

RATP + SNCF = RER

par Pierre DUBOURG

Satisfaite de la bonne marche du réseau métropolitain qu'elle a mis en service au début du siècle, la Régie Autonome des Transports Parisiens a suivi d'un oeil serein l'évolution démographique de la région parisienne sans prendre, au fil des années, les options nécessaires au réaménagement parallèle de son réseau pour éviter son vieillissement.

CONSÉQUENCE: 20% des voitures du métro en service aujourd'hui datent d'avant 1914 — oui, avant la première guerre mondiale! — et 10% des autobus de son parc circulent depuis 1939, alors que chaque jour, 6 millions de voyageurs utilisent les services de la RATP, soit près de deux milliards de voyageurs par an!

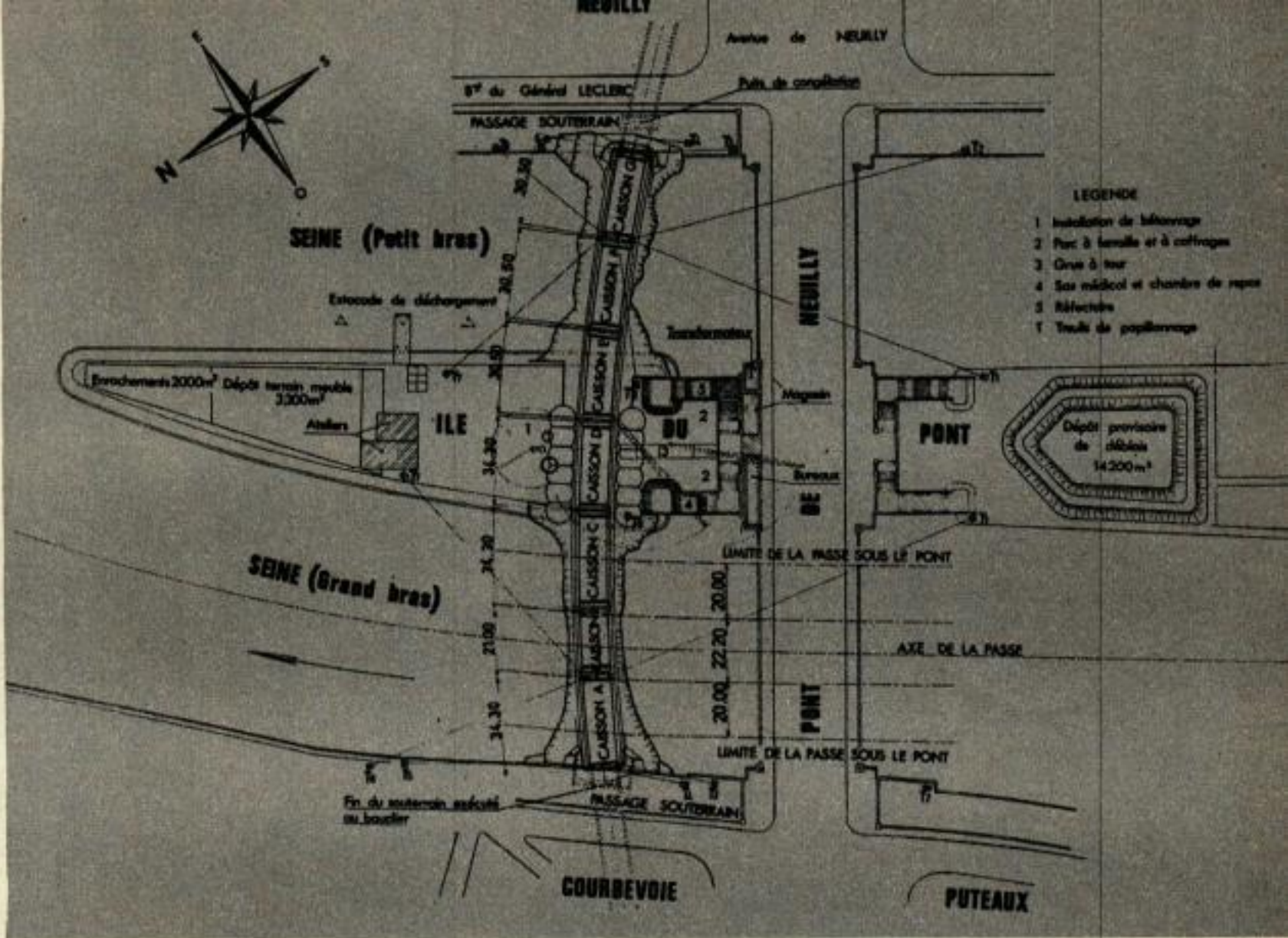
Deux raisons à cette situation. Entreprise privée jusqu'en 1945, la Régie s'intéressait surtout aux bénéfices immédiats sans réelles prévisions à long terme, puis devenue service public après la guerre, ses projets de modernisation furent mis en liste d'attente, la priorité étant accordée à la reconstruction des industries



vitales pour la nation. Pendant ce temps la poussée démographique de la région parisienne ne faiblissait pas, atteignant aujourd'hui 9 millions d'habitants, 15 millions sont prévus pour le début du XXI^e siècle.

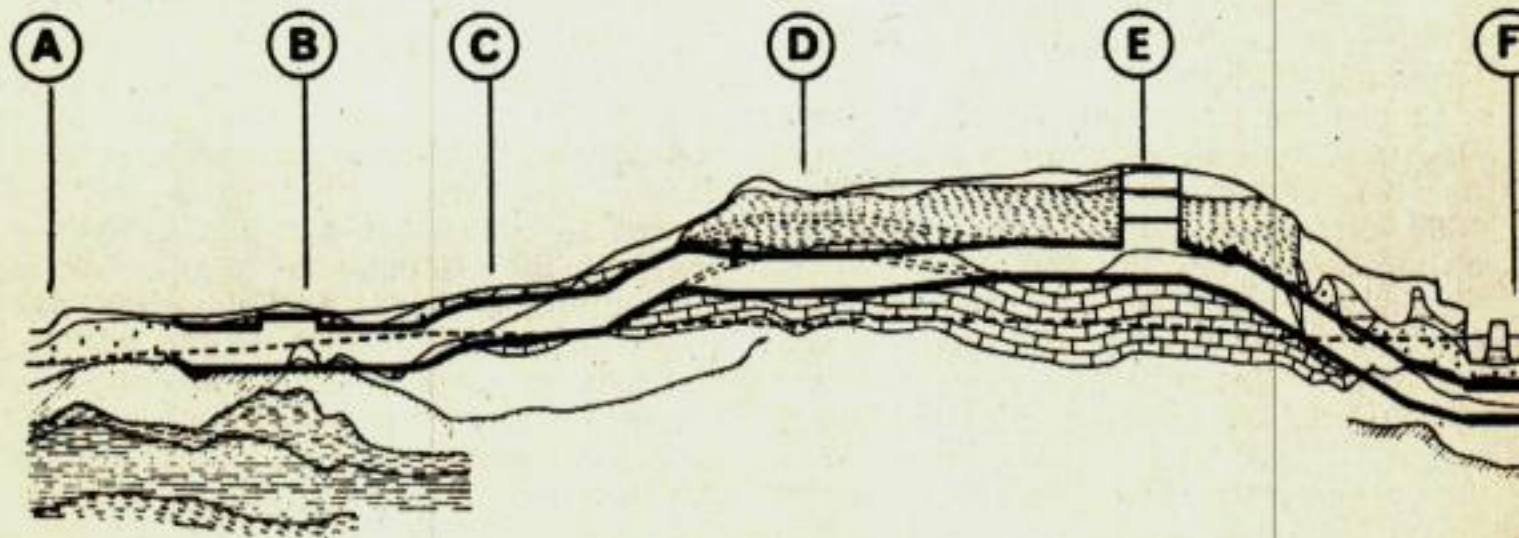
Il devint évident que le métro n'était plus adapté aux besoins d'une capitale moderne. Il devenait urgent de réagir sans plus attendre.

Alors que la modernisation du système existant entraînait dans une phase active (escaliers mécaniques, trottoirs roulants, insonorisation des grandes stations, amélioration de la ventilation, renouvellement de la décoration etc...) l'idée se concrétisait de mettre en place une ligne



POUR POUVOIR PROCÉDER À L'EXÉCUTION DES TRAVAUX, il était nécessaire de connaître parfaitement la composition du sous-sol qui devait être traversé par les deux voies du métro express. Une fois les sondages, l'échantillonnage des terrains par carottage ainsi que la délimitation des nappes d'eau furent effectués, des puits d'exploration ont été foncés sur la totalité du tracé du futur R.E.R. pour permettre l'examen et l'échantillonnage des terrains « en direct ». Les puits d'exploration de 3 à 4 mètres de diamètre furent transformés par la suite en puits de service pour pouvoir procéder au creusement des galeries d'exploitation, ou en tunnel de ventilation. Les études géologiques font apparaître une grande diversité des couches. Sommairement nous rencontrons différentes natures de terrain datant des époques quaternaire et tertiaire: des limons argileux, des sables de Beauchamp, des marnes et des caillasses, du calcaire de Saint Ouen, du calcaire grossier, des sables du Cuisien et des fausses glaises.

A. Gare de Nanterre - B. Station P - C. Complexe Universitaire - D. Station M - E. La Défense - F. Pont de Neuilly - G. Porte Maillot - H. Etoile - I. Praking Haussmann - J. Saint Augustin - K. Auber - L. Opéra - M. Bourse.



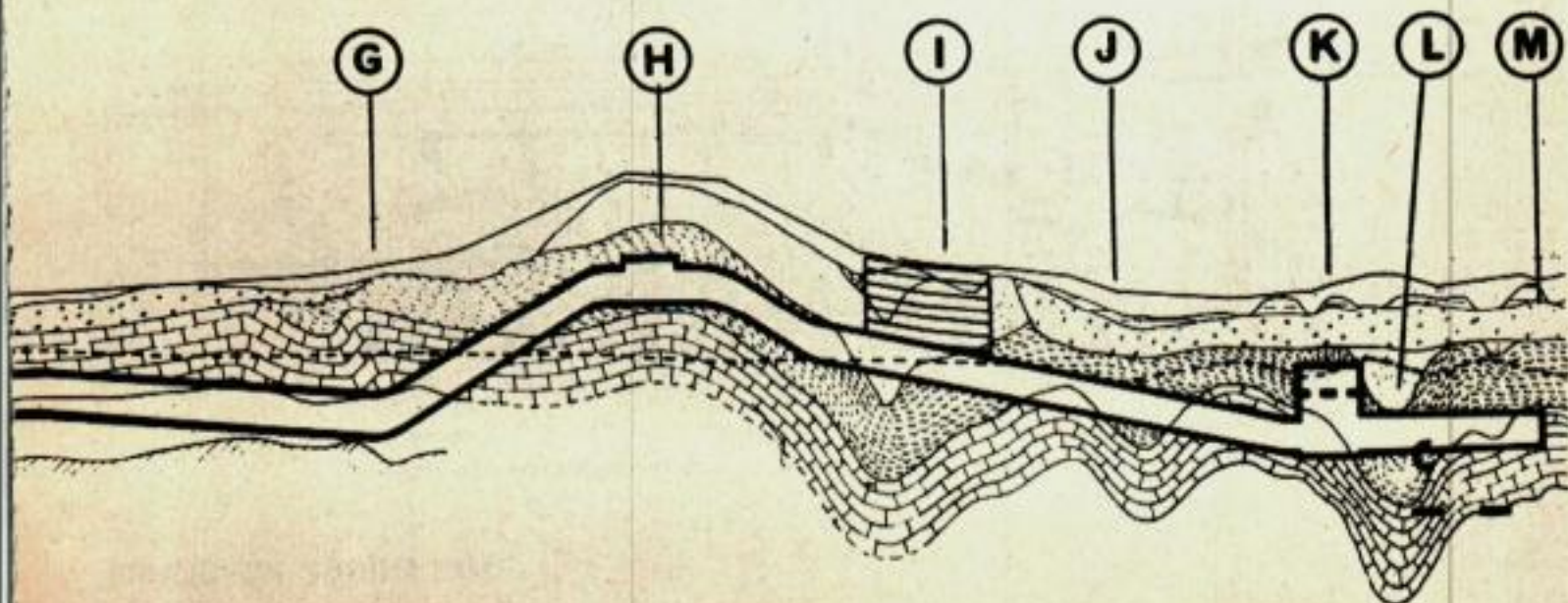
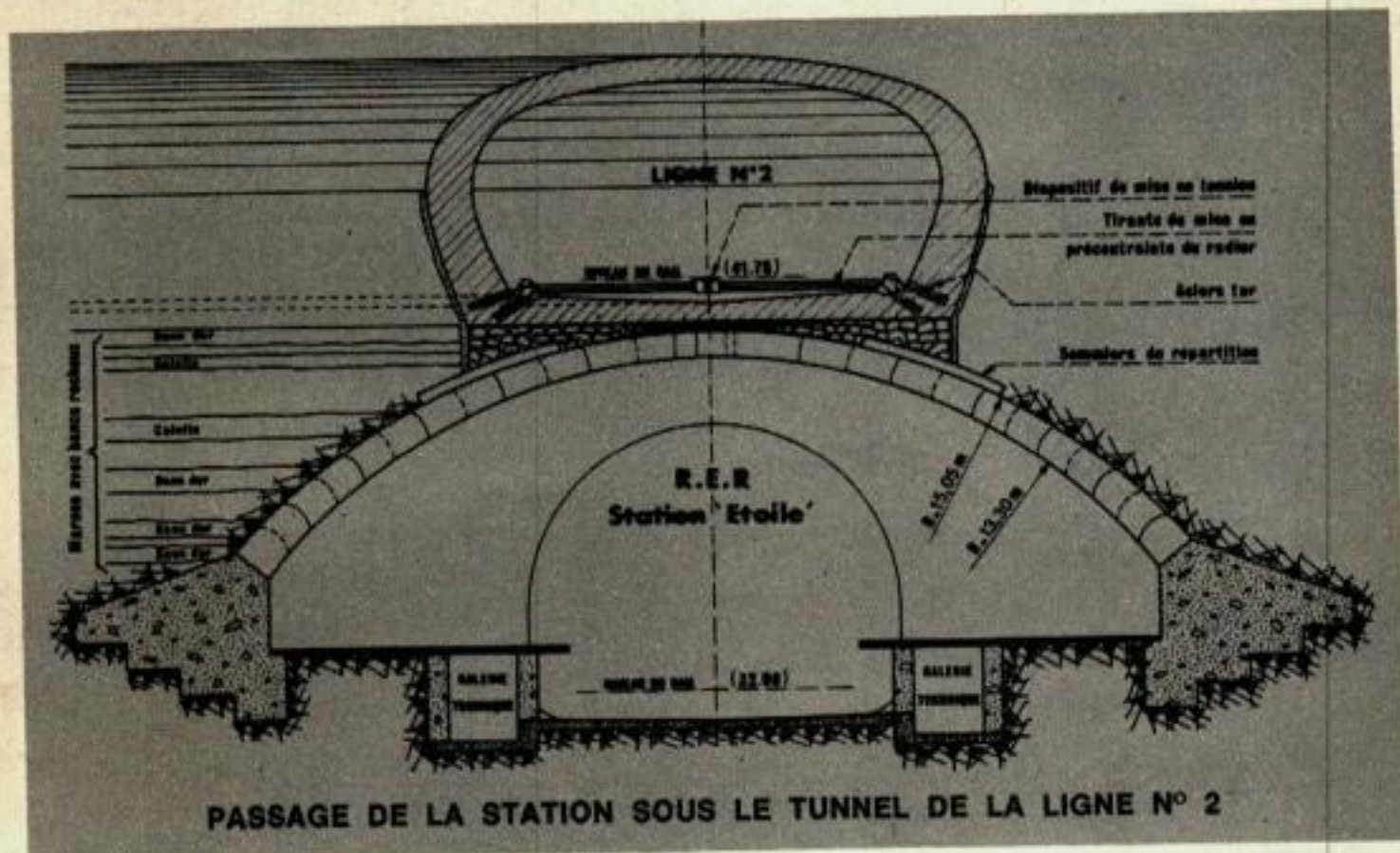
rages, postes de commande, d'exploitation etc...

Circulant à une vitesse double de celle du métro urbain actuel les trains du RER nécessitent un parcours comportant de longs alignements droits, des courbes au rayon minimal de 500 m et des déclivités limitées à 3‰. Un tel tracé est incompatible avec les possibilités offertes par le premier sous-sol parisien déjà occupé par les tunnels du métro urbain, les égouts, les collecteurs, les galeries de service, les parkings etc...

La partie importante de ce projet étant le percement du tronçon central de 20 km d'un Paris souterrain particulièrement encombré. D'où la nécessité pour rester à l'aplomb des artères de surface, d'entreprendre des travaux à une profondeur de 20 à 25 mètres sous la chaussée

dans la nappe phréatique sous des pressions atteignant parfois 20 mètres d'eau. Le creusement du tronçon Etoile-Défense avec passage sous-fluvial de la Seine au pont de Neuilly a été entrepris le premier parce que plus délicat du fait de la présence d'importantes couches de sables bouillants. La taille se fit avec un bouclier à air comprimé « Robbins ». Ce monstre mécanique réunit dans un seul ensemble, un bouclier à air comprimé, une machine à forer et un appareil de pose de revêtement. La jupe du bouclier de 10,30 mètres de diamètre extérieur est poussée par 37 vérins de 170 tonnes prenant appui sur le revêtement, capables d'une poussée totale de l'ordre de 5400 t.

Le bouclier, mécanisant totalement l'extraction des terres, fut mis en service

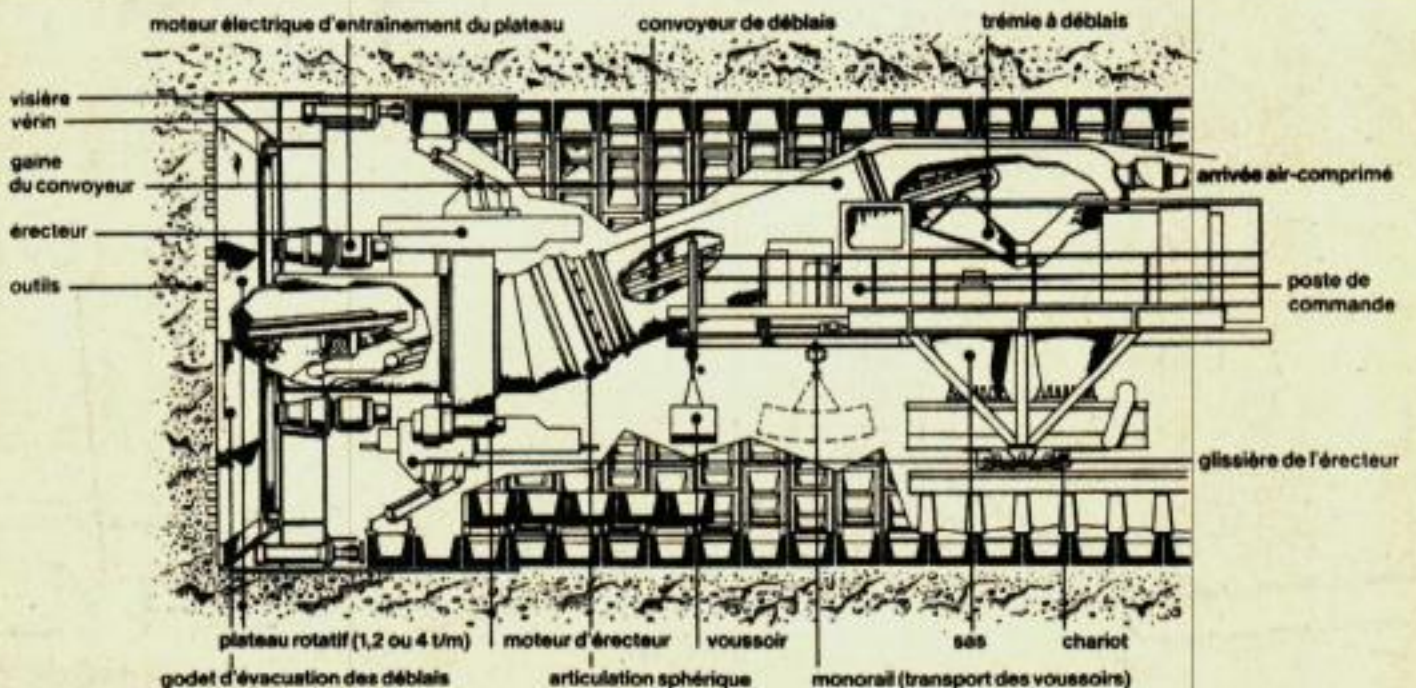
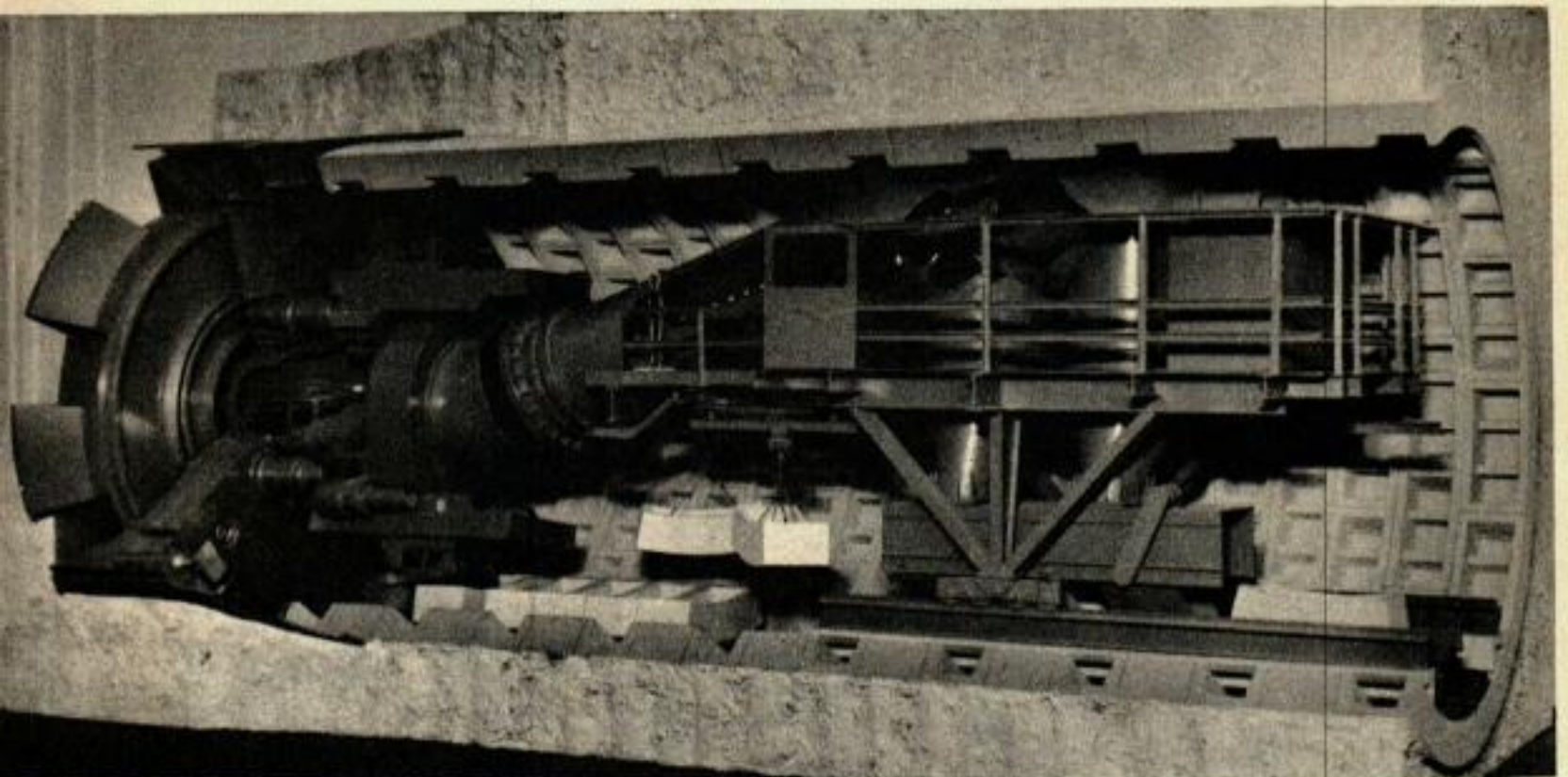


le 15 décembre 1964 à partir de l'Etoile. Dans les boucliers classiques précédemment employés, la chambre avant où est effectué l'abattage du terrain n'est pas isolée de la partie arrière où est monté le revêtement. Ceci pose de nombreux problèmes techniques lorsqu'il est nécessaire de recourir à l'air comprimé à l'avant de la machine pour équilibrer la pression hydrostatique.

Le bouclier « Robbins » conçu spécialement pour les travaux du RER comporte un système de joints qui isole la chambre avant de terrassement et permet l'avancement du bouclier. Au cours de l'été 1966, les travaux au moyen de cette

mécanique furent stoppés au point que l'on parla d'abandon de l'ouvrage. La détérioration de la jupe du bouclier est de plus en plus fréquente depuis la fin de 1965 et provoque des variations importantes de pression. Une hauteur de 2 à 4 mètres d'eau libre subsiste au fond de la taille. De nombreux phénomènes physiques anormaux et inexplicables sont constatés puis un véritable feu de mine se déclare provoqué par l'oxydation de l'air par des pyrites de fer liées aux lignites. Ce feu de mine prend des proportions dramatiques le 15 juin. Il sera stoppé par le traitement intensif du sol au gel de silicate « dur ».

MACHINE « ROBBINS »



La progression sera reprise le 23 octobre 1966. Le 31 octobre 1967 après 2,751 km de tunnel percé les travaux se termineront à 5 mètres de l'emplacement du lit de la Seine.

La traversée sous-fluviale des 220 m de la Seine à environ 40 mètres en aval du Pont de Neuilly par un tunnel à 2 voies, fut résolue par immersions juxtaposées de 7 caissons de béton précontraints de 8 m 90 de large sur une courbe de 700 mètres de rayon.

Equipés en leurs bases d'une chambre de travail, les caissons furent mis en flottaison sur une souille draguée préalablement dans les alluvions et le calcaire, échoués ensuite sur la couche de sable Cuisien du dessous, puis foncé dans 5 mètres environ de ces sables avant le bétonnage définitif de la chambre de travail.

Pour éviter que la décomposition du terrain sur les flancs des caissons ne se transmette jusqu'aux appuis du Pont de Neuilly lors du fonçage, un dispositif de protection de ces appuis a été installé d'une rive à l'autre sous forme d'un rideau d'injection de 3 mètres d'épaisseur sur 15 mètres de haut.

En dehors du tronçon Défense-Etoile, le reste du tunnel du RER traversant Paris en souterrain — avec la station centrale « Auber » près de l'Opéra — a été effectué de manière classique. En site urbain le terrassement souterrain se fait soit, dans les cas difficiles par portions divisées creusées progressivement à partir d'attaques desservies par des puits de service soit par terrassement « à l'avancement » avec du matériel adapté aux sols allant du marteau piqueur à l'explosif. Les progrès actuels sont dûs en majeure partie à l'emploi de vérins efficaces pour la mise en place et la tenue des éléments porteurs, l'augmentation du rendement des moyens d'extraction et d'évacuation des déblais (pelles mécaniques, transporteurs à bandes ...) et l'acheminement à gros débit du béton à l'aide de pompes à béton ou par entraînement pneumatique. Les difficultés de construction de cette partie du RER étaient dues aux dimensions importantes du tunnel, dimensions supérieures en ouverture de 1,60 mètres par rapport au métro existant, et de l'enterrement en profondeur du nouveau réseau dans un deuxième sous sol.

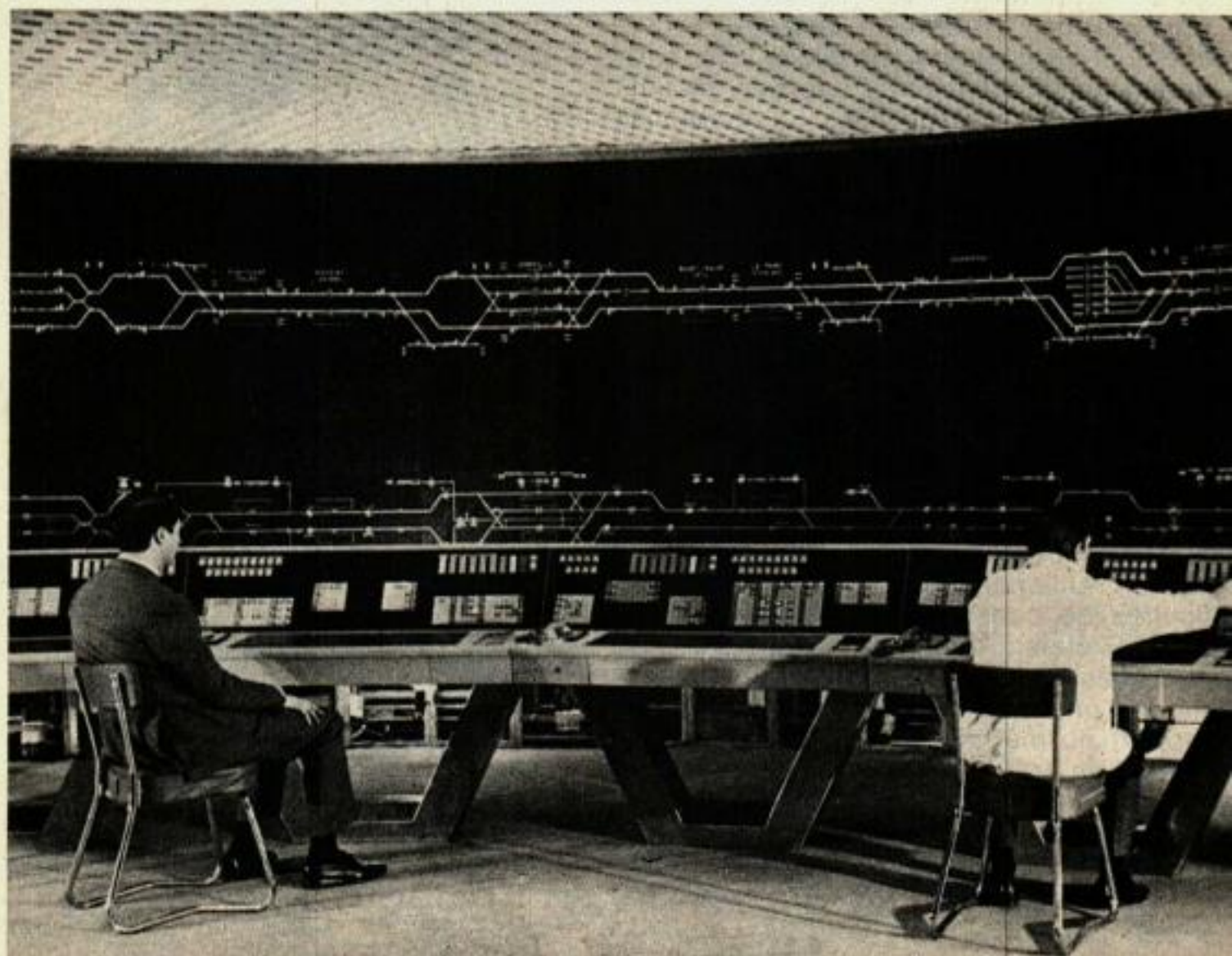
La construction du souterrain s'effectua en deux phases:

LA VOUTE DE LA STATION AUBER de 24 mètres d'ouverture prend appui sur deux culées situées en tréfonds des immeubles bordant la rue Auber. De 10,30 mètres de haut sur 7,70 de large, ces culées ont une section de 75 m². Elles comportent en leur partie haute une galerie d'où s'est effectué au début des travaux — ainsi que d'une troisième galerie implantée en clé de voute — les injections nécessaires à la consolidation et l'imperméabilisation des terrains.





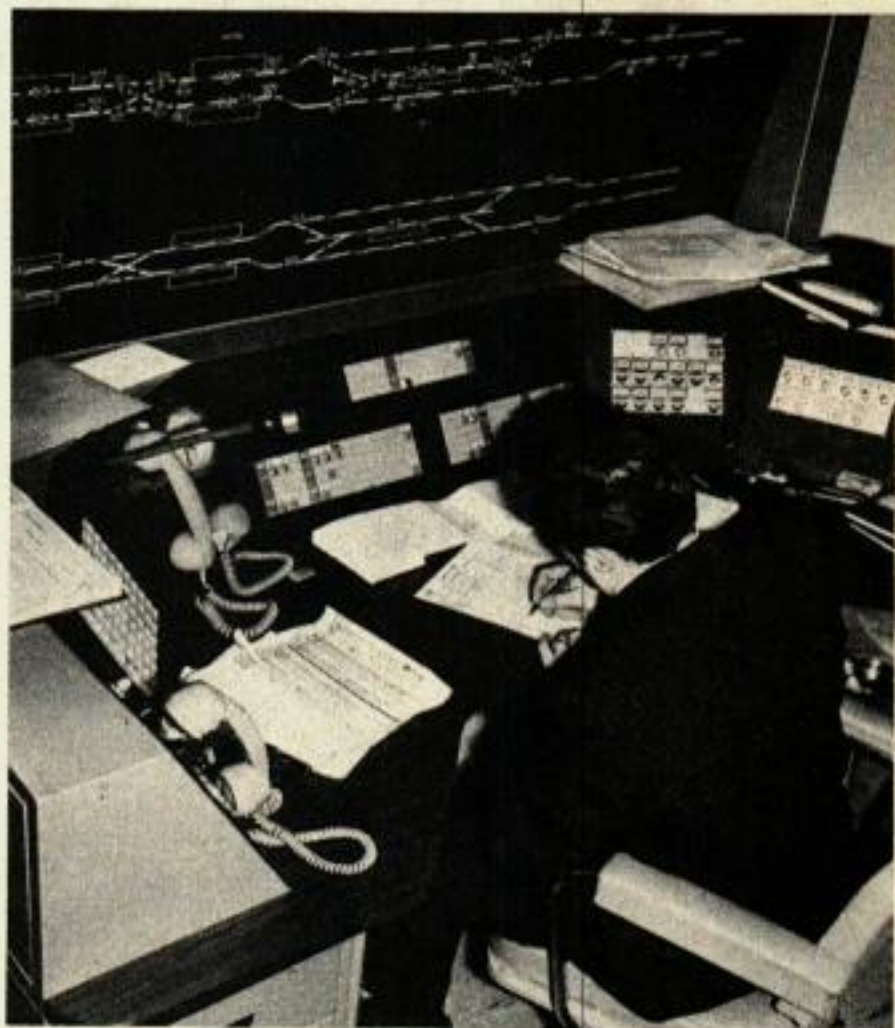
LA CABINE DE PILOTAGE des rames du RER type SNCF. Les voitures motrices à adhérence totale comportent quatre moteurs de 200 kW couplés par paires en série et alimentés depuis la caténaire sous tension continue de 1500 V par pantographe à commande pneumatique. Le freinage est effectué électriquement sur les jantes mais doublé d'une commande mécanique manuelle. Les rames circulent sur voie à écartement normal de 1,437 mètre, l'entr'axe des voies étant de 3,57 mètres selon les normes SNCF.

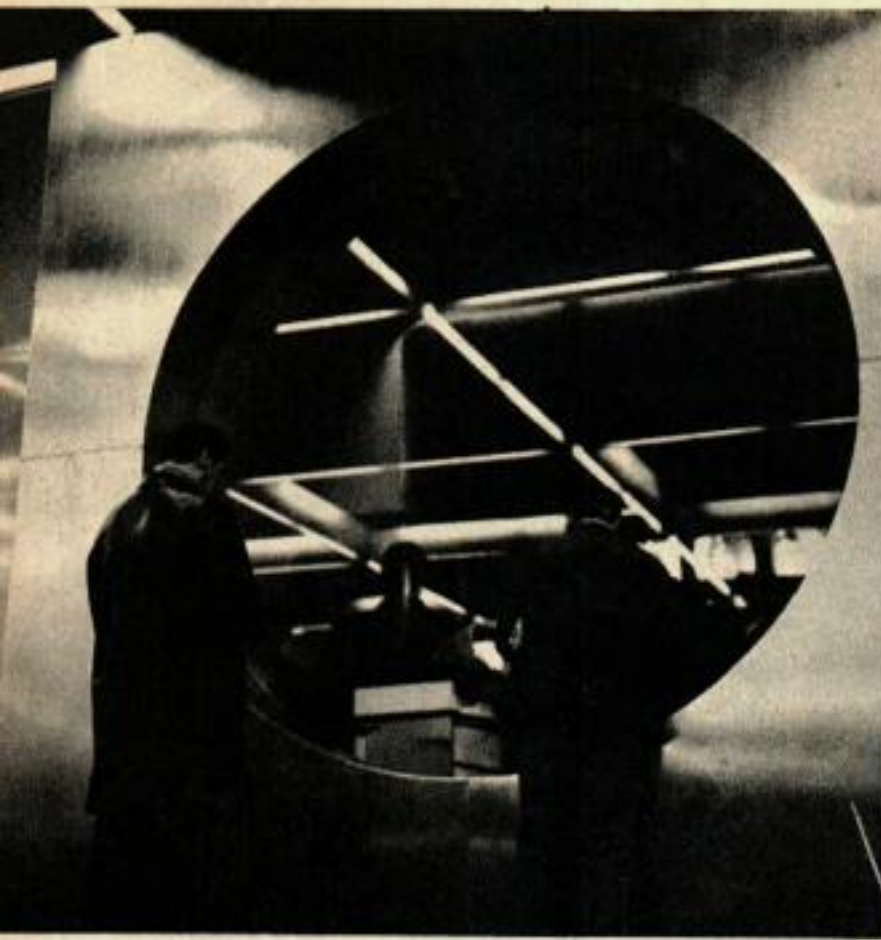




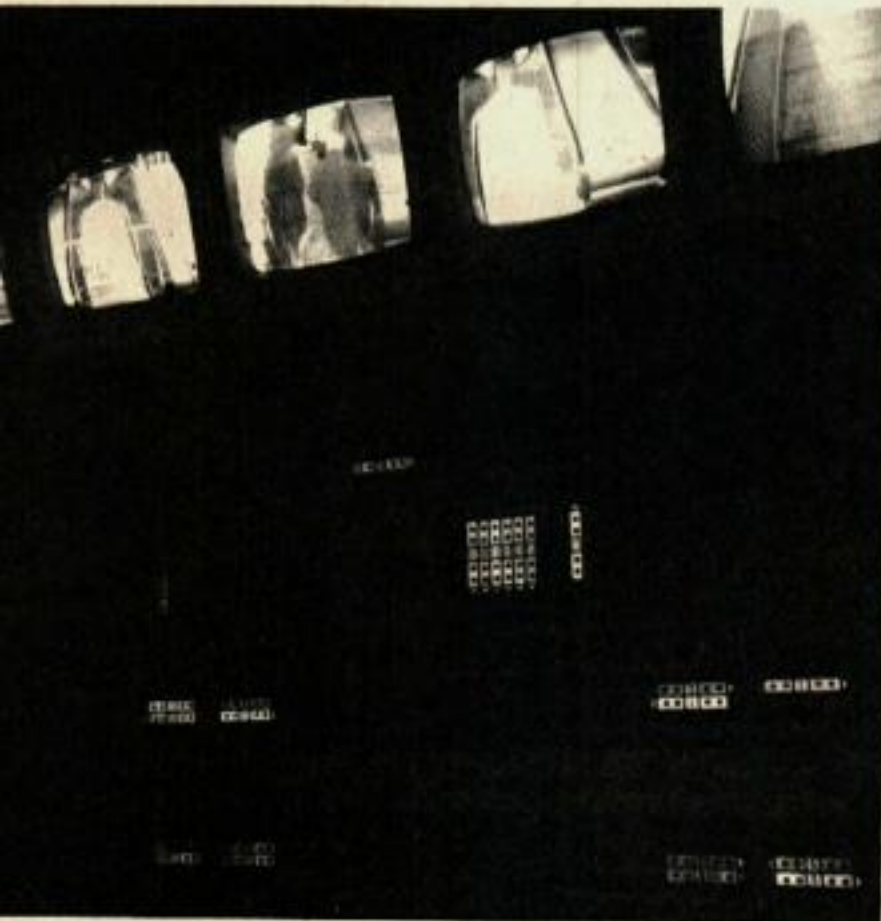
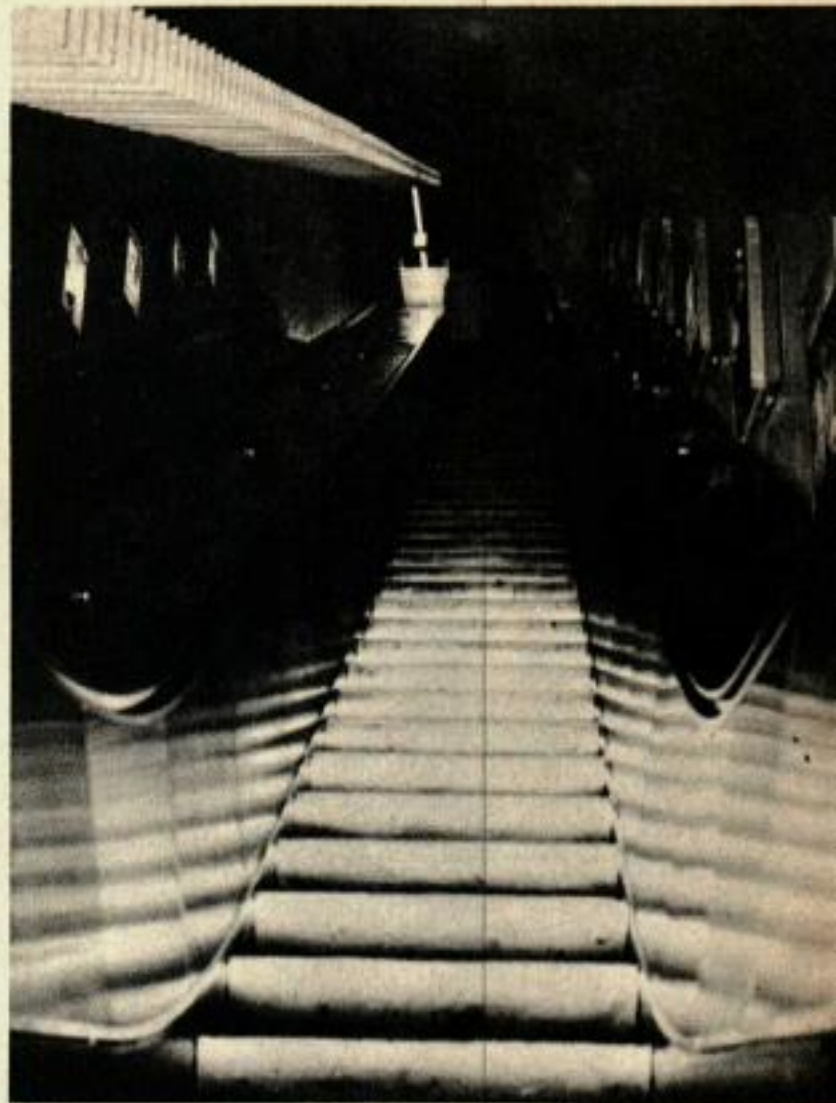
DANS LA STATION VINCENNES, le poste de commande centralisée assure pour toute la ligne par télécontrôle et télécommande l'automatisme total de la ligne. Le responsable de ce poste est en liaison téléphonique avec les bureaux de service des stations, les postes de manoeuvre et de signalisation, les signaux de manoeuvre en ligne, les chefs de trains en station ou en ligne. Les tableaux de contrôle indiquent la position et l'identité des trains, l'aspect des signaux de manoeuvre, la position des aiguilles et le tracé des itinéraires, l'indication de la présence de tension en ligne et la position des appareils d'alimentation « traction » répartis au long de la ligne. Le régulateur dispose des moyens de formation ou de destruction des itinéraires, de fourniture ou de coupe du courant électrique de « traction ». Il a de plus la possibilité de pouvoir « reprendre » manuellement le contrôle des opérations sur la ligne.

PC DE LA STATION NATION d'où est suivie visuellement la marche des trains sur la ligne.





« L'AQUARIUM » DE LA STATION NATION (ainsi dénommé car ouvert au regards du public). C'est un poste de contrôle du trafic passagers dans la station. Les escaliers roulants, en particulier, sont surveillés en permanence par un circuit de télévision. Leur sens de marche peut être automatiquement inversé selon le sens de déplacement du plus grand nombre de voyageurs aux heures de pointe.



— Execution de la voûte intimement soudée au terrain afin d'éviter la décomposition du sol lors du percement du tunnel proprement dit et la répercussion du phénomène sur les installations de surface.

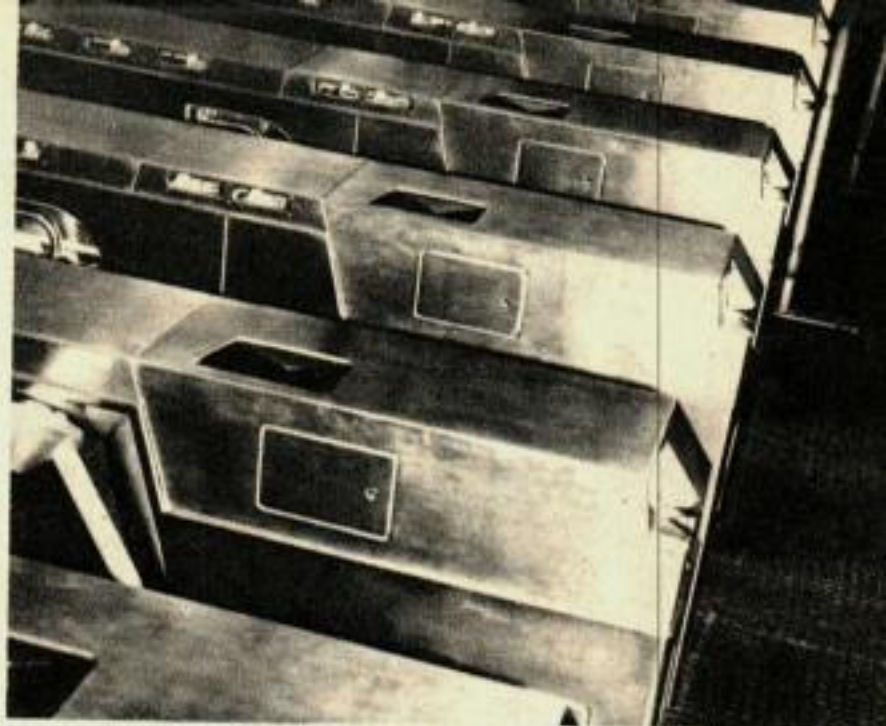
— Enlèvement du stross (terrain compris entre les pieds-droits), coulage du radier et reprise de la voûte. Certains points « chauds » ont demandé une attention toute particulière comme les travaux sous la place de l'Etoile. Là, la nouvelle station du métro express fut creusée sous les radiers des lignes de métro existantes et les gaines des escaliers mécaniques furent implantées à l'aplomb des piles de l'Arc de Triomphe.

Malgré les problèmes techniques posés par la construction du RER, ce ne sont que les contraintes financières qui font reporter à 1971 l'ouverture de la station Auber et en 1972 l'ouverture au public du tronçon ouest reliant Paris à Saint Germain en Laye.

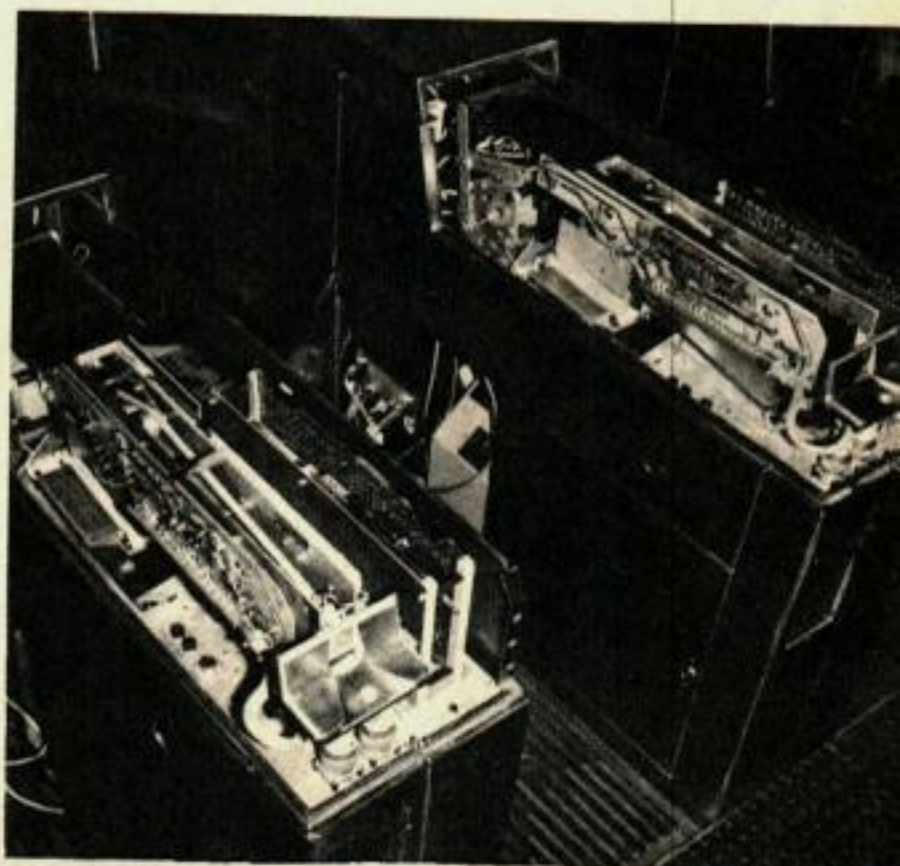
Il semble cependant que le percement du RER soit moins révolutionnaire et passionnant que la création du métropolitain urbain à la fin du siècle dernier et ceci malgré l'emploi de mécaniques ultra-modernes tels le bouclier « Robbins ». Les exploits techniques dans divers domaines ont émoussé considérablement peut-être nos facultés d'étonnement. Si le RER ne peut être qualifié d'extraordinaire il a au moins l'avantage d'être considéré comme un ouvrage bien pensé et parfaitement construit ce qui formule sans doute un compliment plus qu'honorable à l'égard de ses créateurs.

AUTOMATISME ET SECURITE

La RATP a qui l'on a pu reprocher une certaine lenteur à moderniser l'infrastructure de son réseau souterrain a porté



L'AUTOMATISATION est aussi entrée dans le domaine du contrôle des titres de transport des usagers. Ce système permet également de régulariser le débit des entrées des voyageurs aux heures d'affluence.





ses efforts depuis quelques années au développement des systèmes de sécurité pour les voyageurs dont elle a la charge.

Le métro urbain a suivi les progrès de l'électronique. Chaque ligne tend à être équipée d'un poste de commande centralisé permettant de contrôler l'identité et la position de chaque train en circulation, et d'être également en liaison téléphonique permanente, par courant porteur à haute fréquence, avec tout conducteur de train en service. Sur la ligne 11 un système de pilotage automatique fonctionne actuellement sur les convois. Les stations courbes sont sous la surveillance du chef de train par système de TV industrielle en circuit fermé.

Le RER bénéficie des progrès techniques du métro urbain ainsi que de l'expérience de la SNCF. En particulier pour les automatismes d'exploitation de signalisation du réseau SNCF où un train est couvert par un signal d'arrêt précédé d'un signal d'avertissement. Mais il est envisagé d'équiper les cabines de conduite d'une signalisation intérieure permettant au conducteur de visualiser sur son tableau de bord par voyants lumineux les signaux qu'il va aborder avant même qu'ils soient visibles à l'œil. Cette signalisation « d'abri » permettra d'augmenter les vitesses limites en conservant les intervalles de passage actuels sans pour autant diminuer la sécurité des voyageurs.

A la différence du métro urbain, où tous les trains ont les mêmes caractéristiques: horaire, destination, stations desservies etc... le RER est d'un contrôle plus difficile, les trains ayant des compositions de marche très diversifiées que le calculateur urbain en service ne peut traiter.

La génération du contrôle automatique du RER sera l'ordinateur qui tracera les itinéraires, définira la vitesse de circulation des trains, affichera la destination des rames sur les quais et leurs retards éventuels. Dans ce dernier cas l'ordinateur révisera la programmation de marche des trains, et soumettra au réseau des composantes de remplacement.

L'ordinateur c'est la technique automatique irréversible de demain mais sous le contrôle permanent de l'homme.

*Reportage photo R. DEMEULLE
et documentation RATP*



L'ARCHITECTURE ET LA DÉCORATION de chacune des stations du RER varient selon les architectes responsables de leur installation. Imposantes par leurs dimensions ces stations de 225 mètres de long ne le sont guère par les matériaux employés dans la réalisation des quais et des couloirs. Par ailleurs les affiches ont fait place à une publicité lumineuse qui colorie agréablement l'ensemble.