



en direct
du
métro

COMMUNAUTE URBAINE DE LILLE



N° **6**
mai 1980

entretien

Automatisme et sécurité

Robert Gabillard, Professeur à l'Université des Sciences et Techniques de Lille, Conseil de la Communauté Urbaine pour le métro.

■ *La présence de l'homme, aux commandes d'un véhicule de transport, est généralement ressentie comme une sécurité. A l'inverse, peut-on faire une confiance totale à l'automatisme ? Cette question suscite souvent l'appréhension du public. Ses craintes sont-elles justifiées ?*

"Je pourrais vous faire remarquer, avant même de vous parler du métro, que personne n'hésite plus à monter dans un ascenseur. Pourtant, et toutes proportions gardées, il y a plus de risques dans un ascenseur que dans un métro.

Ceci étant dit, il faut faire la distinction entre deux notions voisines mais différentes et trop souvent confondues : sûreté et sécurité. Lorsque l'on vous dit "le métro ne sera pas sûr", c'est par référence à la crainte d'être attaqué. Du point de vue de la sûreté du lieu, des employés en nombre suffisant dissuaderont à Lille les malandrins. Une brigade de surveillance (police urbaine) sera de plus affectée au métro. Quant à la sécurité du système, pour répondre directement à votre question, nous

étions conscients que personne ne tolérerait la suppression du conducteur si elle équivalait à l'introduction d'un risque : les premières études de sécurité ont donc été menées dès 1971.

En ce qui concerne les automatismes, un métro comme celui de Paris en intègre toute une série : il peut démarrer, accélérer, ralentir dans les virages et s'arrêter en stations sans intervention humaine. C'est d'ailleurs M. Ruhlemann, Conseil de la Communauté Urbaine de Lille pour le métro, qui a conçu ces automatismes. Ce qui rassure le public, c'est que le métro de Paris a basé sa sécurité sur la présence de l'homme. Un conducteur est là : il n'a qu'un geste à faire, un interrupteur à commander, pour reprendre le pilotage direct du véhicule. A Lille, les responsables du métro et ses concepteurs n'ont pas renoncé à la surveillance de l'homme. Ils l'ont seulement délocalisée : télémesure et télécommande sont des techniques aujourd'hui parvenues à maturité et qui permettent l'accès aux avantages de la conduite à distance. Le pilotage n'est plus confié à un homme seul, mais à une équipe basée au Poste Central de Contrôle (P.C.C.) où elle dispose d'un appareillage extrêmement complet. Ce qu'il faut savoir aussi, c'est que l'automatisme réduit l'attente en heures creuses en permettant l'exploitation du métro avec des voitures plus compactes et surtout beaucoup plus fréquentes, intervalle maximum entre deux trains : cinq minutes. En heures de pointe l'attente sera inférieure à la minute."

■ *Le système que vous décrivez est séduisant dans son principe mais le jour où les automatismes tomberont en panne, que se passera-t-il ?*

"En cas de panne d'un élément, le véhicule serre ses freins automatiquement : il réagit donc lui-même pour assurer à nouveau sa sécurité dès qu'elle est mise en cause. Voilà pour le principe ; quant à son application, elle n'est pas simple sur une ligne où de nombreuses rames circulent simultanément. Dès qu'un métro s'arrête, il faut stopper les suivants.

Maître d'ouvrage du métro de LILLE
COMMUNAUTE URBAINE DE LILLE
A. NOTEBART, Président
Député-Maire de LOMME

EN DIRECT DU METRO N° 6. Mai 1980

- P. 2 : Entretien
- P. 3.4.5 : Informations - Visites - Hygiène et sécurité
- P. 6.7 : Avancement des travaux
- P. 8 : Station HELLEMES
- P. 9.10.11 : Dossier moteur - Tours de main et techniques de pointe
- P. 12 : Le poste central de contrôle

Publié pour le compte de la Communauté Urbaine de Lille par l'EPAL, Service Métro, rue Van Gogh 59650 Villeneuve-d'Ascq

Directeur de la publication : Michel Colot

Mise en page : Annick Hallart

Photos : P. Walet - G. Leclercq - T.C.O. - Mairie de Lille -

Commission paritaire n° 1365 AD
ISSN 0221-7430
Imprimé par D'HAUSSY, Tourcoing
Dépôt légal 2^e trimestre 1979

Reproduction libre

Couverture :
le poste central de contrôle



Chaque rame émet en permanence un signal transmis par la voie et qui signifie "tout va bien à bord". Toutes les stations suivent le déplacement des rames qui s'approchent, s'arrêtent, démarrent et s'éloignent : elles sont équipées dans ce but d'un pilote automatique de station qui écoute leur signal appelé "signal de tranquillisation". Tant que le pilote de station entend tous les signaux, il envoie par retour aux rames une autorisation d'avancer. Si une rame au contraire coupe son signal en serrant ses freins, le pilote automatique de station en sera immédiatement informé et donnera aux rames suivantes l'ordre de s'arrêter. Un fil peut casser, un appareil cesser de fonctionner, toute panne entraîne l'arrêt du système."

■ Dès lors, le métro ne risque-t-il pas d'être très fréquemment arrêté, pour raison de sécurité ?

"Non : pour éviter aux voyageurs ce désagrément et garantir le service, tous les éléments essentiels ont été doublés. Ainsi, chaque rame a deux groupes de deux moteurs. En cas de panne, elle rentrera - moins vite certes, mais sans aide - jusqu'au Garage-Atelier. L'émetteur du signal de tranquillisation est un équipement doublé, lui aussi, comme l'est le pilote automatique de station.

La probabilité de doubles pannes est statistiquement très faible ; un autre élément de sécurité, lié au doublage, est le refus d'une commutation automatique de l'équipement en panne sur l'équipement de secours : le P.C.C. est toujours prévenu de la panne et décide seul de la réponse qu'appelle l'anomalie constatée. Cette pratique du diagnostic systématique laisse constamment à l'homme une responsabilité d'ensemble. D'autant que les opérateurs seront assistés dans leur mission par des équipes volantes de contrôle et d'intervention, allant et venant dans les stations et dans les voitures : leurs hommes seront en liaison permanente avec le P.C.C. par une panoplie de moyens classiques (talkies-walkies, interphones, etc). Jamais la communication ne sera interrompue entre équipes volantes et opérateurs spécialisés. Cette organisation et cette présence constituent un troisième niveau de sécurité, en cas de défaillance exceptionnelle du système.

Selon la panne, trois types de réactions sont possibles :

Panne partielle d'un véhicule : la rame s'arrête. Prévenu, l'opérateur du P.C.C. réagit à l'alarme en appelant sur un écran l'image du tableau de bord de la machine. La panne est diagnostiquée : l'équipement de secours est mis en marche. La rame repart ; l'arrêt n'a duré que quelques secondes. Rentré au Garage-Atelier, le véhicule sera révisé par remplacement pur et simple d'un module de cartes électroniques, amovible et enfichable.

Panne totale d'un véhicule : la rame suivante viendra sur ordre de l'opérateur du P.C.C. accoster lentement la première et la pousser jusqu'à la prochaine station.

Panne totale et simultanée de plusieurs

véhicules circulant les uns à la suite des autres : l'action directe du personnel retrouvera alors ses droits. On imagine facilement qu'il s'agit d'un cas-limite mais il a été envisagé dans tous ses détails et ne pose pas de problèmes particuliers. Les contrôleurs disposent dans chaque rame d'un pupitre de conduite manuel.

En résumé, le système réagit lui-même à sa propre défaillance, qu'il signale simultanément au P.C.C., responsable unique des ordres de contrôle dans les situations particulières, qu'elles nécessitent ou non le recours à un pilotage manuel toujours possible en cas de panne.

Comme vous le voyez, c'est un véritable système de sécurité qui a été conçu pour le métro de Lille. Maintenant encore, des groupes de techniciens et de non-spécialistes se réunissent sous l'autorité de M. Devouge, Ingénieur Général des Ponts et Chaussées, pour imaginer des scénarios de défaillance et faire vérifier par les constructeurs la capacité du métro à faire face à ces situations.

Les groupes de sécurité, animés par M. Lestamps, ingénieur à l'EPAL, illustrent bien selon moi la démarche qui est la nôtre. Elle n'a finalement pour but que de relever, quotidiennement, le défi de l'imprévisible."

informations

Entreprises nouvelles et appels d'offres

Durant ces derniers mois, ont été attribués :

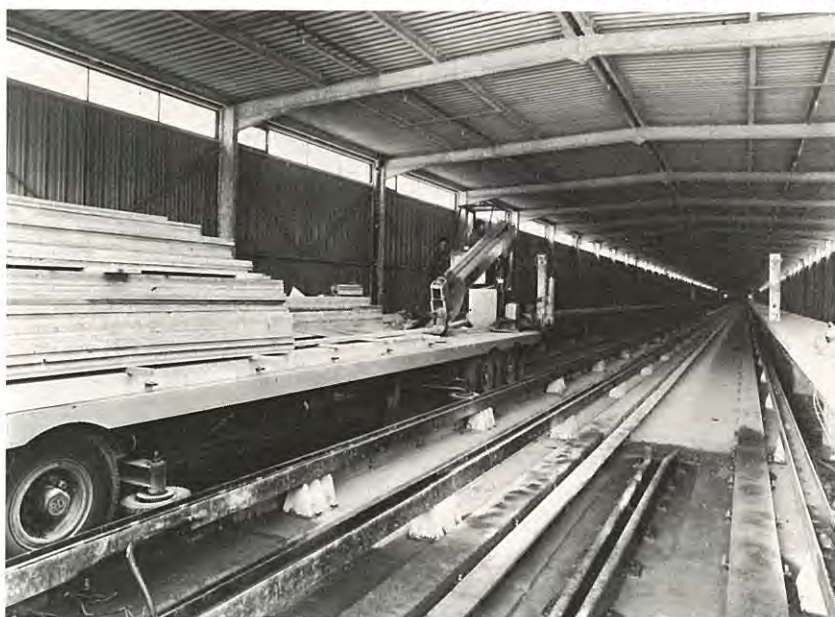
- * Les travaux préparatoires des lots de génie civil entre République et Dorez aux entreprises E.R.T.P., SOCEA, SOCATRA,
- * Les clôtures, au sud de la Cité Scientifique à l'entreprise SOBANORD,
- * Le creusement du tunnel entre République et Dorez à l'entreprise BORIE, avec les entreprises PERFOREX, OEDC, AUBRUN.
- * L'alimentation en courant électrique pour l'éclairage dans le tunnel aux entreprises COMSIP et SATELEC.

Ont été également décidés :

- le lancement d'un appel d'offres pour la mise en place d'un dispositif d'interphonie entre le poste central de contrôle et les agents d'exploitation, servant de réseau d'appel spécial pour la police ;
- l'utilisation pour le train de travaux définitif de remorques identiques à celles réalisées par l'entreprise construisant les voies. L'équipement de ces plateformes en groupes compresseurs, groupes électrogènes, moyens de levage, etc fera l'objet d'un appel d'offres prochain qui intégrera l'installation d'un matériel pour le dépoussiérage et le nettoyage des voies.

L'appel d'offres du système général d'interphonie suit son cours. La consultation pour les autres matériels du train de travaux sera lancée ultérieurement.

Remorque utilisée pour la pose des voies.



Visites

Au cours des mois de FEVRIER, MARS et AVRIL 1980, le métro de LILLE a accueilli un grand nombre de visiteurs.

Des groupes sont venus régulièrement le mardi au garage atelier et le jeudi à l'Hôtel de la Communauté Urbaine de Lille (par exemple, les écoles d'ingénieurs de LILLE, EUDIL, HEI, ICAM, la Chambre de Commerce Franco-Belge, la SEMALY ; des lycées, l'Institut de Géographie de TOURS, les représentants de la Direction des Transports Terrestres).

Au cours de ces visites ont été présentés :

- l'avancement actuel des travaux,
- les véhicules de présérie,
- le poste de commande centralisé,
- l'atelier,
- les travaux de génie civil (soit à partir de projections, soit par la visite d'ouvrages particuliers comme la station Hellemmes).



Le 24 avril, de nombreux membres du Conseil Municipal de Lille, conduits par M. MAUROY, Député Maire ont visité les chantiers de génie civil et des stations.



Le 10 Mars, le VAL a été présenté :

- aux dirigeants de la S.N.C.F., notamment M. PELISSIER, Président, et M. GENTIL, Directeur Général ;
- à M. COSTET, Directeur Général des Transports Intérieurs.

En outre, des manifestations particulières ont été organisées : la commission de Sécurité du Métro de LILLE, présidée par M. DEVOUGE, Ingénieur Général des Ponts et Chaussées, a tenu sa réunion plénière le 22 Janvier 1980. Le comité des métros de l'Union Internationale des Transports Publics (UITP) a passé deux jours à LILLE au cours desquels une présentation des travaux en cours a été faite aux représentants des métros européens, HAMBOURG, LONDRES, LYON et PARIS.



Hygiène et sécurité des chantiers

Dans son numéro 3, "En direct du métro" présentait les différents intervenants pour les questions d'hygiène et de sécurité des chantiers :

- l'Inspection du Travail
 - la Médecine du Travail
 - la C.R.A.M. (Caisse Régionale d'Assurance Maladie)
 - l'O.P.P.B.T.P. (Organisme Professionnel de Prévention du Bâtiment et des Travaux Publics),
 - les services techniques communautaires,
 - les entreprises et leurs agents de sécurité.
- L'information précisait qu'un Collège Interentreprises d'Hygiène et de Sécurité et des Comités Particuliers (voir encadré) d'Hygiène et de Sécurité avaient été créés. Depuis le début des travaux, l'action des responsables a été continuellement soutenue :

— La Médecine du Travail a délégué un docteur qui suit à plein temps l'ensemble des salariés du métro et étudie, du point de vue médical, leur adaptation aux tâches confiées. Ainsi, outre les visites habituelles, plusieurs ouvriers ont subi des analyses ou tests complémentaires et certains d'entre eux ont été à cette occasion orientés vers la médecine de soins.

— La Caisse Régionale d'Assurance Maladie et les sapeurs pompiers de la Communauté Urbaine de Lille ont assuré la formation de nombreux secouristes du travail. Les cours ont actuellement été suivis par plus d'un salarié sur dix. L'objectif visé pour fin 1980 est de un sur cinq, alors que la législation en demande un sur vingt.

— L'Organisme Professionnel de Prévention du Bâtiment et des Travaux Publics est continuellement à la disposition des entreprises pour la mise au point et l'actualisation des plans d'hygiène et de sécurité, l'objectif étant que ces plans soient accessibles à tout intervenant sur le chantier, pour la partie qui le concerne, et ce, quelque soit sa qualification ou sa langue maternelle. Pour faciliter cette tâche l'O.P.P.B.T.P. met des fiches utilisant la bande dessinée à disposition des entreprises ainsi qu'un important support audiovisuel.

— Les représentants du maître d'ouvrage et des maîtres d'œuvre participent à des contrôles (atmosphère en tunnel - bruit - port des protections individuelles - qualité des protections collectives, des blindages - dégagement des voies de circulation à l'intérieur des chantiers - fixation des échelles - etc...).

— Les agents de sécurité et certains salariés des entreprises participent à des stages de formation organisés par l'O.P.P.B.T.P. à Orléans. Ces personnes sont ensuite en mesure de conduire des actions de sensibilisation à la sécurité et faire bénéficier les autres salariés du chantier de leur formation. Des réunions sont organisées, un support audiovisuel est utilisé, et un véhicule spécialement équipé en salle de projection. Des contacts fréquents sont pris par les agents de sécurité avec les chefs de chantier et les chefs d'équipe.

Des actions ponctuelles en matière de sécurité sont par ailleurs développées par les entreprises : équipement en détection de présence par rayon pour pelle en rotation, passerelle télescopique pour pose de bu-

Le comité Particulier d'Hygiène et de Sécurité (C.P.H.S.) sur le chantier du Garage-Atelier

Bien que les textes officiels (Décret n° 77-996 du 19 août 1977) rendant obligatoire la constitution d'un Collège Interentreprises d'Hygiène et de Sécurité sur les chantiers employant plus de 100 travailleurs aient été postérieurs à la signature des marchés des travaux du Garage-Atelier, un tel Collège a été constitué par l'ensemblier Matra sur le chantier et a fonctionné, dès son ouverture. Sous la présidence du Directeur des Travaux, ce Collège réunit les représentants de toutes les entreprises intervenant sur le chantier. Ont été de plus régulièrement invités aux réunions trimestrielles les représentants de :

- l'Inspection du Travail,
- l'Organisation Professionnelle de Prévention du Bâtiment et des Travaux Publics (O.P.P.B.T.P.),
- la Médecine du Travail,
- la Caisse Régionale d'Assurance Maladie.

M. Martin, Secrétaire régional de l'O.P.P.B.T.P., a participé à la première réunion du C.P.H.S. au cours de laquelle ont été définis le rôle et les objectifs du Collège. Le secrétariat du collège et le rôle d'agent de sécurité ont été confiés au Bureau Véritas.

A ce titre, ce Bureau, accompagné de représentants de Matra, procède à des visites périodiques. Elles font l'objet de rapports dont les conclusions sont transmises aux entreprises intéressées.

Au cours de ses réunions de travail, le Collège s'est attaché à promouvoir sur le chantier un souci permanent de la sécurité en examinant dans le détail les risques inhérents aux travaux effectués et les actions de prévention nécessaires en s'appuyant sur la réglementation en vigueur. Une attention particulière a été portée aux problèmes liés à la mise en service en août 79 d'une partie des voies du Garage-Atelier pour les premiers essais du matériel roulant, effectués simultanément aux travaux d'achèvement du reste des voies.

Le Collège a également consacré plusieurs séances de travail à l'examen du règlement de sécurité établi pour ces essais. La sécurité au droit du passage à niveau situé à l'entrée du site d'essais a notamment été renforcée par l'adjonction de barrières assurant une protection en une seule manœuvre de la voie et de la route.

Aucun accident grave n'a été à déplorer sur le chantier du Garage-Atelier.

tons, équipements des engins de chantier en ronfleur fonctionnant lors des marches arrière, etc...

Le temps consacré aux questions d'hygiène et de sécurité par les représentants des maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, organismes compétents et entreprises est considérable : la nature des travaux nécessite un tel effort afin d'éviter au maximum les accidents et de veiller aux conditions de travail des salariés.

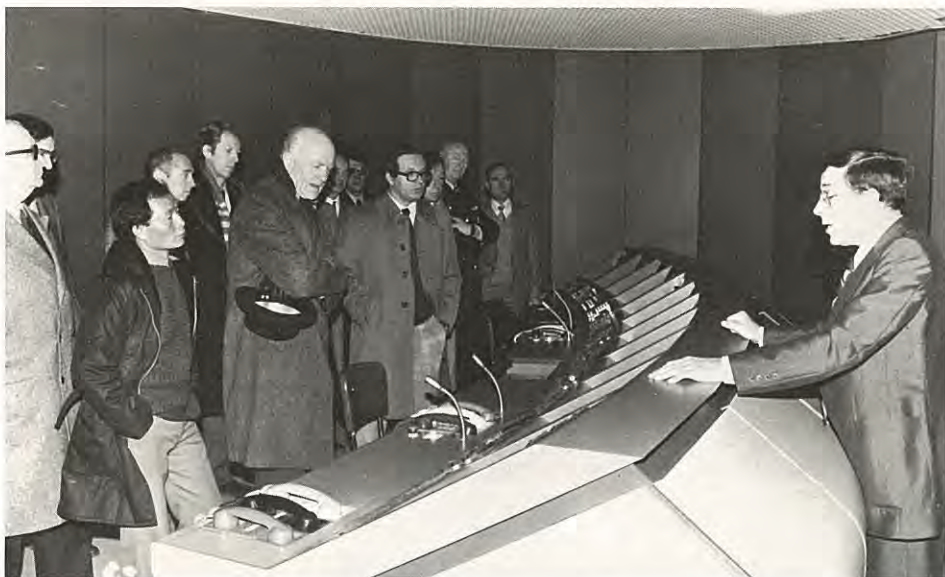
Sécurité de l'exploitation

Le souci de sécurité explique que depuis

1972 un groupe sécurité assure le suivi de la réalisation et la préparation de l'exploitation du métro de LILLE.

Le numéro 4 d'"En Direct du Métro" précisait la composition de cette commission, présidée par Monsieur DEVOUGE, Ingénieur Général des Ponts et Chaussées

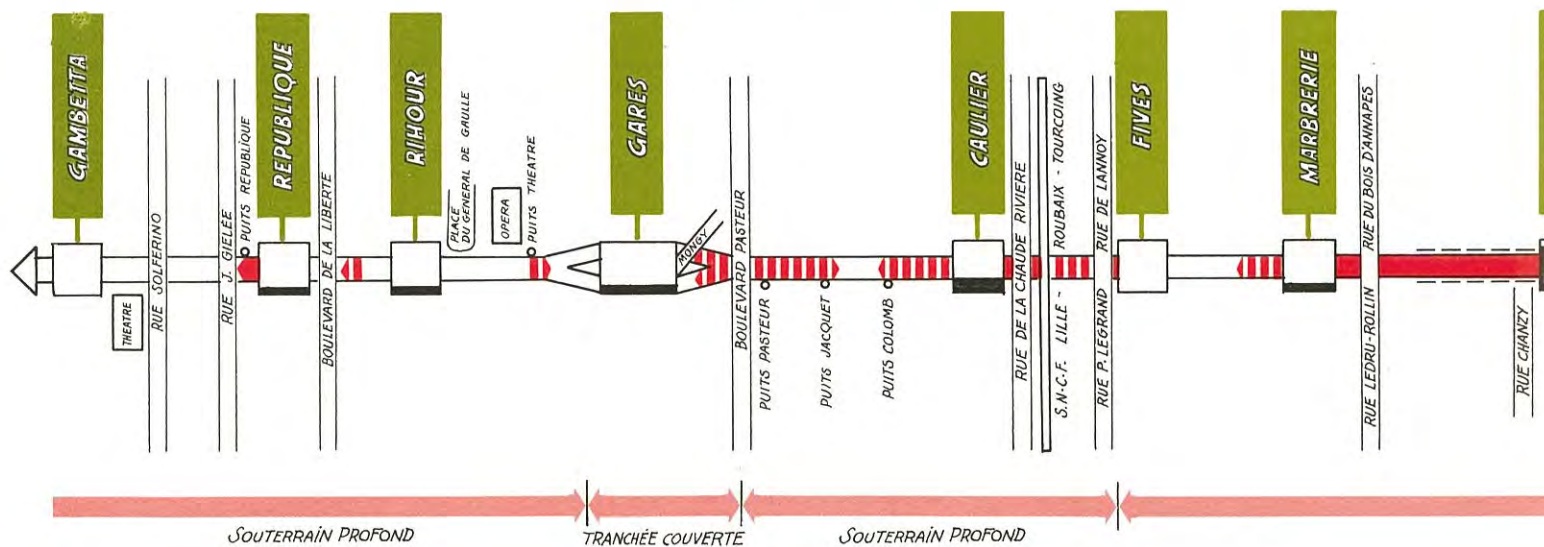
Lors de sa dernière réunion sur place le 22 Janvier 1980, le Groupe Sécurité après une visite des installations a fait le point des études de sécurité conduites par la Société MATRA jusqu'à ce jour. Il a décidé de constituer en son sein un groupe spécial examinant particulièrement tous les aspects de sécurité - incendie avec les services de lutte spécialisés.



avancement des travaux



Terrassement Gares



Station République



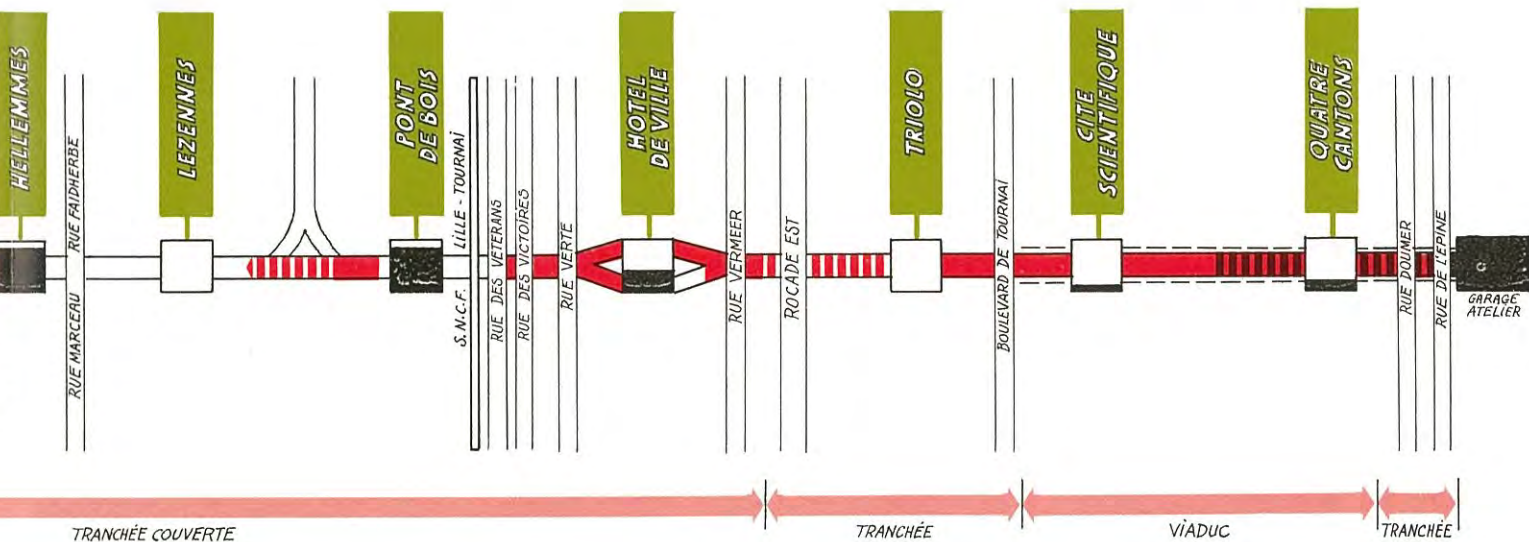
Tunnel (Fives)



Station Caulier



Franchissement rocade-est



Station Pont de Bois



Station Hellemmes

Cette station est la première dont le gros œuvre soit terminé. Dans un premier temps elle servira de cadre pour définir à partir de maquettes grandeur nature les différents éléments de signalisation et les appareils d'éclairage qui équiperont ensuite l'ensemble de la ligne. Puis elle recevra à partir de 1981 les équipements nécessaires à l'exploitation.

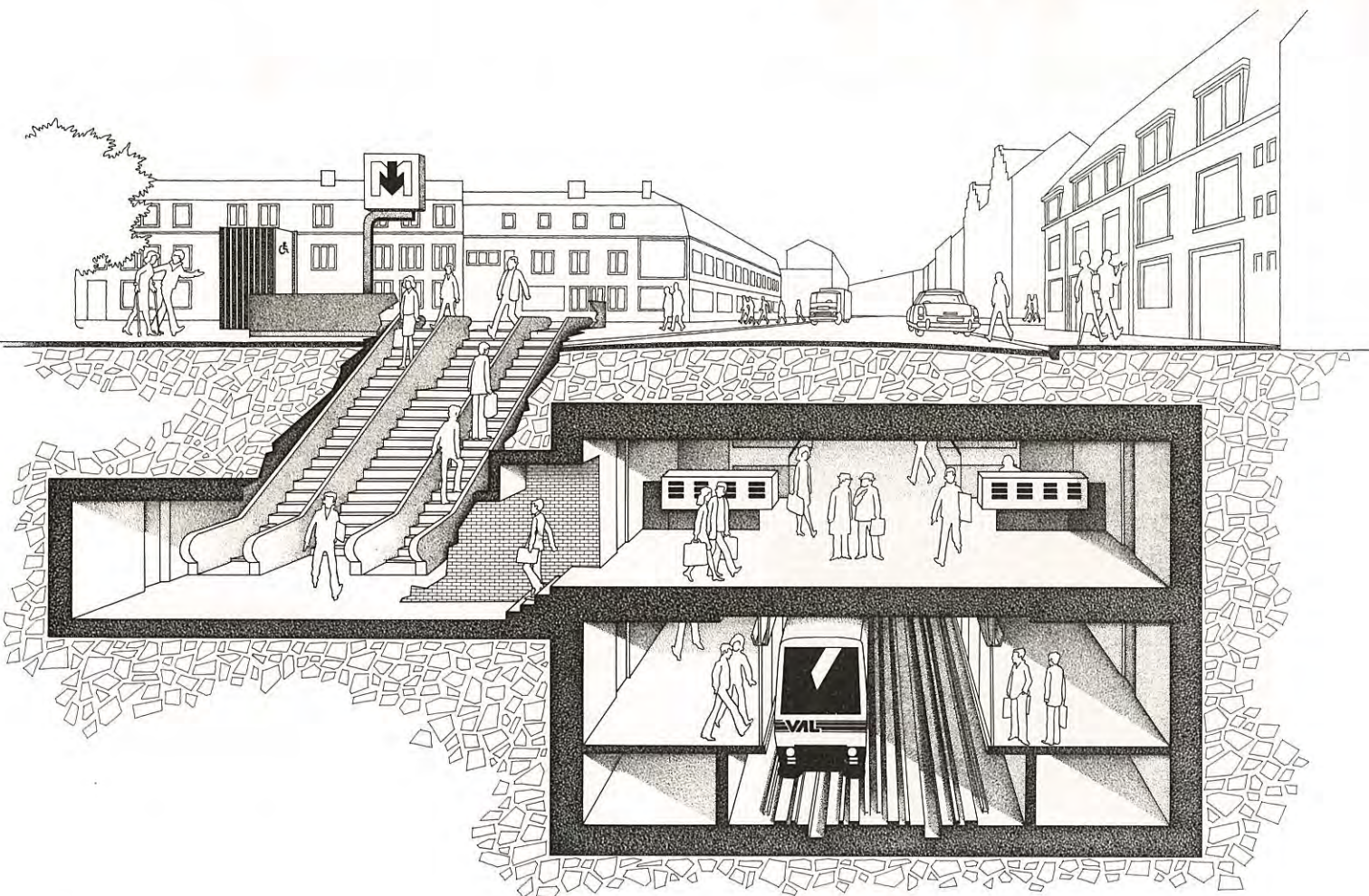
Comme les autres stations de la ligne, elle a été réalisée à 52 mètres de longueur mais ne sera exploitée les premières années que sur une section de 26 mètres.



Niveau hall : essai de signalétique



Station Hellemmes : niveau quais



Pour découvrir les moteurs du métro de Lille et ses équipements de traction, nous sommes allés chez Traction CEM Oerlikon (TCO) à Villeurbanne d'abord, près de Lyon, puis à Ornans dans le Doubs. Des bureaux d'études aux bancs d'essais, des laboratoires aux ateliers, ces visites révèlent un univers industriel insoupçonné.

dossier

Moteurs : tours de main et techniques de pointe

Les quatre moteurs ne représentent que 16 % des volumes, 40 % des masses et 22 % du prix des équipements de traction construits pour chaque rame du métro de Lille chez TCO.

Les principaux équipements prévus sur le métro de Lille pour la traction sont :

- le circuit électrique de propulsion, protégé par un disjoncteur, un filtre d'entrée et des circuits spéciaux,

- un convertisseur qui alimente le chargeur de batterie,

- un coffre qui regroupe les contacteurs,

- deux hacheurs de courant et des équipements qui règlent l'énergie transmise aux moteurs.

Tous ces éléments sont véhiculés sous caisse. Par contre, les équipements de contrôle, armoire et pupitres de commande, sont installés à l'intérieur du métro.

Le développement et la production des équipements électroniques de traction du métro de Lille ont été réalisés à Villeurbanne dans le Rhône dans l'établissement électronique de TCO (le DET, Département Electronique de Traction) et supervisés par les services ensemble de TCO Paris.

Etudes : 73 000 heures

Sur un projet comme celui du métro de Lille, les options possibles sont très nombreuses. Elles dépendent simultanément d'exigences multiples et très variées :

- parcours-type (pentes maximales, distance moyenne entre les stations, etc),

- normes de confort (niveau de bruit en particulier),

- motorisation souhaitée (vitesse maximum, tension des lignes, choix technologiques, principe de secours),

- gestion du trafic (fréquentation prévue, gabarit des véhicules, intervalles de passage, etc).

Ces performances déterminent en avant-projet un type de système, sa motorisation et ses équipements de traction.

"Sans entrer dans le détail des chiffres on peut remarquer la forte motorisation du métro de Lille (25 % de plus que le métro de Marseille, par exemple) rendue nécessaire par le double souci d'une vitesse commerciale élevée et la nécessité d'assurer le service dans la majorité des configurations de panne, y compris la mise hors service d'une partie de la motorisation. Implanter ces équipements dans un véhicule à gabarit réduit et avec des contraintes strictes de masse n'a été possible qu'à la suite d'un long travail des bureaux d'études."

Autre priorité pour Lille : les économies d'énergie. Elles ont orienté vers des solutions particulières comme le hacheur qui permet de réduire à chaque démarrage l'écart entre la puissance absorbée en ligne et l'énergie transmise aux moteurs. Le rhéostat classique, qui dissipe une impor-

tante part de l'énergie qu'il communique, a donc été écarté. Pour les mêmes raisons d'économie d'électricité, le freinage est à récupération d'énergie : une rame qui freine renvoie du courant sur la ligne d'alimentation. Encore un motif d'étude spécifique.

Pour lutter contre le bruit, le convertisseur a été modifié, des abats-sons ont été conçus. Ces transformations ont amené une atténuation de 3 à 4 décibels des fréquences pures émises.

On pourrait multiplier les exemples de spécifications techniques exigeantes qui ont motivé des travaux particuliers pour le métro de Lille. Les essais, de même, ont été très développés : le disjoncteur a été soumis à 150 000 manœuvres consécutives. Le combiné (contacteur à cames qui commande les changements de circuits) a subi une épreuve de 100 000 tests avant d'être jugé fiable.

Villeurbanne : l'électronique est domptée

Le métro de Lille mobilise ici des spécialistes de formations très diverses. C'est que la Division Electronique de Traction est à la fois un bureau d'études, qui travaille en liaison avec celui de TCO-Paris, un centre de production et de montage pour les composants électroniques et une station de contrôle des équipements.

Table traçante, simulateurs analogiques, calculatrice numérique, les moyens d'investigation réunis à Villeurbanne sont très importants.

Les circuits intégrés et les semi-conducteurs de puissance (thyristors, transistors) sont contrôlés avant d'être admis en atelier. Des systèmes informatiques complexes prennent en charge les vérifications les plus difficiles : le "GENRAD" contrôle l'intégralité des fonctions des cartes électroniques (entrées et sorties). Cet ensemble est également utilisable en maintenance avec des programmes de recherche et de localisation des pannes. Un "SYNOR" teste la continuité des fils sur les armoires et fonds de paniers d'électronique : 30 mn d'essais programmés remplacent 20 heures de contrôles manuels fastidieux, répétitifs et aléatoires.

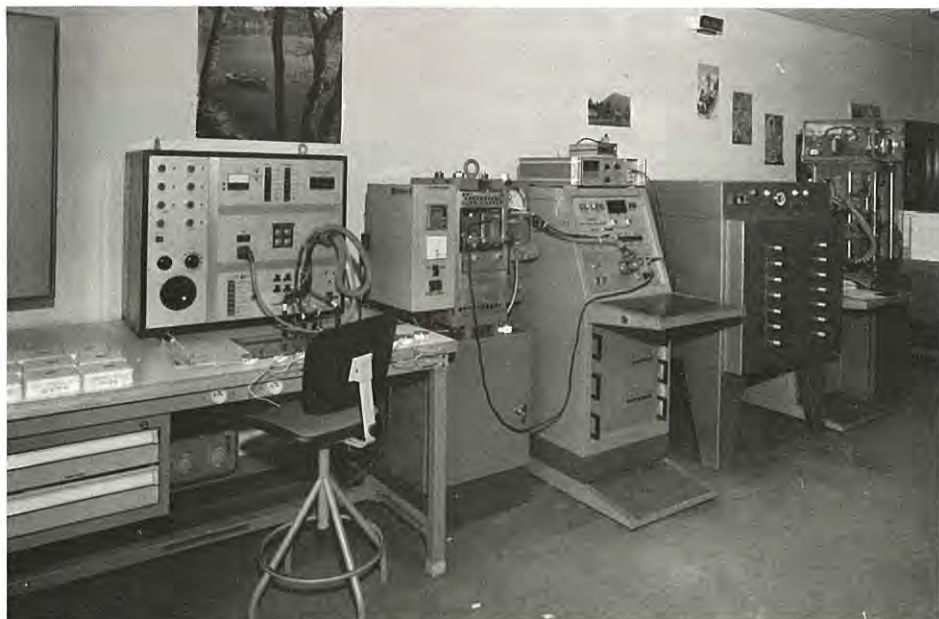
Le Laboratoire-Qualité suit la fabrication en parallèle, avec des moyens spécifiques ou ceux de l'atelier.

Pour le métro de Lille comme pour les grands systèmes de transport en commun sur lesquels travaille TCO-Lyon (MI 79, TGV, Trolley), un banc d'essai simule en atelier le fonctionnement complet d'une motrice.

L'ampleur des études et la sévérité des tests permettent de résoudre la quasi-totalité des problèmes avant d'engager la production. Les principes de base une fois arrêtés définitivement, l'étude d'industrialisation peut être engagée : elle fournira une nomenclature complète, du premier thyristor à la dernière rondelle. Le lancement de la production et la gestion des commandes sont informatisés pour le métro de Lille : c'est la

Atelier de montage de sous-ensembles

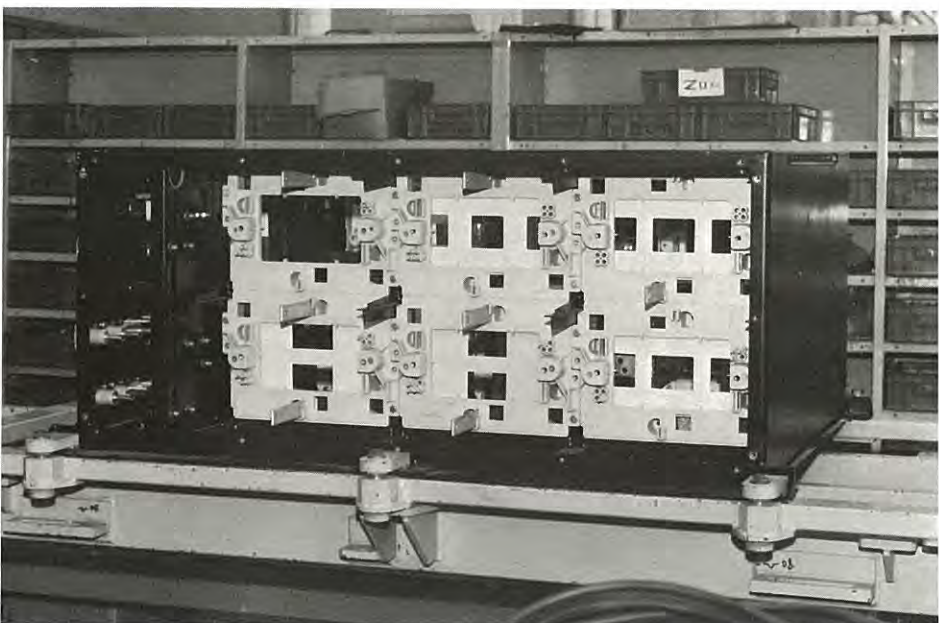




Appareillage de contrôle d'entrée des composants de puissance (thyristors, diodes)



Baie de test des circuits intégrés



Coffre hacheur avec modules de puissance

première fois que TCO utilise ainsi l'ordinateur.

Ici, des monteuses assemblent des composants sur cartes ou modules. D'autres les regroupent en paniers, qui comptent jusqu'à 24 cartes et seront montés ensuite dans les coffres de convertisseurs. Dans le même hall, un peu à l'écart, des cartes électroniques sont immergées dans l'eau bouillante depuis octobre 1979 pour vérifier leur endurance et leur stabilité. Tout près de là, des ingénieurs testent un nouveau hacheur à refroidissement par fréon. Moins lourd, moins encombrant, il supprime les contraintes de l'entretien, les composants de puissance étant dans une enceinte scellée.

La livraison de la 13^e rame permettra d'en vérifier les qualités sur le site d'essai à Villeeneuve d'Ascq. La production n'a pas arrêté la recherche et le développement.

Ornans : les ouvriers ont les moteurs dans les doigts

Un moteur de métro, comme celui d'un train, doit fonctionner tous les jours durant 20 ans et plus, suspendu sous une caisse en atmosphère corrosive et abrasive. Il doit résister aux cailloux, à la pluie, au vent, à la chaleur et à l'humidité. Et si la micromécanique remplace parfois aujourd'hui les tours de main - pour le contrôle des collecteurs par exemple -, de très nombreux gestes ne seront jamais automatisés.

La systématisation des tests, la finesse des équipements ne peuvent remplacer dans une telle usine l'œil et la main de l'homme, essentiels sur des séries qui comptent en moyenne 100 unités et ne dépassent jamais 1 000 (en plus de 10 ans). Les utilisateurs exigent l'interchangeabilité des pièces durant 20 ans et plus. Et les opérations sont très nombreuses dans ces ateliers qui imposent un lent apprentissage et une attention constamment soutenue.

La mise en forme des sections d'induit doit respecter des rayons de courbure précis qui ont une influence directe sur la solidité des moteurs. L'isolation des fils (avec un ruban de mica et de fibre de verre) peut être manuelle ou semi-automatique mais dans tous les cas le recouvrement d'un ruban sur l'autre à chaque passage se fait à l'œil. Il dépend donc de l'habileté de l'ouvrière.

Mais c'est le rattachement des sections d'induit au collecteur, leur serrage, le calage des encoches et le bourrage de l'induit qui constituent à l'évidence la phase centrale, le point-clé de tout le processus de production. Ce n'est qu'après plus de 10 ans d'atelier que les meilleurs ouvriers ont le geste et le regard justes pour équilibrer l'un après l'autre tous les moteurs avant soudage (Tungstène point par point : on revient sans transition à la haute technologie), imprégnation et polymérisation.

Chaque moteur fabriqué ici passe en plate-forme une journée pour essai de série. Ces essais se pratiquent avec deux moteurs, l'un étant utilisé comme génératrice de l'autre.

Sur quelques unités de chaque série, on effectue en complément des essais de type qui durent jusqu'à six semaines.

Mais quelle que soit la précision des contrôles ils ne peuvent suffire à assurer la stabilité d'une production si sensible : la conscience professionnelle est impérative. Elle s'appuie sur une formation très suivie, de l'école à l'atelier, et un véritable esprit d'équipe. Toute erreur peut coûter un moteur et créer un risque pour les personnes

transportées. Une défaillance n'est pas acceptable : en production comme en exploitation, le facteur humain est prioritaire. Paradoxalement, il justifie tout autant les techniques de pointe que les tours de main.

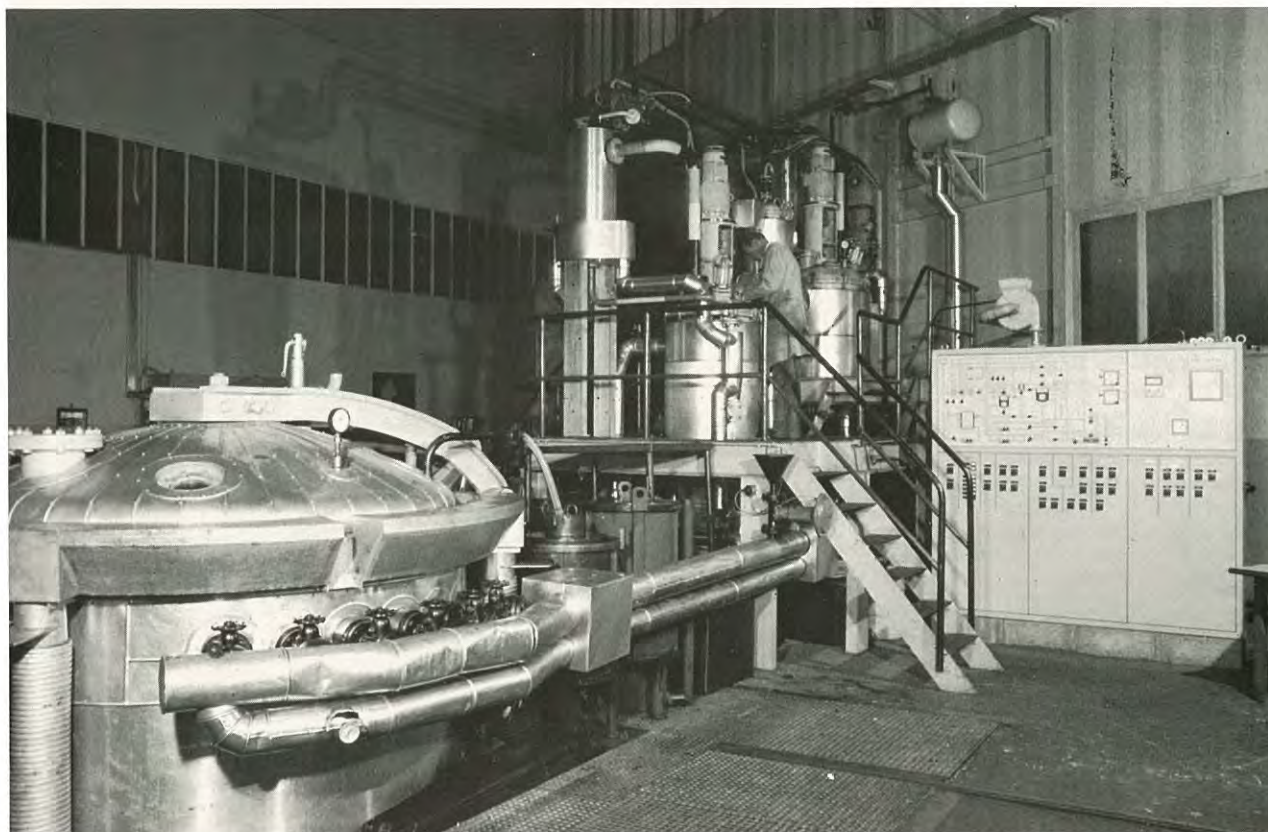
Banc d'essais
des moteurs



Montage du collecteur



Moteur du Métro de Lille type 4 ELG 2330



Stand
d'imprégnation
des moteurs
classe H

Le Poste Central de Contrôle (P.C.C.) du métro de Lille

Le P.C.C. est le centre opérationnel d'exploitation de la ligne n°1, de C.H.R. jusqu'au garage-atelier dans le prolongement du terminus 4 cantons. Il est installé à l'intérieur même des locaux de la Compagnie d'Exploitation du Métro de Lille (COMELI).

Un chef de centre et 5 opérateurs disposeront au P.C.C. d'un ensemble de moyens de saisie, de traitement et de présentation des informations leur permettant d'être avertis à tout instant de la situation technique dans chaque partie du système, pour régler la circulation des rames.

En fonctionnement normal, le personnel d'exploitation n'intervient pas. Les opérateurs du Poste Central ont essentiellement un rôle de surveillance, sauf en ce qui concerne la mise en route et l'arrêt d'exploitation, matin et soir, ainsi que l'adaptation de l'offre de transport à la demande en jouant sur la fréquence de passage des rames.

En cas d'incident, le personnel du P.C.C. intervient de façon active dans l'exploitation.

Il dispose dans ce but

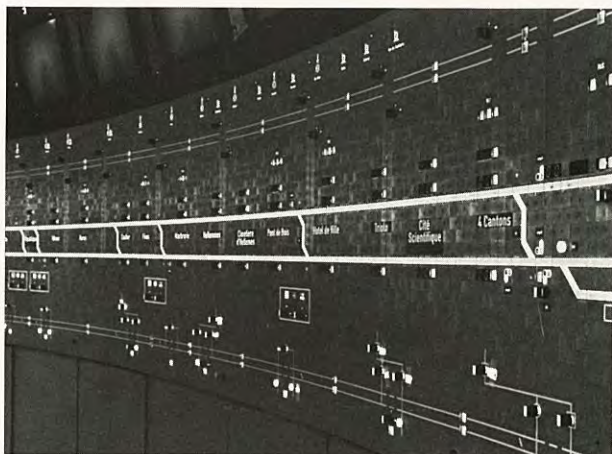
- de télémesures (environ 8 000), informations sur l'état des différents sous-systèmes (postes de transformation d'énergie, équipements de stations et de tunnels, rames, etc) qui sont actualisées toutes les 2 secondes ;

- de télécommandes (environ 2 000) permettant aux opérateurs d'agir sur les commutations d'équipements doublés, dans les procédures d'accostage de rames, etc.

Ces télémesures et télécommandes sont traitées par un ensemble télématique associant un ordinateur central (installé au P.C.C.) et un ensemble de stations de saisie de données installées en de multiples points du réseau et reliées au P.C.C. par lignes téléphoniques.



Chaque opérateur dispose d'un terminal de dialogue comprenant un écran de télévision couleurs associé à un clavier à partir duquel demandes ou ordres peuvent être émis. L'ensemble informatique proprement dit est entièrement doublé. Les informations reçues sont restituées sur un tableau de contrôle optique et des imprimantes qui permettent de garder une trace des événements dans leur chronologie.



Le tableau de contrôle optique offre constamment aux opérateurs une photographie synthétique de la configuration du système, notamment pour le mouvement des rames. Ce tableau ne constitue pas à Lille le principal outil de travail des opérateurs, du fait de l'importance des moyens associés ici.



Le personnel du P.C.C. dispose d'écrans de télévision (24 moniteurs) rattachés à un réseau de 250 caméras de surveillance des stations. Le choix des images se fait par claviers de sélection. Les rames comme les stations seront dotées d'installations d'interphonie et de sonorisation. L'ensemble dépendra directement du Poste Central : les opérateurs pourront donc répondre à des appels ou transmettre à tout moment des informations utiles.

Quoique n'ayant pas d'action directe dans le fonctionnement des équipements assurant la sécurité (rappelons que cette fonction est entièrement décentralisée), le P.C.C. pourra intervenir :

- pour immobiliser instantanément les rames si nécessaire,
- pour lancer et contrôler la procédure d'accostage d'une rame en panne par la rame suivante,
- pour établir le cas échéant des "services provisoires" sur une partie de la ligne.

Le P.C.C. peut être appelé d'urgence à partir des bornes installées sur l'ensemble de la ligne. Il est en communication directe avec l'E.D.F., les Pompiers et la Police.

La régulation du trafic sera assurée par l'ordinateur central, suivant un programme journalier. Les ordres de départ seront dispatchés vers les équipements concernés sans intervention humaine. En cas d'événement fortuit, une reprise en main des commandes par l'opérateur restera cependant toujours possible.