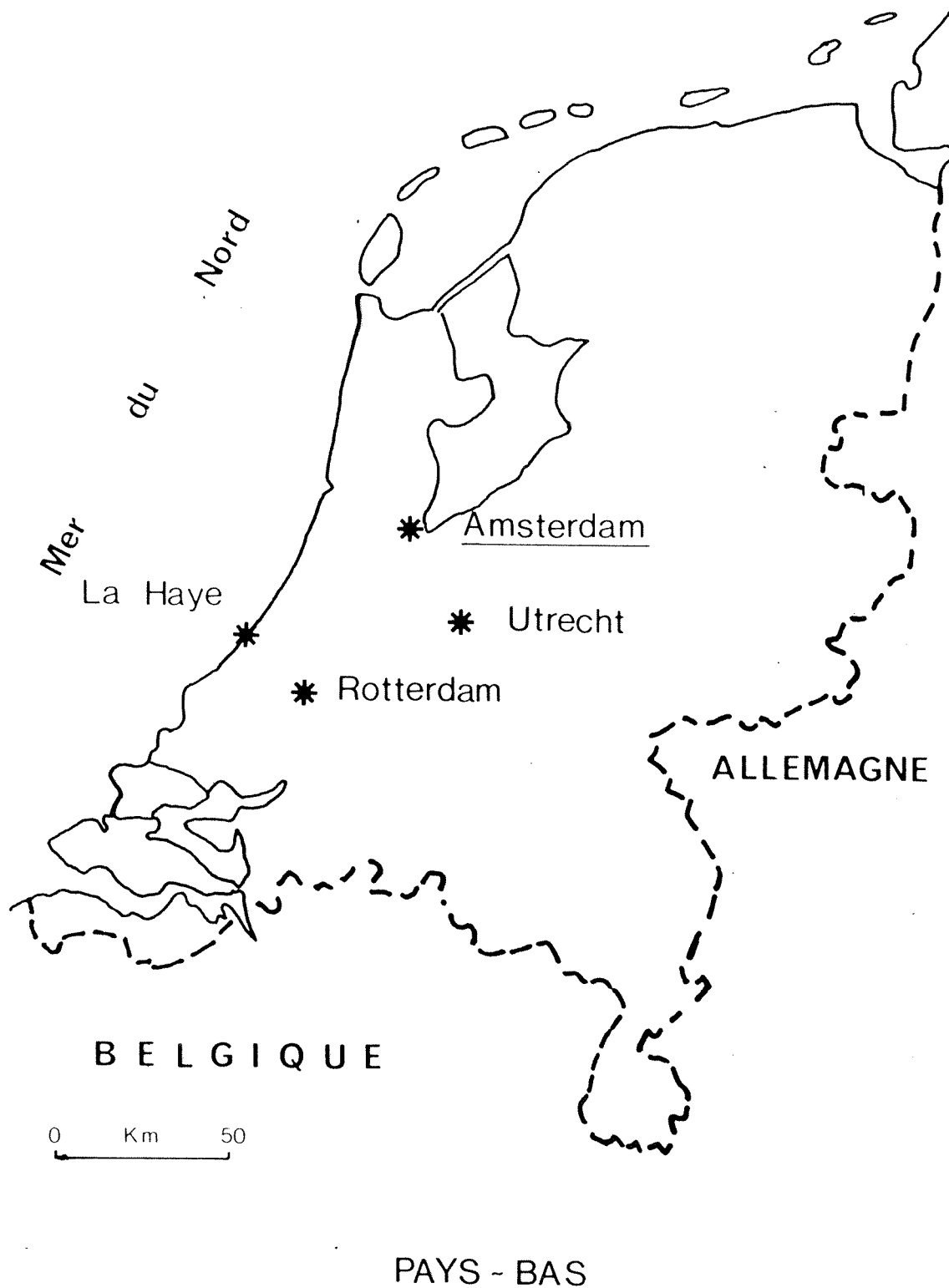


## RESEAUX DE METROS LEGERS





# Le Réseau de UTRECHT





I - ENVIRONNEMENT DU PROJET



## LE METRO LEGER d'UTRECHT

En Décembre 1983 était inaugurée une ligne de 14 km de métro léger reliant le centre d'UTRECHT au centre d'une ville nouvelle NIEUWEGEIN, et un prolongement de 3,9 km vers IJSSELSTEIN était mis en service en 1985.

### I - ENVIRONNEMENT DU PROJET

#### I.1. - La ville d'UTRECHT

La ville d'UTRECHT, capitale de la province d'UTRECHT, compte 250.000 habitants sur 57 km<sup>2</sup>. Située au noeud de communications importantes, elle est le siège de nombreuses administrations et entreprises nationales. Le secteur tertiaire y prédomine et elle a une vocation de foire très ancienne. La ville s'étend du Nord au Sud sur environ 8 km et 3 km d'Est en Ouest, et sa population en fait la 4ème ville du pays.

La sphère d'influence englobe 500.000 habitants et intéresse un territoire en grande partie urbanisé. Cette agglomération fait partie du "Ranstadt" (anneau urbain) dont la densité atteint 850 habitants au km<sup>2</sup> contre 415 habitants au km<sup>2</sup> en moyenne nationale, et 97 habitants au km<sup>2</sup> pour la France (Réf. 1).

#### I.2. - La ville de NIEUWEGEIN

NIEUWEGEIN s'est développée autour de 2 villages JUTPHAAS et VREESWIJK à l'Est de l'autoroute Nord-Sud A2 jumelées en 1970 pour donner naissance à la ville de NIEUWEGEIN. IJSSELSTEIN, autre commune située à l'ouest de l'autoroute A2, près de NIEUWEGEIN a de nombreux résidents travaillant à UTRECHT.

En 1983, la population de NIEUWEGEIN était de 53.500 habitants ; elle devrait augmenter et passer à 60.000 habitants en 1990.

.../

### I.3. - Organisation générale des transports publics à UTRECHT

#### I.3.1. - Les transports publics d'UTRECHT

Les transports urbains sont assurés par une entreprise municipale de transport, proche de la régie municipale, le déficit étant pris en charge par l'Etat et non par la Commune.

Le transport public régional est très important avec 35 lignes vicinales d'autobus qui ont leur origine à UTRECHT et assurent une part non négligeable du transport urbain.

Le réseau urbain du G.V.U. ( GEMEENTELIJK VERVOERBEDRIJF UTRECHT) dessert l'agglomération avec 18 lignes (Réf. 2).

De larges enquêtes périodiques auprès des usagers ont montré la nécessité de diamétraliser les lignes, de créer une ligne de ceinture et une gare centrale des autobus intégrée dans le complexe d'échange de la gare. 36000 voyageurs arrivent à la gare chaque jour en train, 15.000 par les autobus régionaux, et 27.000 par les autobus urbains, ce qui donne un passage de près de 80.000 personnes par jour.

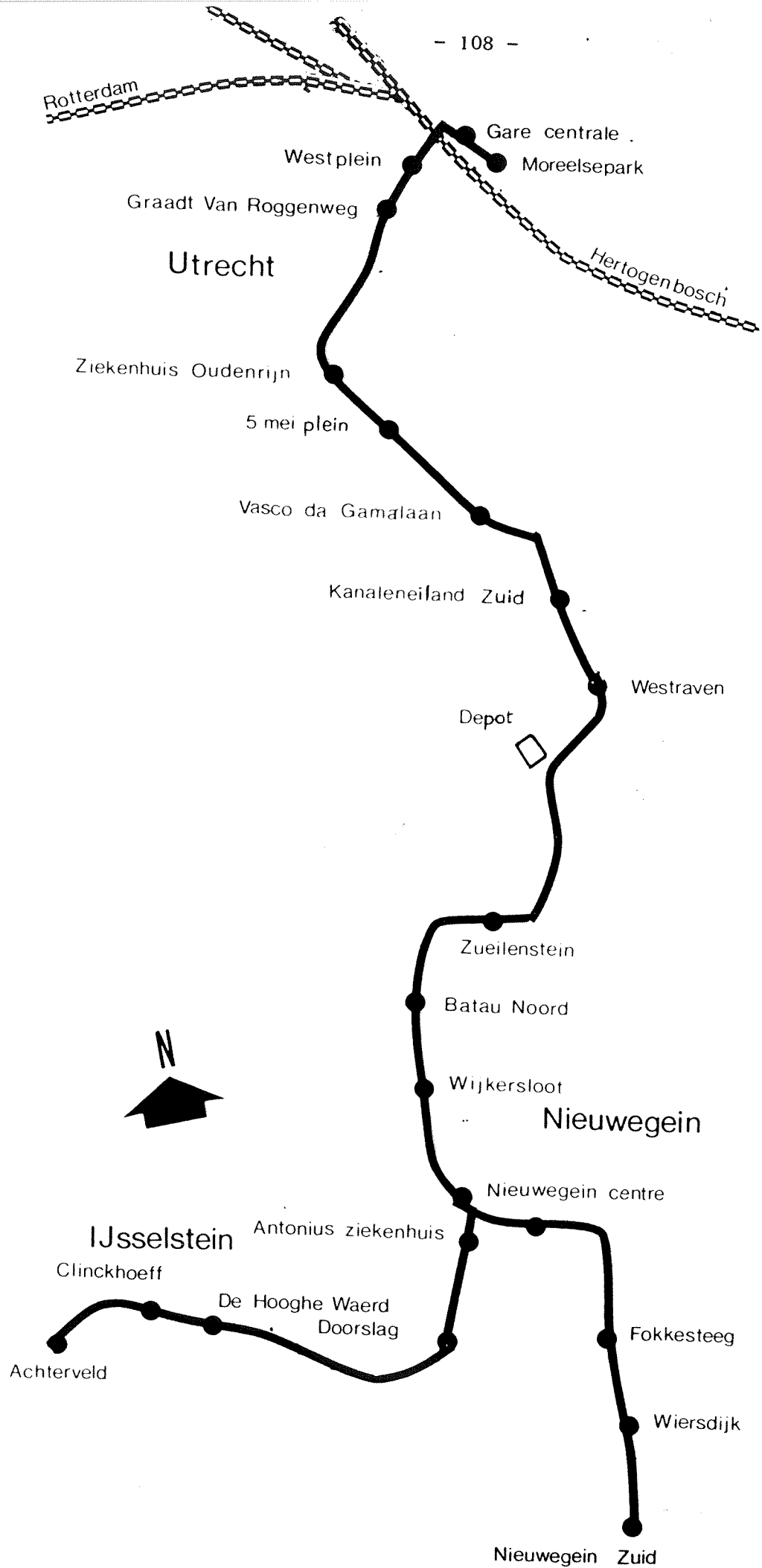
#### I.3.2. - La desserte des quartiers nouveaux

Trois principes ont guidé le G.V.U. dans la conception de la desserte des nouveaux quartiers :

- assurer une présence du réseau dès l'installation des premiers habitants ;
- la distance moyenne à parcourir pour trouver un arrêt ne doit pas excéder 300 mètres ;
- la ligne ne doit faire aucun détour, ni boucle, à l'intérieur d'un quartier.

On a admis l'effet structurant d'une ligne de transport collectif, que ce soit une ligne d'autobus ou une ligne de métro léger.





#### I.4. - Choix du système de transport

Au début des années 1970, la ville d'UTRECHT souhaitait une ligne de chemin de fer, et la NEDERLANDSE SPOORWEGEN (N.S.), Compagnie des Chemins de Fer Hollandais, essayait, où c'était possible, de l'étendre : on aurait pu construire une antenne Sud-Ouest de la ligne principale Nord-Sud UTRECHT-HERTOGENBOSCH-EINDHOVEN, mais son financement ne fut pas décidé.

En 1973, le Ministère des Transports demanda une étude entre les 3 solutions concevables (Réf. 3) :

- une ligne ferroviaire se débranchant d'une ligne principale pour pénétrer dans la ville nouvelle ;
- une ligne de tramways en site propre au niveau du sol ;
- une ligne d'autobus en site propre au niveau du sol.

Du point de vue des coûts d'investissement et d'exploitation, la solution "tramways" se trouvait au-dessous de la solution "chemin de fer", mais largement au-dessus de la solution "autobus".

Du point de vue qualité de service, capacité, durée du trajet, adaptabilité aux besoins, la solution "tramways" était largement supérieure à la solution "autobus".

Ainsi, les responsables ont retenu la solution du "tramway express" (SNELTRAM) jugeant que la qualité de service offert par le tramway rapide serait suffisante pour concurrencer le transport individuel.

Une extension de la ligne vers l'Est d'UTRECHT où se trouve un complexe universitaire UITHOF et la ville de ZEIST (10 km) fut proposée mais non retenue.

La ligne retenue en 1974 avait un linéaire de 17,5 km avec 22 stations, situé en site propre, sauf aux abords de la gare d'UTRECHT : cette ligne part de la gare d'UTRECHT vers le Sud de NIEUWEGEIN Centrum (JUTPHAAS), puis, après un branchement vers le Sud-Est, jusqu'à NIEUWEGEIN ZUID (VREESWIJK) et vers l'Ouest jusqu'à IJSSELSTEIN. (1)

L'estimation de trafic pour 1981 était de 23.000 voyageurs par jour ouvrable, ce qui correspond à environ 2.000 voyageurs à l'heure de pointe dans le sens le plus chargé (Réf. 4).

(1) En 1983 il était décidé de prolonger cette branche de 400m.

### I.5. - Le financement du projet

La contribution de l'Etat a été de 100% du montant des travaux d'infrastructures.

Le coût total du projet a été de 300 millions de florins: 240 mil. pour l'infrastructure et 60 mil. pour le matériel roulant (montant des dépenses entre 1976 et 1985).

Un garant devait être trouvé pour ce projet. La ville d'UTRECHT ayant sa propre compagnie municipale de bus qui n'était pas intéressée par l'exploitation d'un métro léger, deux compagnies régionales, une rayonnant vers le Sud-Ouest (WEST NEDERLAND), l'autre rayonnant vers le Nord-Est (CENTRAAL NEDERLAND) filiales toutes deux des chemins de fer N.S., on décida que la N.S. serait l'exploitant officiel et le constructeur du système et qu'elle sous-traiterait l'exploitation à la compagnie de bus WESTNEDERLAND. La route et le rail perdant de l'argent aux Pays-Bas, les garanties du gouvernement étaient plus importantes pour le chemin de fer, donc plus favorables au financement de l'opération.

### I.6. - Les études

Les règlements concernant le tramway aux Pays-Bas étant en cours d'établissement, la N.S. a dû s'inspirer des règles de la BOSTRAB (règlements de la R.F.A. concernant la construction et l'exploitation des tramways et métros).

Le gouvernement central espérait que le projet d'UTRECHT conduirait au développement d'un véhicule "express" normalisé de métro léger qui conviendrait au remplacement de véhicules dans d'autres réseaux du pays ; la Haye, etc.... Ce véhicule pourrait aussi être le prototype d'autres réseaux de métro léger.

La N.S. pensait d'abord utiliser les plans du tramway articulé standard STADTBAHN B en service à COLOGNE, BONN, MULHEIM, ESSEN.... pour voie normale et demanda à DÜWAG une étude de faisabilité. Après avoir proposé un appel d'offres ouvert, le constructeur retenu début 1979 fut la S.I.G. (SCHWEIZERISCHE INDUSTRIE GESELLSCHAFT) avec des sous-traitants pour les équipements électriques HOLEC, pour les moteurs de traction BROWN BOVERI (B.B.C.). Pour la pose de la voie, une des 3 entreprises nationales fut retenue. La N.S. passa commande des installations électriques, des sous stations, de la signalisation et télécommunications à une société filiale "Electrorail".



## II - CARACTERISTIQUES D'EXPLOITATION



## II - CARACTERISTIQUES D'EXPLOITATION

### II.1. - L'exploitant

L'exploitant désigné est la WEST NEDERLAND compagnie générale d'autobus (1.100 chauffeurs env.). Le réseau d'autobus UTRECHT-NIEUWEGEIN est largement réorganisé, avec la suppression des lignes directes principales, le dépôt d'autobus sert également à la maintenance des voitures du Métro Léger. Les conducteurs de tramways sont des chauffeurs d'autobus qui passent en roulement des autobus aux tramways, et vice et versa : une des premières demandes lors de l'élaboration du projet a été d'avoir dans les cabines de conduite des pédales de commande : pour l'accélération, le freinage et l'homme mort.

### II.2. - Le mode d'exploitation

Un seul agent est prévu à bord, la vente des billets par l'agent de conduite est possible mais réduite au minimum par dissuasion tarifaire, et des composteurs sont prévus au niveau de chacune des portes.

Pour exploiter le métro léger, <sup>(1)</sup> il est nécessaire d'avoir 44 conducteurs sur un groupe de 88 chauffeurs sélectionnés et formés à l'exploitation alternative 2 à 3 semaines sur tramways, suivies de 2 à 3 semaines sur autobus. Les chauffeurs ont les conditions normales de travail de la WESTNEDERLAND, à savoir 5 jours par semaine de 40 heures sur 7 jours. En dehors des heures de pointe, les conducteurs effectuent le nettoyage intérieur des rames de la même façon qu'ils le font pour les autobus (Réf. 3).

A l'heure de pointe, il est nécessaire d'avoir 24 voitures exploitées en rames de 2 voitures, avec un intervalle de 5 à 6 minutes sur le tronçon commun UTRECHT-NIEUWEGEIN CENTRUM, et 10 à 12 minutes sur les deux branches NIEUWEGEIN ZUID et DOORSLAG.

Aux heures creuses, après 20 heures, l'intervalle passe à 10 minutes, après 22 H 45 et jusqu'à 0 H 30 l'intervalle passe à 15 minutes. La durée journalière d'exploitation est de 19 heures. La N.S. prévoit d'acheter d'autres voitures en vue de l'exploitation du tronçon supplémentaire de 3,9 km entre DOORSLAG et ACHTERVELD (IJSSSELSTEIN), mais pas dans l'avenir immédiat.

(1) Sneltram: tramway "express" ou "rapide".

# NATIONALE STRIPPEN KAART

043592

f 55

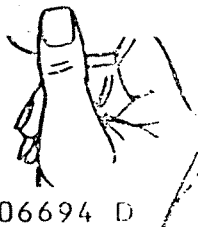
182.061

Voorstads- en streekvervoer.  
Geldig door heel Nederland.

5122 12WO 1715 2034

5122 12WO 1715 2034

5122 12WO 1715 2034



8524 A 806694 D

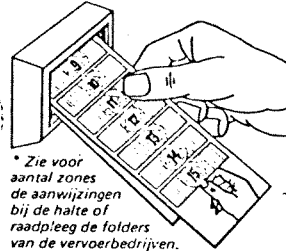
## HOE DEZE KAART TE GEBRUIKEN ?

### 1. Stempelen bij bestuurder.

Verzoeken kaart openge-  
vouwen aan bestuurder te  
geven en aantal te reizen  
zones\* te noemen.

### 2. Stempelen in automaat.

- Tel van boven naar beneden  
voor elke zone\* één strip en  
vouw vervolgens kaart om.
- Steek gevouwen kaart in  
richting van pijl in stempel-  
automaat. Het stempel maakt  
ook strippen met een lager  
nummer geldig.
- Bij elke volgende reis  
begint u te tellen bij eerst-  
volgende ongestempelde  
strip.



\* Zie voor  
aantal zones  
de aanwijzingen  
bij de halte of  
raadpleeg de folders  
van de vervoerbedrijven.

### Tarief.

Per reis altijd één strip meer (basis-  
tarief) nodig dan het aantal zones.

Geldigheidsduur vanaf stempeltijd.

1 t/m 3 zones	1 uur
4 t/m 6 zones	1½ uur
7 t/m 9 zones	2 uur
10 t/m 15 zones	3 uur
16 en meer zones	3½ uur

Overstappen is toegestaan.

Komt u strippen te kort?

Stempel eerst laatste strip van  
gebruikte kaart en tel door op  
nieuwe kaart. Dit mag ook een 6-  
of 10-strippenkaart zijn.

Meer personen op één kaart?

Dat kan. Eerst voor één persoon  
stempelen, vervolgens weer zones  
aftellen enz.

Gereduceerd gebruik.

Twee reizigers, die beiden recht  
hebben op reductietarief (kinderen  
4 t/m 9 jaar en houders PAS 65 die  
deze pas kunnen tonen), kunnen  
samen voor het volle tarief reizen.

Waar is de kaart geldig?

- In bus, tram en metro in het  
stads- en streekvervoer in heel  
Nederland.
- In trein (2e klas) binnen het  
stadsvervoer gebied van Amsterdam,  
Rotterdam, Den Haag, Utrecht en  
Zoetermeer mits gestempeld in het  
desbetreffende gebied.

- Deze kaart bij controle overhandigen.
- Alléén onbeschadigde kaarten zijn geldig.
- Voor het vervoer gelden de bedrijfsvoor-  
waarden.
- Voor informatie en eventuele klachten:  
Postbus 55, 2501 CB Den Haag.
- Alléén geldig met prijloepdruk. Er wordt  
geen restitutie verleend.

Wijzigingen in bovenstaande ge-  
bruiksvoorwaarden voorbehouden.

Nadruk verboden

1982 - Z.

UNE CARTE A TICKETS :  
ELLE PERMET DE TRAVER-  
SER 14 ZONES , LA DU-  
REE DE VALIDITE ETANT  
DE 3 HEURES



### II.3. - Capacité

Actuellement, sur le tronc commun, le système est exploité avec des fréquences de 5-6 minutes, avec des rames de deux voitures, soit une capacité théorique de 5.800 passagers/heure et par sens. Cette capacité pourrait être portée à 11.600 passagers/heure/sens, mais il faudrait agrandir le parc, le système pouvant être exploité avec des rames de 4 voitures, chaque voiture ayant un attelage automatique. A l'heure actuelle les quais ne peuvent recevoir que des rames de 2 voitures (65 m).

### II.4. - Vitesse commerciale

La vitesse maximale est de 80 km/h ; dans les grandes interstations les carrefours à niveau sont protégés par des barrières de type chemin de fer. La vitesse commerciale atteint 29 km/h pour des interstations moyenne de 800m, d'où la dénomination de "SNELTRAM" (Réf. 6).

### II.5. - Passagers transportés

Le nombre de passagers transportés a été de 21.000 par jour en moyenne en 1984: 15.000 en trafic interurbain, 6.000 localement à UTRECHT et NIEUWEGEIN. L'augmentation de trafic dans la région de NIEUWEGEIN se situe entre 10 et 18% à la fin de l'année 1984. Le nombre de passagers maximum a été relevé à la gare d'UTRECHT avec 2.176 passagers à l'heure de pointe, entre 8 heures et 9 heures en Janvier 1984.

### II.6. - Tarifification

Depuis le 1er Octobre 1980 il existe une intégration tarifaire (Réf. 1) complète s'appliquant à l'ensemble des transports collectifs régionaux, urbains et locaux des Pays-Bas.

Le territoire est découpé en zones : chaque zone numérotée correspond à une section de 4 kilomètres environ pour les déplacements interurbains ; les réseaux urbains des villes ne comportent en général qu'une zone, à l'exception des réseaux des grandes villes.

Il existe deux catégories de titre de transport :

- la carte à tickets,
- les abonnements.

Par exemple, soit une "carte à tickets" comportant 15 tickets : elle permet de traverser 14 zones (1 ticket de base + 14 tickets de zones) ; la durée de validité de la carte dans ce cas est de 3 heures, ce qui ramène le prix du ticket horaire (aller-retour) à :

$$\frac{8,05 \text{ florins}}{3} \times 2,8 = 7,51 \text{ francs} \quad (1)$$

Les abonnements valables une semaine, un mois ou une année sont vendus soit à plein tarif, soit avec une réduction de 50% pour les personnes de moins de 18 ans, ou plus de 65 ans.

La vente des titres de transport se fait auprès des dépositaires, dans les gares et bureaux de poste.

On trouve des distributeurs de tickets sur les quais des stations de terminus et des stations les plus fréquentées telles que CENTRAAL STATION, NIEUWEGEIN CENTRUM, WIJKERSLOOT, BATAU-NOORD.

(1) 8,05 florins est le dernier tarif 1985  
7,55 " " le tarif précédent.

### III - CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU SYSTEME



### III - LES CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU SYSTEME

#### III.1. - Les véhicules

##### a) La caisse

Le véhicule bi-directionnel se présente sous la forme de deux caisses articulées sur trois bogies (2 bogies monomoteurs à chaque extrémité; et un bogie porteur médian disposé sous l'articulation). La caisse est de construction autoportante légère en acier soudé.

##### Accès et portes

L'accès se fait sans marchepied (le plancher est à + 92 cm au-dessus du rail) pour quais élevés.

Les portes sont pivotantes à deux battants avec commande électro-pneumatique par poussoir individuel : la sécurité est obtenue par une cellule photo-électrique au droit de chaque porte.

##### Chauffage

Le chauffage est fourni par l'énergie électrique dissipée dans les résistances durant la phase de démarrage ou de freinage. Deux radiateurs de chauffage complémentaires de 8 Kw sont prévus lorsqu'on doit chauffer la voiture à l'arrêt (au terminus ou sur le parking du dépôt en hiver entre 0 H 30 et 5 H 30).

##### b) Les équipements

##### Installation électrique

La tension 24 volts en courant continu est utilisée pour l'alimentation de bord et les 6 freins électromagnétiques.

La tension 380 volts en courant alternatif est utilisée pour tous les services auxiliaires.

.../

### Traction

Les bogies sont à ressorts hélicoïdaux primaires et pneumatiques secondaires, du type utilisés sur les véhicules de Métro Léger de TORONTO. En effet, la S.I.G. a vendu sa technologie à l'UTDC (Canada) qui l'a appliquée au matériel de Toronto et San José (Réf. 7 - 8).

Les bogies monomoteurs sont entraînés par engrenages Thyssen-Henschel à arbre hypoïde creux et accouplement BBC. Les moteurs sont de type BBC 4 DLO 2057 développant une puissance de 228 Kw sous une tension de 750 V courant continu et une intensité de 330 A. Les roues sont élastiques de type R Klöckner.

### Freinage

Le freinage est électrodynamique de 80 à 10 km/h ; au-dessous, le freinage se fait par frein à disque pneumo-mécanique à ressorts d'accumulations auquel s'ajoute le frein électromagnétique sur rail et le sablage pour le freinage d'urgence.

Il y a des dispositifs automatiques anti-patinage et anti-enrayage.

### Installation pneumatique

L'alimentation en air comprimé se fait à partir d'un compresseur Knorr sous 10 bars pour les freins, les portes, le pantographe, la suspension secondaire.....

### Attelage automatique

L'attelage B.S.I. (BERGISCHE STAHL INDUSTRIE-REMSCHIED) est conçu pour pouvoir relier 72 contacts de contrôle. Il est possible d'atteler automatiquement 4 voitures pour former une rame, ce qui facilite les manoeuvres sur le parking du dépôt et accroît la capacité.

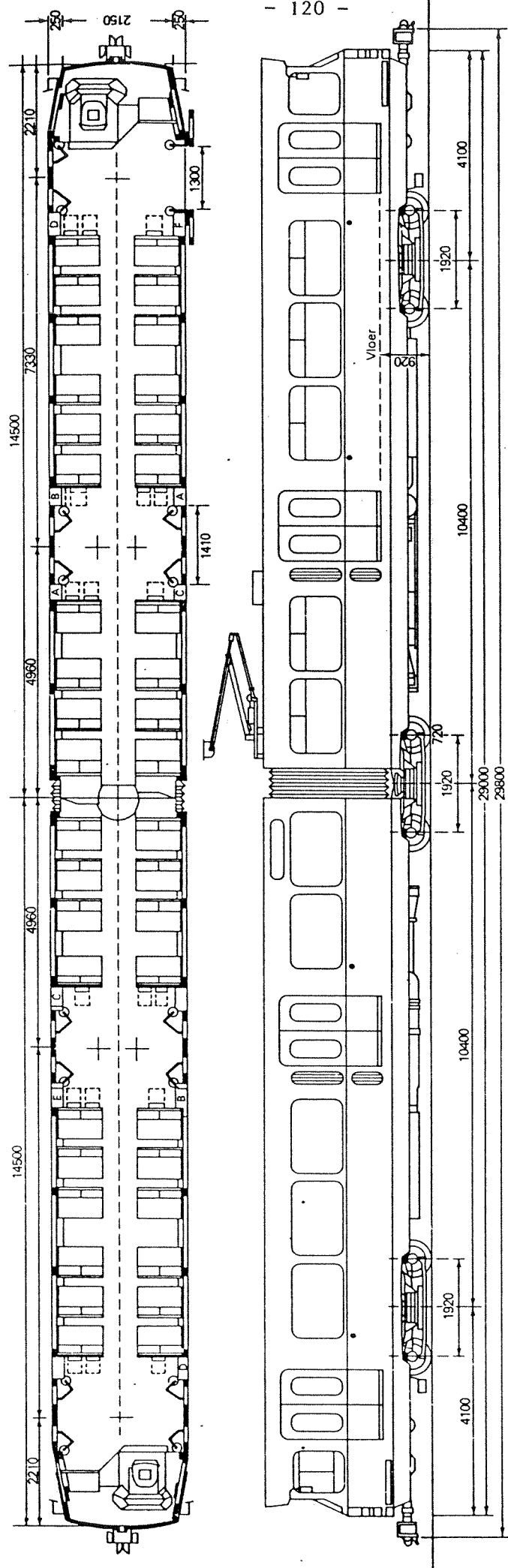
.../



(Doc. N.S.)

La motrice articulée bidirectionnelle du Réseau d'UTRECHT.

---



(Doc. SIG )

MOTRICE ARTICULEE A DEUX DIRECTIONS DU METRO LEGER DE UTRECHT .

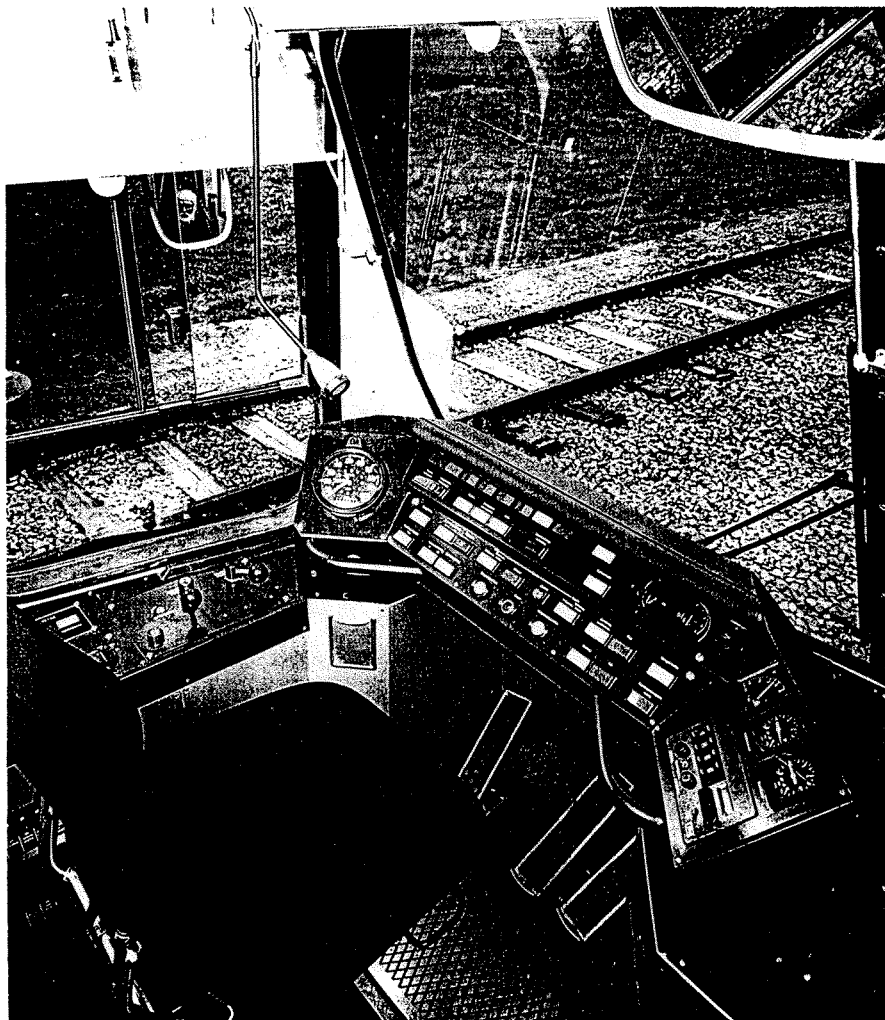




INTERIEUR DU VEHICULE

( Doc. NS / SIG )

- ON REMARQUE LA BONNE VISIBILITE DEPUIS LE POSTE DE CONDUITE MEME AU DELA DE L'ARTICULATION.
- DE PART ET D'AUTRE DES BAIES VITREES ON TROUVE UN BOUTON POUSSOIR EN VUE DE L' APPEL D'ARRET EN STATION .
- AU DROIT DE CHAQUE PORTE ON TROUVE DES OBLITERATEURS ,



( Doc. N.S )

UNE DES DEUX CABINES DU VEHICULE : ON REMARQUE LES PEDALES  
DE COMMANDE SOUHAITEES A L' ORIGINE PAR LES CHAUFFEURS DE LA  
WESTNEDERLAND .

Les principales caractéristiques du véhicule sont : (Réf. 7 - 8)

- Longueur totale d'une voiture articulée :	29,80m
- Longueur d'une rame de 4 voitures :	119,20 m
- Largeur de la caisse :	2,65 m
- Disposition des essieux :	B - 2 - B
- Masse à vide :	37,5 tonnes
- Nombre de places assises :	80 + 18 strapontins
- Nombre de places debout $6/m^2$ :	160
- Capacité totale :	240
- Vitesse maximale :	80 km/heure
- Accélération maximale :	$1 \text{ m/s}^2$
- Décélération maximale (à pleine charge) :	$1,5 \text{ m/s}^2$ (frein de service, rhéostatique)
	$1,0 \text{ m/s}^2$ (frein à disque, pneumatique)
	$3,13 \text{ m/s}^2$ (frein d'urgence : rhéostatique + disque + patin magnétique et sablage)

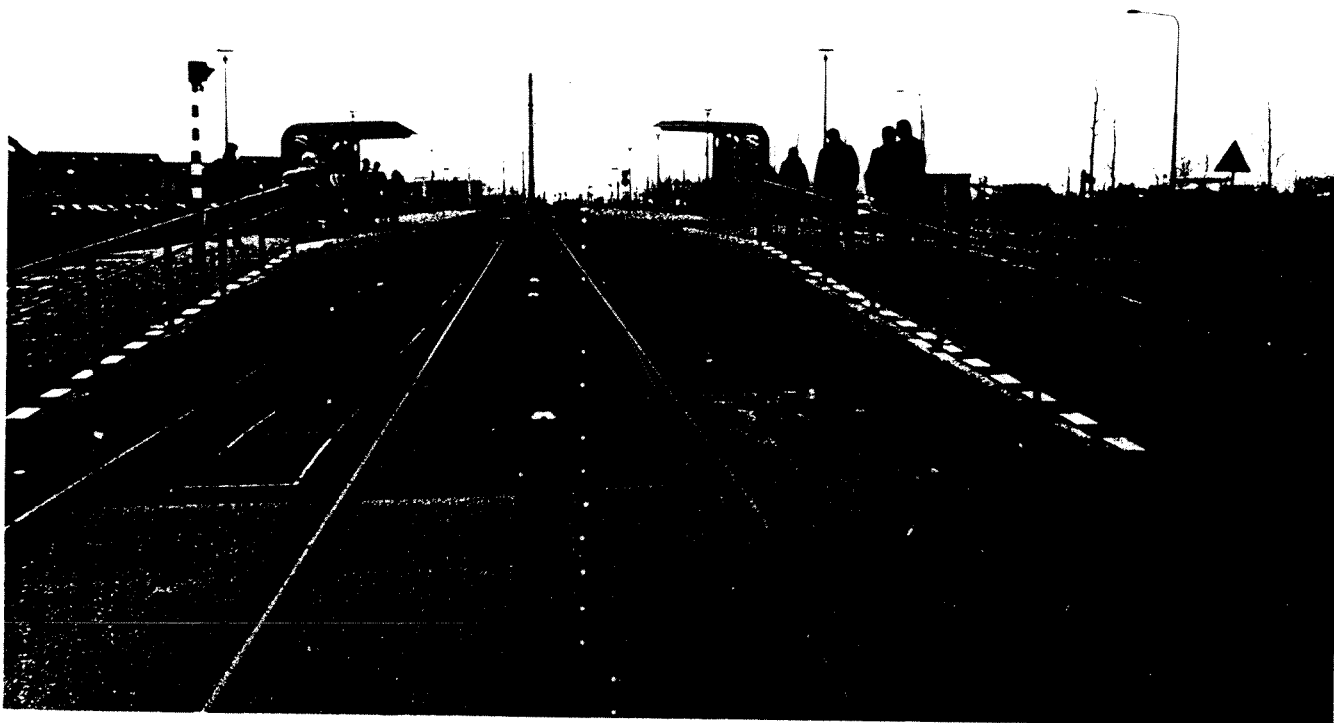
En pratique, un véhicule transportant une charge maximum circulant à la vitesse de 80 km/h s'arrête sur une distance de 90 mètres.

Rayon de courbure minimum : 35 m (vide)  
45 m (charge)  
70 m (en ligne)

Coût du matériel roulant : Le coût du véhicule décrit ci-dessus a été de 1.860.000 florins, valeur 1983, soit 5.200.000 francs (Réf. 10).

Le parc comprend actuellement 27 véhicules.

.../



UNE STATION DE LA LIGNE : ON REMARQUE LES RAMPES D'ACCES AUX QUAIS, L'IMPLANTATION DES SUPPORTS DE LA CATENAIRE ET LA PROTECTION DES RAILS VIGNOLE AU DROIT DU CARREFOUR



AMENAGEMENT DU QUAÏ POUR L'ACCES DES HANDICAPES AU VEHICULE EN FACE DE LA PREMIERE PORTE SOUS LE CONTROLE DU CONDUCTEUR ( 14 cm DE DENIVELE )

### III.2. - Les stations

Les 20 arrêts sur chacune des voies comportent un quai de 65m de longueur pouvant recevoir des rames de 2 voitures (Réf. 5). Ces arrêts possèdent un abri et les quais de 65m de long sont revêtus de dalles 30 x 30 ; le niveau du quai se situe à + 78 cm au-dessus du rail. Les quais, accessibles aux handicapés, comportent une rampe ; le niveau du plancher du tramway est de + 92 cm au-dessus du rail (soit 14 cm d'écart dont 10 cm pour les tolérances générales, et 4 cm pour l'ouverture des portes). On a donc ajouté au droit de la première porte près de la cabine du conducteur une déclivité sur le quai pour l'accès autonome des handicapés.

Il n'y a pas de contrôle des quais et de fermeture des portes du véhicule par caméra par exemple.

Ces stations sont d'un aspect sobre, mais comportent le mobilier classique : banc, plan, horloge, corbeille à papier, lampadaires, signalétique.... distributeurs de titres (sur les stations ayant un trafic supérieur à 1.500 voyageurs par jour).

### III.3. - La voie

#### a) La pose

L'écartement de la voie est normal, soit 1.435 mm. La N.S. a adopté cet écartement qui est normalement utilisé pour les chemins de fer et les tramways.

Le rail choisi est le plus léger des rails standards 46 kg/m à la norme NP 46.

Les traverses utilisées sont des traverses standards en béton de la N.S. ou des traverses en bois pour les courbes, posées sur ballast. On utilise le rail à gorge uniquement dans les traversées de carrefours et dans le centre d'UTRECHT près de la gare centrale où la voie de métro léger est partagée avec les bus (120 ml environ).

.../

La pente maximum est de 4% et le rayon minimum en ligne est de 70m : les rayons du tracé d'une ligne de chemin de fer n'auraient pas permis de construire une ligne dans le terre-plein central d'infrastructures routières tel que réalisé entre UTRECHT et NIEUWEGEIN.

L'alimentation en énergie électrique en 750 volts continu se fait à partir de 6 sous-stations ; ce petit nombre, dû au manque de sites convenables, a entraîné un système aérien assez lourd pour éviter les chutes de tension ; la caténaire a une section de  $150 \text{ mm}^2$  et 2 paires de conducteurs de section  $100 \text{ mm}^2$  chacun. L'installation des câbles aériens a entraîné la pose de gros poteaux implantés en général entre les 2 voies sur des semelles importantes (faible portance du sol).

#### b) Les sites

La réalisation récente du métro léger d'UTRECHT lui donne l'avantage d'utiliser une voie neuve sur une plateforme en général séparée des infrastructures routières qui se situent latéralement aux voies du métro : le réseau est constitué de deux voies parallèles.

On trouve sur cette ligne de métro léger deux types de sites :

- le site séparé qui représente plus de 95% du linéaire,
- le site banalisé.

1. La voie en site séparé ou réservé se trouve sur une plateforme située soit dans le terre-plein central d'un large boulevard, soit le long d'une voirie : les voies du métro léger sont séparées de la circulation automobile par des bordures et un terre-plein de largeur variable, en général planté. La voie étant posée sur des traverses et ballast, elle n'est donc pas accessible à d'autres véhicules. Le long du parc urbain, les voies sont protégées par une clôture garde-corps située d'un seul côté de la plateforme. Au niveau des passages pour piétons, on a posé des chicanes guidant les piétons en Z pour les obliger à regarder dans la direction des voies, au droit de la traversée des voies des plaques de béton préfabriquées assurent le passage au-dessus du ballast, ainsi la continuité des rails Vignole est maintenue.



DETAIL DE LA VOIE



LA MOTRICE DE NIEUWEGEIN : ON REMARQUE LA BOUCLE DU SYSTEME VETAG EN SORTIE DE CARREFOUR



UN PASSAGE POUR CYCLISTES AU DROIT D'UN CARREFOUR : ON REMARQUE LES PLAQUES PREFABRIQUEES EN BETON QUI ASSURENT LE PASSAGE POUR PIETONS, CYCLISTES ET AUTOMOBILISTES CE QUI PERMET D'ASSURER LA CONTINUITE DES RAILS VIGNOLE



LA VOIE NOUVELLE SUR BALLAST EN SITE SEPRE LE LONG DE L'AVENUE RELIANT NIEUWEGEIN A UTRECHT



2. La voie en site banalisé est utilisée à la fois par le métro léger et des véhicules particuliers ou des bus. Dans le cas du métro léger d'UTRECHT, il y a un très court linéaire de site banalisé utilisé par des couloirs bus à proximité de la gare centrale. En ce qui concerne les croisements routiers, ils sont tous à niveau mais protégés par la signalisation verticale par feux tricolores et même , à certains endroits où l'interstation est longue, on a posé des barrières de type chemin de fer (près du canal d'Amsterdam par exemple).

Les passages piétons sont protégés par des feux dans les carrefours au lieu des chicanes ailleurs mais on a aussi construit des passerelles à proximité d'habitations et de station du métro léger.

En conclusion, la longueur totale du réseau de métro léger fera, à la fin de l'année 1985, 17,9 km (voie double) qui se décompose en un tronçon commun UTRECHT-NIEUWEGEIN 10,4 km

NIEUWEGEIN-NIEUWEGEIN ZUID 2,9 km

NIEUWEGEIN-ACHTERVELD 4,6 km

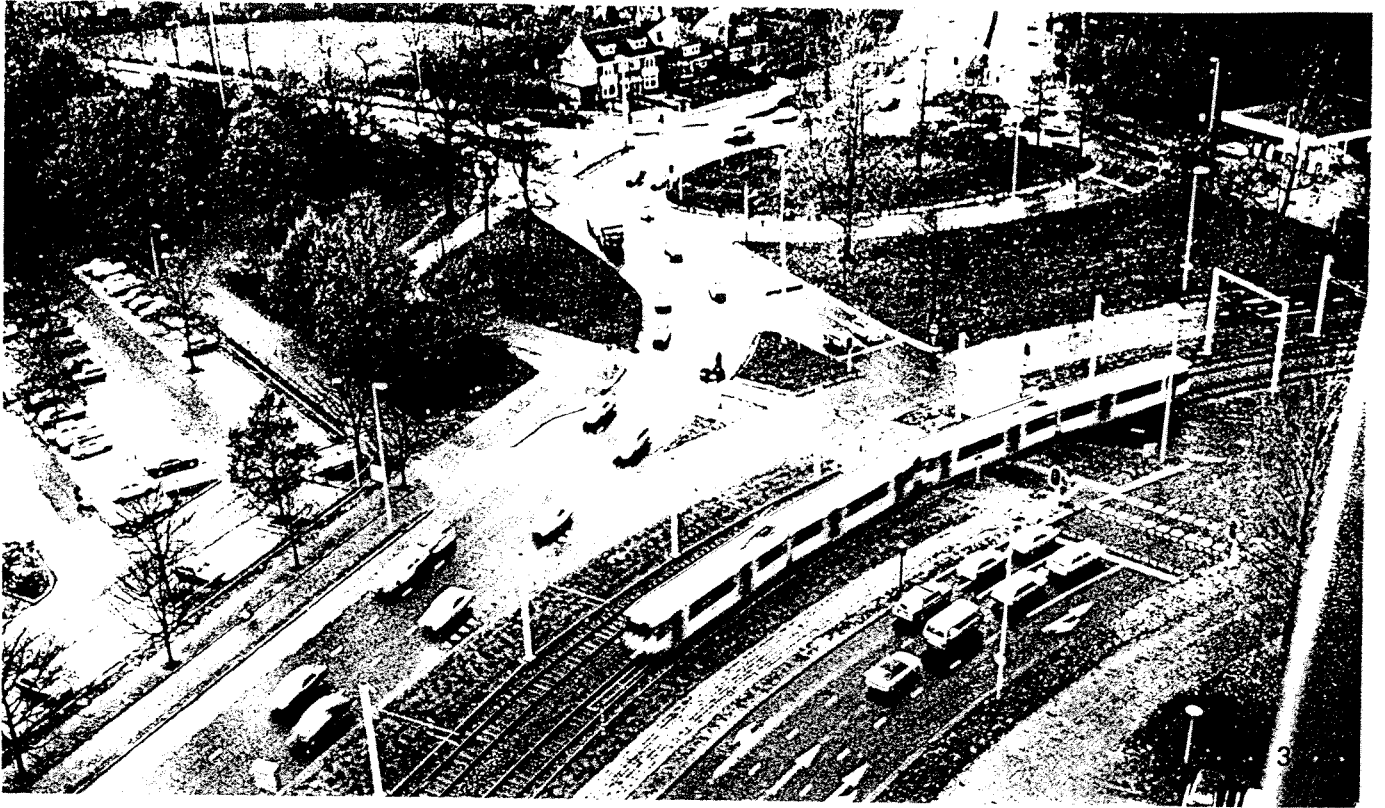
Sur ce linéaire, on trouve 17,2 km (de voie double) de voies en site séparé, et 0,7 km (voie double) de voies en site banalisé si l'on tient compte du linéaire de voies situé au droit des carrefours à niveau.

#### III.4. - La régulation du trafic

Le métro léger traverse 42 carrefours à niveau de NIEUWEGEIN à UTRECHT. 7 carrefours seulement sont protégés par des barrières de type chemin de fer, les autres étant protégés par des feux pour lesquels la N.S. a demandé la "priorité" (Réf. 6).

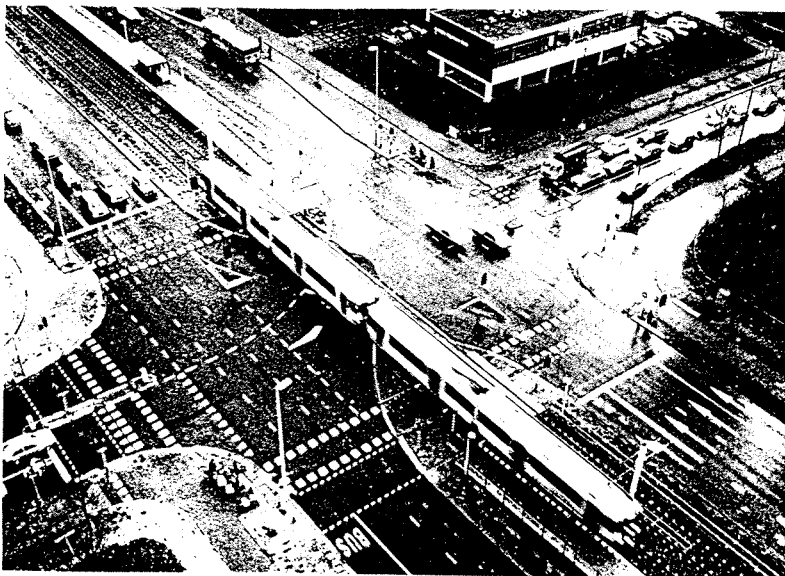
L'entreprise PHILIPS a fourni le système de régulation du trafic avec un sous-système "VETAG" pour l'identification sélective des véhicules : ce système est utilisé aux Pays-Bas par les entreprises de transport public, la police, les pompiers et de secours routier, et dans le cas du métro pour la commande de fonctionnement des aiguillages de la voie.

.../



(Doc. N.S.)

Une rame de 60 mètres dans un carrefour protégé par les feux.



(Doc. N.S.)

On remarque un feu supplémentaire de protection du tourne à gauche.



(Doc. N.S.)

Signalisation du type chemin de fer pour les carrefours situés dans les grandes interstations.

Le système "VETAG" se compose :

- d'une installation embarquée avec un émetteur haute fréquence (90-100 KHz) appelé "Transpondeur" et une unité de codage reliée au poste de conduite ;
- d'une installation fixe sur la voie avec le dispositif "Interrogateur", une boucle inductive incorporée dans la voie du métro et un dispositif de transmission des données, placé en aval.

Le projet pour le matériel et le logiciel devait respecter le cahier des charges suivant :

- . une grande variété de catégories d'usagers dans la zone des carrefours (automobiles, piétons, bus, cyclistes et métro....),
- . une forte fréquence des rames, un passage toutes les 2,5 minutes en moyenne à l'heure de pointe,
- . la commande des aiguilles pour le métro léger avec protection des trains sur la ligne de bifurcation dans le centre de NIEUWEGEIN,
- . des sections de circulation optimale pour les véhicules de pompiers, police, secours routier.

En 1982, PHILIPS équipait 40 carrefours de la ville de NIEUWEGEIN, dont 13 assuraient le passage du métro léger, avec une unité centrale communiquant avec tous les dispositifs de commande de feux des 40 carrefours fonctionnant normalement de façon indépendante.

Le système installé permet l'introduction, à toute heure, de phases de vert spéciales pour le métro léger ; par ailleurs, lorsque les rames ne s'arrêtent pas à toutes les stations, un système de communications informe à temps la commande de feux en aval d'une station.

En donnant la priorité au métro léger de façon systématique aux carrefours (sauf au carrefour avec la voie express A12, l'autorité nationale n'étant pas d'accord), on a pu obtenir une vitesse de parcours moyenne de 29 km/h pour des interstations moyennes de 800m.

.../

### III.5. - La signalisation d'espace

Les rames de métro léger circulent en marche à vue, sauf dans l'interstation la plus longue à proximité du garage atelier où il y a des problèmes de visibilité (courbes et passage sur le pont du canal d'Amsterdam), de grande vitesse et d'entrée au dépôt. La N.S. a installé une signalisation d'espace du type Block, utilisé sur les chemins de fer ; un tableau de contrôle optique visualise cette zone avec l'ensemble des voies du parking au garage atelier.

### III.6. - Les transmissions

Un radio-téléphone est prévu dans chaque véhicule pour assurer une liaison entre le poste de commande du garage atelier et les conducteurs.

Un câble de télémesures est posé le long de la voie pour le contrôle à distance des sous-stations électriques, des horloges des stations pour la phonie des stations et en vue du contrôle centralisé du trafic à mettre en place dans un proche avenir.

### III.7. - Le garage atelier

Situé à mi-distance entre UTRECHT et NIEUWEGEIN près du canal d'Amsterdam-Rhin, l'atelier ouvert en 1978<sup>(1)</sup> en vue de l'entretien des voitures du métro léger, possède une machine à laver et un tour à roues en fosse permettant de traiter les bandages sans aucun démontage, ce qui garantit la qualité de la géométrie du bandage et le silence du roulement. Les voitures sont lavées en entrant au dépôt ; cette machine est située à l'intérieur, par contre les voitures sont garées à l'extérieur, et en hiver on maintient le chauffage d'appoint à l'intérieur des véhicules.

La remise en état et le remplacement d'équipement seront effectués aux ateliers de la N.S. après transfert sur remorques routières.

(1) En 1<sup>re</sup> phase cet atelier est aussi utilisé pour l'entretien .../  
des autobus.

III.8. - Le personnel du métro léger

III.8.1. - La maintenance est effectuée par le personnel de la W.N. ;  
le personnel se répartit comme suit (Réf. 3) :

- Maintenance technique au dépôt (y compris l'entretien des bogies)	18 personnes
- Administration	3 personnes
- Entretien des signaux et lubrification	1 personne
sous-total.....	22 personnes

L'exploitation

- Contrôleurs	3 personnes
- Conducteurs	88 personnes
- Directeur	1 personne
sous-total.....	92 personnes

Total de l'effectif de la W.N. = 114 personnes

III.8.2. - Entretien des équipements fixes

Cet entretien est effectué par le personnel des chemins de fer N.S. ;  
il consiste à maintenir en bon état la voie, la signalisation, la caténaire,  
les sous-stations. D'après les normes de la N.S., 17 km de voie double  
correspondent à 27.000 heures de personnel d'entretien, soit à 13 personnes.

.../

### III.9. - Conclusion

La réalisation de la ligne de métro léger d'UTRECHT-NIEUWEGEIN est tout à fait intéressante car il s'agit de la construction en site séparé d'une ligne nouvelle de tramway rapide reliant une ville ancienne à une ville nouvelle et non d'une extension de réseau puisque la ville d'UTRECHT avait supprimé son réseau déjà avant la 2<sup>ième</sup> guerre mondiale, une dernière ligne interurbaine survivante devait être supprimée quelques années après.

Le choix des autorités s'est porté sur une ligne de métro léger qui s'insérerait mieux le long des boulevards existants que le chemin de fer, pour l'effet structurant de l'axe lourd sur l'urbanisation en cours, pour la protection de l'environnement et contre les nuisances (automobiles et bus).

La fréquentation de la ligne est légèrement inférieure aux prévisions : ceci est dû au ralentissement de la construction à NIEUWEGEIN, aux dernières mesures tarifaires imposées par le Ministère des Transports et au développement de la mobilité en période de ralentissement de l'expansion économique. Un nouvel élan de la fréquentation a été donné à partir du 15 Décembre 1985 avec la mise en service du dernier tronçon DOORSLAG-ACHTERVELD à IJSSELSTEIN.

Avec une augmentation de la fréquentation et si l'on veut maintenir le service actuel, il deviendra nécessaire de passer commande de 5 à 10 nouveaux véhicules.

Une étude préliminaire de 1975 montrait aux autorités qu'il était possible d'implanter une plateforme en surface pour le métro léger à travers le centre d'UTRECHT vers ZEIST (Nord-Est). Cette étude de faisabilité pourrait bien être la préétude d'une 2ème ligne de métro léger, étude qui n'a toujours pas été demandée actuellement.

IV - BIBLIOGRAPHIE





BIBLIOGRAPHIE

- (1) Les Transports Régionaux aux PAYS-BAS  
D.T.T. : STURED/CETE Nord-Picardie - Juin 1983  
par JF. BAILLET
- (2) Transport Public aux PAYS-BAS : Voyage d'étude UTPUR - Décembre 1978  
par Michel QUIDORT
- (3) The UTRECHT-NIEUWEGEIN LIGHT RAILWAY PROJECT  
otherwise known as SNELTRAM or STADTBAHN UTRECHT  
par Mr D.T. CATLING - Engineering Manager - LONDON TRANSPORT  
(Draft 26 Mars 1981).
- (4) Aspects récents des transports urbains Néerlandais  
par Patrice MALTERRE  
Transports Urbains n° 41 - Décembre 1977
- (5) De SNELTRAM UTRECHT-NIEUWEGEIN-IJSSELSTEIN  
Techniek van TRAM en BAAN  
par la N.V. NEDERLANDSE SPOORWEGEN - Décembre 1983
- (6) GRUNE WELLE für STADTBAHN UTRECHT-NIEUWEGEIN  
Der STADTVERKEHR - Janvier 1985  
par E. FRENZ
- (7) Le matériel roulant "SNELTRAM UTRECHT"  
Description générale par H.P. KAPER, NS, UTRECHT  
(N° Mw 3/ 621.31/01/196/F , Juin 1982)
- (8) La motrice articulée du métro léger d'UTRECHT  
par la S.I.G. (Brochure Wg.S 510 , 1982).
- (9) La motrice articulée d'UTRECHT  
par HOLEC (Brochure 9.2.4 - EL 102.10 , 1982).
- (10) Le marché des matériels "Tramways et Métro Léger"  
par Patrice MALTERRE  
(Ministère des Transports - D.T.T.)

- (11) The NETHERLANDS : Busy Doing Instead of Talking about city transport  
par Paul J. GOLDSACK  
Mass Transit - Janvier 1985
- (12) STADTBAHNWAGEN für UTRECHT  
par H. VOGT  
Der STADTVERKEHR - Mars 1983
- (13) La Vie du Rail des 19 Janvier et 1er Mars 1984  
par JP. MASSE
- (14) SNELTRAM (page 46)  
Transport Public - Février 1984