

VOS PARTENAIRES



2145

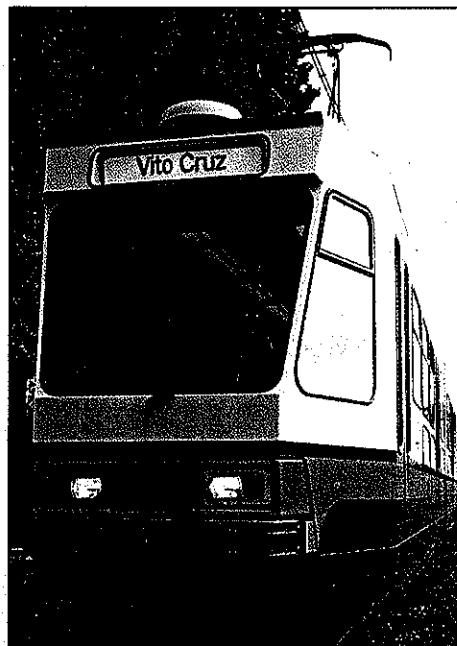
## ACEC et BN

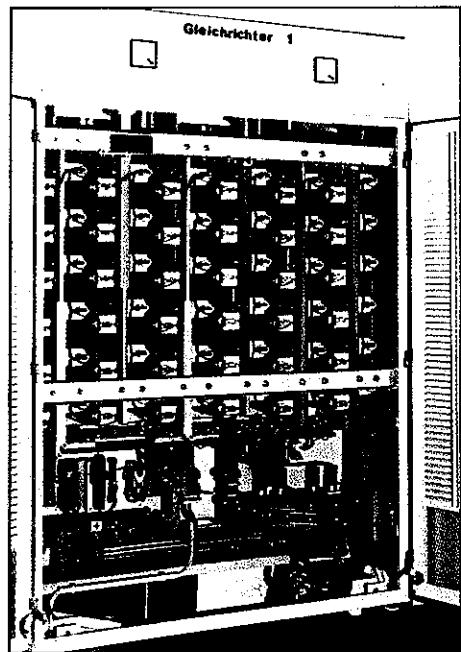
### L'EXPERIENCE DE PIONNIERS EN SYSTEMES DE TRANSPORT URBAINS

Les villes de Bruxelles, Charleroi, Montréal, Rio de Janeiro, Manille, Buenos Aires, Londres, Vienne, Hambourg, Saint-Etienne, Marseille, La Haye et plus de 40 autres villes ont bénéficié de l'apport de l'expérience et du know-how de ACEC et de BN pour la modernisation de leurs réseaux de transport urbain.

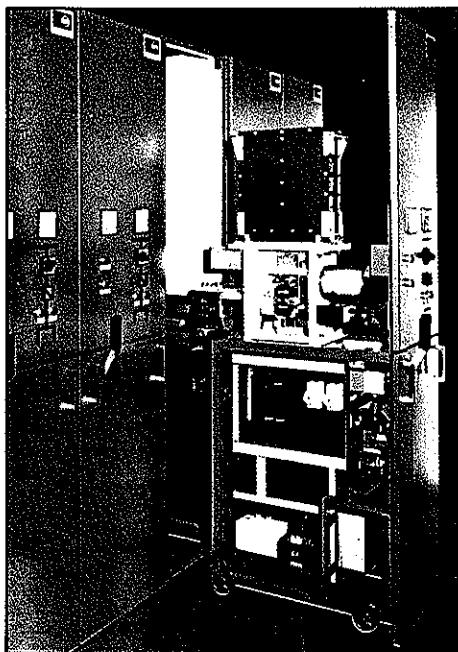
La réputation d'ACEC et de BN est internationalement reconnue tant dans le domaine des chemins de fer que dans celui des transports urbains : matériel roulant, systèmes de télécommunications, systèmes d'alimentation électrique, systèmes de signalisation, systèmes centralisés de gestion du trafic et de distribution de l'énergie de traction,...

Sécurité, fiabilité, disponibilité, qualité de service, souplesse d'exploitation : tels sont les impératifs auxquels les transports en commun doivent répondre. ACEC et BN apportent leurs solutions à ces exigences essentielles.

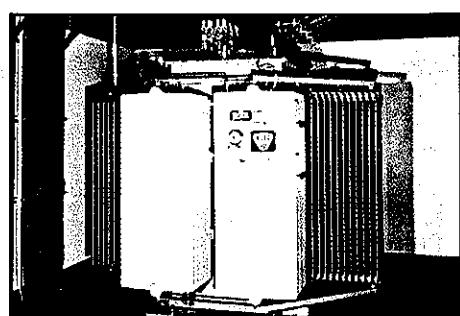
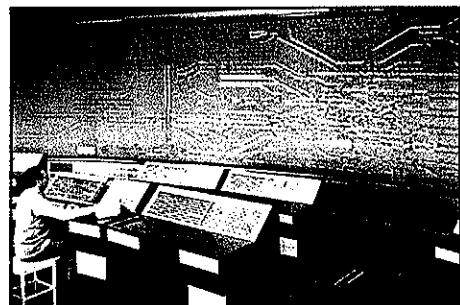




REDRESSEUR AU SILICIUM POUR SOUS-STATION DE TRACTION 4000 A, AVEC DANS LA PARTIE INFÉRIEURE LES SECTIONNEURS DES DÉPARTS + ET -.



CHARIOT DU DISJONCTEUR DE FEEDER AVEC EQUIPEMENT DE TEST DE LIGNE.



TRANSFORMATEUR POUR REDRESSEUR DE SOUS-STATION DE TRACTION, REFROIDISSEMENT A L'ASKAREL, PUISSANCE DE 3 150 kVA.

L'expérience d'ACEC et de BN permet d'offrir aux clients la gamme complète de services relatifs à un réseau complet de transport urbain.

#### PROJET CLE EN MAIN

Tous les aspects d'un projet «clé en main» sont pris en charge : planning, ingénierie, production, installation, mise en service, service après-vente...

#### FORMATION DES EXPLOITANTS

Ecolage en usines du personnel du client, cette formation étant mise en pratique par intégration effective du personnel du client dans les équipes de mise en service.

#### AIDE A L'EXPLOITATION

- assistance technique à l'exploitation, aux entretiens et aux dépannages ;
- continuation sur site de la formation du personnel d'exploitation, d'entretien et de dépannage.

#### PARTICIPATIONS LOCALES ET TRANSFERT DE TECHNOLOGIE

Recherches permanentes de participation de l'industrie locale à la réalisation des projets (partenaires ou sous-traitants).

*ACEC, BN  
DES SOCIETES  
A VOCATION  
INTERNATIONALE  
DANS LE MONDE*

ALLEMAGNE (REP. FED.)	XX
ARGENTINE	X
AUTRICHE	X
BENIN	X
BRESIL	X
CHINE (REP. POP.)	X
EQUATEUR	X
ESPAGNE	X
ETATS-UNIS	X
FRANCE	XX
HONG KONG	X
INDE	X
IRLANDE	XX
ITALIE	X
JAPON	X
MEXIQUE	X
NIGERIA	X
PAYS-BAS	XX
PORTUGAL	XX
SINGAPOUR	XX
SUEDE	X
TCHECOSLOVAQUIE	X
VENEZUELA	X
ZAIRE	XX

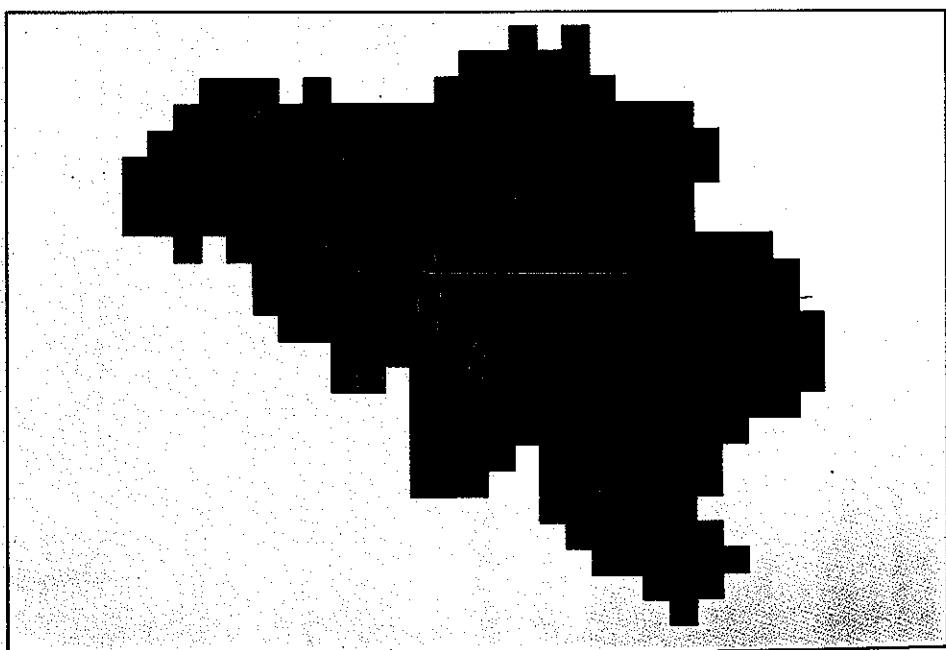
XX Implantations industrielles  
X Filiales et bureaux commerciaux



*EN BELGIQUE*

Sièges d'exploitation :

AARTSELAAR  
ANVERS  
BRUGES  
BRUXELLES  
CHARLEROI  
DROGENBOS  
FAMILLEUREUX  
GAND  
GERPINNES-LOVERVAL  
HERSTAL  
JUMET  
LOT  
MANAGE  
MONT-SUR-MARCHIENNE  
NIVELLES  
WESPELAAR

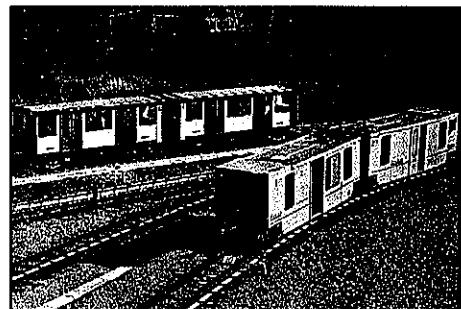
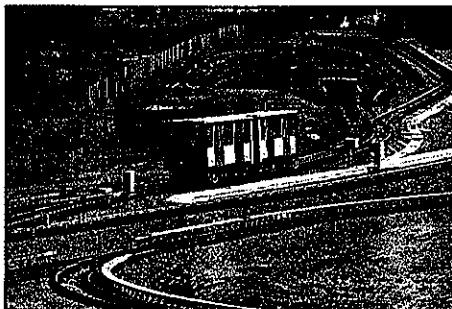


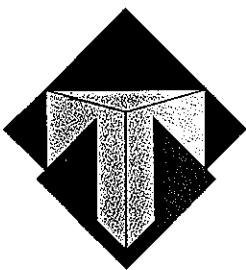


## *CRTH*

Ce centre de recherches pluridisciplinaire a été associé dès le début au projet de développement du système TAU.

Le CRTH a conçu et gère l'ensemble des installations d'essais du TAU à Jumet.





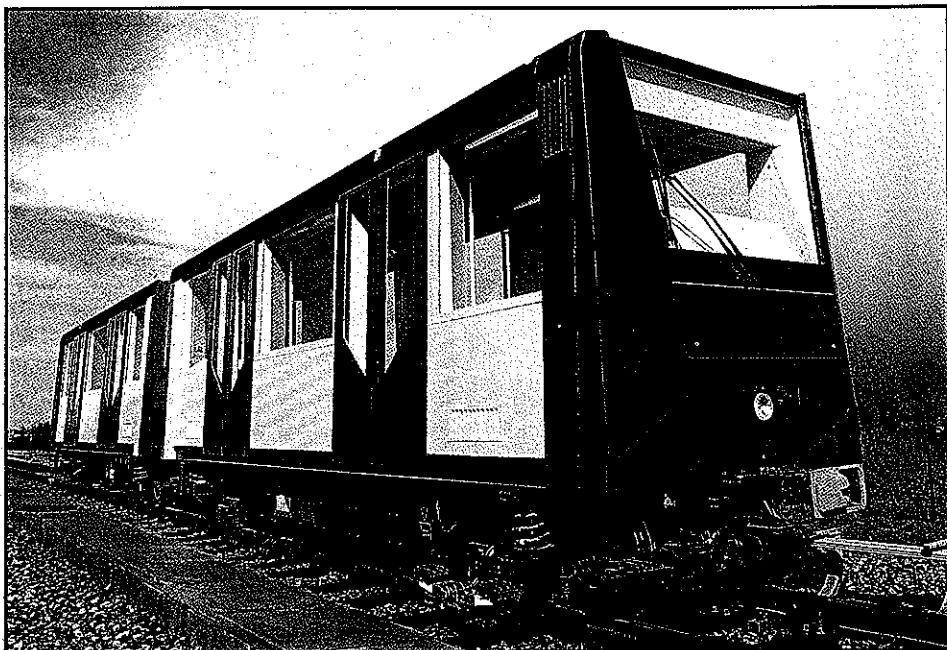
## LES VEHICULES



### PETIT GABARIT

Capacité adaptée à la souplesse de desserte réalisable par la gestion automatisée du trafic.

Dimensionnement favorisant la réduction du coût de creusement des tunnels.



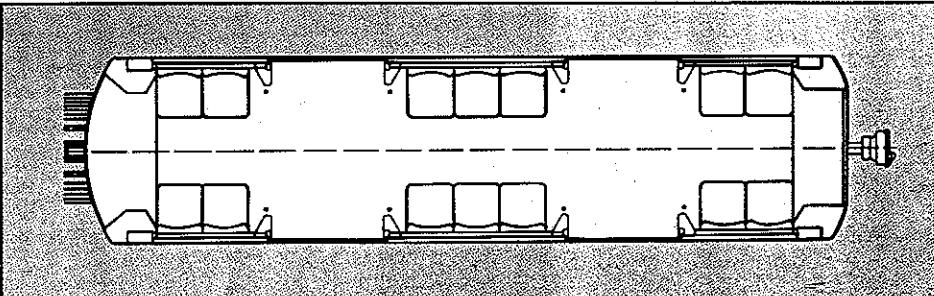
Adaptation à la demande de transport par des rames de 1 à 3 unités.

Adaptation aux conditions d'exploitation grâce aux différents aménagements intérieurs.

Accès facile grâce aux 8 larges portes.

#### Variant 1

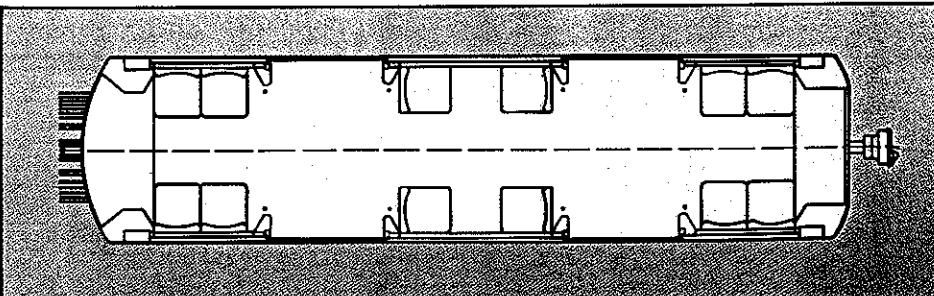
- 28 passagers assis
- 68 passagers debout ( $6 \text{ p/m}^2$ )
- Capacité totale : 96 passagers



#### Variant 2

24 passagers assis

- 90 passagers debout ( $6 \text{ p/m}^2$ )
- Capacité totale : 114 passagers



D'autres variantes sont en préparation.



## PERFORMANCES, CONFORT, ECONOMIE

La puissance motrice et les asservissements du véhicule disponible permettent d'atteindre des vitesses commerciales élevées tout en assurant la progressivité et la douceur des accélérations et ralentissements.

Les alliages légers et les matériaux composites utilisés conduisent à un véhicule léger, durable et économique en énergie.

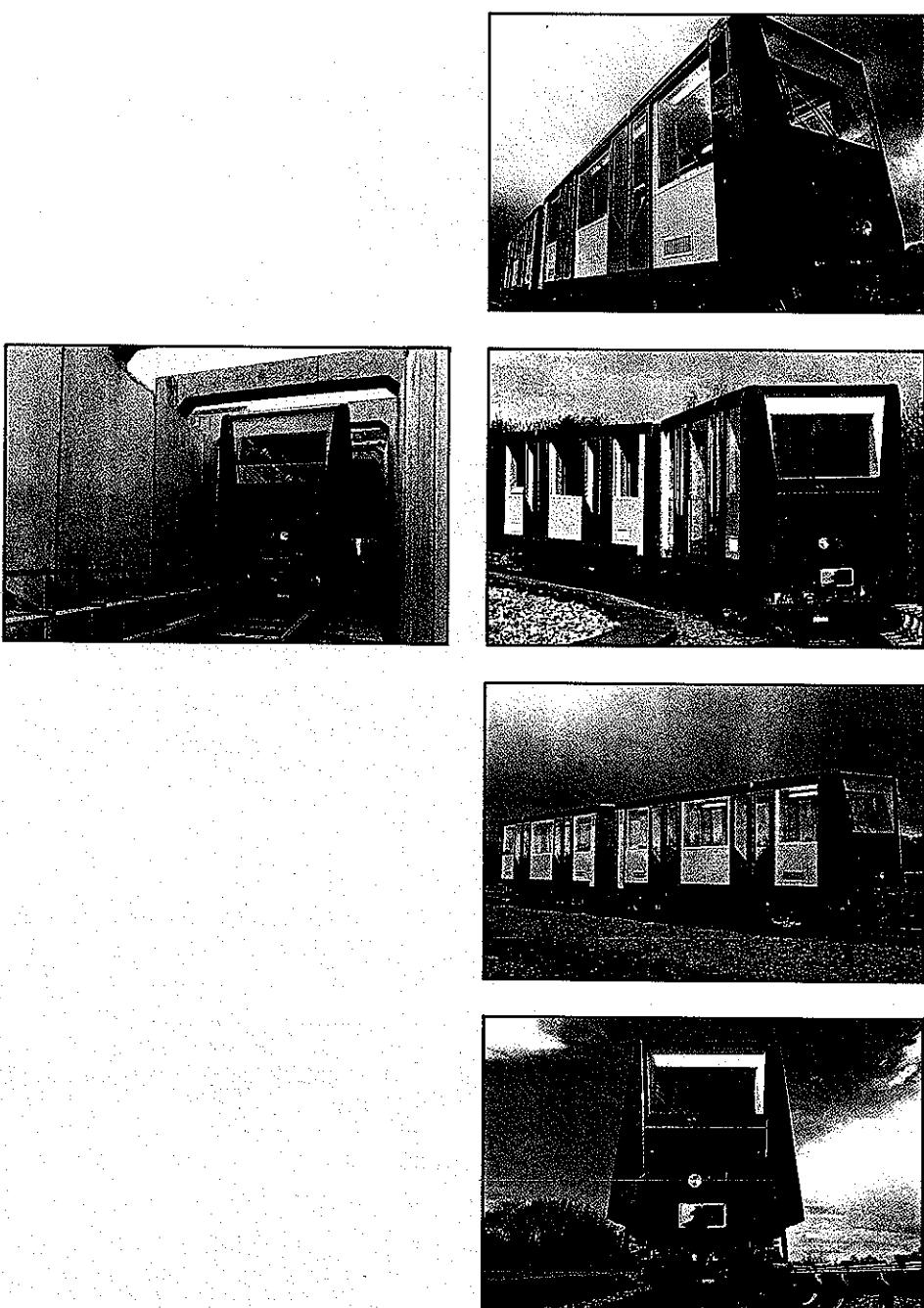
Le problème de la disponibilité a été complètement réétudié pour tenir compte de l'absence de conducteur :

- Sous-systèmes simples et fiables
- Assurance de qualité renforcée
- Redondance des fonctions
- Procédures de fonctionnement en mode dégradé.

La maintenance est facilitée par le choix exclusif de l'électricité comme agent de commande des auxiliaires, ainsi que par les systèmes de diagnostic automatiques.

## CARACTERISTIQUES GÉNÉRALES

- Unité de traction réversible composée de 2 éléments inséparables.
- Longueur H.T. 17,500 m
- Largeur H.T. 2,060 m
- Hauteur H.T. 3,000 m
- Hauteur de plancher 0,850 m
- Hauteur intérieure 2,050 m
- Masse totale à vide 16,0 t
- Masse du bogie 1,6 t
- Charge maxi par roue 2,0 t
- Accélération 1,2 m/sec<sup>2</sup>
- Décélération de service 1,2 m/sec<sup>2</sup>
- Gradient d'accélération 0,7 m/sec<sup>3</sup>
- Vitesse de croisière 60 km/h
- Vitesse de pointe 72 km/h
- Rampe maximale 6 %
- Vitesse commerciale 30 à 35 km/h pour des interstations respectivement de 500 et 750 m



## BOGIES, MOTORISATION

Bogie léger spécialement conçu pour permettre le franchissement de courbes de 10 mètres de rayon (système breveté).

Châssis articulé selon une cinématique spécialement étudiée et comportant deux axes de pivotement, empattement court, roues désolidarisées commandées individuellement par moteur de roue à grande vitesse avec réducteur incorporé.

Commande des moteurs en traction et en freinage par ponts redresseurs complets à partir de l'alimentation triphasée.

### Freinage

- de service = électrique pur, à récupération d'énergie, par utilisation des moteurs de roues, disponible jusqu'à l'arrêt.
- d'arrêt = à disques, à commande électromécanique.
- d'urgence = freins à disques à commande électromécanique et freins à patins électromagnétiques.

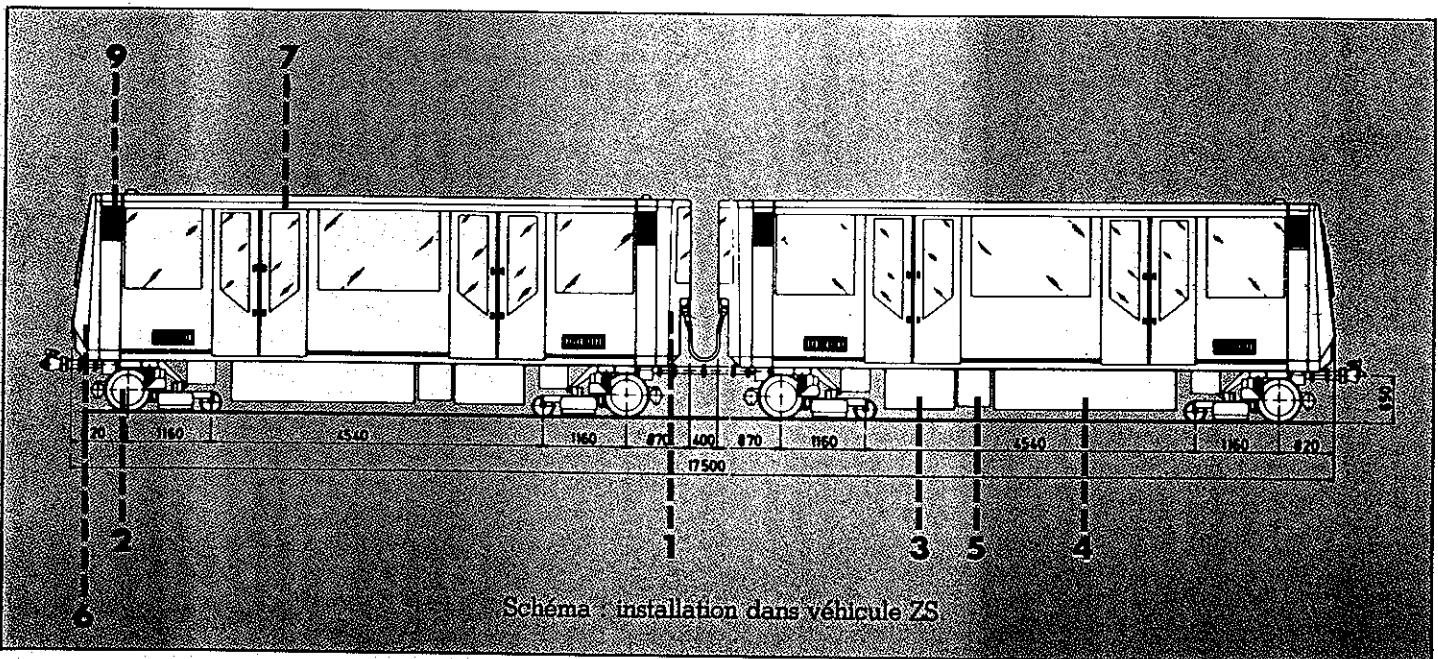
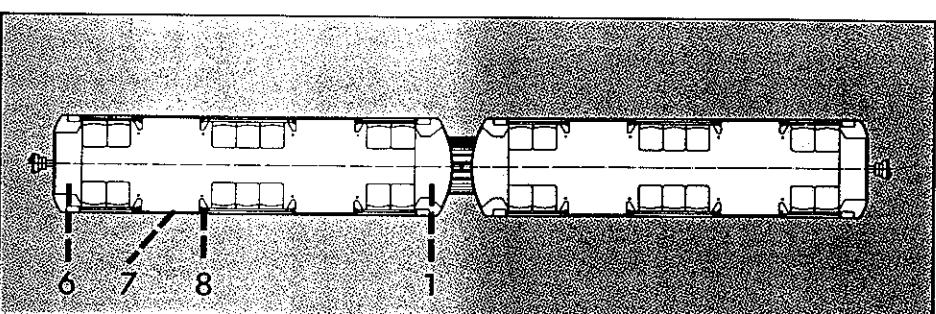
### Alimentation basse tension :

- convertisseur statique chargeur de batterie.
- alimentations CC (24 V, batterie 110 V) et CA (220 V, 24 V).



## INSTALLATION DES EQUIPEMENTS EMBARQUÉS

1. Automatismes
2. Moteurs et freins
3. Redresseur de traction
4. Convertisseur
5. Batterie
6. Auxiliaires et poste de conduite de secours
7. Commande de portes
8. Communications et surveillance voyageurs
9. Ventilation et climatisation





## AMENAGEMENTS INTERIEURS

Information et visibilité vers l'extérieur étudiées pour faciliter l'usage du système et contribuer à la sécurité : signaux de porte, schéma de la ligne avec repérage dynamique de la position du véhicule, parlophones, public address, caméra d'observation.

Eclairage doux, nuancé et en correspondance avec l'éclairage des quais.

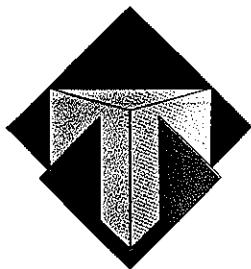
Décoration intérieure en harmonie avec celle de la station.

Design des sièges assurant à la fois le confort en accélération, la résistance au vandalisme et la facilité de nettoyage.

Chauffage et ventilation largement dimensionnés, contrôlés par microprocesseur.



# L'AUTOMATISATION



## ARCHITECTURE DES AUTOMATISMES

L'architecture des automatismes est celle d'un réseau informatique de télécontrôle, responsable aussi bien des fonctions de sécurité que des fonctions opérationnelles et d'exploitation. Les véhicules y sont gérés comme des postes subordonnés à partir du poste central de commande (P.C.C.).

Cette philosophie permet de réduire au minimum les équipements dans la voie et en station, ce qui est favorable en particulier à la fiabilité et à la maintenabilité du système.

L'automatisation intégrale permet de réduire jusqu'à 50 % les coûts d'exploitation par rapport aux systèmes traditionnels.

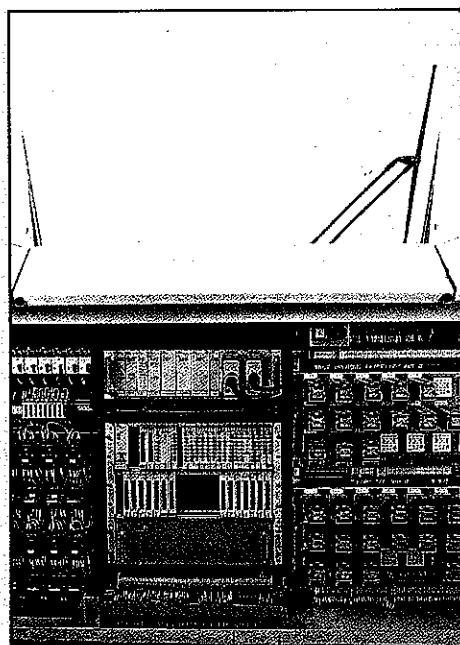
Les automatismes réalisent :

- le pilotage des véhicules, sans conducteur à bord ;
- le contrôle automatique du trafic : desserte des stations, sélection des itinéraires, manœuvres en terminus, injections en ligne et rentrées en dépôt, gestion du trafic (régulations d'horaire et d'intervalle).

L'adaptation de la capacité de transport offerte à la demande variable entre heures creuses et heures de pointe, est réalisée en permanence de manière programmée par modification de la composition des rames et de l'intervalle de succession.

Aux heures de pointe 2 ou 3 unités de traction accouplées circulent à un intervalle de succession de l'ordre de 60 à 90 secondes — dépendant de la configuration de la ligne et des stations. Aux heures creuses une unité simple se présentant toutes les 3 minutes permet de maintenir un temps d'attente attractif pour les usagers.

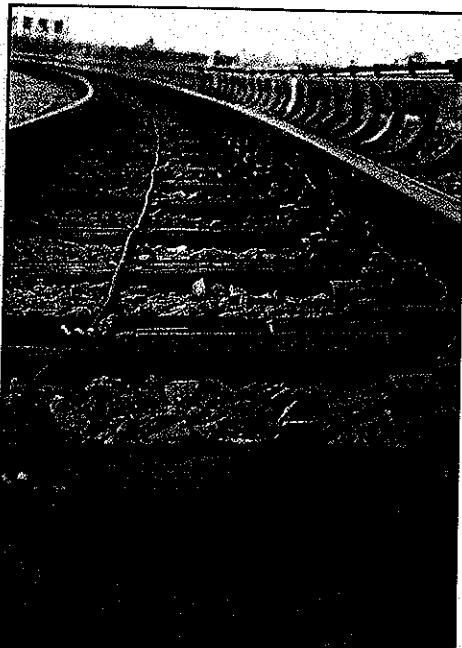
Un faible intervalle faible entre trains aux heures creuses est rendu économiquement possible par l'absence de personnel d'exploitation à bord et par la dimension réduite des unités de traction.



## TRANSMISSION VOIE-MACHINE ET CABLE DE VOIE

Un simple câble posé dans la voie assure une transmission voie-machine bidirectionnelle permanente et permet aussi le dialogue entre les équipements informatiques situés au PCC et les processeurs embarqués sur les véhicules. Le câble permet de plus l'«auto-localisation» des véhicules et sert de repère pour l'arrêt en station (fonction «tir au but»).

Cette fonction «tir au but» est rendue nécessaire par la présence de portes palières, destinées à garantir la sécurité des personnes et à améliorer le confort des stations. Les automatismes assurent le fonctionnement simultané de ces portes palières.



## STRUCTURE DES AUTOMATISMES

Deux niveaux de contrôle sont structurés hiérarchiquement :

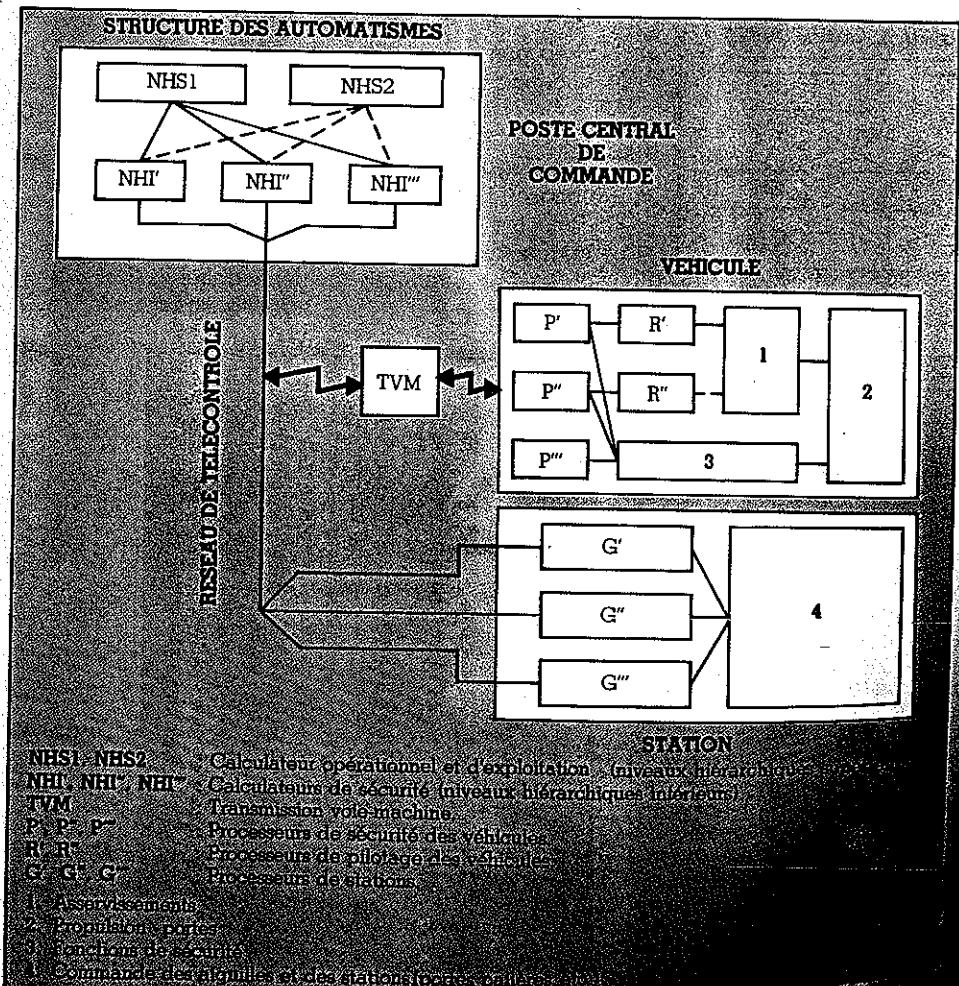
- le niveau d'exploitation comporte deux calculateurs redondants dont l'un fonctionne en «stand-by»;
- le niveau de sécurité comporte trois calculateurs redondants fonctionnant simultanément et en parallèle.

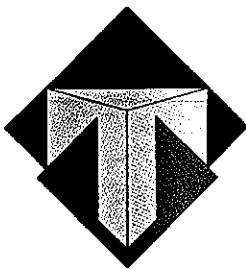
Ces niveaux se retrouvent aussi bien au poste central de commande qu'à bord des véhicules et en stations.

## SECURITE ET DISPONIBILITE

Ces automatismes sont particulièrement étudiés en vue de garantir la sécurité des voyageurs et une disponibilité très élevée du système :

- Mise en redondance intégrale des équipements, systématiquement doublés et même triplés pour la fonction de «sécurité», aussi bien au sol qu'à bord des véhicules.
- Fonctionnements performants en modes dégradés qui, intégrés et programmés dans le système, permettent de rétablir très rapidement le trafic normal en cas de perturbations et réduisent au minimum les interventions éventuelles du personnel d'exploitation.





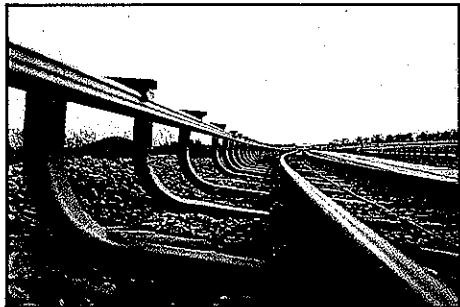
## VOIES - STATION - POSTE CENTRAL DE COMMANDE



### STATIONS

Situées à faible profondeur, elles sont d'un accès très aisés. Elles ne nécessitent pas de personnel d'exploitation. Elles assurent les fonctions de distribution et de contrôle des titres de transport, la régulation des admissions sur le quai et dans les voitures.

### VOIES - 3<sup>e</sup> RAIL D'ALIMENTATION - AIGUILLAGES



Les quais sont fermés du côté des voies par des parois dans lesquelles s'ouvrent des portes palières. Le passage des usagers entre la rame et le quai s'effectue en franchissant les portes des véhicules et les portes palières de la station dont les ouvertures coïncident. Cette disposition supprime tous les risques pour les voyageurs (protection totale contre les intempéries et sécurité totale). Un réseau de télévision et d'interphonie relie les stations au poste central de commande et permet les communications entre les usagers et le personnel d'exploitation regroupé au PCC.

Les aménagements; d'une conception entièrement nouvelle, allient les caractéristiques d'esthétique, de technologie anti-vandalisme, d'isolation phonique et de commodité d'entretien. Le choix, la disposition et la présentation des informations ont été particulièrement soignés.



Les voies du transport TAU sont du type métrique et s'apparentent aux voies ferrées traditionnelles. Elles sont posées sur des plots antivibratoires spécifiques dont les qualités acoustiques, la compacité et les frais de maintenance réduits rendent ce type de pose très avantageux vis-à-vis de la pose classique sur traverses et ballast.

Les aiguillages sont à lames flexibles et les boîtes de commande sont du type à verrouillage interne. Les véhicules TAU sont alimentés en triphasé 950 V par un triple 3<sup>e</sup> rail latéral et des capteurs, de conception nouvelle, répondant aux objectifs de sécurité, de fiabilité et d'économie.

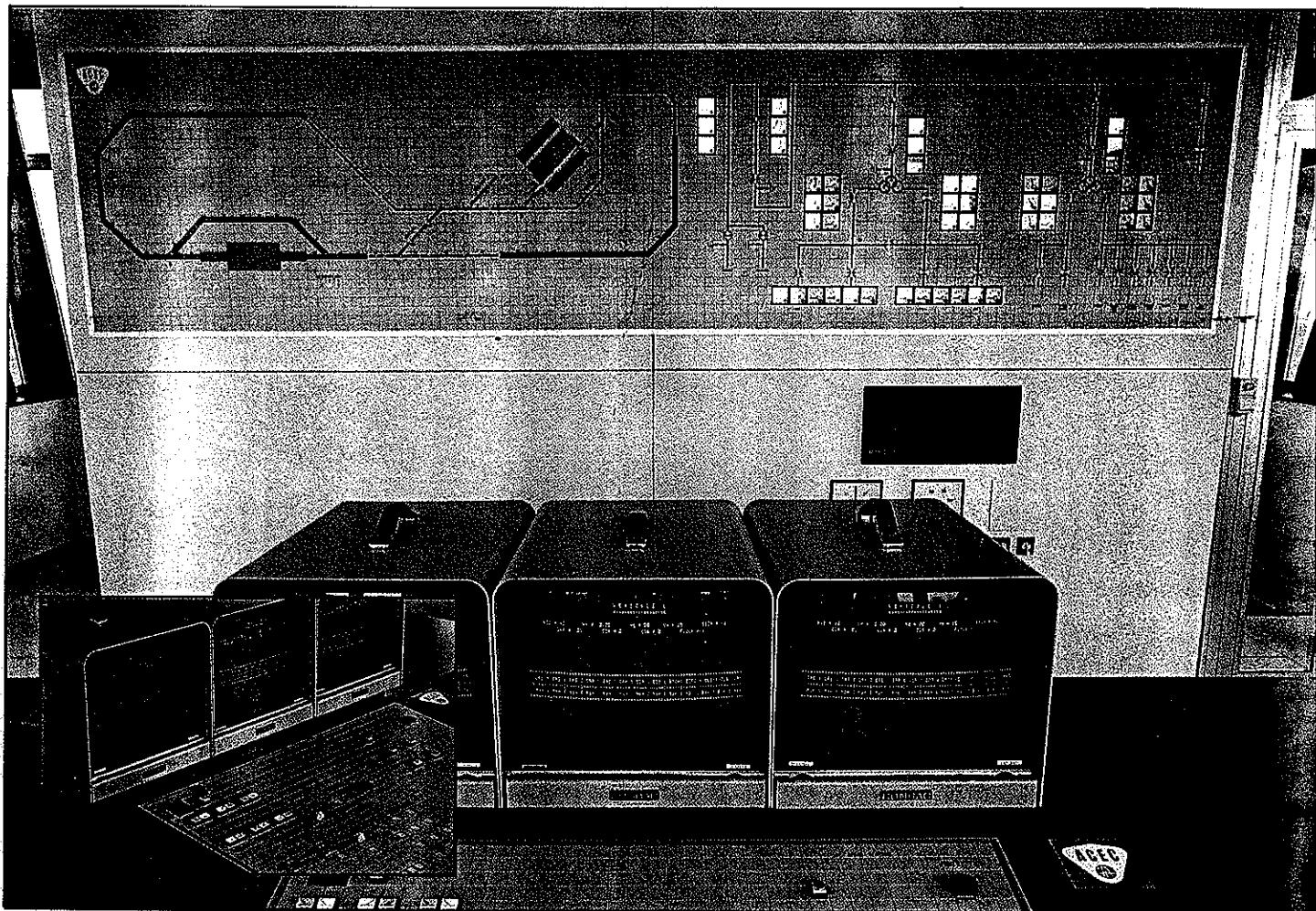
**BN**

**CRTH**

## **POSTE CENTRAL DE COMMANDE**

Son rôle consiste essentiellement à :

- assurer les communications entre les opérateurs de ce poste et les usagers ;
- surveiller les véhicules, les stations, les différents équipements des installations fixes (sous-stations électriques, aiguillages, etc.) ;
- gérer le parc de matériel roulant au dépôt.



Dans ce but, il dispose :

- d'équipements de télévision et d'interphonie ;
- d'informations périodiques sur l'état des différents sous-ensembles sous forme de télémesures ;

- de logiques de traitement permettant de faire la synthèse de ces informations, d'établir un diagnostic sur l'état des différents sous-ensembles et d'évaluer les conséquences d'une éventuelle défaillance ;
- de moyens de télécommande permettant aux opérateurs de se substituer aux automatismes en cas de perturbations nécessitant une intervention humaine.

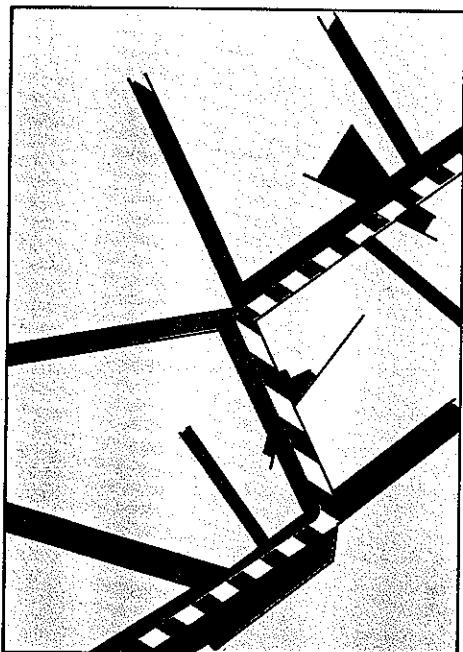
## **DEPOT - ATELIER**

Le dépôt-atelier est composé de deux zones distinctes :

- un sas d'injection et de sortie à fonctionnement automatique contrôlé par le PCC.
- une zone « maintenance » à fonctionnement manuel.

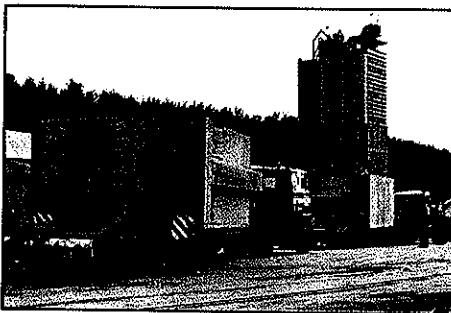
## CARACTERISTIQUES DU PROCEDE

- Implanté à faible profondeur suivant le tracé de la voirie, le tunnel RDW permet :
  - une réduction des coûts d'investissement et de fonctionnement ;
  - l'élimination des frais d'expropriation ;
  - un accès facile aux usagers.
- Entièrement préfabriqué, du tunnel simple voie à la station, le procédé RDW offre :



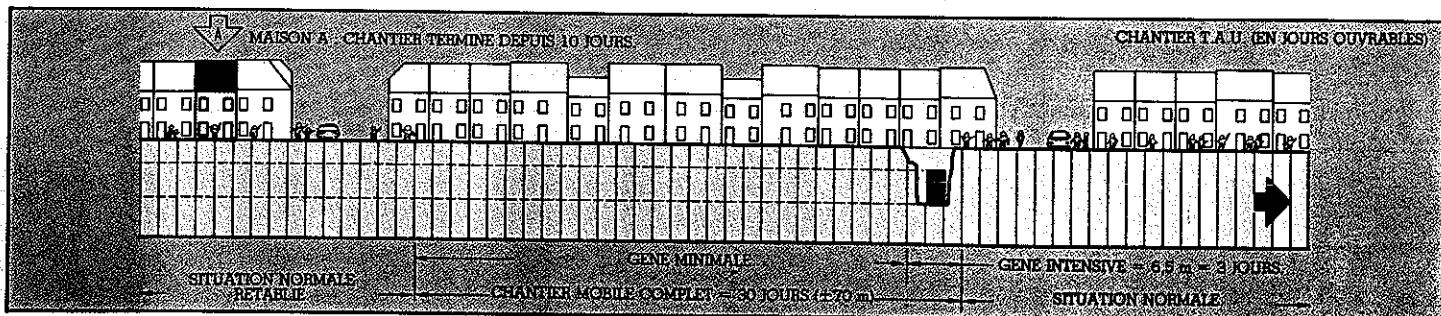
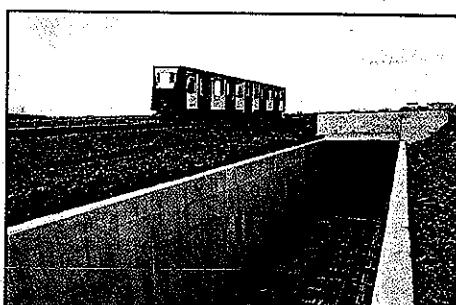
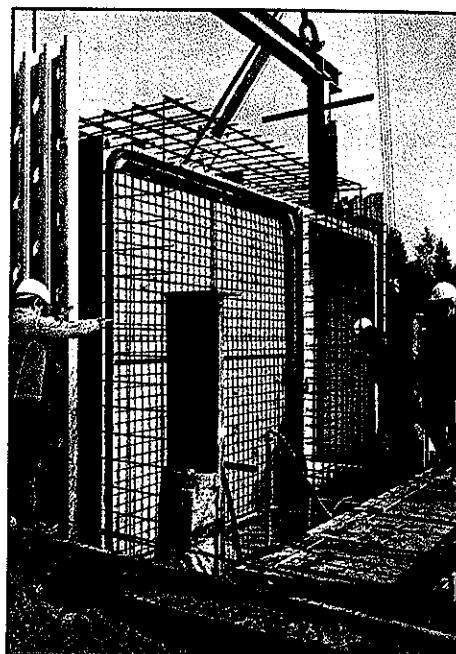
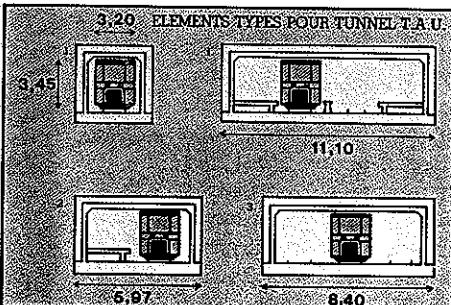
- une réduction des nuisances par la réalisation hors ville de la majeure partie de la construction ;  
 - une réduction des coûts grâce à l'ouverture d'une tranchée à peine plus large que le tunnel fini, permettant, même dans les rues étroites, une implantation n'empiétant ni sur les fondations, ni sur les accès des immeubles riverains.

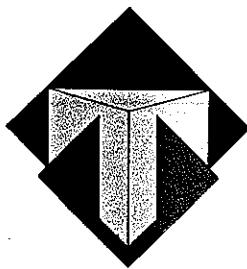
- Le procédé RDW réduit drastiquement l'importance et la durée des perturbations pour les riverains...
  - par tranche de 2,25 m, jour après jour, il ouvre la voirie, y dépose un élément préfabriqué, le bétonne et referme la fouille ;
  - 40 m par 40 m, mois après mois, il progresse dans la rue rétablissant la



- chaussée derrière lui et la rendant à la circulation ;
- à ce même rythme, il conduit son génie civil de gares, de changements de sections, de tournants et de rampes.

1. SIMPLE VOIE.
1. DEUX QUAI LATERAUX OU QUAI CENTRAL LARGE.
2. QUAI LATERAL ETROIT OU DOUBLE VOIE.
3. BRANCHEMENT, QUAI LATERAL LARGE OU QUAI CENTRAL ETROIT.





Le système TAU repose sur un triple postulat : offrir un service de qualité, implanter le système à un coût attrayant, l'insérer sans nuisance dans le tissu urbain existant.

Pour rencontrer cet objectif, l'installation en site propre est indispensable, or :

- au niveau du sol, elle est rarement possible ;
- en viaduc, elle défigure le milieu urbain ;
- en sous-sol, elle demande des travaux importants... et donc coûteux.

Le génie civil représentant habituellement 75 % du montant des investissements, il était logique que les promoteurs du système TAU y attachent une attention toute particulière.

## UNE TECHNIQUE ORIGINALE

Le problème posé par les villes de moyenne importance auxquelles s'adresse le système TAU peut, dans la plupart des cas, être synthétisé de la manière suivante :

- rues étroites bordées d'immeubles anciens ;
- sol instable de toutes natures ;
- niveau de la nappe phréatique proche du sol.

Un concours d'idée a été lancé pour trouver des solutions à ce problème et RDW a relancé le défi.

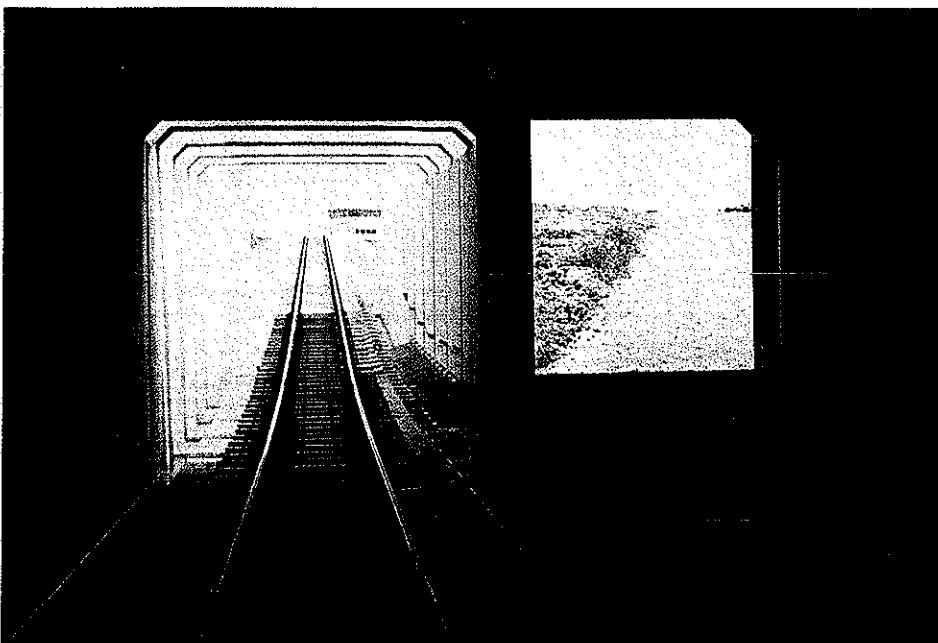
Son procédé a été choisi par le Ministère Belge des Communications parmi les propositions de dix groupes. Un tunnel prototype a été testé dans le cadre des essais du système TAU.

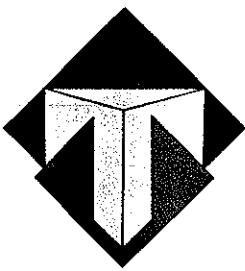
Le procédé proposé par RDW permet de répondre aux principales exigences d'une implantation économique en milieu urbain :

- coût et temps d'exécution minimum ;
- réduction drastique de la perturbation de l'environnement ;
- sécurité d'exécution optimale ;
- aptitude à suivre le tracé des routes existantes limitant de ce fait les expropriations ;
- polyvalence d'application à tous les cas : tunnel simple ou double voie, stations...

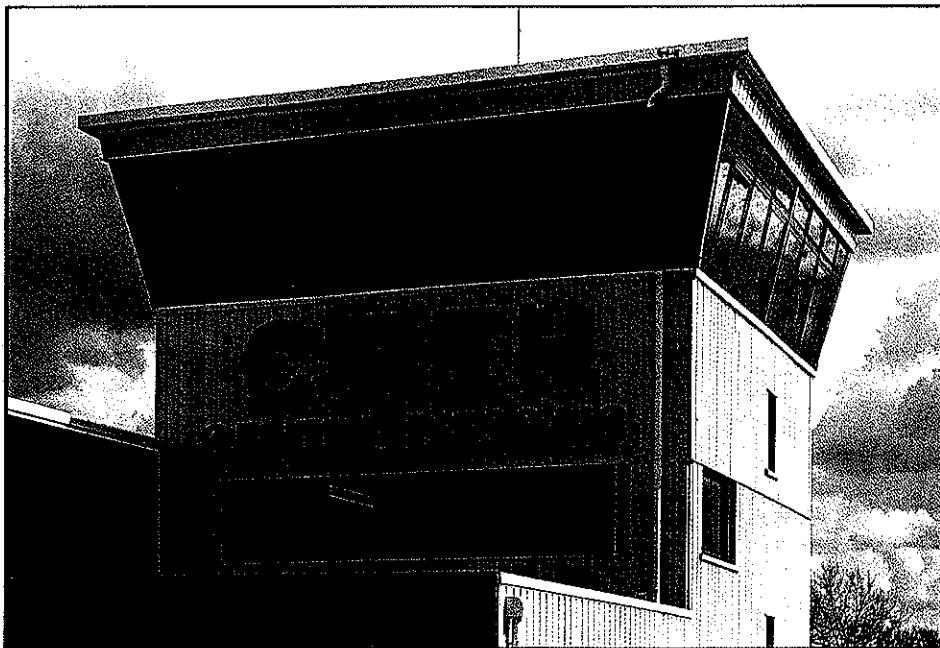
## LE PROCEDE RDW

Ce procédé, spécialement étudié en fonction des caractéristiques intrinsèques du véhicule TAU (petit gabarit — faible rayon de courbure) permet de réduire de 50 % le coût global du génie civil vis-à-vis d'un métro de type classique.





# CRTH UN CENTRE D'ESSAIS POUR UNE EXPERIMENTATION COMPLETE DU SYSTEME T.A.U.



Le système TAU relève d'une recherche complète intégrant plusieurs innovations au niveau de ses sous-ensembles. Il était donc impératif de recourir à une expérimentation complète et à des tests d'endurance et de mise au point des éléments constitutifs du système pour valider les options retenues et en assurer la crédibilité.

Les essais ont débuté en 1982 au Centre d'essais du C.R.T.H. situé à Jumet.

Le circuit, unique en Europe, a été conçu de manière à être représentatif des contraintes et difficultés rencontrées tant lors de l'implantation du système que lors de son exploitation. La plupart des essais et tests ont été conduits sous le contrôle d'un Comité de Sécurité assisté d'experts extérieurs.

A sa mise en service, le TAU aura été un des systèmes de transport urbain qui aura subi la gamme d'essais la plus complète et la plus sévère.

**Circuit** - Voie métrique avec possibilité de voie normale (1435 mm)

- Alimentation du véhicule par triple 3ème rail
- Tension de 950 volts triphasé.

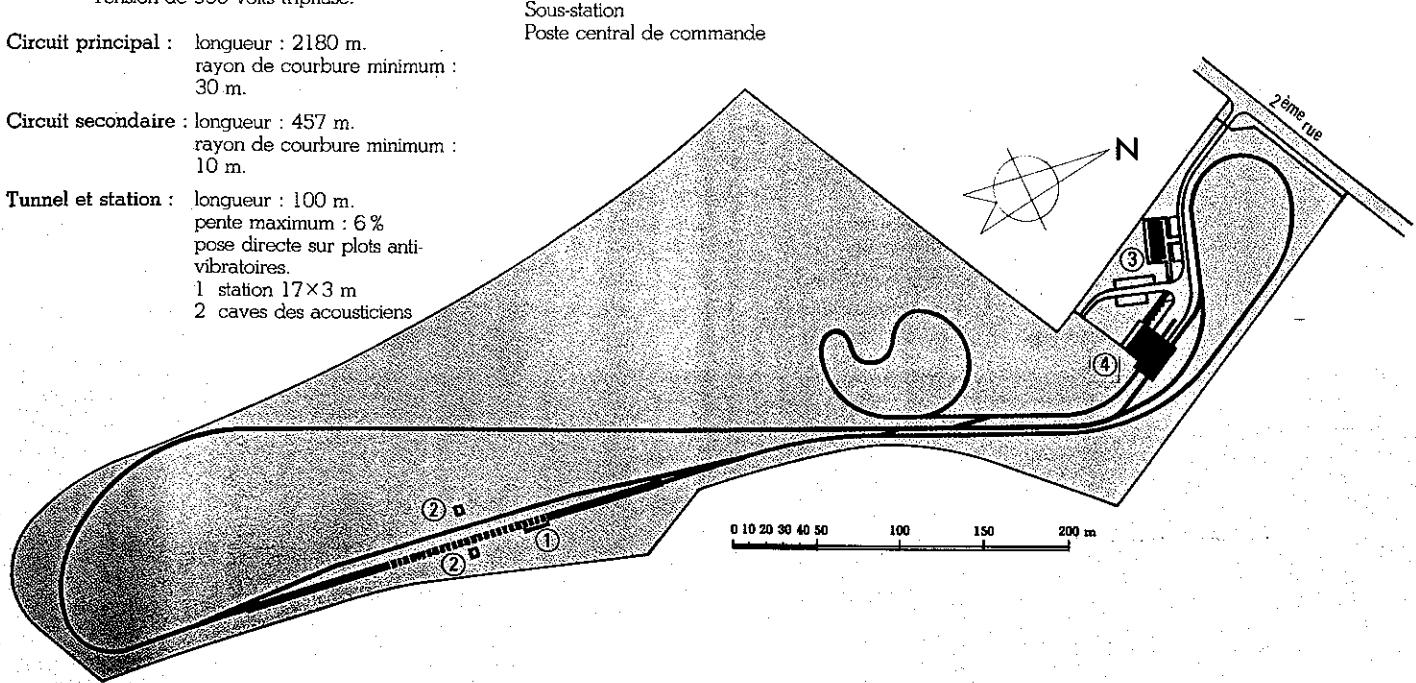
**Circuit principal** : longueur : 2180 m.  
rayon de courbure minimum : 30 m.

**Circuit secondaire** : longueur : 457 m.  
rayon de courbure minimum : 10 m.

**Tunnel et station** : longueur : 100 m.  
penit maximum : 6 %  
pose directe sur plots anti-vibratoires.  
1 station 17×3 m  
2 caves des acousticiens

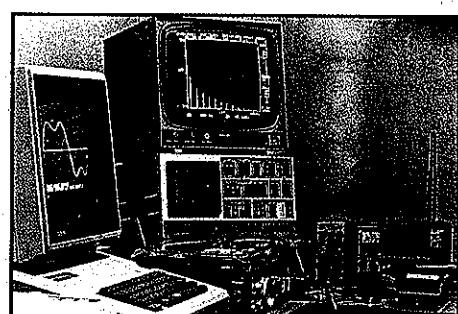
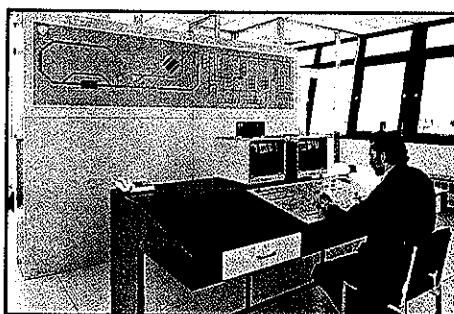
## Bâtiments

- 3 Bureaux CRTH
- 4 Dépôt  
Atelier  
Sous-station  
Poste central de commande





Les essais ont débuté en 1982 avec un premier véhicule laboratoire. Un second véhicule entièrement carrossé et aménagé circule également sur le circuit de 2,5 km de développement. La voie est du type métrique ; les rails et les aiguillages sont semblables à ceux utilisés dans les systèmes conventionnels. Le circuit comprend également un dépôt ainsi qu'un atelier.



Les véhicules TAU étant dotés d'un système de roulement de conception inédite (bogie déformable et moteur de roue), plusieurs milliers de kilomètres ont été couverts sur le circuit secondaire qui présente des courbes et contre-courbes de 10 m de rayon.



Tous les automatismes du TAU, qu'ils soient relatifs au pilotage des véhicules, au contrôle du trafic ou à la commande des équipements de station, ont été largement éprouvés au centre d'essais qui est équipé d'un poste central de commande complet. Toutes les conditions d'exploitation sur réseau réel ont pu être simulées.

Différents types de pose antivibratoire des voies sont étudiés et comparés au centre d'essais de Jumet afin de minimiser le bruit de roulement. Les mesures sont réalisées au moyen d'un équipement spécialisé à partir de caves situées de part et d'autre du tunnel. Elles simulent les caves d'habitations riveraines.

Le TAU est alimenté en triphasé 950 V par des capteurs et des rails d'alimentation triples de conception entièrement neuve. Le circuit de Jumet a permis de vérifier le bon fonctionnement et la stabilité du système, de résoudre les problèmes d'usure et de continuité de captation, de tester différents modes de fixation du troisième rail et d'imaginer une solution qui l'intègre au trottoir d'évacuation.

Un tronçon souterrain de 100 m a été réalisé selon le système breveté R.D.W. Cette technique utilise des éléments de tunnel et de station préfabriqués mis en œuvre suivant un procédé original. Le chantier expérimental a permis de vérifier la validité du système, son encombrement réduit et sa rapidité d'exécution.

Une station prototype souterraine a été complètement aménagée et équipée de portes palières. Sa réalisation a permis de faire une étude des volumes, d'imaginer une organisation fonctionnelle et d'expérimenter de nouveaux parachèvements et de nouvelles solutions qui concernent aussi bien l'information des voyageurs que leur sécurité et leur confort.

