corps de garde à la faveur des coupures. Maintenant, le travail n'a plus le même rôle social qu'il y a seulement vingt ou trente ans. C'est un phénomène général auquel la RATP n'échappe pas. L'existence de liens socioprofessionnels extrêmement nombreux et codifiés permettait l'apprentissage des règles de la vie collective. Cette « mise en société » des personnes par le travail se prolongeait bien au-delà du temps de travail :

fêtes, pots, activités syndicales, vie associative et parfois mariages. En cela, le métro de Paris ressemblait aux mines du Nord ou aux aciéries de Lorraine. Par ailleurs, cela conférait aux agents du métro une conscience sociale très forte face aux patrons de l'entreprise et face au public. Aujourd'hui, la « mise en société » passe autant, sinon plus, par les activités hors travail que par le travail. En rendant plus lâche le tissu des liens socioprofessionnels, l'automatisation a accéléré une évolution qui se serait produite de toute manière. Il s'instaure, par ailleurs, une coupure de plus en plus profonde entre le travail et le hors-travail, coupure qu'accroissent encore les modes de vie. Tout en souhaitant



RATP - Ardailon/Chabrol

que se recréent des relations socio-professionnelles plus riches et plus humaines, on demande aussi au travail de ne pas entraver l'approfondissement des relations amicales, associatives ou familiales.

● *Mais les relations socioprofessionnelles qui se recréent actuellement ne sont-elles pas déjà menacées par les transformations des modalités de production, induites par les progrès technologiques ?*

P. Bouvier : La RATP reste vécue par beaucoup d'agents comme une entreprise industrielle. Les tâches, les métiers, en prise directe sur la production du transport, sont le pivot des rapports socioprofessionnels. Le conducteur de *Sprague* hier, le chef de régulation aujourd'hui sont des gens qui commandent à la machine. Si les moyens de commande changent, le pivot du processus de production se déplace et les rapports de travail se transforment. Dans ces conditions, il s'avère difficile de bâtir quelque chose de durable. Demain, les pivots de la production seront peut-être les micro-informaticiens ou les ingénieurs-système.

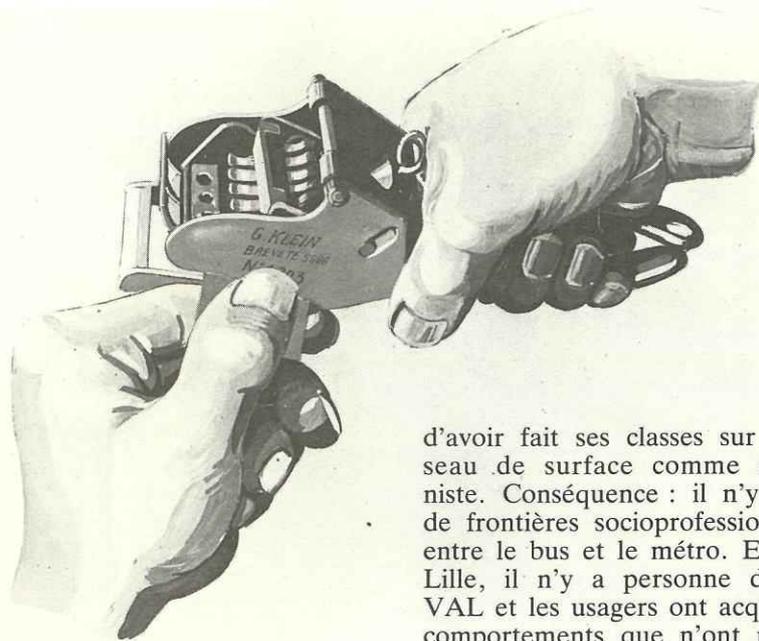
● *Cette instabilité des relations de travail, c'est une fatalité ou une éventualité ?*

P. Bouvier : C'est une fatalité si l'on continue à accorder la prépondérance aux savoir-faire liés uniquement aux processus de production. Or les valeurs traditionnelles des cultures ouvrières s'enracinent dans ces savoir-faire. Ce que la RATP a vécu il y a dix ans en automatisant le métro, beaucoup d'entreprises le vivent actuellement.

● *Il faut donc opérer un glissement ; mais vers quel savoir-faire ?*

P. Bouvier : L'enjeu est complexe et je me garderai bien d'intervenir dans des choix stratégiques qui ne sont pas de ma compétence.

● *Mais l'étude que vous avez réalisée met en lumière les conséquences d'un choix technologique opéré au début des années soixante-dix. Les résultats obtenus ne fournissent-ils*



« Les technologies actuelles ont porté un coup fatal aux méthodologies tayloriennes d'organisation du travail. »

pas d'autres indications susceptibles d'éclairer les choix à venir ?

P. Bouvier : Le glissement que vous évoquez est un phénomène culturel et l'on n'a guère les moyens de le décréter. Les nouveaux savoir-faire doivent émerger du corps social lui-même. L'entreprise peut accélérer ou retarder ce mouvement. C'est à ce niveau qu'elle a le choix. J'ai effectué des études similaires sur le métro de New York, sur celui de Washington et j'ai regardé ce qui se passait à Lyon, Lille ou Marseille. On retrouve des choses communes, toutefois le poids des particularismes et de l'histoire est très important. A New York, par exemple, les liens socioprofessionnels évoquent le métro de Paris des années cinquante. Mais le retard technologique est tel que les agents se sentent dévalorisés aux yeux du public. On quitte l'entreprise ou, du moins, on cherche à ne pas y entrer. A Washington, le métro est neuf et il fonctionne avec un petit nombre de personnes. La situation est donc comparable au métro parisien actuel. Toutefois, on ne devient pas agent de station ou conducteur avant

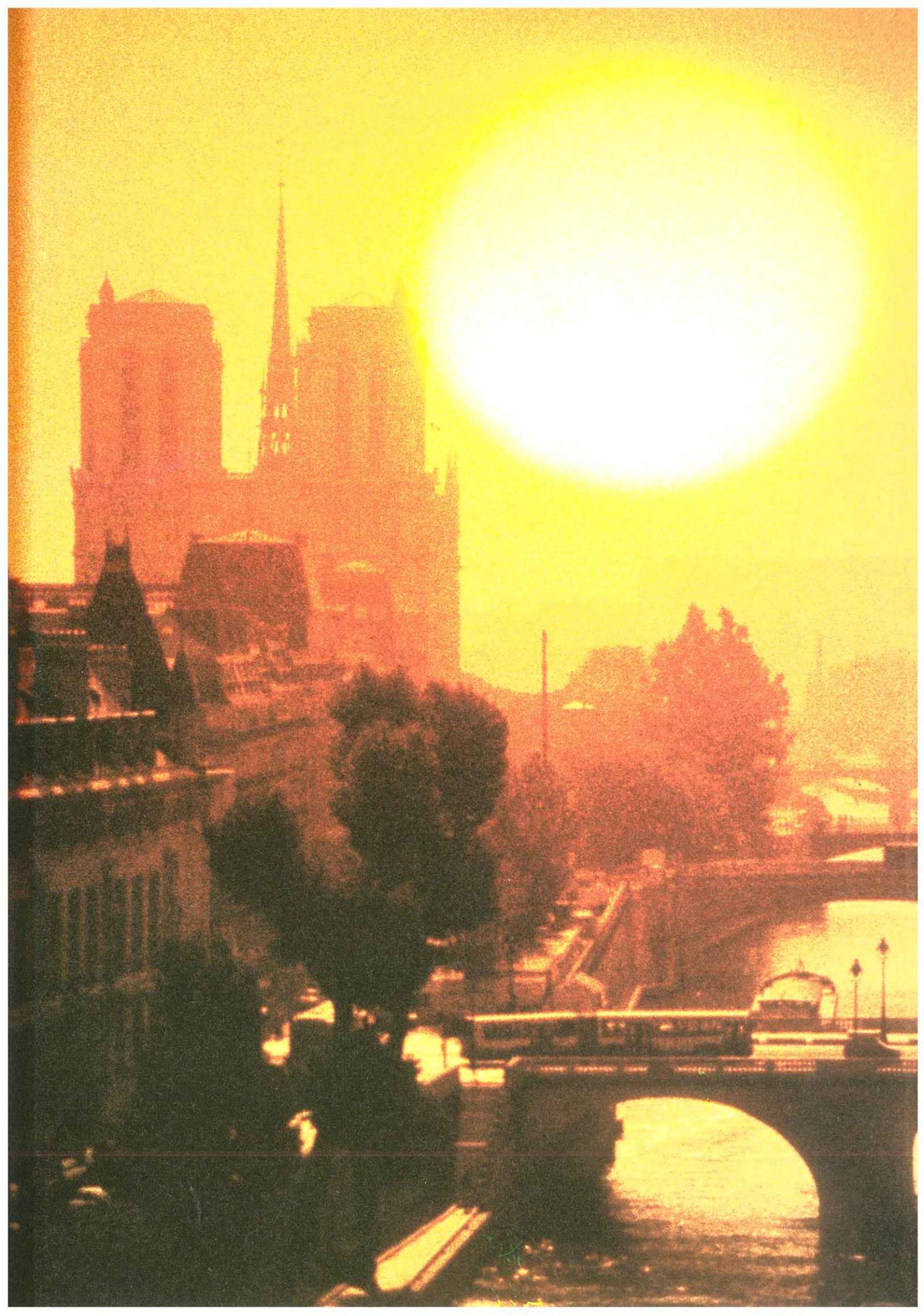
d'avoir fait ses classes sur le réseau de surface comme machiniste. Conséquence : il n'y a pas de frontières socioprofessionnelles entre le bus et le métro. Enfin, à Lille, il n'y a personne dans le VAL et les usagers ont acquis des comportements que n'ont pas les Parisiens.

● *A chacun de trouver sa voie...*

P. Bouvier : C'est cela ! Les technologies actuelles ont porté un coup fatal aux méthodes tayloriennes d'organisation du travail. En outre, la production devient un processus de plus en plus automatisé. Le travail classique de production se retrouve peu à peu vidé de sa finalité. Il me paraît vain de vouloir lui redonner un sens à tout prix car on reste à la merci des évolutions technologiques. En revanche, il me semble plus fécond de s'interroger sur le pourquoi de la production et de définir les finalités du travail par rapport aux enjeux de ce pourquoi. A travers l'expérience de Bastille (*) sur le service en station, vous avez commencé à explorer cette voie. Dans cette démarche, la socio-anthropologie peut vous aider à repérer les transformations fines des relations socioprofessionnelles. En outre, elle permet un suivi de ces transformations. C'est une technique d'accompagnement qui prend toute sa signification dans la durée. ■

*Propos recueillis par
Christian CHAUMEREUIL
pour la revue
RATP-Études/Projets*

(*) Voir « Entre les lignes » n° 87, décembre 1985, pp. 10 à 14.



NOUVELLES DE LA RATP

EXPLOITATION DU RÉSEAU D'AUTOBUS

Créations de lignes

Le 1^{er} mai 1986, ont été mises en service en banlieue sud-est deux lignes de rocade :

— la ligne 306 : « Saint-Maur (RER Champigny) / Villiers-sur-Marne (SNCF) »,

— et la ligne 308 : « Créteil (Préfecture) / Villiers-sur-Marne (SNCF) ».

La première, d'une longueur moyenne de 4,8 km, assure la liaison entre la ligne A du RER et une ligne du réseau de banlieue est de la SNCF, en desservant au passage le plateau de Champigny en cours d'urbanisation.

La seconde, longue de 19,6 km, traverse les communes de Bonneuil, Sucy, Ormesson, Chennevières et Champigny.

Ces deux nouvelles lignes fonctionnent tous les jours de la semaine. Parallèlement à leur création, ont été abandonnées d'une part la desserte de la zone industrielle de Champigny par la ligne 106 A, et d'autre part l'exploitation de la ligne 208 N qui reliait la gare SNCF de Villiers-sur-Marne à Chennevières.

**

Depuis le 2 mai 1986 :

— un service d'autobus articulés est assuré, sous l'indice 158 N, du lundi au vendredi, entre la gare RER de « Puteaux-La Défense » et la station de métro « Pont de Neuilly », en remplacement des navettes 174 (indice barré) qui effectuaient auparavant la même liaison mais en offrant une capacité de transport bien moindre ;

— une nouvelle antenne est créée sur la ligne 129 reliant, du lundi au vendredi aux heures de pointe, la Mairie de Montreuil à Romainville (Miraubeau).

Modifications diverses

Depuis le 2 mai 1986 également, la ligne 101 N est prolongée, du lundi au samedi en heures creuses, de « Bagnolet (Avenue Gallieni - Métro) » à « Montreuil (Robespierre - Métro) ». Ce prolongement représente une troi-



RATP - Minelli

sième section longue de 1,1 km sur la ligne.

Enfin, parmi les autres modifications entrées en vigueur ces derniers mois, il est à noter, au 1^{er} mai 1986 :

— la fusion sur la ligne 204 des deux antennes partant du terminus « Maisons-Alfort (Les Juilliottes - Métro) » en une seule desserte allant jusqu'à « Bonneuil (République - École Normale) » ;

— la modification de la desserte de Vélizy par la ligne 190 et notamment la suppression de l'antenne desservant l'Aérodrome Morane à Meudon ;

— le report du terminus « Rosny-sous-Bois (Église) » de la ligne 143 à « Rosny-sous-Bois (Van Der Heyden) », sur le terre-plein central de la place Van Der Heyden, l'arrêt « Église » devenant alors un simple arrêt de passage ;

— enfin, sur le service urbain communal d'Issy-les-Moulineaux (TUVIM), le remplacement des minibus Peugeot J9 par du matériel CBM de plus grand gabarit.

Aménagements réservés à la circulation des autobus

Dans Paris, le 20 mai 1986, ont été mis en service douze couloirs dans le sens de la circulation, dont un minicouloir, lesquels sont issus des programmes 1984 et 1985 de priorité aux autobus. Ces couloirs augmentent de 2 140 mètres la longueur totale des aménagements réservés.

Par ailleurs, le couloir du boulevard Ney situé entre la rue Arthur Ranc et le site propre d'accès à la porte de Saint-Ouen, dans le 18^e arrondissement, sur le parcours de la ligne PC extérieure, a été, fin mai 1986, équipé de bordurettes sur toute sa longueur.

**

En banlieue, aucune opération n'a été effectuée au cours de ces derniers mois. ■

①



**RER - Ligne A :
Interconnexion avec la SNCF à Nanterre.**

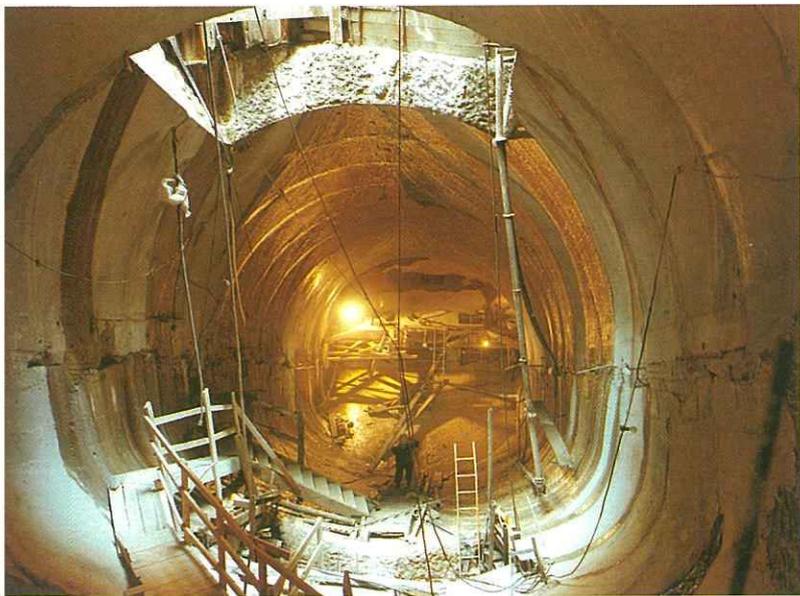
Le viaduc de franchissement des voies RATP :

- ① Bétonnage du 4^e tronçon de la partie « poussée » de l'ouvrage ;
- ② Mise en place de l'étalement de la partie « coulée en place ».

②



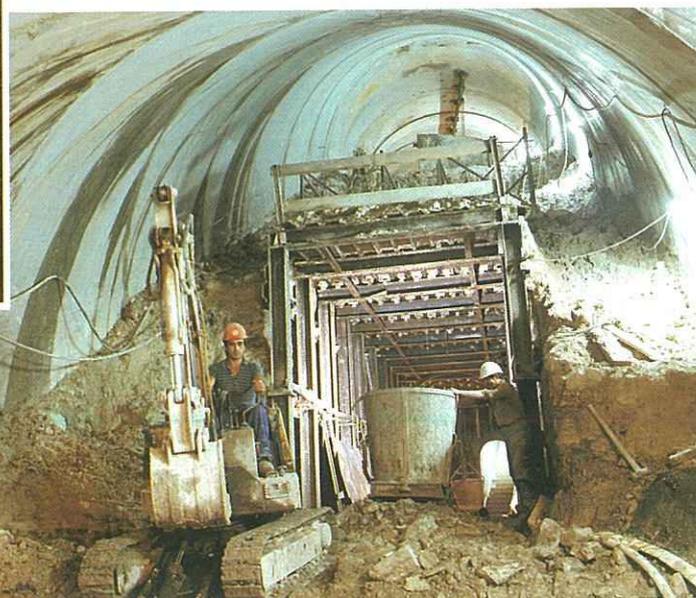
**VUES
DES TRAVAUX
EN COURS**



③

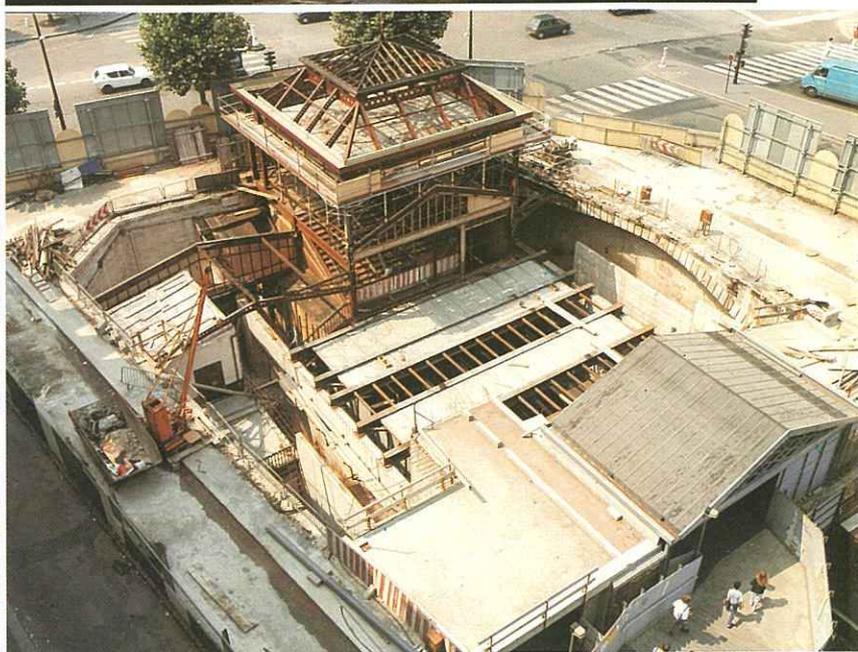
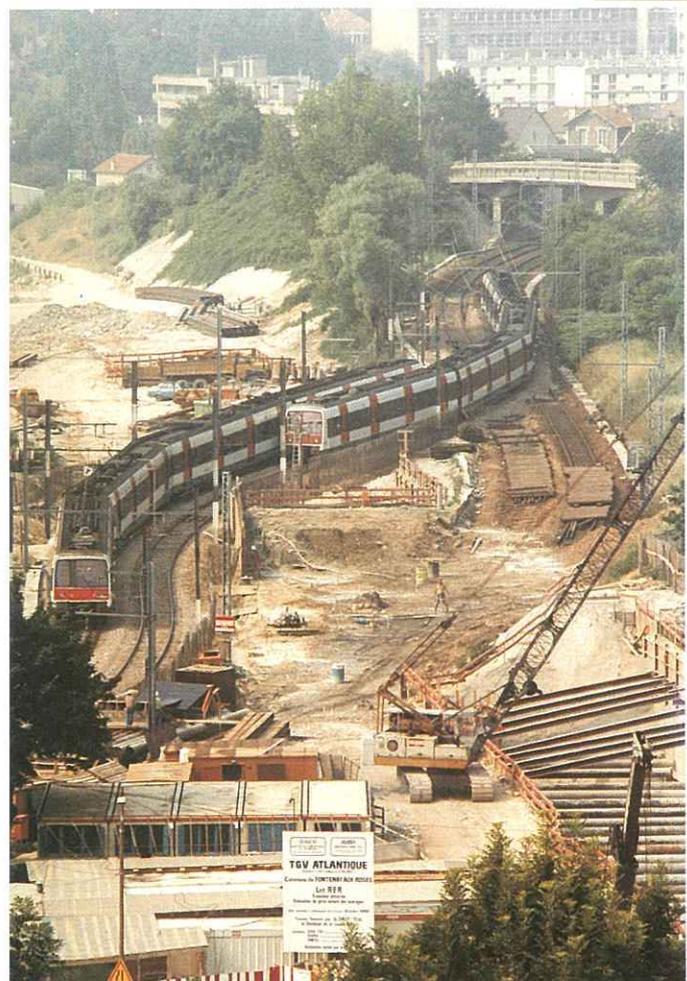
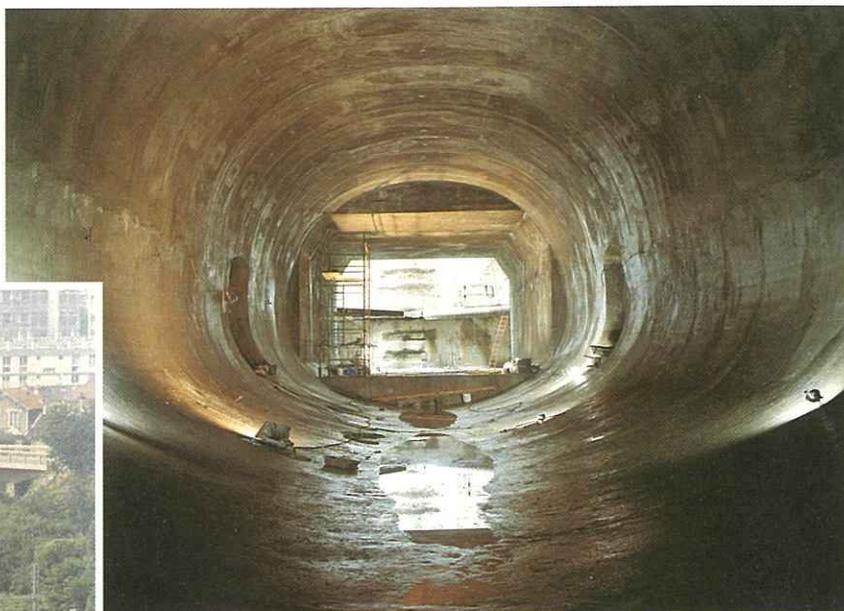
**RER - Ligne B :
Construction de la gare « Saint-Michel ».**

- ③ Pénétration supplémentaire dans la gaine sous-fluviale d'intercommunications avec la ligne C : puits de service.
- ④ Accès sud : terrassement du stross dans l'ouvrage de liaison avec le couloir de la rue de la Harpe.

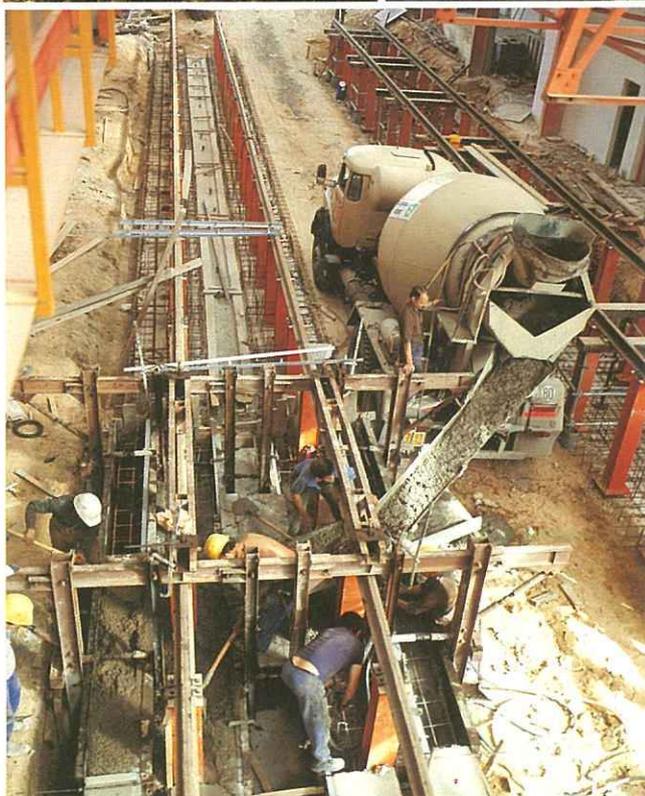


④

5



6



Photos RATP - N/Audiovisuel

7

Liaison « Vallée de Montmorency - Ermont - Invalides ».

5 Le tunnel passant sous la ligne 13 du métro et sous le collecteur de Clichy terminé.

TGV - Atlantique à Fontenay-aux-Roses.

6 Déviation provisoire de la ligne B du RER en sortie de la gare de Fontenay-aux-Roses pour permettre la construction de l'ouvrage destiné au TGV.

Remaniement et modernisation de la gare de « Port-Royal ».

7 Mise en place du plancher de la salle des billets (2^e phase des travaux).

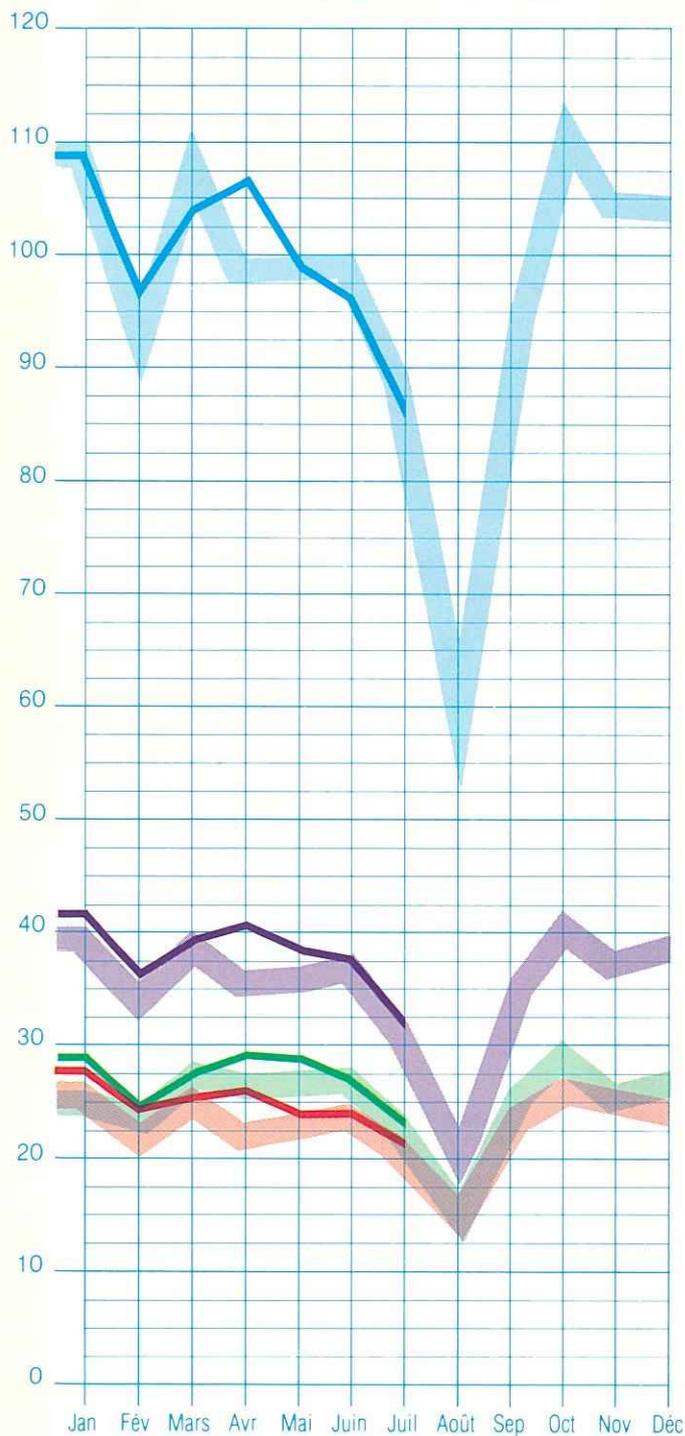
Hall 2 voies des Ateliers de Boissy-Saint-Léger.

8 Bétonnage des fosses de voie sur pilotis à l'aide d'un coffrage roulant.

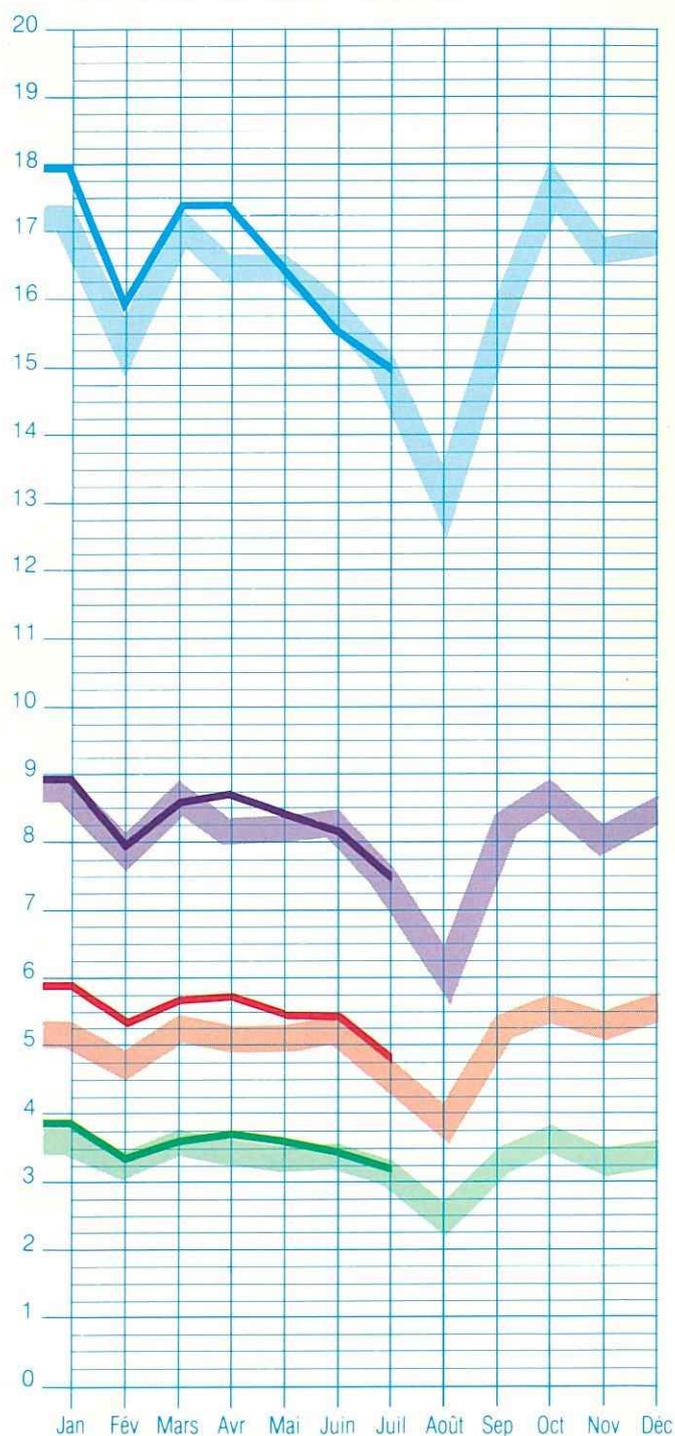
8

TRAFIC ET SERVICE DE L'ANNÉE 1986

Millions de voyages effectués



Millions de km-voitures



- Métro
- Autobus de banlieue
- Autobus urbains
- RER

Les courbes en demi-teintes indiquent les résultats des mêmes mois de l'année précédente.

NOUVELLE DE FRANCE

LAON

POMA 2000 : **Poursuite des travaux**

La troisième phase du projet POMA 2000 — petit métro à traction à câble qui reliera la ville basse à la ville haute — va débiter.

Rappelons qu'après quatre années

d'études de fabrication (phase 1), c'est vers la fin de l'année 1982 qu'ont commencé les premiers travaux visibles du projet avec le début de la construction du premier tronçon expérimental de 730 mètres sur lequel, durant l'été 1985, ont eu lieu, comme prévu, les essais (phase 2).

La phase 3, qui consiste à réaliser l'extension de la ligne jusqu'à la gare SNCF, les différents locaux et les équipements, commence à présent

avec seize mois de retard. Il faut dire que, depuis son lancement, POMA 2000 a connu des fortunes diverses et de nombreux impondérables.

Ce retard dans la réalisation n'est bien entendu pas sans incidence sur les coûts et, si les phases 1 et 2 ont coûté 60 millions de francs, la phase 3, nécessaire pour mener le projet à son terme, représente une dépense de 115,8 millions de francs.

Les travaux de la phase 3 dureront jusqu'en février 1988, date à laquelle les cabines seront mises en service pour les ultimes vérifications. En septembre 1988, aura lieu la mise en exploitation définitive avec trois nouveaux véhicules, très voisins de l'actuel prototype.

Du point de vue technique, le système POMA 2000 est constitué de véhicules équipés de roues à pneumatiques circulant de façon entièrement automatique sur une voie et mus par un câble sur lequel ils sont en prise par l'intermédiaire d'une pince débrayable.

Le fonctionnement et le contrôle de la conduite en sécurité seront assurés par le système SACEM (Système d'Aide à la Conduite, à l'Exploitation et à la Maintenance) — actuellement mis au point sur la ligne A du RER — qui remplace le système PAC (Processeur Auto-Contrôle) initialement prévu.

Plusieurs détecteurs permettent d'arrêter la ligne pour toute anomalie, à partir notamment d'un contrôle en continu du câble.

La ligne, longue d'environ 1,5 km, occupe le site d'un ancien tramway à crémaillère désaffecté en 1970. Elle comportera trois stations : « Gare SNCF », « Boulevard de Lyon » et « Hôtel-de-Ville ». Le garage-atelier et le poste central de surveillance seront installés près de la gare SNCF.

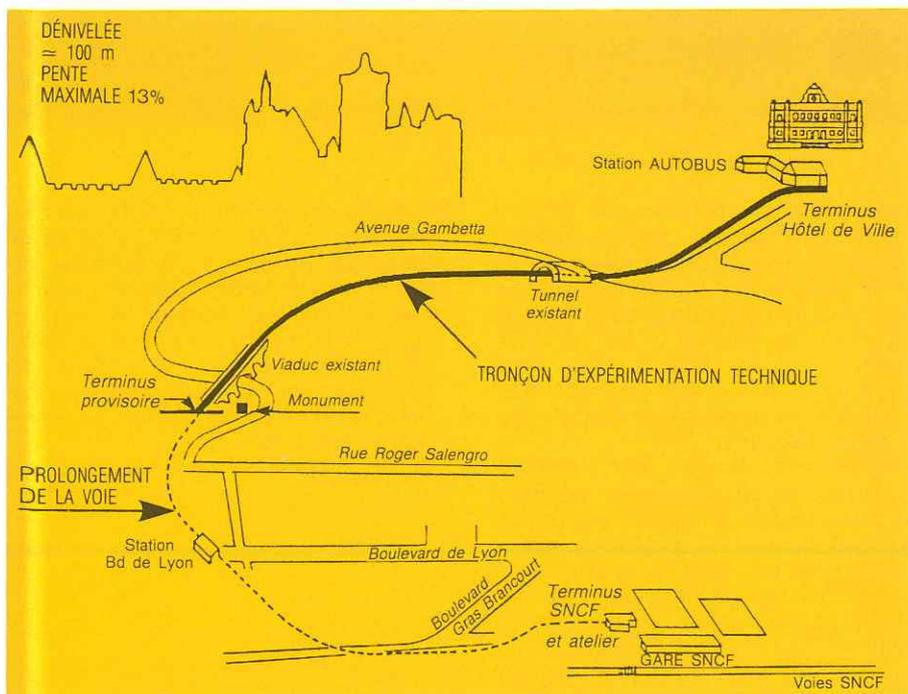
La dénivellation entre les deux terminus est de 100 mètres environ, ce qui représente une pente moyenne de 6 %, la pente maximale atteignant 13 %. La durée du trajet sera de 3 minutes 25 secondes, avec un départ toutes les 2 minutes 35 secondes. La vitesse commerciale sera de l'ordre de 25,5 km/h avec une vitesse maximale de 35 km/h. Chaque véhicule pourra transporter de 26 à 40 passagers 14 heures par jour, soit un débit de 600 à 900 voyageurs par heure et par sens (suivant le remplissage). ■

(Transport Public, mai 1986 ;
La Vie du Rail, 8 mai 1986)



POMA 2000, dans la rampe, arrive en vue de la cathédrale.

Photo La Vie du Rail/J.-P. Paquet



Tracé de la future ligne POMA 2000.

D'après document La Vie du Rail

NOUVELLES DE L'ÉTRANGER



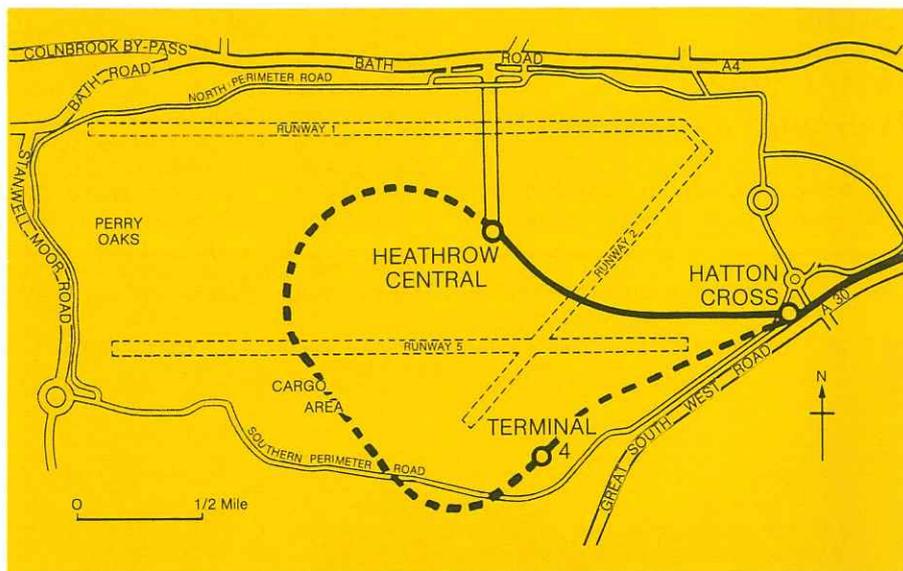
LONDRES

Mise en service de la ligne circulaire du métro sous l'aéroport d'Heathrow

Le 12 avril 1986, la boucle du métro desservant le nouveau terminal 4 de l'aéroport d'Heathrow, près de Londres, a été mise en service. La liaison rail-aéroport est exploitée par le London Regional Transport (LRT). Partie intégrante de la « Piccadilly Line » du métro de la capitale britannique, son ouverture à l'exploitation date de 1978. Cette ligne de métro suit, de Cockfosters vers l'aéroport, un parcours orienté est-ouest, passant par Piccadilly Circus. Heathrow est à trois quarts d'heure environ du centre de Londres et la fréquence de la desserte est analogue à celle du métro : un train toutes les cinq minutes en moyenne, et toutes les trois minutes aux heures de pointe.

L'originalité de la liaison ferroviaire « Londres-Heathrow » est constituée par l'implantation de la ligne : elle passe en tunnel sous les pistes d'envol et d'atterrissage pour desservir directement la station « Heathrow Central », rebaptisée « Heathrow-Terminals 1, 2, 3 ». Là, les voyageurs empruntent un escalier les amenant directement dans le hall de l'aérogare. Un petit réseau de couloirs avec trottoirs roulants permet d'atteindre effectivement les terminaux 1, 2 et 3.

L'emplacement de la station « Terminal 4 » avait été réservé dès la conception même de l'aéroport, ainsi d'ailleurs que le tracé de la boucle qui vient d'être mise en service. Le percement du tunnel a commencé en février 1983 pour s'achever à la mi-1984. La construction de la station sous le terminal 4 a été prise en charge par la British Airport Authority. Comme sur d'autres lignes du « Tube » de Londres, le tunnel, de 3,8 m de diamètre intérieur, réalisé en partie en tranchée couverte, est garni de voussoirs en béton, préfabriqués ou en acier moulé aux endroits plus larges, notamment au niveau de la bifurcation où la boucle prend nais-



Extension de la « Piccadilly Line » sous l'aéroport d'Heathrow.

Photo LRT



Quai de la Station « Heathrow-Terminal 4 ».

sance. Pour la première fois de son histoire, le métro de Londres emploie sur cette courte section des rails Vignole (au lieu des traditionnels rails à double champignon) sur traverses en béton. Le service de la voie du LRT profite aussi de cette occasion pour procéder à des essais de pose des traverses sur semelles de caoutchouc et radier de béton.

Tous les passagers intercontinentaux, et ceux en provenance de Paris et d'Amsterdam voyageant par British Airways, arrivent et partent du terminal 4. A lui seul, celui-ci peut accueillir huit millions de passagers par an, faisant passer à 38 millions la capacité annuelle de l'aéroport d'Heathrow.

Au cours de sa première année d'exploitation, la liaison ferroviaire d'Heathrow avait transporté 7,7 mil-

lions de voyageurs. En 1985, son trafic s'est élevé à 9,3 millions de voyageurs, soit environ 22 % du trafic total de la « Piccadilly Line ». L'ouverture du nouveau terminal 4 pourrait apporter au métro londonien un trafic supplémentaire de 2,5 millions de voyageurs par an, sur une fréquentation annuelle de 660 millions de voyageurs (1985). ■

(La Vie du Rail, 5 juin 1986)



MIAMI

Ouverture à l'exploitation du METROMOVER

L'inauguration officielle du système de transport automatique de Miami, baptisé METROMOVER, a eu lieu le 18 avril 1986. Ce qui fait l'originalité de cette nouvelle ligne de transport automatique urbain, c'est qu'elle est l'une des premières aux États-Unis à être implantée en plein centre-ville et à avoir été conçue en liaison étroite avec une ligne de métro.

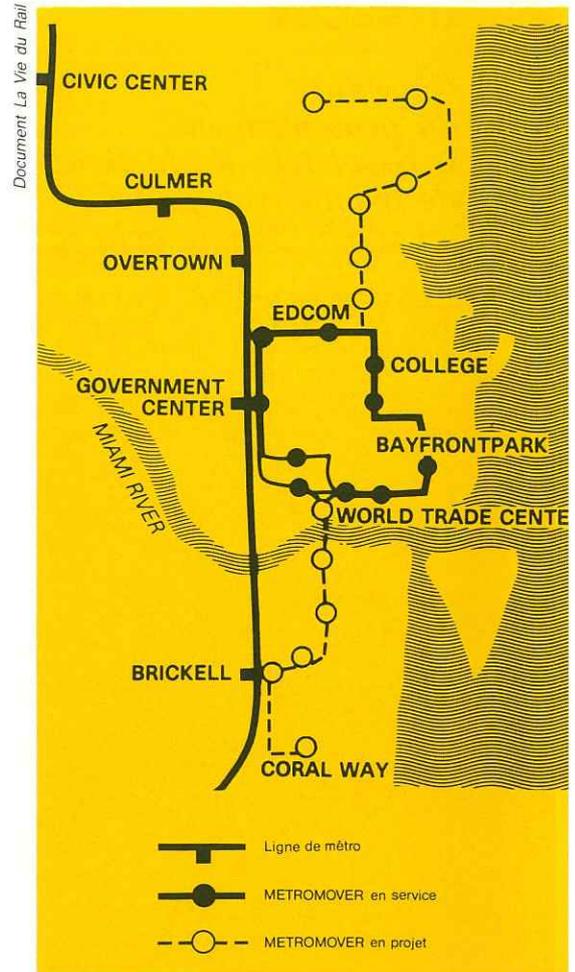
Il s'agit d'une ligne circulaire de 3 kilomètres de longueur, entièrement construite en viaduc, à une hauteur de 6 à 15 mètres au-dessus du niveau de la rue, et entourant le centre de Miami. La ligne, qui comporte neuf stations, est à voie double, hormis la section entre « Government Center » et « World Trade Center », dont les voies sont séparées et desservent chacune une station dans chaque sens. A la station « Government Center », elle est en correspondance avec la ligne de métro mise en

service, dans sa partie sud, en mai 1984 et prolongée, un an plus tard, vers le nord : le METROMOVER a en effet été conçu comme une ligne complémentaire du métro (33 kilomètres de longueur) pour assurer la répartition des voyageurs dans le centre-ville de Miami.

Les douze véhicules automatiques à propulsion électrique sont exploités dans les deux sens, soit en voitures simples, soit en rames de deux voitures. Avec une vitesse maximale de 50 km/h, la durée d'un tour complet s'élève à environ dix minutes. Chaque voiture peut transporter 96 voyageurs. Équipés de roues à pneumatiques, les véhicules circulent sur une piste de roulement en béton, avec une poutre centrale de guidage en acier.

La construction du métro et du METROMOVER avait été décidée pour faire face aux besoins de transport d'une population en rapide expansion : en effet, le nombre d'habitants de l'agglomération urbaine de Miami est passé de 937 000 en 1960, à 1,7 million en 1980. ■

(Passenger Transport, 28 avril 1986)



Métro et METROMOVER dans le centre de Miami.



Photo International Railway Journal

Station de correspondance « Government Center » : en haut, le métro ; au milieu, le METROMOVER ; en bas, l'autobus.



Photo Passenger Transport

Voiture de METROMOVER.

UTRECHT

Ouverture du prolongement à IJsselstein de la ligne de tramway express « Utrecht-Nieuwegein »

Le 14 décembre 1985, a eu lieu la mise en service du prolongement à Achterveld, dans la commune d'Ijs-

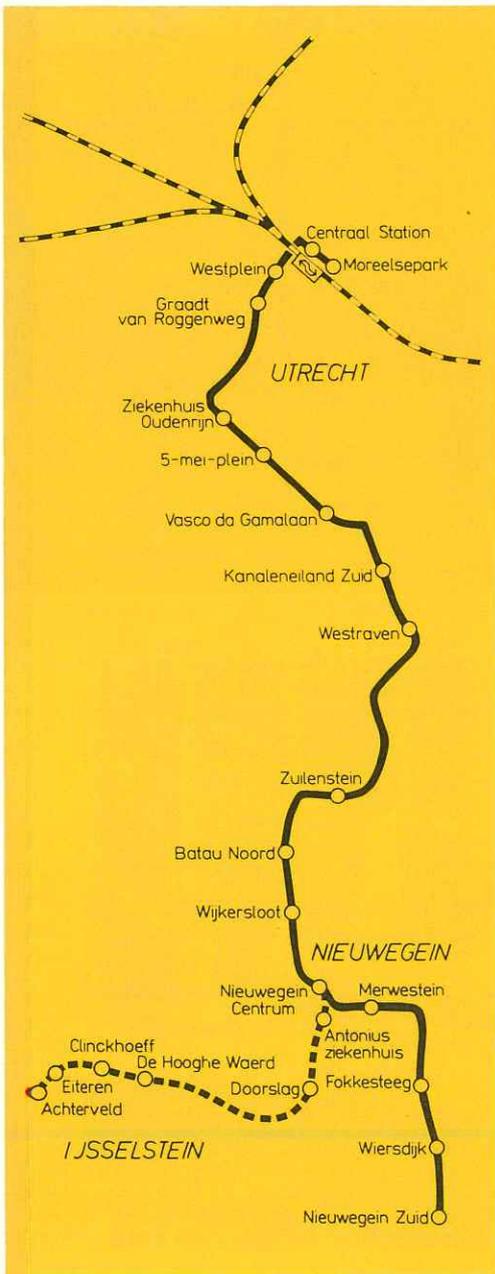
sselstein, de la branche « Nieuwegein-IJsselstein » de la ligne de tramway express reliant Utrecht à Nieuwegein. Deux ans auparavant, la plus grande partie de cette ligne avait été ouverte à l'exploitation, sur une longueur d'environ 14 kilomètres. Le nouveau tronçon a une longueur de 4 kilomètres et comprend quatre nouvelles stations, situées sur le territoire de la commune d'IJsselstein. La durée du trajet entre le nouveau terminus « Achterveld » et la gare centrale d'Utrecht s'élève à 32 minutes.

En 1945, IJsselstein avait 7 000 habitants, alors qu'aujourd'hui il y en a 17 500 et que, dans dix ans, ce chiffre devrait passer à environ 21 000.

La ligne de tramway express peut déjà être considérée comme un succès complet après deux années d'exploitation. Les experts de la ville d'Utrecht comptaient sur un trafic quotidien de 13 000 voyageurs : en fait, il y en a déjà 21 000, dont 6 000 — ce qui est intéressant à remarquer — utilisent le tramway express comme mode de transport intra-urbain de préférence à l'autobus, soit dans Utrecht, soit dans Nieuwegein.

Actuellement, on étudie l'éventualité d'un prolongement de la ligne dans Utrecht au nord, et au sud, au-delà du terminus Nieuwegein Zuid. ■

(Stadtverkehr, mars 1986)



SINGAPOUR

Progression de la construction du métro

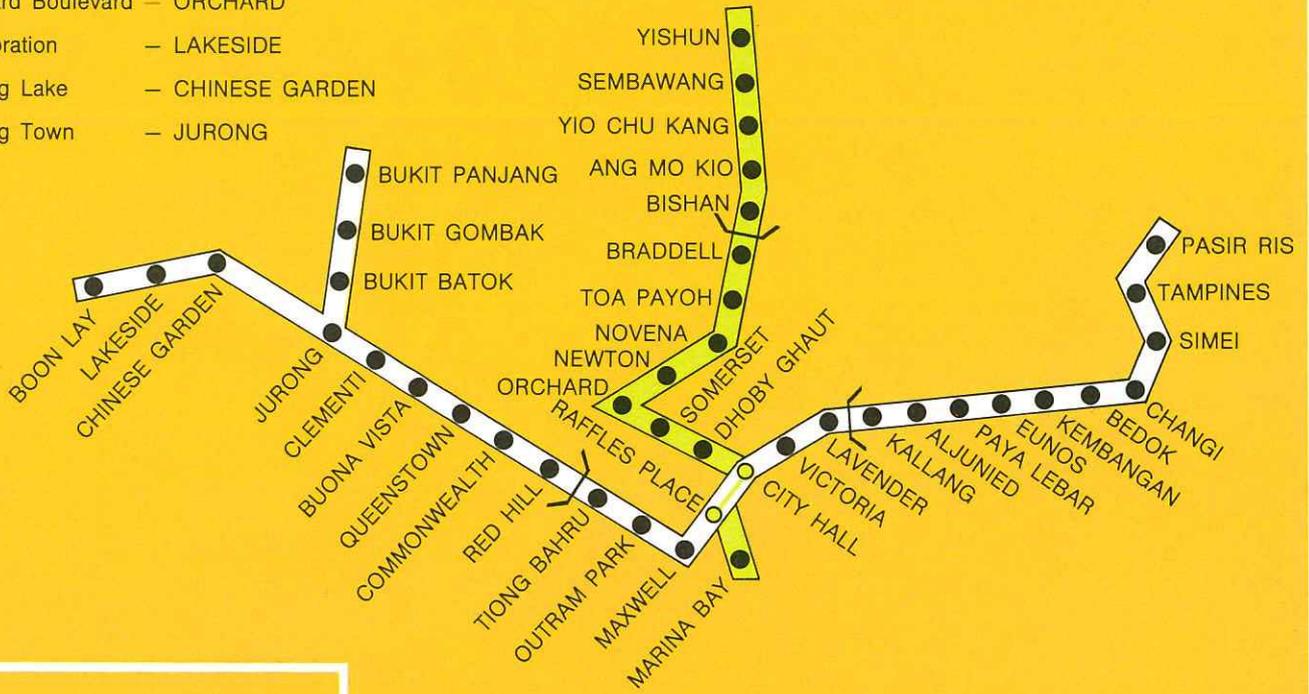
Les travaux de construction de la première tranche du métro progressent rapidement : il s'agit des sections « Yio Chu Kiang - Raffles Place » de la ligne nord-sud et « City Hall-Clementi » de la ligne est-ouest, soit au total 28 kilomètres de lignes, dont 16 en souterrain. Les tronçons en tunnel du centre-ville sont exécutés essentiellement à l'aide d'un bouclier. Pour la section centrale « City Hall-Raffles Place », les deux lignes se rejoignent dans un tunnel jumelé. La mise en service de cette première tranche est prévue pour 1988 ; la deuxième tranche, pour laquelle les travaux préparatoires sont pratiquement achevés, devrait être ouverte à l'exploitation en 1990.

La longueur totale du réseau atteindra 66,8 kilomètres (dont 20,4 en souterrain) avec 42 stations (dont 15 souterraines). L'exploitation automatique des trains — composés de six voitures — sera réalisée avec des intervalles de 120 secondes. L'alimentation en courant de traction se fera par un troisième rail.

Les trains et les stations souterraines seront climatisés : c'est pourquoi les quais seront équipés de portes palières, qui s'ouvriront en coïncidence avec celles des trains. ■

(Stadtverkehr, mars 1986)

- San Teng – BISHAN
- Newton Circus – NEWTON
- Orchard Boulevard – ORCHARD
- Corporation – LAKESIDE
- Jurong Lake – CHINESE GARDEN
- Jurong Town – JURONG



- Stations
- Stations communes
- ▬ Ligne nord-sud
- ▬ Ligne est-ouest
- ▬ Sections souterraines

Schéma du métro de Singapour.

Document Stadtverkehr

*Revue éditée par
la Direction des Systèmes d'Information
et de l'Organisation*

