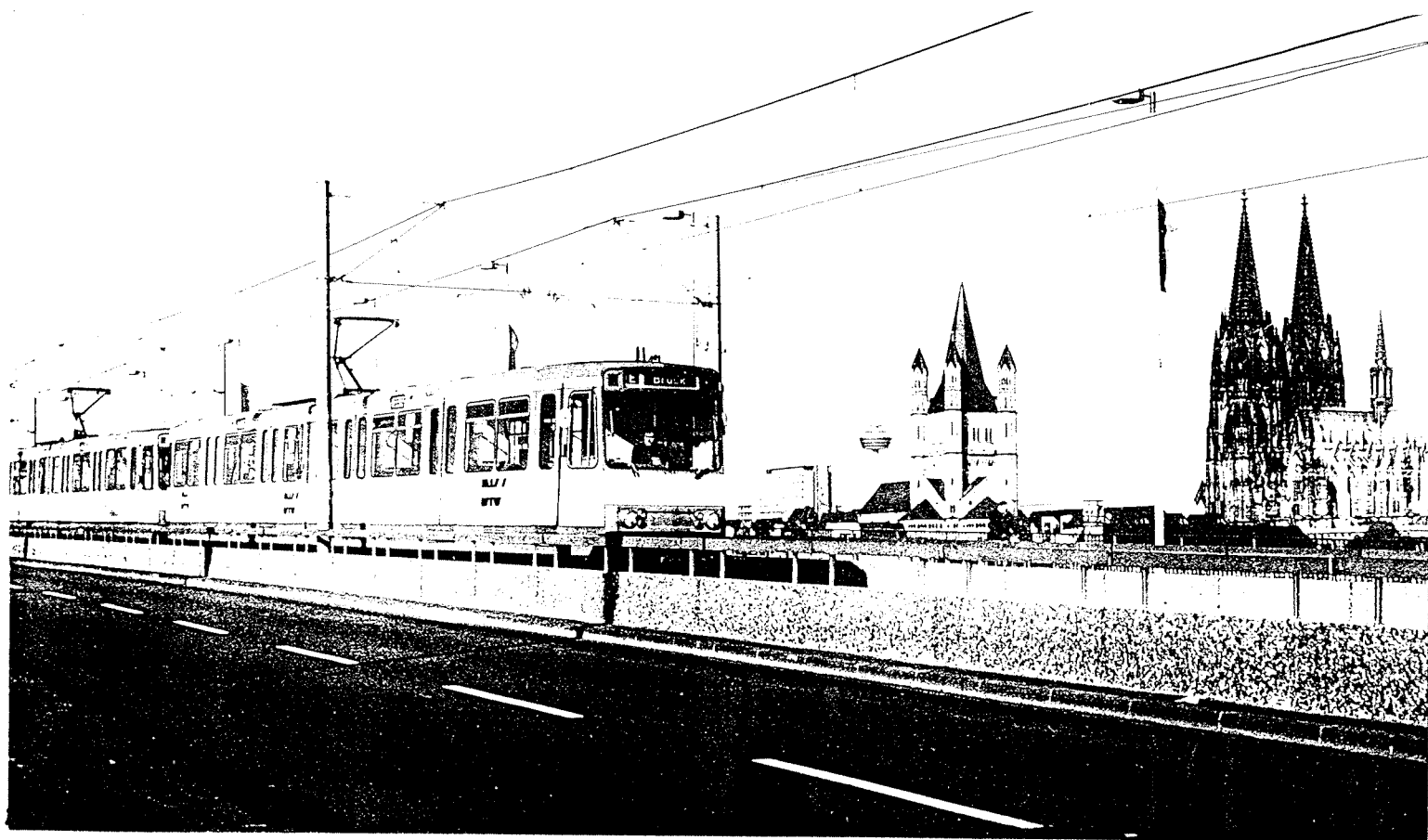




Le Réseau de COLOGNE



I - ENVIRONNEMENT DU PROJET

LE RESEAU DE METRO LEGER DE COLOGNE

Une première section souterraine du réseau de métro léger de COLOGNE était mise en service en Octobre 1968, l'ensemble du réseau de l'Hypercentre (4,8 km) en liaison avec les chemins de fer (S-Bahn) était mis en service en Octobre 1970. Depuis, ce réseau n'a cessé d'évoluer ; on a construit des ouvrages en souterrain ou en viaduc à raison de 2 km/an en moyenne, en 1985 la construction de 3 km de souterrain est en cours pour une étape suivante (Réf. 1).

Actuellement, le linéaire de voies situées en site propre intégral est de plus de 33 km d'axe, de 90 km d'axe en site séparé sur un linéaire total de 152 km d'axe.

I - ENVIRONNEMENT DU PROJET

I.1. - La ville de COLOGNE

La ville de COLOGNE, capitale de la Région Rhénanie-du-Nord-Westphalie, regroupe 1 million d'habitants sur 250 km² ; 4ème ville de la R.F.A., elle est située à 40 km de BONN, capitale de la R.F.A. (300.000 habitants). L'agglomération desservie compte 1,2 million d'habitants environ (Réf. 2 et 3).

L'axe de développement de la ville de COLOGNE est celui du Rhin qui est traversé par 8 ponts, dont 3 utilisés par le réseau de métro léger. La ville de COLOGNE, connue par sa cathédrale, la plus grande d'Allemagne, ses ruines romaines et moyenâgeuses, regroupe des administrations régionales, des compagnies d'assurances, des industries métallurgiques et chimiques (FORD, BAYER....), avec les activités portuaires le long du Rhin.

Le centre-ville regroupe 150.000 habitants environ et 200.000 emplois environ. Un projet de ville nouvelle au Nord de la ville (CHORWEILER) comprenant 80.000 habitants est en cours d'achèvement ; cette ville nouvelle est reliée par le métro léger et le chemin de fer régional (S-Bahn) au centre de la ville (DOM-HBf).

L'objectif urbanistique a toujours été de garantir le caractère actuel des sites, en particulier le maintien de la zone verte qui entoure l'hypercentre et au-delà, et l'homogénéité du développement et de la densité de construction en plusieurs directions.

.../

I.2. - Organisation générale des transports publics

Avant 1969, le réseau de transports publics de la Ville de COLOGNE se composait de lignes de chemin de fer (RHEINUFERBAHN et VORGEBIRGSBAHN) de la compagnie de chemin de fer COLOGNE-BONN, la KÖLN BONNER EISENBAHNEN (K.B.E.), de la ligne KÖLN-FRECHEN-BENZELRATHER EISENBAHN (K.F.B.E.) appartenant à la compagnie exploitant les transports publics de COLOGNE : la KÖLN VERKEHRSBETRIEBE (K.V.B.). Ces différentes lignes utilisaient différents types de matériel roulant (tramways) qui, pour être compatibles à plusieurs lignes, devaient avoir des roues de dimensions spéciales. Ces différences furent supprimées à partir de 1969 sur le réseau de COLOGNE par la K.V.B. ainsi que sur la ligne de la K.F.B.E. : la K.B.E. continuait à utiliser des motrices adaptées à son réseau (Réf. 4 et 5).

Avec la première mise en service d'un souterrain dans le centre-ville de COLOGNE, le problème du matériel roulant se posa aux responsables car 2 lignes de la K.B.E. traversent le centre de COLOGNE ; on a dû étudier les caractéristiques d'un véhicule pouvant circuler indifféremment sur les lignes de la K.V.B. et de la K.B.E. jusque dans la ville de BONN, un véhicule aux performances et au confort acceptables pour des lignes en site propre intégral, aux longues interstations desservant 2 villes distantes de plus de 40 km.

A partir de 1968, la K.V.B. exploite le système mixte du réseau de COLOGNE (tramways/métro), l'exploitation sur le réseau central se faisant grâce à l'adaptation du matériel roulant aux nouvelles caractéristiques de la voie.

En 1970, les autorités municipales demandaient la création d'un groupe de travail regroupant la D.B., la K.V.B. et la K.B.E. pour la planification des réseaux, la tarification, l'exploitation et les problèmes de financement : l'idée d'un grand réseau de métro léger en relation avec les chemins de fer fédéraux et régionaux se concrétisait.

.../

I.3. - Choix du système de transport

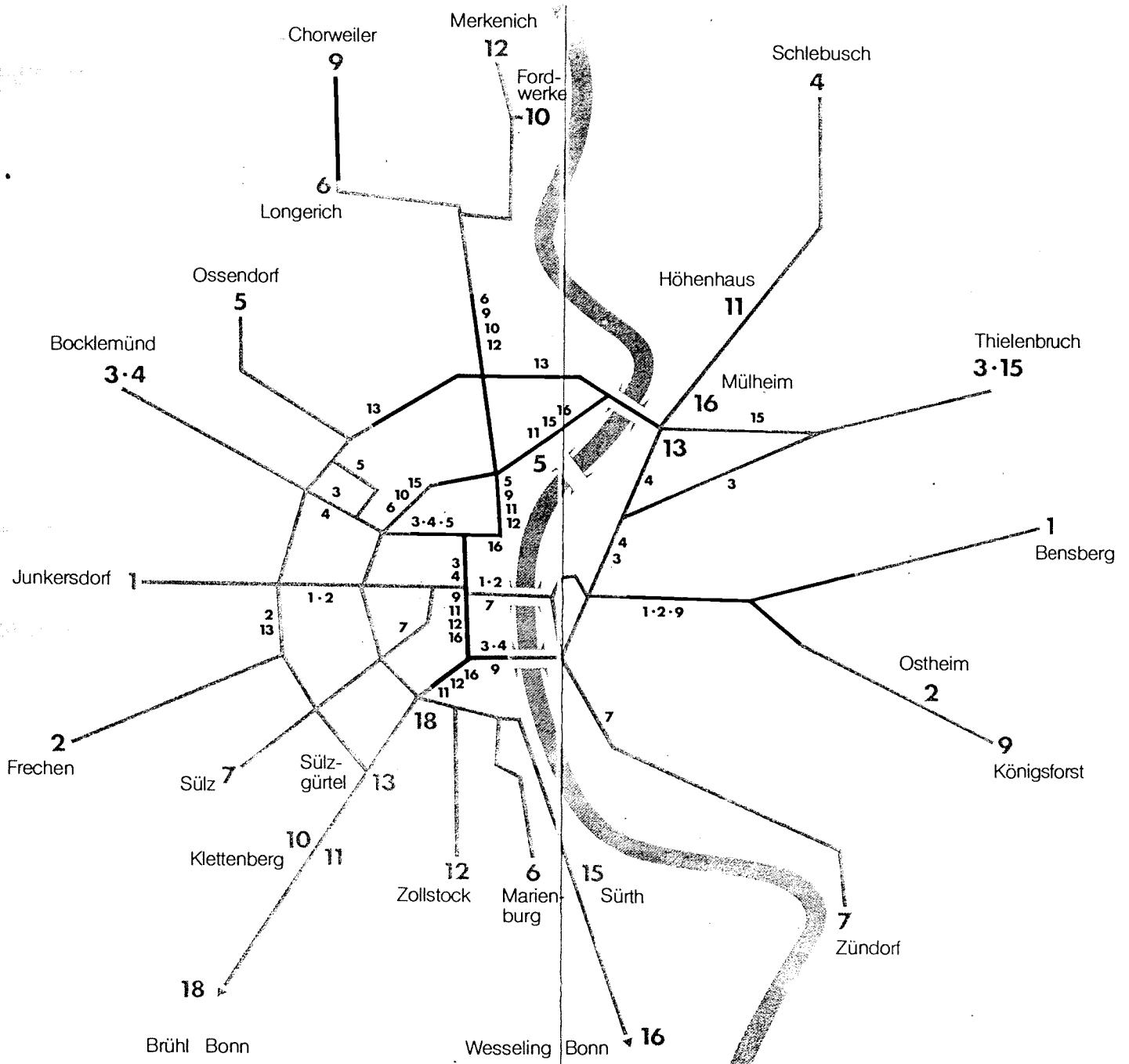
Au début des années 1960, les performances du système de transport public de COLOGNE ne permettaient plus à la K.V.B. d'assurer un transport attractif des usagers : c'est ainsi que le nombre de passagers transportés par an, qui était de 199 millions en 1960, passait à 153 millions en 1968 (Réf. 6).

- Sur la ligne de NEUSSER STRASSE qui dessert les quartiers industriels et résidentiels du Nord de la ville, les retards du tramway situé dans la circulation générale étaient quotidiens.
- La traversée du Rhin sur les 3 ponts MÜHLHEIMER, DEUTZER et SEVERIN, par les tramways en site banalisé devenait de plus en plus lente.
- On enregistrait des retards quotidiens sur la ligne du "RING" par manque de liaison entre Ebert Platz via la gare centrale et Neumarkt en dépit de la réalisation de voies en site séparé sur les boulevards du "RING" et dans la CÄCILIESTRASSE.
- Des pannes d'alimentation en énergie électrique dues aux surcharges du réseau, particulièrement en hiver, exigeaient beaucoup de patience de la part des usagers.

Telle est la description de quelques inconvénients rencontrés par les usagers des transports collectifs à COLOGNE au début des années 1960, inconvénients qui menaçaient de s'amplifier si une décision de la part des responsables d'améliorer le réseau n'était prise rapidement.

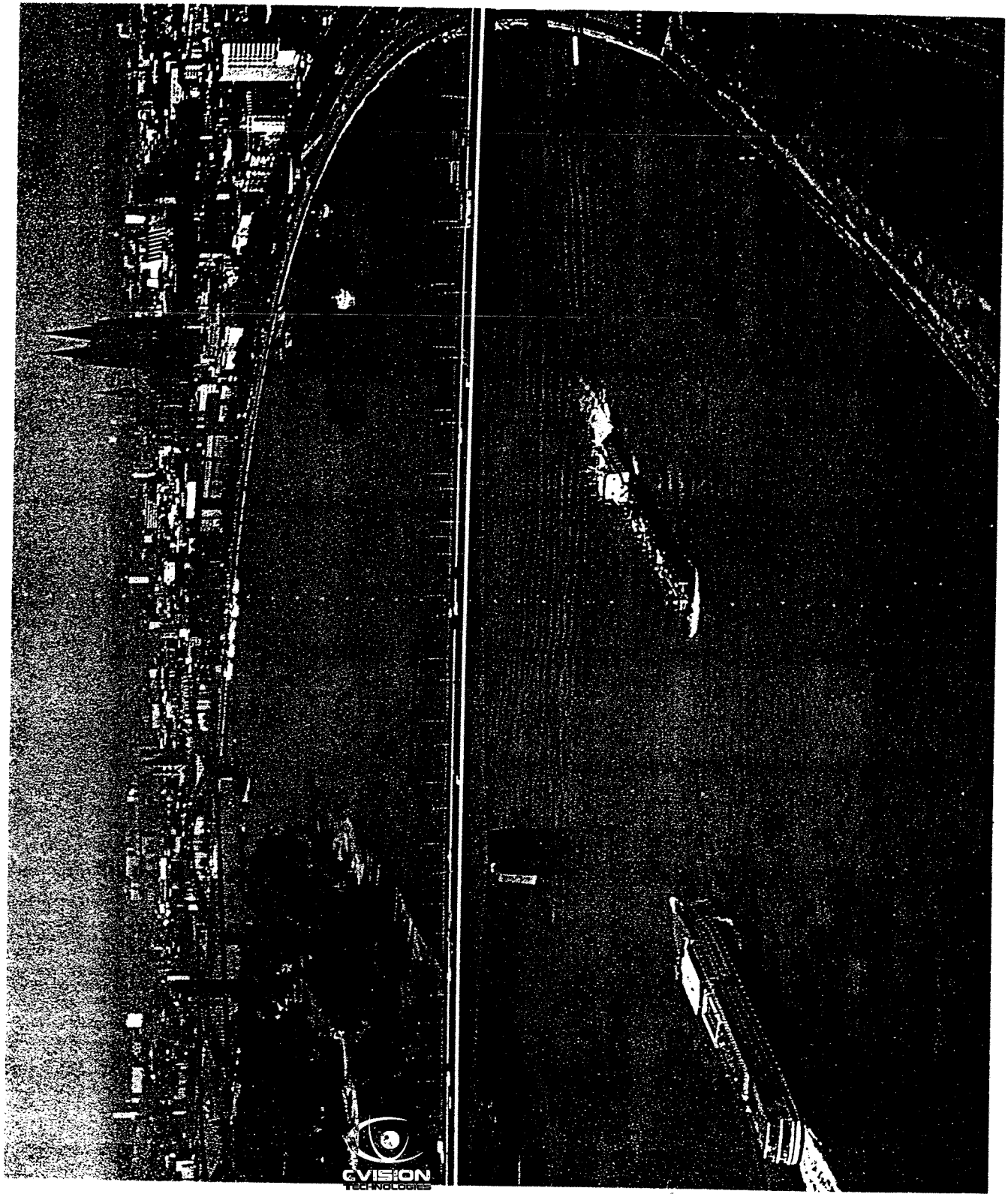
La représentation des flux du trafic journalier en 1966 (Réf. 7) montre que le trafic converge vers le centre de la ville de nombreuses directions, les volumes de trafic selon les directions ne sont pas très différents entr'eux et n'atteignent pas de valeur très élevée (au maximum 50.000 voyageurs/jour sur une ligne directrice). Les volumes de trafic les plus élevés se situent dans le centre-ville, en particulier le long du "RING" (plus de 100.000 voyageurs par jour) qui contourne le centre où conflue tout le trafic provenant des radiales Nord, Est et Sud de la ville (Réf. 7).

.../

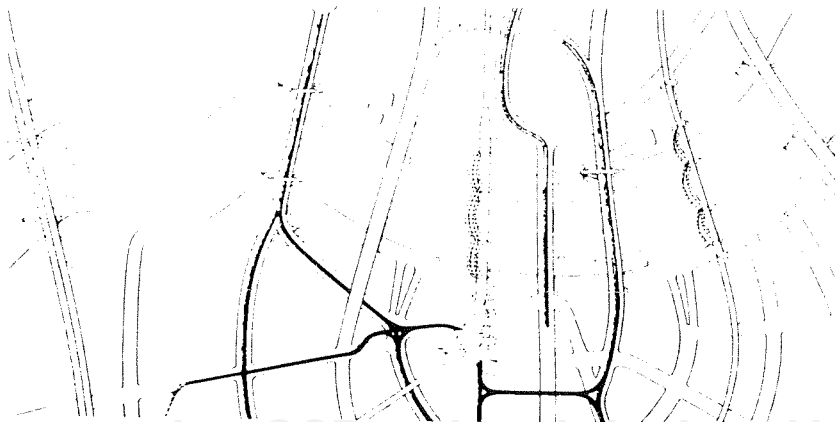


SCHEMA DU RESEAU DE METRO LEGER DE LA VILLE DE COLOGNE

(Doc. KVB)



VUE SUR LE RUIN AVEC LE ZOBRUCKE ET LE HOHENZOLLERNBRUCKE (PONT DE CHEMIN DE FER)
(Doc.KVB)



(Doc. KVB)

ON TROUVE 7 PONTS SUR UN
TRONCON DU RHIN DE 8 Km
PONT 3 PONTS SONT UTILISES
PAR LE METRO LEGER.

Une telle distribution du trafic sur l'agglomération ne permet pas de dégager un axe lourd à exploiter avec un moyen de transport à capacité très élevée, tel qu'un métropolitain.

Les responsables ont donc pensé que la solution à retenir serait de conserver inchangée la structure du réseau de tramway en séparant la plateforme des voies de circulation générale en commençant par les tronçons de lignes où les vitesses commerciales étaient les plus faibles, c'est-à-dire dans l'hypercentre : la décision était prise en Février 1962, les travaux de mise en souterrain d'un premier tronçon de 1,3 km entre la Gare Centrale et FRIESENPLATZ commençaient en Septembre 1963 et ce tronçon était mis en service en Octobre 1968.

I.4. - Le financement des transports en commun

Au début de la construction du réseau de métro léger entre 1963 et 1966, la Région Rhénanie-du-Nord-Westphalie participait seule avec la ville de COLOGNE et les entreprises de transports au financement des travaux : la participation du Land était de 50 % (Réf. 2, 8).

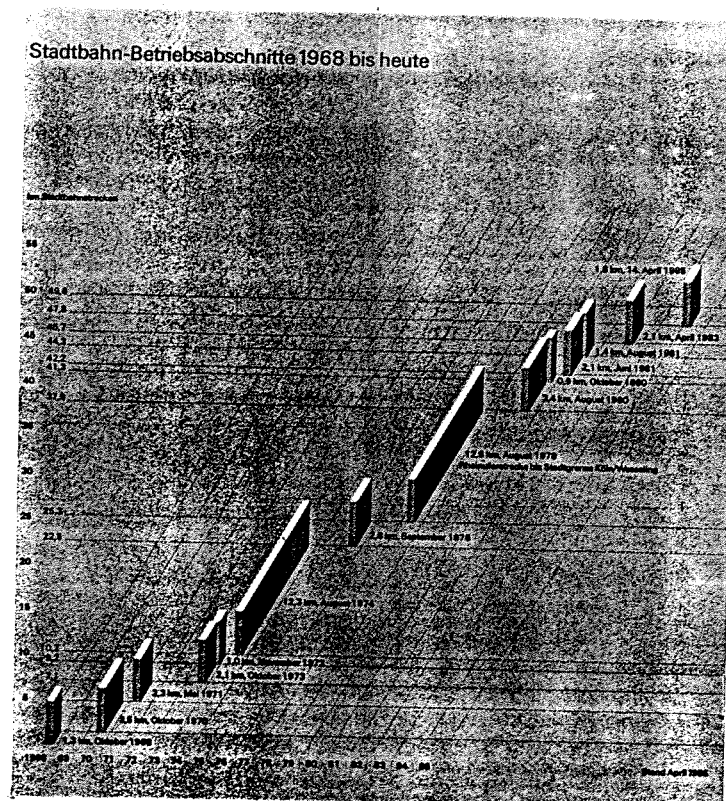
A la suite d'une réforme fédérale concernant le financement des transports publics en 1966, la participation du Land et de l'Etat s'est élevée à 90 % des investissements (60 % à la charge de l'Etat, et 30 % à la charge de la région), la ville de COLOGNE et la K.V.B. payant les 10 % restants.

La K.V.B. organise et contrôle les travaux, paie le matériel, les rails, les installations de sécurité (ces dernières sont subventionnées à 90 %), et participe avec la ville aux 10 % des investissements.

A partir de 1970, la région a assuré une contribution supplémentaire de 7 % pour la préparation des projets avec l'établissement des coûts, cette participation étant basée sur le montant des études réellement dépensé.

Le volume de construction annuel actuel est plus du double de celui de 1968.

.../



PRES DE 50 Km DE VOIES DE METRO LEGER (v.d) REALISES EN 17 ANS (Doc. KVB)

Depuis le début des travaux en 1963 jusqu'à la fin 1982, 1.327 millions de D.M. ont été investis dans la construction du métro léger. La répartition des différentes participations est la suivante :

- 626 millions de D.M. financés par l'Etat, soit 47,2 %
- 398 millions de D.M. financés par la région, soit 30 %
- 294 millions de D.M. financés par la ville de COLOGNE et la K.V.B.,
soit 22,2 %
- 8 millions de D.M. financés par la ville de BONN et la Compagnie
de Transport RHEIN-SIEG, soit 0,6 %.

Pour l'achat du matériel roulant, 54 véhicules pour la K.V.B. et 5 véhicules pour la K.B.E., 92,8 millions de D.M. ont été investis, la répartition des différentes participations est la suivante :

- 51,2 millions de D.M. financés par la K.V.B., soit 55,2 %
- 8,1 millions de D.M. financés par la K.B.E., soit 8,7 %
- 33,5 millions de D.M. financés par la région, soit 36 %

L'investissement (en D.M. constants) annuel a légèrement baissé depuis 1967 à cause de l'inflation : l'indice des prix a augmenté de 170 % entre 1967 et 1982. Néanmoins, l'aide de la région Rhénanie-du-Nord-Westphalie contribue à alléger les effets de l'inflation en préfinançant les participations pour assurer la continuité des travaux et leur achèvement.

Les difficultés financières, toujours croissantes, incitent à la recherche de solutions économiques pour la mise en site propre du réseau de métro léger ; ainsi, on revient aux solutions de surface, soit en viaduc, soit en site séparé au niveau du sol.

.../

I.5. - Les objectifs

Lorsque le Conseil Municipal de la ville de COLOGNE a décidé en 1962 de construire en souterrain dans le centre de nouvelles voies de tramway devenues indispensables, plusieurs raisons et objectifs avaient été retenus (Réf. 9) :

- Les charges financières d'un réseau de métropolitain ne seraient pas supportables par la ville.
- Le parc de véhicules de tramway était presque entièrement renouvelé par des motrices articulées de 8 essieux, d'une largeur de 2,50m.
- La mise en tunnel, c'est-à-dire en site propre intégral, permettrait d'améliorer la vitesse commerciale des véhicules de transport public, les travaux pourraient être réalisés par phases sans interruption de l'exploitation du réseau de tramways, les phases étant planifiées conformément aux possibilités financières.
- Les édifices historiques ne doivent pas être menacés par les travaux.

Le projet de métro léger doit consister à réaliser un réseau ferré rapide, utilisant à la fois des lignes de chemin de fer, des tronçons de réseau de métro (site propre), en souterrain ou en viaduc avec les tramways existants de la K.V.B.

L'utilisation du parc existant est une condition préalable à l'étude du projet : on doit ensuite étudier un nouveau matériel s'intégrant mieux aux différentes lignes de la K.B.E., K.V.B., et ayant toutes les caractéristiques d'un véhicule de métro léger.

L'objectif final de cette réalisation est, grâce à l'optimisation de l'ensemble du réseau de l'agglomération, de donner une attractivité aux transports collectifs qui a commencé à décliner en 1960 jusqu'en 1968 pour remonter, au fur et à mesure des mises en service, de nouveaux tronçons de métro léger.

.../



(Doc. KBV/KBE)

TRANSPORT DE MARCHANDISES SUR LES VOIES DU METRO LEGER

II - CARACTERISTIQUES DE L'EXPLOITATION

II - CARACTERISTIQUES DE L'EXPLOITATION

II.1. - L'exploitant

L'exploitant du réseau de transports collectifs de l'agglomération de COLOGNE est la KÖLNER VERKEHRS BETRIEBE A.G. (K.V.B.). C'est une société par actions, dont la municipalité détient 10 %, et une S.A.R.L. (G.M.B.H.) détient les 90 % restants.

La K.V.B. exploite aussi la ligne de chemin de fer de la KÖLN-FRECHEN-BENZELRATHER-EISENBAHN (K.F.B.E.) sur laquelle circulent aussi des véhicules du métro léger et les 33 lignes d'autobus de l'agglomération (330 km de lignes).

Avec 15 lignes dans l'agglomération de COLOGNE, la K.V.B. et la K.B.E. ont un réseau de 163 km (de ligne) et transportent plus de 170 millions de voyageurs par an.

II.2. - Le mode d'exploitation

L'exploitation du réseau de l'agglomération de COLOGNE consiste donc en une exploitation mixte avec des tramways et des véhicules de métro léger qui circulent sur de nouvelles voies en site séparé ou site propre intégral, en site banalisé sur d'anciennes voies de tramway et sur des lignes de chemin de fer encore utilisées pour le transport de marchandises (Réf. 10 et 11). A ce réseau ferré s'ajoutent 33 lignes de bus, dont 6 lignes seulement traversent le centre, et 3 lignes s'approchent du centre : leur rôle n'est pas négligeable puisqu'elles drainent les usagers des secteurs non desservis par le métro léger et participent à 27 % du nombre de passagers annuel transportés par la K.V.B.

L'exploitation du réseau de métro léger de COLOGNE se caractérise surtout par l'important pourcentage de site propre et séparé, dans lesquels se trouvent les plateformes des voies : 59 % du linéaire (voie double) se trouvent en site propre intégral ou avec l'absolue priorité, 23 % en site séparé, et 18 % en site banalisé dans la circulation générale (Réf. 12).

.../

Cette situation des voies essentiellement dans le centre-ville a amélioré les vitesses commerciales et permet ainsi à 55 % des habitants de se rendre en 15 minutes au centre-ville (Gare Centrale), et à 89 % des habitants de s'y rendre en moins de 30 minutes. Cette limite de 30 minutes pourra être avancée lorsque la tarification commune avec les chemins de fer sera appliquée, ainsi que lorsque le tunnel (3 km) d'EHRENFELD (lignes 3 et 4 vers le Nord-Ouest) sera achevé (Réf. 11).

L'ensemble des véhicules est exploité avec un seul agent à bord, chaque véhicule est équipé de distributeurs automatiques de tickets. L'amplitude d'exploitation va de 4 heures (1er départ) à 1 H 15 (dernier départ), soit plus de 21 heures, avec des fréquences de l'ordre de 4 minutes sur la ligne 1 entre REFRATH à l'Est, et JUNKERSDORF à l'Ouest, de 8 minutes sur la ligne 9 aux heures de pointe, et 12 minutes dans la journée, de 4 à 5 minutes sur la ligne 7, de 12 à 15 minutes sur la ligne 2, de 15 minutes sur la ligne COLOGNE-BONN (15 minutes étant la fréquence de passage la moins élevée sur l'ensemble des lignes) (Réf. 13).

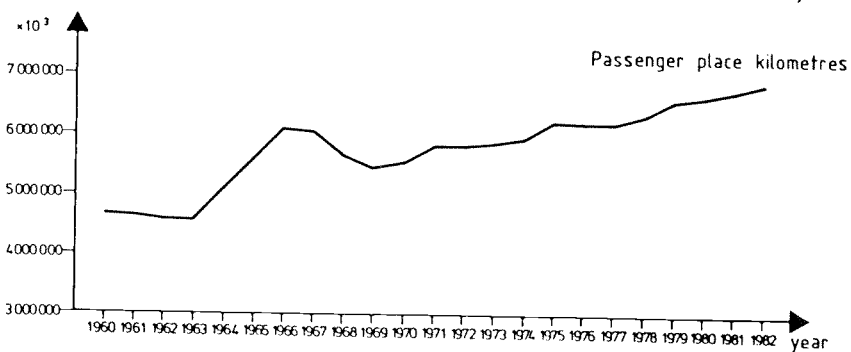
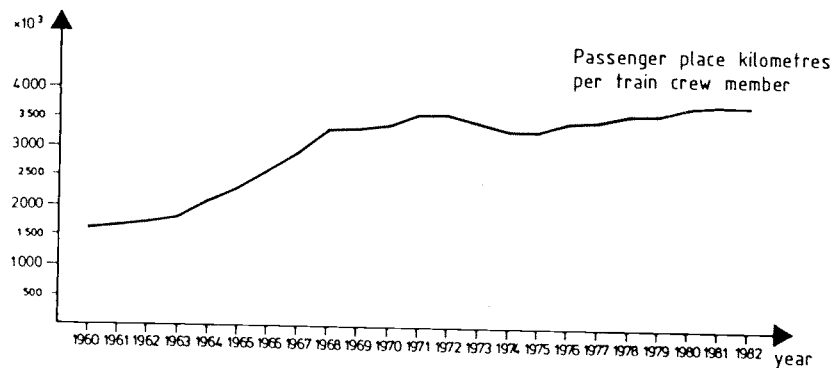
II.3. - Capacité

L'exploitation du réseau se fait en général avec des rames de 2 motrices articulées (type B) introduites sur le réseau en 1973 sur les lignes les plus chargées. Chaque véhicule offre 184 places (4 passagers/m^2) ; avec une fréquence de 4 minutes sur la ligne 1 par exemple, la capacité offerte est de 5.520 voyageurs/heure/sens.

La capacité maximum est offerte dans le centre entre les stations APPELHOFPLATZ et POSTSTRASSE où passent 6 lignes et 54 rames/heure et par sens, soit une capacité de 19.872 voyageurs/heure/sens.

Les véhicules à 8 essieux, non accouplables initialement, introduits sur le réseau de COLOGNE à partir de 1963, offrent une capacité de 207 places (4 passagers/m^2). Depuis Août 1984, la K.V.B. utilise des véhicules à 8 essieux en double traction sur la ligne 9 (CHORWEILER - KÖNIGSFORSTS) qui a un très fort trafic avec une fréquence de 8 minutes aux heures de pointe (Réf. 14).

.../



(Doc. KVB)

EVOLUTION DU TRAFFIC ET DE L'OFFRE DES TRANSPORTS PUBLICS
DE COLOGNE

II.4. - Vitesse commerciale

La vitesse maximum du véhicule à 8 essieux est de 60 km/h, tandis que celle du véhicule de métro léger (type B) est de 100 km/h (Réf. 9, 15, 16).

Les vitesses commerciales varient selon les lignes, ainsi on note respectivement à la station NEUMARKT dans le centre :

- Sur la ligne 1, pour les véhicules en provenance de BENSBERG à l'Est, 32,2 km/h.
- Sur la ligne 9, pour les véhicules en provenance de KÖNIGSFORST au Sud, 31,5 km/h.
- Sur la ligne 9, pour les véhicules en provenance de CHORWEILER au Nord, 29,5 km/h.
- Sur la ligne 4, pour les véhicules en provenance de SCHLEBUSCH au Nord, 25,3 km/h.
- Sur la ligne 5, pour les véhicules en provenance d'OSSENDORF au Nord, 19,6 km/h.
- Sur la ligne 6, pour les véhicules en provenance de MARIENBURG au Sud, 17 km/h.
- Sur la ligne 7, pour les véhicules en provenance de SÜLZ au Sud-Ouest, 13,4 km/h.

La valeur moyenne des vitesses commerciales des différentes lignes est de 23,5 km/h sans tenir compte de la vitesse sur la section rapide de la ligne 15 entre RODENKIRCHEN et WESSELING (Réf. 8, 17).

Ces différentes vitesses dépendent du site sur lequel circulent les véhicules et de la priorité accordée ou non au droit des carrefours à niveau aux véhicules de transports publics : c'est ainsi que la vitesse commerciale la plus élevée est enregistrée sur la ligne 13 en site séparé (en viaduc) entre MÜLHEIM et EHRENFELD, elle est de 45 km/h sur une section de 7,5 km.

.../

II.5. - Passagers transportés

En 1960, la K.V.B. transportait 199 millions de passagers ; en 1968, elle ne transportait plus que 153 millions de passagers, la baisse générale de la vitesse commerciale rendant les transports collectifs moins attractifs. Avec la mise en service progressive du métro léger dans le centre-ville, le nombre de passagers transportés est remonté ; il était de 167,3 millions en 1977, 177,4 millions en 1982, 170,7 millions en 1983, soit plus de 140 voyages par habitant et par an. Ce nombre devrait encore augmenter avec la transformation des voies actuellement en site banalisé, en voies en site propre intégral vers l'Ouest de la ville (lignes 3 et 4) et l'intégration tarifaire avec les chemins de fer sur la région. La K.V.B. transporte chaque jour (du lundi au vendredi) plus de 600.000 passagers.

II.6. - Tarifification

La ville de COLOGNE est divisée en 7 zones : chaque zone est subdivisée en parties (teilzone). La tarification est proportionnelle au nombre de zones traversées. Ainsi on trouve :

- le billet pour trajet court (1,40 D.M.) qui correspond à un parcours entre 2 parties de zones contigües ;
- les billets de tarif A (2,20 D.M.) pour un parcours entre 2 zones contigües, de tarif B, C... à F (7,70 D.M.) pour un parcours sur 7 zones et plus.

La K.V.B. propose aux usagers différentes cartes : la carte de voyages multiples, carte bleue (pour enfants), carte verte (pour étudiants, écoliers, apprentis....), la carte valable 24 heures, la carte de réseau mensuelle pour retraités.... Tous les véhicules du réseau de tramway et métro léger sont équipés de distributeurs-oblitérateurs automatiques, seuls les conducteurs de bus continuent à vendre des tickets.

Dès 1970, des groupes de travail ont été mis en place à la demande des autorités de COLOGNE pour étudier la planification des réseaux, la tarification, l'exploitation et les problèmes de financement entre les Compagnies de transport : D.B., K.B.E., K.V.B. (Réf. 13, 18, 17).

En 1976, l'Union des transports et de tarification Rhein-Sieg VERKEHRSVERBUND-RHEIN-SIEG (V.R.S.) était créée pour la région COLOGNE-BONN avec la participation de cinq entreprises seulement sur plus de 10 entreprises de transport urbain dans la région.

Le tarif de base choisi était celui de la K.V.B., COLOGNE étant le centre du trafic domicile-travail.

Actuellement, l'Union des transports Rhein-Sieg (V.R.S.) ne regroupe toujours pas l'ensemble des entreprises de transport, notamment les chemins de fer (D.B.) ; c'est néanmoins le souhait des responsables pour donner une nouvelle impulsion à l'attractivité des transports collectifs de la région et de la ville de COLOGNE.

L'Union des transports Rhein-Sieg (V.R.S.) recouvre une zone de 1,8 millions d'habitants sur 1.700 km², dont les 2 grandes villes sont COLOGNE et BONN qui comptent 1,3 millions d'habitants.

Les entreprises de transport qui participent à l'Union offrent, sur un réseau de 1.510 km de lignes, 1.860 arrêts sur 136 lignes (23 lignes de tramway, métro léger, chemin de fer, et 113 lignes de bus).

En 1977, la V.R.S. transportait 247 millions de voyageurs, dont 167 millions par le réseau de la K.V.B. (Réf. 17).

L'importance du transport par tramways et métro léger dans la région ressort dans les chiffres puisque, avec 17 % du linéaire des lignes, le transport ferroviaire (participant à l'Union V.R.S.) représente 61 % des passagers transportés.

.../



(Doc. KBV)

ZONES DE TARIFICATION DE LA VILLE DE COLOGNE

III - CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU SYSTEME

III - LES CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU SYSTEME

III.1. - Les véhicules

A - Le véhicule moderne de métro léger

Avec la première mise en service d'un tronçon de ligne en souterrain dans le centre-ville de COLOGNE, le problème de compatibilité du matériel roulant entre celui de la K.V.B. et celui de la K.B.E. apparaissait et les responsables demandèrent l'étude d'un nouveau véhicule qui deviendra le véhicule du métro léger de la région COLOGNE-BONN, connu sous l'appellation : Modèle B de COLOGNE.

Les premiers véhicules de ce modèle étaient mis en circulation à partir de 1973 (Réf. 7, 15, 16, 18, 19 et 26).

Les caractéristiques principales du véhicule de métro léger (type B) sont décrites ci-après :

1) La caisse

Le véhicule bidirectionnel se présente sous la forme de 2 caisses articulées sur trois bogies (selon la disposition B-2-B). La caisse est autoportante en acier soudé.

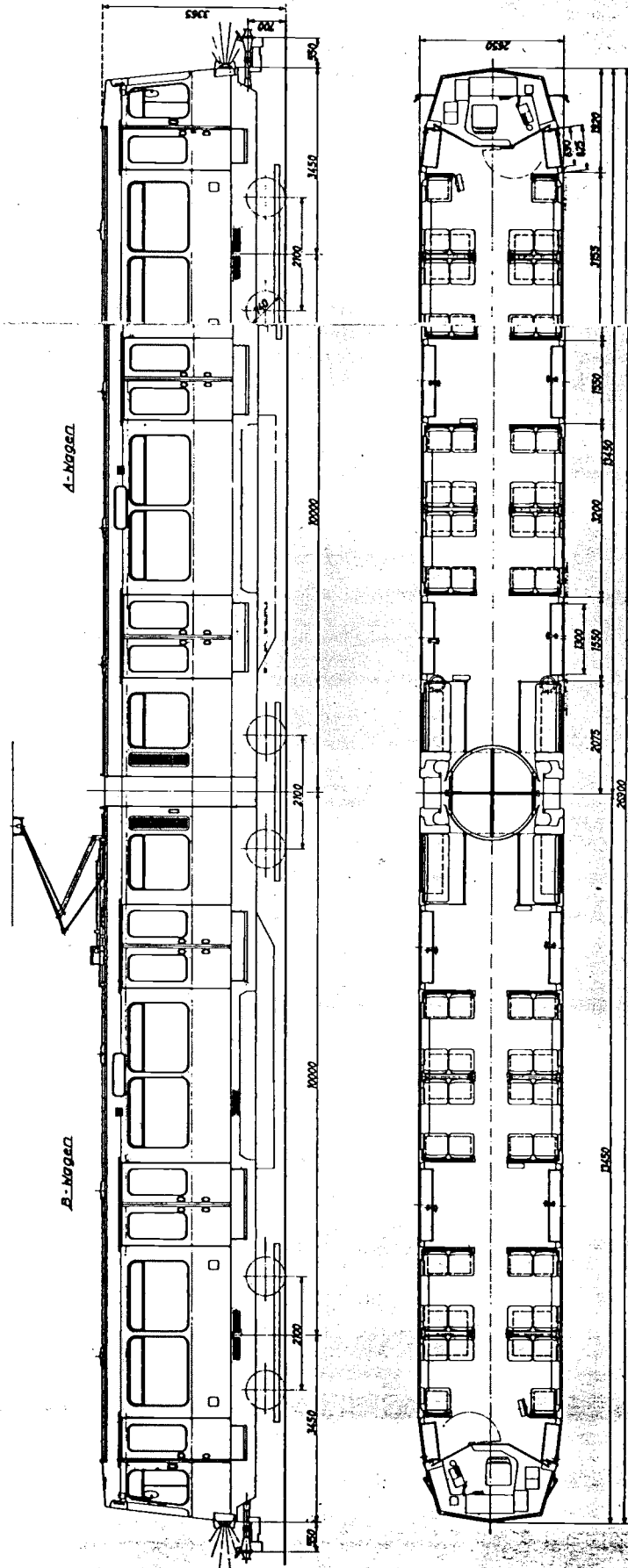
2) Accès et portes

L'accès se fait à partir de 4 portes louvoyantes coulissantes doubles et 2 simples portes par côté à manoeuvre électropneumatique.

La hauteur de plancher est de 1,00 m au-dessus du rail, l'accès se fait à partir d'une marche pliante à 40 cm (au-dessus du rail) pour un quai bas, et une marche à 70 cm pour un quai haut (40/30/30).

Les dispositifs de sécurité sont constitués de bords sensibles, de cellules photoélectriques et de marches sensibles.

.../



(Doc. KBV/KBE)

LES CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DE LA MOTRICE DE TYPE B DE DUWAG

3) Le chauffage

L'air chaud est obtenu à partir des résistances de traction freinage et des radiateurs supplémentaires (10 kw) ; la régulation de l'air ambiant se fait par thermostat. La ventilation renouvelle l'air dans le véhicule à raison de 30 fois par heure ($5.000 \text{ m}^3/\text{heure}$).

4) Les équipements

a. L'installation électrique

L'alimentation de bord se fait à partir d'un réseau en 380/220 volts, 100 Hz, et d'un réseau à courant continu en 24 volts.

b. Equipements auxiliaires

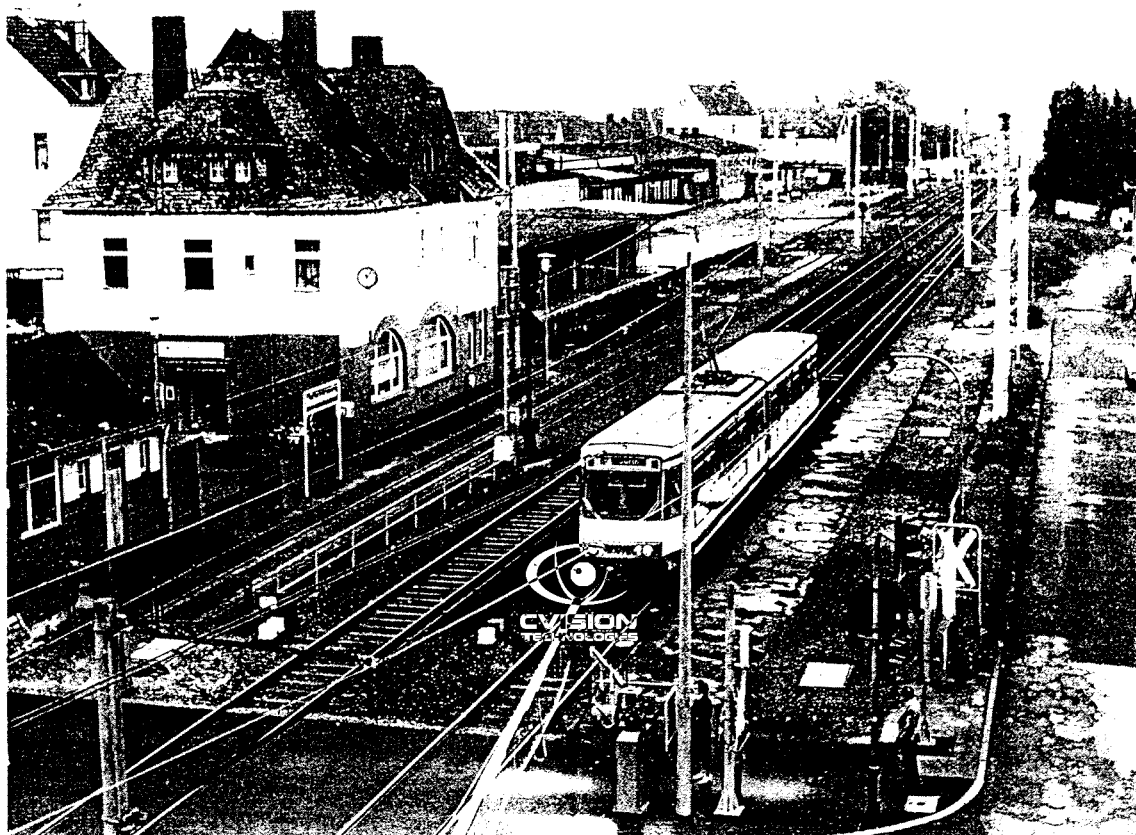
Les équipements auxiliaires BT sont alimentés par un convertisseur rotatif : on trouve une installation radio, des panneaux indicateurs des stations avec points lumineux indiquant la station où se trouve le véhicule, le système embarqué d'information intégrée (IBIS) (cf. réseau de HANOVRE), des hauts-parleurs, un distributeur-oblitérateur, des oblitérateurs....

5) La traction

La suspension primaire est en caoutchouc du type chevrons (MEGI). La suspension secondaire est constituée de coussins d'air, de 2 amortisseurs verticaux et un amortisseur horizontal transversal par bogie.

- Les roues sont élastiques de type BOCHUM, d'un diamètre de 740 mm.
- Le moteur est suspendu au châssis du bogie, la transmission est directe (système DUWAG-FWH).
- Les 2 moteurs de traction du véhicule sont à courant continu 750 volts et développent une puissance totale uni-horaire de 470 kw sous 750 volts.
- Le bogie central porteur supporte la double couronne à billes de l'articulation de la caisse. L'accélération-freinage est obtenue par résistance et régulation électronique.
- La régulation est un système électronique SIMATIC qui assure les fonctions d'anti-patinage et anti-enrayage.

.../



(Doc. KBV)

VUE D'UNE MOTRICE DE TYPE B SUR LA LIGNE 15-16 COLOGNE-BONN A RODENKIRCHEN



(Doc. KBV)

VUE INTERIEURE D'UNE MOTRICE DE TYPE B

6) Le freinage

Le véhicule est muni de 3 systèmes de freinage indépendants : d'abord le freinage électrique obtenu par résistance (pas de récupération d'énergie), le freinage mécanique à disques autoventilés avec un disque sur chaque essieu pour le bogie moteur et 2 disques sur chaque essieu pour le bogie porteur ; ce freinage est actionné par un système ressort-air comprimé autoréglable, les freins d'arrêt sont à ressort pour le freinage d'immobilisation.

Le freinage d'urgence est obtenu par le freinage de service maximum auquel s'ajoutent deux patins électromagnétiques par bogie.

7) L'installation pneumatique

Le système d'air comprimé comprend un compresseur (700 l/min), des réservoirs et un sécheur automatique. L'air comprimé est utilisé pour le freinage mécanique, la suspension secondaire, les sablières, les appareils d'accouplements automatiques, les marches pliantes et les portes, les rétroviseurs et la lubrification des flasques de roues.

8) L'attelage

Aux deux extrémités du véhicule, on trouve un dispositif automatique d'accouplement de type SCHAFFENBERG ; il est possible de former une rame de 4 véhicules maximum ayant une longueur de 112 mètres et une capacité de 736 places.

.../

Les principales caractéristiques du véhicule sont :

- Longueur totale d'un véhicule articulé :	28,00m	
- Largeur de la caisse :	2,65m	
- Ecartement de la voie :	1,435	
- Disposition des essieux :	B-2-B	
- Hauteur de plancher :	1,00m	
- Masse à vide :	38 T	
- Coefficient d'adhérence :	70 %	
- Nombre de places assises :	72	72
- Nombre de places debout :	112 (4/m ²)	168 (6/m ²)
	capacité	184 places
		240 places
- Vitesse maximale :	100 km/h	
- Accélération maximale :	1,6 m/s ²	
- Accélération continue (0 à 60 km/h)	1,1 m/s ²	
- Décélération en freinage de service :	1,6 m/s ²	
- Décélération moyenne en freinage d'urgence (70 à 0 km/h) :	3 m/s ²	
- Rayon de courbure minimum :	25 m	
- Rampe maximum :	4 %	

Le véhicule de modèle B de DÜWAG est aussi exploité sur les réseaux d'ESSEN, BONN et entre COLOGNE et BONN

B - Le véhicule à 8 essieux du réseau de tramways

Le réseau de COLOGNE est exploité depuis 1963 avec des véhicules articulés à 8 essieux, d'une largeur de 2,50m, qui ont été les premiers à utiliser les nouveaux tronçons du réseau de métro léger, qui sont toujours en exploitation et sont modernisés par adjonction d'attelage automatique par exemple (Réf. 9 et 14).

.../

Les principales caractéristiques de ce véhicule sont :

- Véhicule unidirectionnel à 3 caisses et 2 articulations		
- Longueur totale :	30,80m	
- Largeur de la caisse :	2,50m	
- Ecartement de la voie :	1,435m	
- Disposition des essieux :	B-2-2-B	
- Hauteur de plancher :	0,92m	
- Masse à vide :	29 T	
- Coefficient d'adhérence :	62 %	
- Nombre de places assises :	83	83
- Nombre de places debout :	124 (4/m ²)	186 (6/m ²)
- Capacité :	207 places	269 places
- Vitesse maximale :	60 km/h	
- Accélération continue (0 - 60 km/h) :	1,0 m/s ²	
- Décélération moyenne en freinage de service :	1,2 m/s ²	
- Décélération moyenne en freinage d'urgence (70 - 0 km/h) :	2,9 m/s ²	
- Puissance unihoraire totale sous 750 V :	350 Kw	
- Rayon de courbure minimum :	20m	
- Rampe maximum :	4 %	

Pour pouvoir utiliser ces véhicules à 8 essieux en double traction, la K.V.B. a installé des attelages automatiques sur quelques véhicules, attelages qui n'étaient pas prévus initialement.

Le parc de véhicules du métro léger comprend (Réf. 13, 18, 14, 10, 25) :

1. Les véhicules DÜWAG de type B :

59 véhicules d'une 1ère génération livrés entre 1973 et 1977

30 véhicules d'une 2ème génération livrés entre 1984 et 1985

soit 89 véhicules (modèle B) sur le réseau de la K.V.B.

.../

2. Les véhicules DÜWAG à 8 essieux

Les véhicules à 8 essieux livrés à la K.V.B. entre 1963 et 1971 sont toujours utilisés sur le réseau de métro léger. Des véhicules ont été aménagés pour être exploités en double traction sur les lignes 9 et 1. Le nombre de ces véhicules est de 199.

Avec une dizaine de véhicules de type B loués à la ville de BONN, la K.V.B. utilise près de 300 véhicules sur le réseau de l'agglomération de COLOGNE.

Coût du matériel roulant

Le coût du véhicule à 8 essieux (hors télétransmission) s'élève au 1.01.80 à 2.900.000 FF.

Le coût du véhicule modèle B de métro léger s'élève au 1.01.80 à 4.990.000 FF (dont 250.000 F pour la transmission) (Réf. 16, 20).

Les principaux constructeurs qui ont participé à la construction de ces véhicules sont les entreprises DÜWAG pour la partie mécanique, caisse et traction, les entreprises SIEMENS, B.B.C. et KIEPE ELECTRIK pour les équipements électriques.

III.2. - Les stations

a) Les arrêts

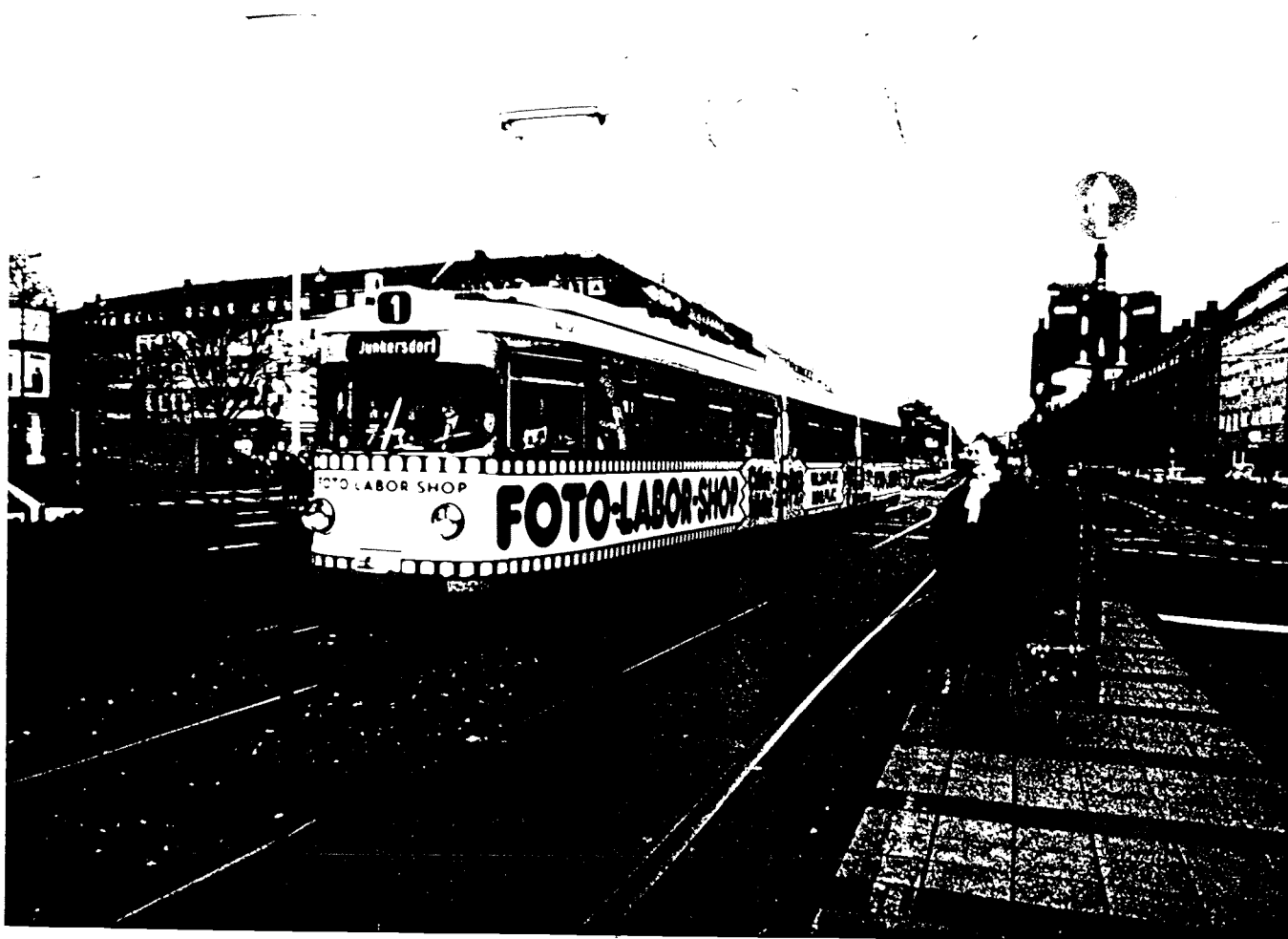
Sur environ 200 stations et arrêts du réseau de métro léger de l'agglomération de COLOGNE (sans tenir compte des lignes 16 et 18 de la K.B.E. hors agglomération), on trouve 40 arrêts environ le long des voies en site banalisé. Ces arrêts sont en général protégés par des îlots surélevés à hauteur de trottoir (12 à 20 cm) d'une longueur variant de 30 à 60 mètres.

En site séparé, on trouve plus de 130 arrêts dont les quais sont soit bas (+ 12 à 20 cm), soit surélevés à + 35 cm (au-dessus du rail), la longueur variant de 30 à 80 mètres : ces arrêts ont un abri avec le mobilier et tableau d'horaires, mais n'ont pas de distributeurs automatiques de tickets sauf aux arrêts de correspondance. La distance moyenne entre les arrêts est de 660m (Réf. 21, 22, 23, 24, 27 et 7).

.../



TRONCON DE VOIE DE LA LIGNE 1 EN SITE BANALISE DANS AACHENER STR ; LA 2^{ème} VOIE
SE TROUVE DANS LA RUE PARALLELE R. WAGNER



UNE MOTRICE A 8 ESSIEUX SUR LA LIGNE 1 DANS AACHENER STR ; LA KVR UTILISE 50
VEHICULES DE CE TYPE POUR LA REALISATION D'UNE DES RESSOURCES FINANCIERES DE L'ENTREPRISE

b) Les stations

On trouve les stations du type métropolitain dans le centre-ville, souterraine ou aérienne.

Les stations sont en général à quais latéraux d'une longueur de 80m et situés à 35 cm au-dessus du niveau des rails pour l'exploitation mixte métro léger - tramway. Les premières stations à quai central seront construites sur l'extension du souterrain vers BICKENDORF et BOCKLEMUND (lignes 3 et 4) dont les mises en service sont prévues pour 1989 et 1992. Lorsque l'exploitation ne se fera plus qu'avec les véhicules de type B, les quais seront rehaussés à + 90 cm (au-dessus des rails). Les stations aériennes et souterraines ont des escaliers mécaniques posés au niveau définitif des quais (+ 90 cm) ; une rampe permet l'accès aux quais actuellement au niveau + 35 cm. Les quais sont surveillés par caméras reliées au poste de contrôle.

c) Les stations de correspondance

L'utilisation intégrée du métro léger, de l'autobus et du chemin de fer régional (S-BAHN) nécessite, comme dans d'autres villes, des stations de correspondance.

Ces stations se situent en général au terminus d'une ligne de métro léger où se rabattent les lignes d'autobus, à l'intersection de la ligne du chemin de fer régional et à la gare centrale.

d) Les parkings de dissuasion

De nombreux parcs de dissuasion pour automobilistes ont été créés à la périphérie de l'agglomération et du centre-ville et à proximité de lignes du métro léger. Ainsi sur la ligne 15-16, la ligne le long des berges du Rhin on trouve 3 (P + R)⁽¹⁾ (SÜRTH, GODORF, WESSELING), trois stations de correspondances bus - métro léger. On trouve un parc (P + R) au terminus Nord de la ligne 12, à MERKENICH, au terminus Sud de la ligne 7 à ZUNDORF, au terminus Ouest de la ligne 2 à BENZELRATH.... On dénombre ainsi 14 parkings de dissuasion, dont 3 à la périphérie du centre-ville. La construction de 25 autres parkings (P + R) est envisagée sur l'ensemble de l'agglomération. On trouve aussi de nombreux parkings 2 roues (Réf. 28).

(1) P + R = Park and Ride.

.../



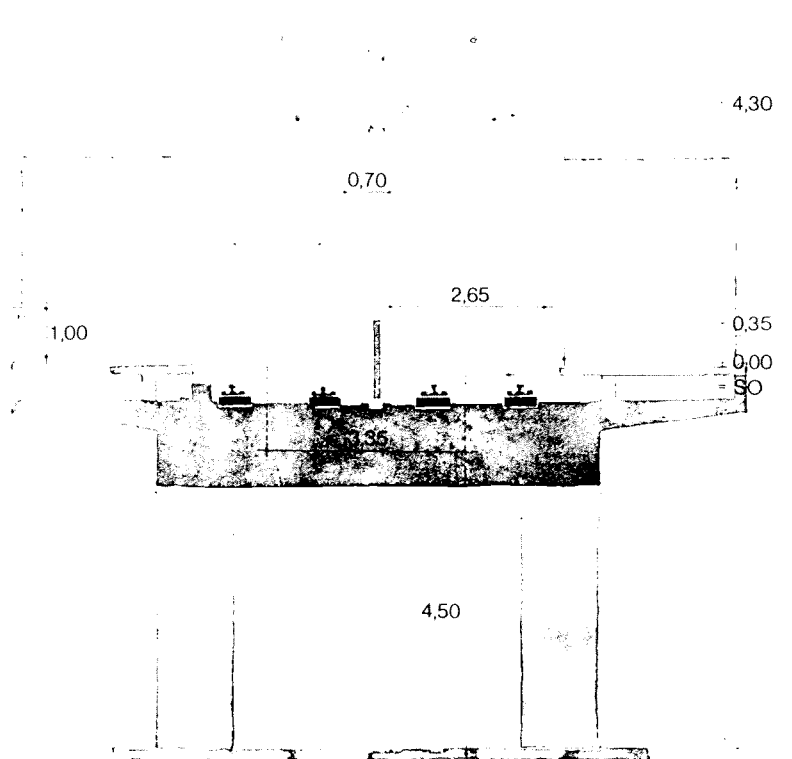
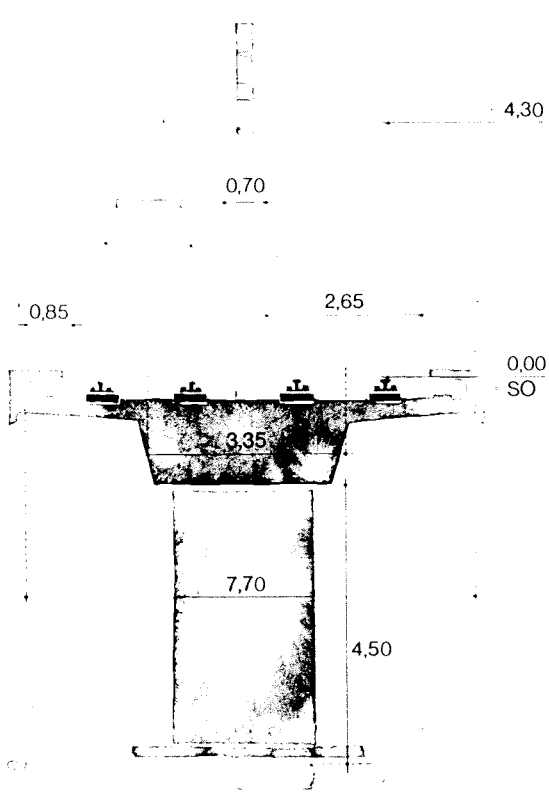
VUE INTERIEURE DE LA STATION FRIESENPLATZ MISE EN SERVICE EN AVRIL 1985



ARRET DE TRAMWAY EN SITE BANALISE SUR LES LIGNES 6,9,10,12 : ON REMARQUE LES ILOTS DE PROTECTION



TRONCON DU RING EN VIADUC SUR LA LIGNE 13 : ON REMARQUE L'IMPLANTATION DES SUPPORTS DE LA CATENAIRE ET LES 2 FEEDERS COTE A COTE QUI SUPPORTENT LA LIGNE DE CONTACT .



COUPES DU VIADUC

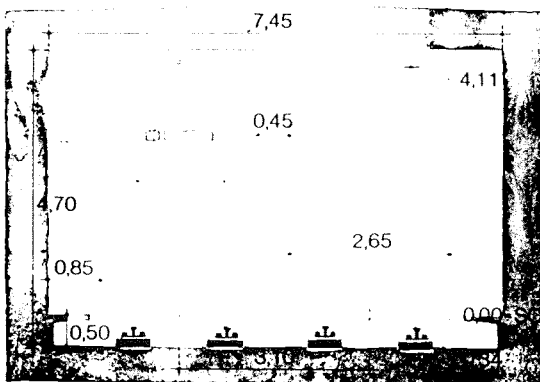
EN LIGNE

EN STATION

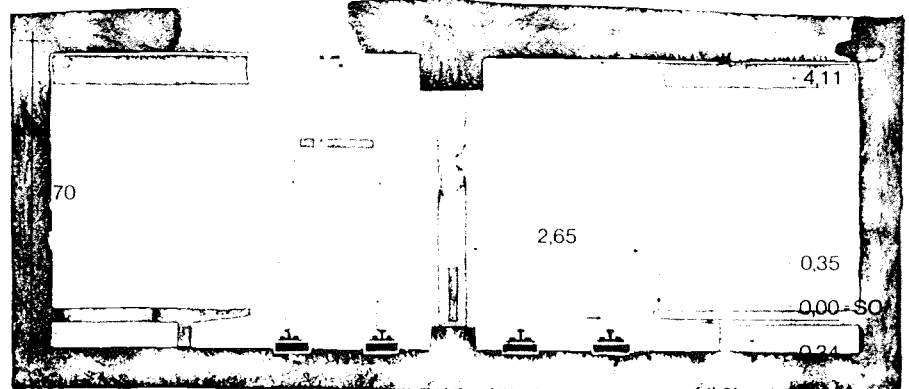


(Doc. KBV)

VUE D'UNE STATION A QUAIS LATERAUX :
ON REMARQUE LA VOIE DE BETON SANS
BALLAST .



EN LIGNE



COUPES EN TUNNEL

(Doc. KBV)

EN STATION

III.3. - La voie

a) Alimentation en énergie électrique (Réf. 29 et 7)

L'alimentation en énergie électrique se fait à partir de sous-stations de redressement réparties sur l'ensemble du réseau : les sous-stations récentes sont intégrées dans les locaux techniques des stations souterraines du métro léger par exemple, elles sont télécommandées à partir d'un poste de régulation situé au Poste Central de Contrôle. L'énergie électrique est transmise aux véhicules par la ligne de contact aérienne et la caténaire. Le dimensionnement de la ligne a été déterminé à COLOGNE à partir d'un espacement moyen des sous-stations de 3 km ; il donne une section de conducteur actif de 420 mm^2 constitué d'un fil de cuivre en alliage d'Ag 0,1% de 120 mm^2 de section pour le fil de contact, et de deux fils de cuivre de 150 mm^2 de section ou feeders.

1. Ligne de contact située dans la partie aérienne du réseau.

Les feeders d'alimentation servent de câbles porteurs de la caténaire. Pour améliorer l'aspect visuel de la caténaire, on a placé deux feeders côte à côte comme support de la ligne de contact.

2. Ligne de contact située en partie souterraine du réseau.

En tunnel, les fils de contacts sont suspendus à des supports élastiques au plafond, les feeders sont fixés parallèlement à côté du fil de contact. Les feeders et le fil de contact sont réunis à l'aide de 2 câbles de cuivre de 70 mm^2 chacun, à intervalle régulier pour obtenir une distribution uniforme.

b) La pose de la voie

L'écartement de la voie du réseau de métro léger de COLOGNE est normal, soit 1.435 mm.

Les caractéristiques géométriques principales sont :

- L'emprise minimum réservée est de l'ordre de 7,50m avec deux cheminements latéraux de 0,70m en souterrain (Réf. 7 et 23).
- L'emprise réservée entre les garde-corps sur le viaduc est de 7,70m avec deux cheminements latéraux de 0,70m de large. Les supports de la caténaire sont implantés entre les voies.

.../

- En surface, l'emprise minimum réservée est de l'ordre de 7,00m sur le pont MÜHLHEIMER (Réf. 30) au-dessus du Rhin, cette emprise est réduite à 6,25m les bordures de protection comprises, la caténaire étant suspendue aux supports d'éclairage public du pont. La séparation du reste de la chaussée s'obtient par la pose de bordures basses, des clôtures, des plantations d'épineux si la largeur le permet, des glissières de sécurité, etc....

Le rayon minimum sur le réseau du métro léger est de 50m, 25m sur l'ancien réseau.

La pente maximum est de 3,3 %.

Le système mixte de COLOGNE consiste à aménager par étapes un réseau intégrant différents types de tronçons de lignes qui sont des sections nouvelles du métro léger en souterrain, en viaduc, en site séparé de surface, des sections de l'ancien réseau de tramways en site banalisé, des lignes de chemin de fer vicinaux en banlieue, et des lignes de chemin de fer COLOGNE-BONN et COLOGNE-FRECHEN-BENZELRATH, ce qui a exigé des études d'adaptation du guidage roue-rail, de dimensionnement des quais de stations.... (Réf. 5). Le véhicule du métro léger (modèle B) de par sa conception, peut passer dans des courbes de l'ancien tracé au rayon de 25m et sur une voie de chemin de fer (aux normes EBO) à 100 km/h. Sur les lignes utilisées à la fois par les trains de marchandises et le métro léger, on a neutralisé la différence des dimensions transversales des systèmes métro léger (BOSTRAB) et du chemin de fer (EBO) à l'aide de coeur d'aiguille mobile (Réf. 5, 17).

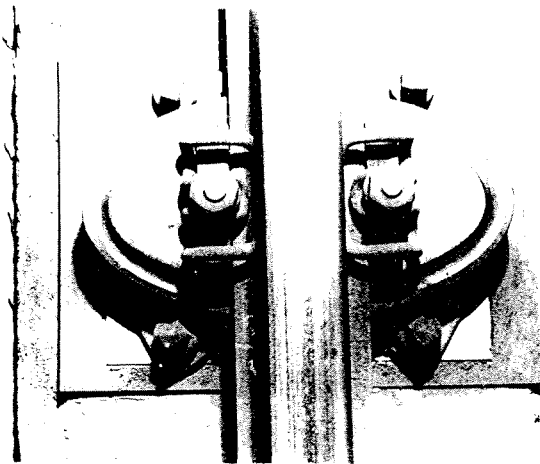
Ainsi, sur le réseau du métro léger de COLOGNE, on rencontre différents types de voies :

- La voie sur ballast

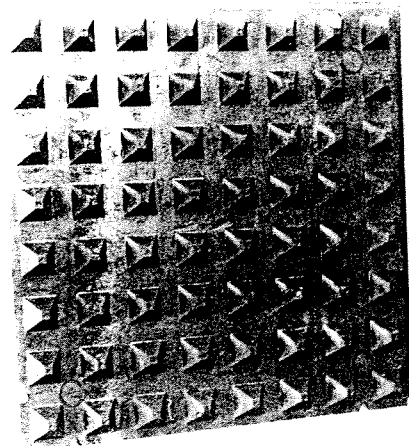
On rencontre ce type de voie sur les anciennes lignes de chemin de fer, sur les nouveaux tronçons du réseau de métro léger en site séparé de surface et dans les premiers souterrains.

Cette voie est constituée de rails Vignole S41 ou S49 fixés sur des traverses de bois noyées dans le ballast (Réf. 31, 32, 5).

.../

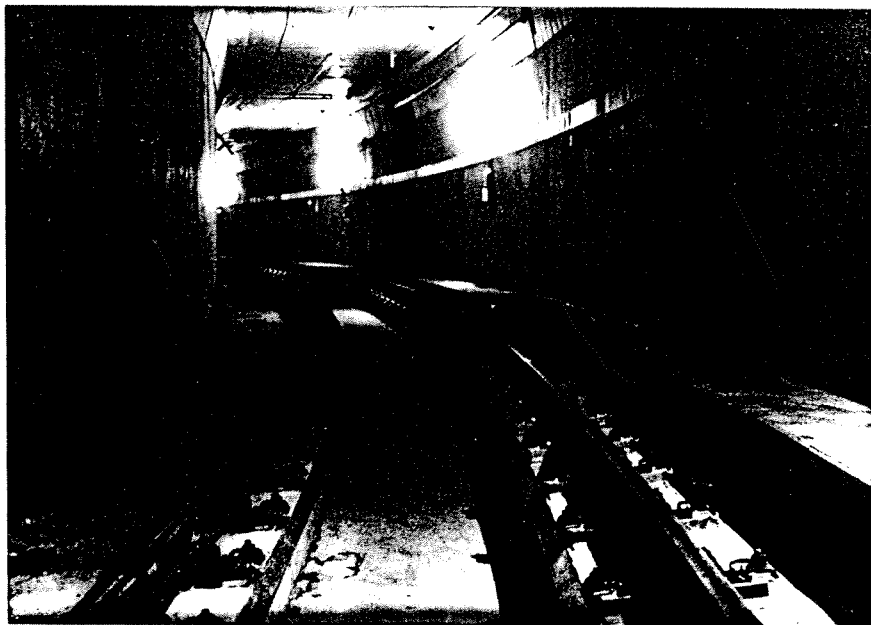


VUE DE DESSUS DE " L'OEUF DE COLOGNE " :
LA PLATINE OVALE STRIE EST SUSPENDUE
A UN COLLIER DE CAOUTCHOUC VULCANISE
SUR PLACE



(Doc. KVB)

VUE DE DESSOUS DU TAPIS SOUS BALLAST :
UN SYSTEME MASSE - RESSORT POUR LA
REDUCTION DES VIBRATIONS , APPELE LA
" BOITE A OEUF DE COLOGNE "



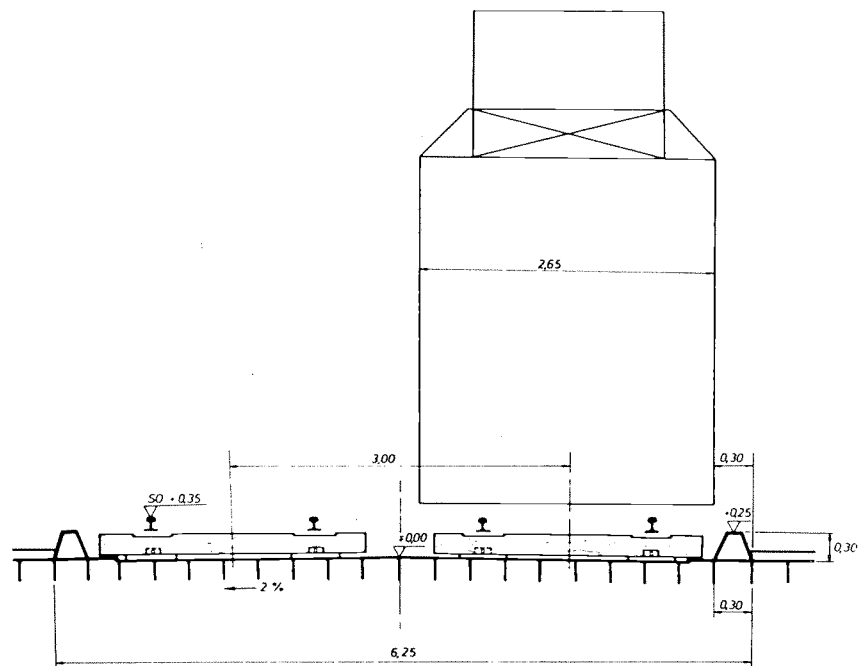
(Doc. KVB)

VUE D'UNE VOIE UNIQUE : VOIE SANS BALLAST AVEC LE SYSTEME
MASSE - RESSORT DE CLOUTH PRES DE LA STATION KALK. ON OBSERVE
LE GRAND ESPACEMENT DES ELEMENTS RESSORTS DE CLOUTH.



(Doc KVB)

UN VEHICULE DE METRO LIGIER (VL) SUR LE PONT DE MULHEIM



(Doc. K.V.B.)

COUPE DE LA PLATEFORME DU METRO LEGER AU DROIT DU PONT
DE MÜLHEIM

- La voie couverte sur ballast

Comme sur d'autres réseaux, on utilise la voie couverte sur ballast pour assurer la continuité des rails Vignole au droit des carrefours à niveau et permettre le passage des piétons et de la circulation générale. On a aussi recouvert des tronçons de voies sur ballast pour permettre le passage des bus, des véhicules de sécurité.... mais l'entretien de ce type de voie est onéreux par rapport à la voie noyée dans la chaussée ou la voie ferrée sur des dalles de béton.

- La voie sans ballast

Depuis 1970, 25 kilomètres de voies doubles sur dalles de béton ont été construits à COLOGNE selon une méthode particulière, propre à ce réseau : elle consiste à construire de haut en bas, après alignement des rails (tolérance de $\pm 1\text{mm}$) fixés à des supports élastiques appelés Oeufs de COLOGNE, du type 1403b et 1403c de chez CLOUTH GUMMIWERKE AG, entreprise de COLOGNE, l'ensemble de la structure de la voie qui est coulée à l'avancement. L'intérêt de cette méthode est d'utiliser le radier du souterrain et le tablier du viaduc sans ajouter d'éléments supplémentaires, tels que traverses et ballast qui entraînent des surdimensionnements d'ouvrages et surtout un entretien de la voie plus important. Les hauteurs d'ouvrages sont réduites de 30 cm avec l'utilisation de la voie sans ballast. La maintenance de la voie sur ballast est plus onéreuse que celle de la voie sur béton car il faut reprendre la géométrie de la voie sur ballast tous les 2 à 3 ans pendant l'arrêt de l'exploitation (3 heures la nuit) alors que seuls les éléments élastiques supportant les rails doivent être changés tous les 30 ans sur la voie sans ballast.

En 1982, la K.V.B. économisait de l'ordre de 750.000 D.M. sur la maintenance de 25 km (de voies doubles) de voies sans ballast soit de l'ordre de 90.000 F.F. par km (voie double) (Réf. 33, 34, 35).

- La voie avec rail à gorge

La voie couverte avec rail à gorge est la voie classique que l'on trouve en site banalisé sur les anciens tronçons du réseau de tramways.

.../

c) Les sites

Le tracé de ces voies se répartit selon 3 types de sites sur l'ensemble du réseau : le site propre intégral, le site séparé, le site banalisé.

1. Le site propre intégral

La partie centrale du réseau se trouve en site propre intégral (tunnel et viaduc), les lignes concernées sont :
les lignes 5, 11, 12, 16 et 9 qui forment le H central de la station BRESLAUER PLATZ, DOM/Hbf, APPELLHOFPLATZ à POSTSTRASSE et SEVERINSTRASSE, soit un linéaire de 4,8 km (Réf. 1, 7, 36, 37).

La ligne 13 en viaduc entre SLABYSTRASSE et NUSSBAUMERSTRASSE, les lignes 6, 9, 12 et 10 entre MOLLWITZSTRASSE et BRESLAUER PLATZ, les lignes 10, 6 et 15 entre EBERTPLATZ et CHRISTOPHSTRASSE et les lignes 15, 16 et 11 entre ZOO et EBERTPLATZ, soit un linéaire de 11,6 km.

A la périphérie Nord, la ligne 9 entre CHORWEILER et LONGERICH STR, soit un linéaire de 4 km.

Sur la rive droite du Rhin, les lignes 1, 2 et 9 entre KONSTANZER STRASSE (station OSTHEIM), KALK KAPELLE, KALK POST et HEUMARKT sur la rive gauche, le prolongement du site propre sur les lignes 16, 13 et 11 entre ZOO, le pont MÜLHEIMER sur le Rhin et la station WIENER PLATZ, soit un linéaire de 11,1 km.

Le prolongement du souterrain sur les lignes 3 et 4 entre FRIESEN PLATZ et VENLOER WALL mis en service en Avril 1985, soit un linéaire de 1,8 km.

L'ensemble des linéaires décrits ci-dessus est de 33,3 km.

.../

2. Le site séparé

Pour les tronçons de ligne situés en site séparé, on distingue 2 groupes de sites :

- a) Les lignes du métro léger situées sur des voies de chemin de fer dont les carrefours à niveau avec la circulation générale sont protégés par des barrières et des dispositifs de sécurité ; ces lignes ont la priorité absolue.

Dans un premier groupe de tronçons de voies du type chemin de fer, on trouve les sections de lignes ci-après entre stations :

- KÖNIGSFORST - OSTHEIM sur la ligne 9, soit 4,2 km environ.
- ZÜNDORF - POLL, SALM STR. sur la ligne 7, soit 8,7 km environ.
- BENSBERG - FULDAER STR. sur la ligne 1, soit 9,9 km environ.
- THIELENBRUCH - FRANKFURTER STR. sur la ligne 3, soit 6,5 km environ.
- SCHLEBUSCH - NEURATHER RING sur la ligne 4, soit 4,8 km environ.
- MARIENBURG - WESSELING SÜD (limite de COLOGNE) sur les lignes 15 et 16, soit 12,3 km environ.
- FRECHEN BAHNHOF - BRAHMS STR. sur la ligne 2, soit 5,1 km environ.
- WILHELM - SOLLMANN STR. - NIEHL (1 km) et entre FORDWERKE MITTE et MERKENICH (1,5 km) sur la ligne 12, soit 2,5 km environ.

Soit un linéaire total pour ce premier groupe de 54 km approximativement

- b) Les lignes du métro léger situées sur des voies en site séparé (terre-plein central de boulevard par exemple) dont les carrefours à niveau avec la circulation générale sont protégés par la signalisation verticale : panneaux et feux.

Dans un deuxième groupe de tronçons de voies du type métro léger avec carrefours à niveau protégés par la signalisation verticale, on trouve les sections de lignes ci-après entre stations :

- JUNKERSDORF - NEUMARKT sur la ligne 1, soit 5,1 km environ.
- DEUTZ/MESSE - RIXDORFER STR. sur la ligne 4, soit 4,5 km environ.
- BOCKLEMUND - AKAZIENWEG sur les lignes 3 et 4, soit 1,6 km environ.

.. /



LIGNE 2 SUR L'ANCIENNE LIGNE DE CHEMIN DE FER DE LA KFBE (KÖLN - FRECHEN -
BENZELRATHER - EISENBAHN)





VOIES NOYÉES EN SITE BANALISÉ SUR LES LIGNES 6 ET 9



VOIES SUR BALLAST EN SITE SÉPARÉ PROTÉGÉ PAR DES HAIES SUR LA LIGNE 1 LE LONG DE L'AVENUE MACHENER STR.

- SEVERIN STR. - SUEVEN STR. sur les lignes 3, 4, 9, soit 1,5 km environ.
- SÜLZGÜRTEL - NUSSBAUMER STR. sur la ligne 13, soit 5 km environ.
- OSSENDORF - MARGARET STR. sur la ligne 5, soit 0,9 km environ.
- LONGERICH - WILHELM - SOLLMANN sur la ligne 6, soit 2 km environ.
- SÜLZ - MOMMSEN STR. sur la ligne 7, soit 0,5 km environ.
- HEUMARKT - NEUMARKT sur les lignes 1, 2 et 7, soit 0,8 km environ.
- KLETTENBERG - BARBAROSSA PLATZ sur les lignes 10 et 11, soit 3,3 km environ.
- NIEHL - FORDWERKE ÖLHAFEN sur la ligne 10, soit 3,0 km environ.
- MARIENBURG - CHRISTOPH STR. sur les lignes 15 et 16, soit 6,8 km environ.
- BENZELRATH - MÜHLENGASSE sur la ligne 2, soit 0,9 km environ.

Soit un linéaire total pour ce 2ème groupe de 35,9 km environ.

.../

3. Le site banalisé

Les tronçons en site banalisé correspondent en général à l'ancien réseau de tramways, les sections de lignes concernées entre stations sont :

- RUDOLF PLATZ - UNIVERSITÄTS STR. sur les lignes 1 et 2, soit 0,5 km environ.
- STEGERWALDSIEDLUNG - FRANKFURTER STR. sur la ligne 3, soit 1,5 km environ.
- SUEVEN STR. - MESSE/SPORTHALLE sur la ligne 3, soit 1,1 km environ.
- MÜHLENGASSE - FRECHEN, BAHNHOF sur la ligne 2, soit 1,4 km environ.
- BRAHMS STR. - DÜRENER STR./GÜRTEL sur la ligne 2, soit 1,3 km environ.
- MARGARETA STR. - NUSSBAUMER STR. sur la ligne 5, soit 2 km environ.
- AKAZIENWEG - BOCKLER PLATZ (déviation) sur les lignes 3, 4, 5, soit 3,4 km environ.
- RIXDORFER STR. - NEURATHERRING sur les lignes 4 et 11, soit 0,6 km environ.
- MARIENBURG - CHLODWIG PLATZ sur la ligne 6, soit 3 km environ.
- WILHELM - SOLLMANN STR. - MOLL-WITZ STR. sur la ligne 6, soit 1,7 km environ.
- POLL, SALM STR. - DEUTZER FREIHEIT sur la ligne 7, soit 3 km environ.
- MOMMSEN STR. - NEUMARKT sur la ligne 7, soit 3,1 km environ.
- ZOLLSTOCK - EIFEL STR. sur la ligne 12, soit 3 km environ.
- DÖRENER STR. - GLEUELER STR. et SÜLZGURTEL - NEUENHÖFER Allée sur la ligne 13, soit 1 km environ.
- WIENER PLATZ - HERLERRING sur la ligne 15, soit 1,5 km environ.

L'ensemble des différents tronçons ci-dessus totalise 28,1 km.

La répartition des différents types de sites des lignes du réseau K.V.B. et K.B.E. (ligne 16 COLOGNE-BONN jusqu'à WESSELING SÜD limite de l'agglomération de COLOGNE) est résumée dans le tableau suivant :

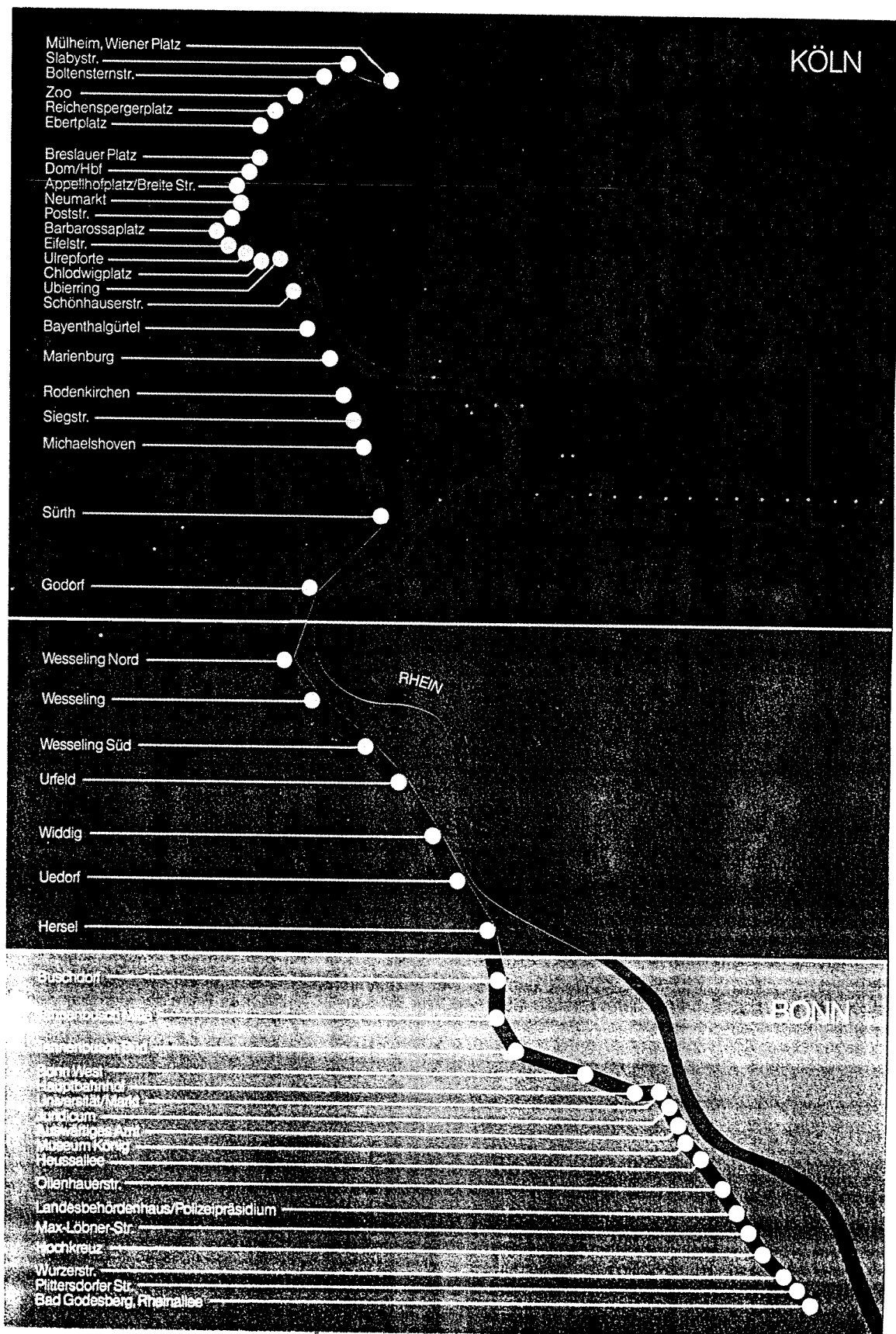


.../

Type de site	Linéaire en km (voie double)	Pourcentage de linéaire concerné	Observations
Site propre intégral	33,3	22 %	Souterrain, viaduc, site propre sur les ponts MULHEIMER et DEUTZER
Site séparé : a) Carrefours protégés par barrières type chemin de fer	54	35,7 %	Lignes de chemin de fer K.V.B., K.F.B.E. et K.B.E. (ligne 16 jusqu'à WESSELING)
b) Carrefours protégés par la signalisation verticale	35,9	23,7 %	
Site banalisé	28,1	18,6 %	
TOTAL	151,3	100 %	

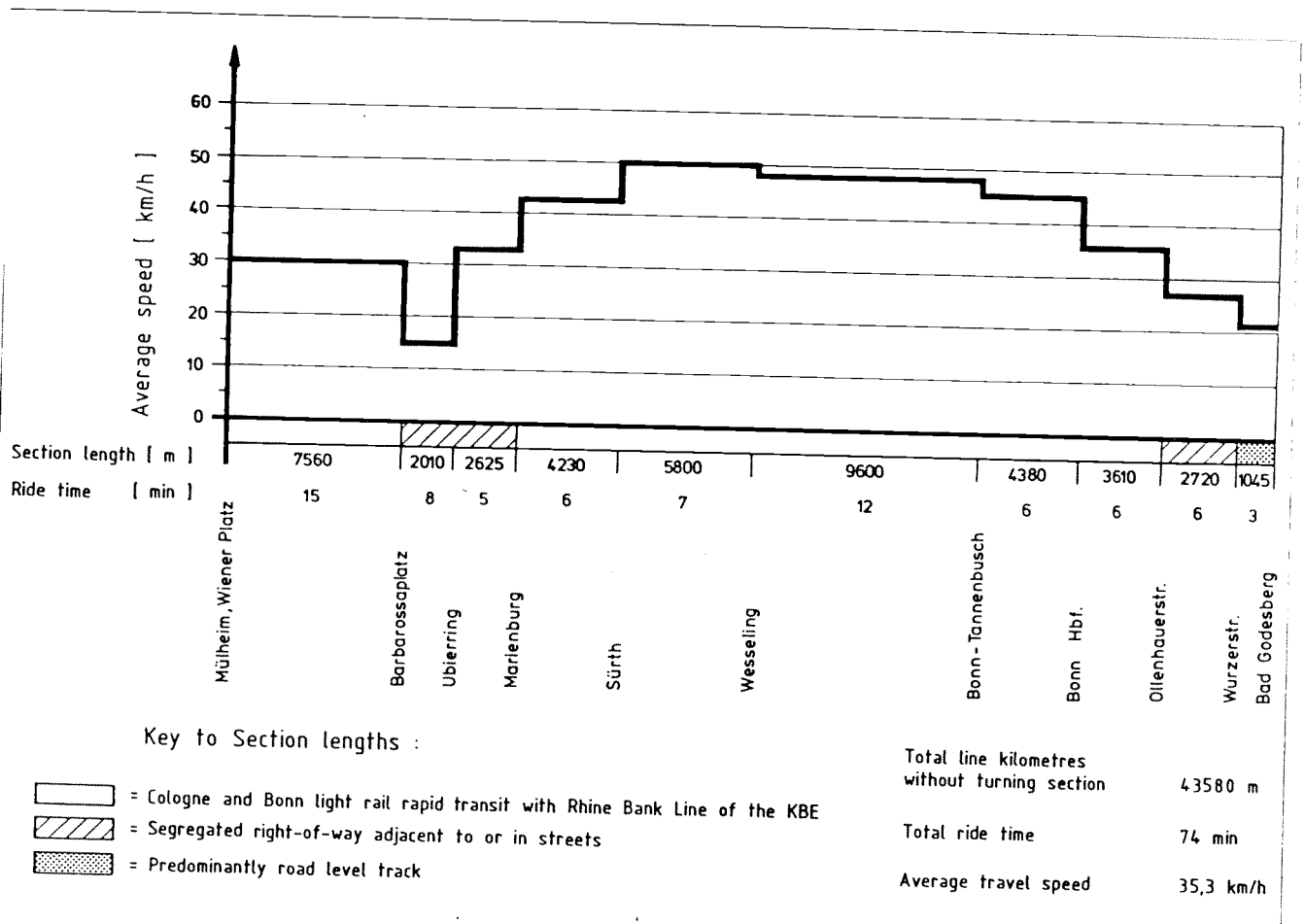
La lecture de ce tableau montre que le réseau du métro léger de COLOGNE a près de 82% du linéaire de ses voies en site propre intégral, en site séparé du type chemin de fer ou avec des carrefours à niveau protégés par la signalisation verticale, et près de 58% du réseau de métro léger avec la "priorité absolue" de type chemin de fer.

.../



(Dqc, KVB/KBE)

SCHEMA DE LA LIGNE 16 DE COLOGNE MULHEIM A BONN-BAD GODESBERG 43,580 Km



(Doc. KVB)

VITESSE COMMERCIALE MOYENNE PAR TRONCON SUR LA LIGNE 16
COLOGNE - BONN

d) La ligne de métro léger COLOGNE-BONN (Réf. 8)

Outre les lignes du réseau K.V.B. de COLOGNE, l'agglomération est desservie par les lignes K.B.E., la ligne 16 ou ligne des Berges du Rhin (RHEINUFERBAHN) et la ligne 18 la VORGEBIRGSBAHN qui relient toutes deux le centre de COLOGNE à la ville de BONN.

Depuis Août 1978, la ligne 16 est une ligne de métro léger d'un linéaire total de 43,58 km (voie double) : cette ligne est construite selon les normes du chemin de fer (EBO) avec priorité aux carrefours dans les villes de BONN et COLOGNE, et 13 passages à niveau protégés par des barrières et des dispositifs de sécurité dans la banlieue le long du Rhin

La vitesse commerciale de cette ligne est de 35,3 km/heure, soit le trajet de COLOGNE (WIENER PLATZ) à BONN (BAD GODESBERG) 43,58 km en 74 minutes, la vitesse commerciale moyenne atteignant 50 km/heure sur plus de 15 km entre SÜRTH et BONN-TANNENBUSCH.

Cette ligne a démontré aux responsables qu'avec un investissement comparativement réduit, de l'ordre de 3,7 millions de D.M. au km (10,7 millions de F.F.), on peut accroître le trafic d'une ligne ; en effet, le trafic de cette ligne n'a cessé de décroître entre 1965 et 1977, après la mise en service du métro léger en 1978 le trafic s'est accru en moyenne de 114 % entre COLOGNE et SÜRTH, et de 241 % au Nord de la station BONN WEST. Devant ce succès, la 2ème ligne de la K.B.E., la ligne 18 (31,9 km) est en cours de modification pour être aux normes d'une ligne de métro léger ; Depuis le 15 Octobre 1985, la section entre BONN et BRÜHL - SCHWADORF est achevée. Néanmoins, l'exploitation vers COLOGNE, situé à 10 km environ de BRÜHL, continuera un an de plus avec l'ancien matériel roulant de la K.B.E.

.../

III.4. - La régulation de trafic

a) Gestion des feux de carrefours

Sur les tronçons de surface en site réservé ou banalisé, les rames circulent à vue.

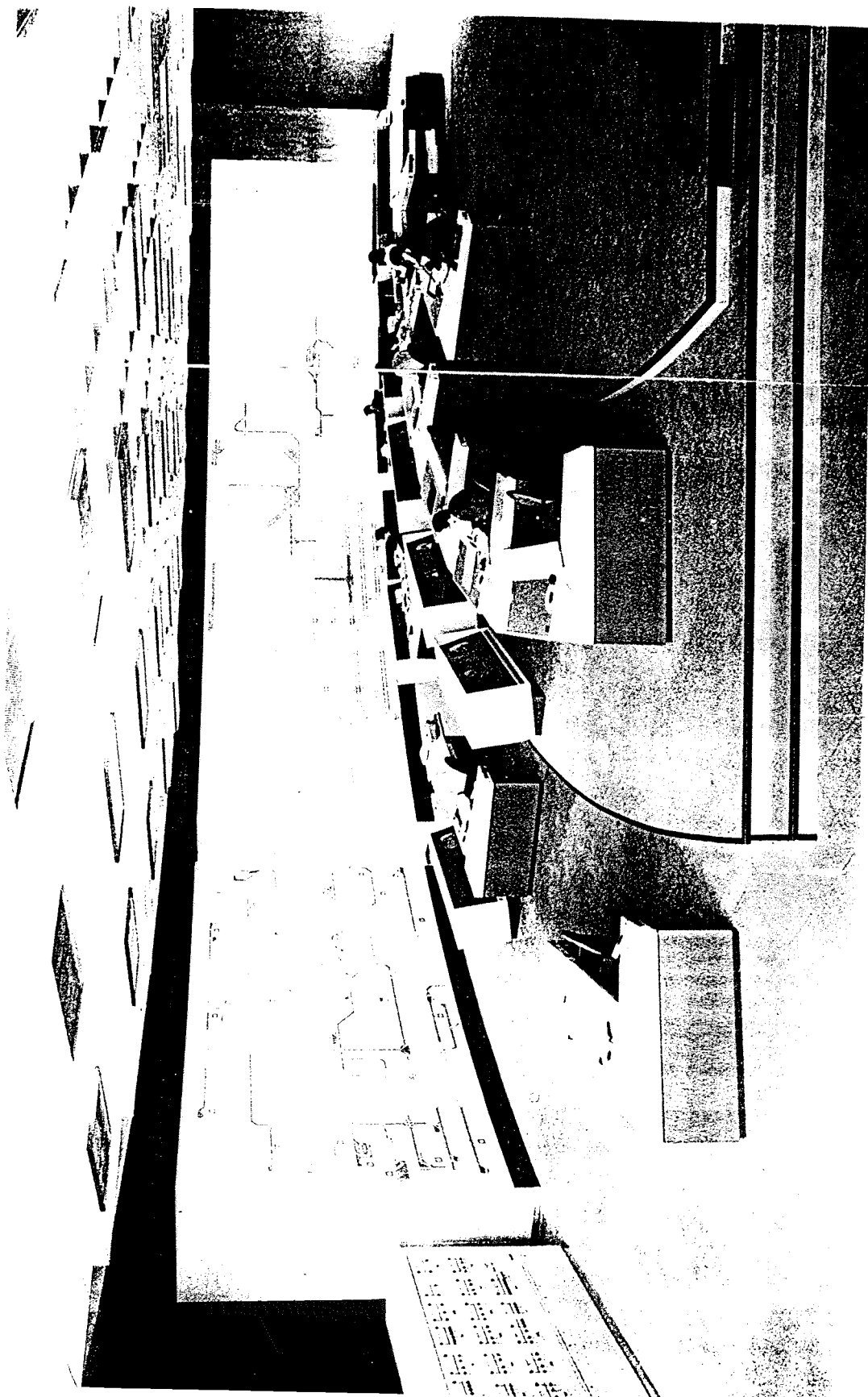
Les carrefours avec la circulation générale sont équipés de systèmes de priorité aux feux avec phase spéciale pour le métro léger, mais ce système n'est pas généralisé ; on trouve encore en site banalisé ou séparé des lignes n'ayant pas de priorité aux carrefours, pour lesquelles on note la vitesse commerciale la plus faible : sur la ligne 12 entre ZOLLSTOCK et EIFELSTRASSE la vitesse commerciale est de 18,4 km/h, sur la ligne 6 entre MARIENBURG et CHLODWIG PLATZ, la vitesse commerciale est de 17 km/h, sur la ligne 7 entre SÜLZ et NEUMARKT, la vitesse commerciale est de 13,4 km/h.

En ne donnant pas la priorité au métro léger sur ces tronçons, on ne pénalise pas la phase verte pour les véhicules privés, les usagers du métro léger n'étant pas à plus de 15 minutes de trajet du centre-ville.

b) Le système de contrôle de l'exploitation par ordinateur

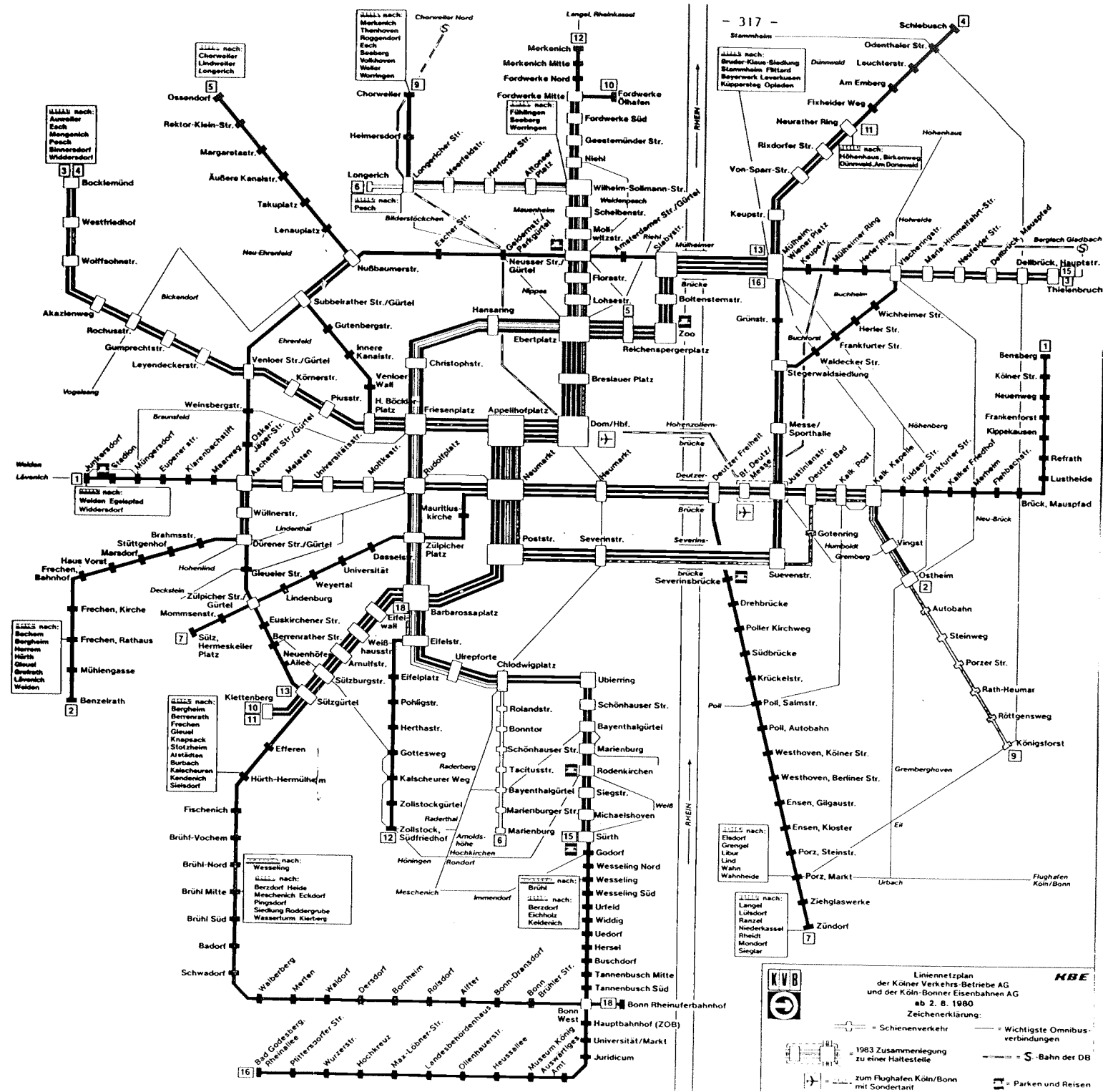
Les tronçons en site propre intégral (souterrain ou viaduc) et quelques tronçons en site séparé sont équipés de dispositifs de protection de trains : les rames peuvent être localisées à l'aide de circuits de voies électroniques, et identifiées par un numéro codé transmis par l'intermédiaire de boucles inductives. Elles sont en outre équipées d'un dispositif magnétique d'arrêt automatique en cas de survitesse ou de non respect de la signalisation. Les postes d'aiguillage des croisements sont surveillés et télécommandés par un poste d'aiguillage central.

Un premier poste central installé dans les locaux de la station souterraine EBERTPLATZ doté de 2 ordinateurs travaillant en parallèle, ayant en mémoire les parcours des véhicules selon l'horaire était opérationnel en 1974. En 1980, un poste central de commande était opérationnel au siège de la K.V.B. (près de la ligne 1, station AACHENER STR.). Ce poste installé par la Firme SIEMENS regroupe l'ensemble des données de l'exploitation dans une même salle avec les moyens audiovisuels et les ordinateurs, permettant de suivre la marche des trains sur un tableau de contrôle optique, de surveiller les quais de stations à partir de caméras, d'informer les usagers par phonie ou par la signalisation automatique d'indication de destination des rames. L'architecture de l'équipement de ce poste est modulaire, ce qui permet de raccorder les nouveaux tronçons du réseau sans perturber l'exploitation du système (Réf : 38, 39).



(Source KVB)

VUE GENERALE DU POSTE CENTRAL DE COMMANDE



III.5. - Garage atelier et dépôts

Afin d'alimenter le réseau par les véhicules en réserve, la K.V.B. a plusieurs dépôts répartis autour de la ville : ainsi on trouve à l'Est du Rhin un dépôt près de la station DEUTZ MESSE (lignes 1, 2, 9) pour 15 véhicules, un dépôt au terminus des lignes 3 et 15 à THIELENBRUCH pour 30 véhicules. Un garage atelier doit être construit pour 1987 près de la ligne 1 avec un embranchement à la station MERHEIM : la capacité de ce garage sera portée à 150 véhicules pour 1990.

A l'Ouest du Rhin, on trouve le dépôt de SÜLZ, terminus de la ligne 7, avec une capacité de 80 véhicules, le garage atelier situé au siège de la K.V.B. près de la ligne 1 et l'arrêt de AACHENER STR. et un atelier près des lignes 6, 9, 10 et 12 à la station SCHEIBEN STR.

III.6. - La planification et l'élaboration des projets

La K.V.B. a des spécialistes qui s'occupent du développement technique, de planification et de préparation des projets.

Les extensions du réseau prévues ou en cours sont :

- Sur les lignes 3 et 4, la mise en souterrain d'un tronçon de 3 km environ entre BOCKLER PLATZ et AKAZIENWEG, la mise en service est prévue en 2 phases, la première pour 1989, la deuxième pour 1991.
- Un prolongement à l'Ouest des lignes 3 et 4 est prévue pour 1991 au-delà du terminus actuel de BOCKLEMÜND : il s'agit d'un tronçon en site séparé de 1,6 km environ avec 2 stations. Sur la ligne 1 au-delà de JUNKERSDORF un tronçon en site séparé de 3,5 km avec 5 arrêts et un parking de dissuasion.
- Toujours à l'Ouest du Rhin, la K.V.B. doit construire pour 1990 un nouveau tronçon en site séparé remplaçant une partie de la ligne de bus 134 entre la station de métro REICHENSBERGER PLATZ sur les lignes 16, 15 et 11, passant par AMSTERDAMER STR. sur la ligne 13 et l'arrêt de bus HILLESHEIMER STR. près de NIEHL, soit 3,7 km avec 4 stations.

.../

- A l'Est du Rhin, sur la ligne 9, une antenne de 1,5 km avec 3 stations doit être construite pour 1990 entre la station AUTOBAHN et le quartier de BRÜCK.
- Enfin, le futur dépôt de MERHEIM doit être raccordé au réseau en 1987 par un tronçon de 1,5 km environ.

Le réseau de la K.V.B. devrait ainsi s'accroître de 11,8 km et de 14 stations d'ici à 1990.

Ainsi, le tableau du paragraphe III.3.c devient pour 1990-1991 :

Type de site	Linéaire (en km de voie double)	Pourcentage
Site propre intégral	36,3	22,2
Site séparé	101,7	62,4
Site banalisé	25,1	15,4
Total	163,1	100

Le réseau de métro léger de la K.V.B. n'aurait plus alors que 15,4 % de son linéaire de voie en site banalisé.

.../

III.7. - Le personnel de la K.V.B.

La K.V.B. emploie 3.663 personnes en 1983 dont 306 personnes pour le transport de marchandises. Près de 1.700 personnes travaillent à l'exploitation du réseau, à la conduite et au contrôle des titres de transport. 710 personnes travaillent dans les services administratifs, service du personnel, gestion, service commercial, planification....

Les services techniques emploient 1.253 personnes à l'entretien des véhicules et de la voie, ainsi qu'à la construction de déviations ou d'extension de lignes.

III.8. - Conclusion

La décision du Conseil Municipal de COLOGNE en 1962 s'est avérée justifiée : depuis la première mise en service d'un tronçon de métro léger en souterrain dans le centre-ville en 1968, le nombre de passagers transportés et le nombre de places kilomètres offertes par la K.V.B. n'ont cessé d'augmenter.

La création du "système mixte" de COLOGNE a permis un aménagement par étapes du réseau de métro léger en intégrant l'ancien réseau de tramways, les chemins de fer de banlieue à l'Est du Rhin, les lignes de chemin de fer COLOGNE-BONN (K.B.E.) et COLOGNE-FRECHEN-BENZELRATH (K.F.B.E.) grâce à la conception d'un nouveau matériel roulant s'adaptant aux différentes caractéristiques des voies.

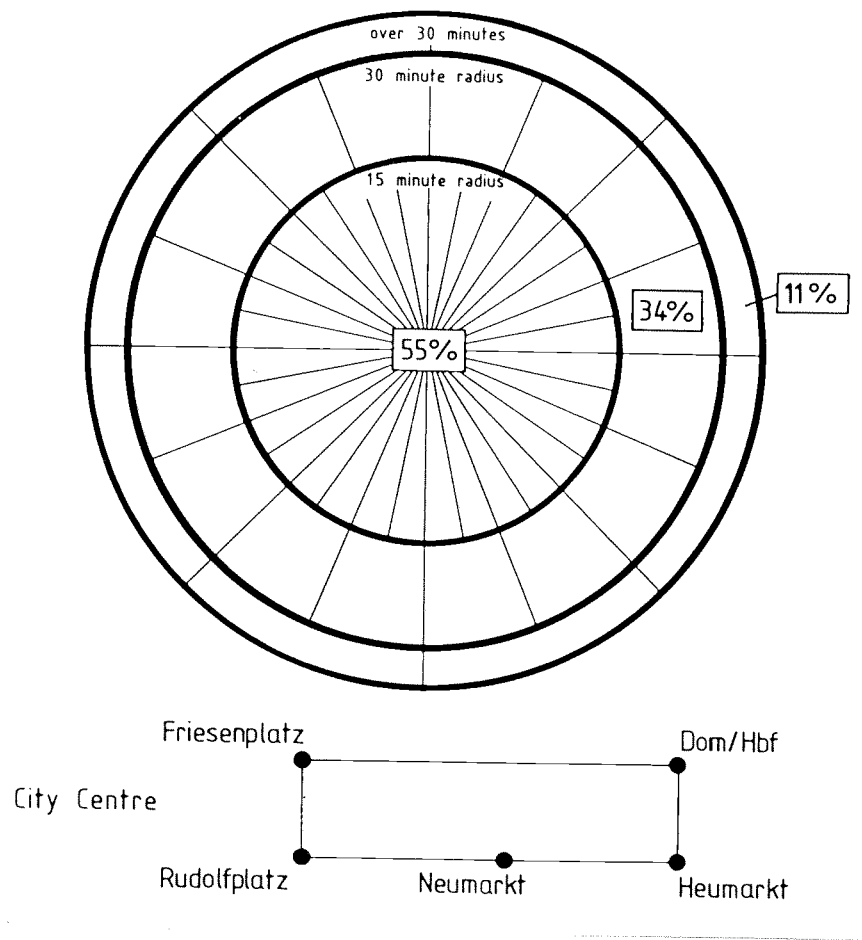
On a pu adapter ainsi les aménagements à l'utilisation rationnelle des subventions de l'Etat et de la Région et offrir des liaisons directes attractives pour les usagers .

La politique dite "à vue d'oeil" de réalisation par étapes du réseau de métro léger de COLOGNE, longtemps critiquée, a, par sa conception modulaire, su traverser une période de difficultés financières pour les transports publics : elle est souvent citée en modèle.

.../

89% de la population de l'agglomération de COLOGNE se trouvent à moins de 30 minutes du centre par le réseau de métro léger à l'heure de pointe. Une amélioration est encore recherchée par l'extension de souterrains sur les lignes 3 et 4 vers BOCKLEMÜND par exemple, l'objectif pour 1990 étant de n'avoir plus que 15% du réseau en site banalisé de surface.

Une nouvelle impulsion à l'attractivité des transports collectifs de la région de COLOGNE et de BONN sera donnée avec la mise en service prévue pour 1986 de la ligne 18 entre COLOGNE et BONN (VORGEBIRGSBAHN) et surtout lorsque la tarification commune proposée par l'Union des Transports Rhin-Sieg (V.R.S.) sera adoptée et effective sur l'ensemble des lignes de bus, métro léger et chemins de fer régionaux.



(Doc. KVB)

REPARTITION DE LA POPULATION DE COLOGNE EN % SELON LE
TEMPS DE PARCOURS DE LA KVB (BUS ET METRO) VERS LE COEUR
DE LA CITE



IV - BIBLIOGRAPHIE

B I B L I O G R A P H I E

- 1 - 20 Jahre Kölner U-Bahn- und Stadtbahnbau
par Rudolf DUBBEL, KVB - Verkehr und Technik, avril 1983
- 2 - Urbanisme et Transports en 1975 en R.F.A.
par J. LEGRAND et B. JELOCHA - C.E.T.E. de l'Est
- 3 - Light Rapid Transit
par D. SCOTT HELLEWELL - Traffic Engineering and Control, Nov. 1977
- 4 - Use of Vehicles in Mixed Tramway/Underground/Railway Operations
par Herbert BERG - Verkehr und Technik, avril 1983, Reprint 1985
- 5 - Kölner Spurführungstechnik machte "Mischbetrieb" mit Höchstgeschwindigkeiten möglich
par Hans BRAITSCH, KVB - Verkehr und Technik, avril 1983
- 6 - For instance Cologne Light Rail - The success of an Idea
par Dieter BOLLHÖFER, KVB - Verkehr und Technik, avril 1983, translated reprint 1985
- 7 - Le ferrovie urbane, realizzazione per fasi
par Giuseppe SCIARRONE - Centro Studi sui sistemi di trasporto - Quaderno n° 10, Settembre 1975
- 8 - Economic utilization of investment subsidies in the Cologne "mixed system"
par Wolfgang MEYER - Verkehr und Technik, avril 1983, translated reprint 1985
- 9 - Le Pré-métro de Cologne
par Rudolf DUBBEL, KVB - UITP REVUE 4/1974
- 10 - Geschäftsbericht für das Jahr 1983
par la K.V.B.

- 11 - Ride times, average speeds and headways - Past and present
par Erwin SCHMIDT - Verkehr und Technik, avril 1983, reprint 1985
- 12 - No level crossings or absolute priority on 59 % of Cologne light
rail network
par Hans BRAITSCH - Verkehr und Technik, avril 1983, reprint 1985
- 13 - Les tramways en R.F.A.
par Daniel DEJEAN et Michel CASTELAIN - édité par SODETRANS
- 14 - Verkehrsnevigkeiten aus Köln
par Axel REUTHER, Köln - Der Stadtverkehr, 10, 1984
- 15 - Description du matériel roulant : Stadtbahnwagen, Technische
Daten Herausgegeben von der K.V.B. - Sept. 1973
- 16 - Les tramways modernes en Europe de l'Ouest - Annexes 1 et 2
par SETEC ECONOMIE - août 1980
- 17 - Stadtbahn Rhein-Sieg
par la K.V.B., K.B.E., la ville de Bonn et l'Union des Transports
Rhein-Sieg - août 1978
- 18 - Tramways of Western Germany
par M. PAGEL et R. TAPLIN - édité par Light Rail Transit
Association
- 19 - Zur Weiterentwicklung des Schnellverkehr- Stadtbahnwagens Kölner
Bauart
par Karl Heinz LELLMANN - Verkehr und Technik, avril 1983
- 20 - Le marché des matériels tramways et métro léger
par P. MALTERRE (METRAM) - Etude établie pour le Ministère des
Transports (D.T.T.) - Septembre 1984

- 31 - Attractivité et économie du métro léger de l'avenir
par F.D. SNELL - UITP, 46ème Congrès International, Bruxelles
1985, Rapport 7
- 32 - Insertion et réalisation de l'infrastructure des métros légers
dans le tissu urbain
par M. BONZ - UITP, 45ème Congrès International, Rio de Janeiro
1983, Rapport 7
- 33 - Neue Unterschottermatte ein voller Erfold
par Dipl. Ing. Hans BRAITSCH, Köln - Verkehr und Technik 7, 1982
- 34 - 25 kilometers of track on rubber and concrete save 0,75 mi
DM per year
par Werner HECKER, Karl BÜCKER, Theo STEINWACHS - Verkehr und
Technik, avril 1983, reprint 1985
- 35 - Protection for ground-borne noise for the public : the first mass-
spring-system ; the "Cologne Egg" ; Novel under ballast mats
par Erhard WISMACH et Hans BRAITSCH - Verkehr und Technik,
avril 1983, reprint 1985
- 36 - Le métro léger de Cologne
Forum des Transports Urbains n° 25 - oct.-déc. 1973
- 37 - Cologne Germany
par Richard F. CLARKE - Mass Transit, juin 1982
- 38 - Development of train protection technology in the joint network
of K.V.B. and K.B.E.
par Heinz AUSSEM - Verkehr und Technik, avril 1983, reprint 1985
- 39 - Zentrale Leitstelle der Kölner verkehrs-Betriebe AG
par K.V.B., mai 1980
- 40 - Köln erleben, Köln erfahren
par K.V.B.

- 21 - Köln : Stadtbahntunnel Deutz eröffnet
par FRENZ - Der Stadtverkehr 5/6, 1983
- 22 - Das Stadtbahnnetz in Köln
Verkehr und Technik, mars 1980
- 23 - U-Bahn Köln 1974
par StatdKöln und Kölner Verkehrs-Betrieb AG
- 24 - Les transports collectifs en Allemagne
DIAGONAL n° 13, mai 1976
- 25 - 10 Jahre Stadtbahnwagen B, Kölner Bauart
Der Stadtverkehr 4/1984
- 26 - Il est temps de standardiser les modèles de véhicules légers sur rails.
par D. Scott HELLEWELL, Sheffield GB - UITP REVUE 2/1978
- 27 - Fortschritte beim Bau der Kölner Stadtbahn
par Axel REUTHER, Köln - Der Stadtverkehr 1, 1980
- 28 - Das Erscheinungsbild der Stadtbahn : neue une umgebaute Haltestellen, bequemere Bahnsteige und neuartige Fahrgastunterstände
par THON, RICHARD, ZIMMER, GÜNTER, OSTERTAG, MICHAEL und FRIES
Hans Peter - Verkehr und Technik, avril 1983, reprint 1985
- 29 - Energieversorgung für Leistungsstarke Oberleitungsfahrzeuge
par SCHUMACHER, Helmut - Verkehr und Technik, avril 1993
- 30 - Reconstruction of three Rhine bridges for exclusive Right of Way
par Willi LECLAIRE, Franz Josef ERNST, Hans BRAITSCH - Verkehr und Technik, avril 1983, reprint 1985