

Zeitschrift: Ingénieurs et architectes suisses
Band: 105 (1979)
Heft: 25

Artikel: Le raccordement ferroviaire de l'aéroport de Zurich
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-73872>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 29.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

LE RACCORDEMENT FERROVIAIRE DE L'AÉROPORT DE ZURICH

La construction en temps utile de deux aéroports intercontinentaux à Genève et à Zurich a assuré à notre pays un rôle important dans le trafic aérien international. En effet, le déplacement des voyages à longue distance du rail et de la mer vers l'aviation a permis à notre pays de bénéficier de liaisons directes avec les pays d'outre-mer, une grande partie de ces services étant assurés par la compagnie nationale Swissair. Dès la fin des années 40, les voyageurs pouvaient gagner les Etats-Unis sans avoir à se préoccuper de correspondances maritimes ou aériennes, les lignes vers d'autres pays lointains suivant au fil des années. Aujourd'hui, Swissair propose une cinquantaine de destinations hors d'Europe.

Le développement des deux grands aéroports de Suisse reflète la vocation des régions où ils sont situés : Genève, un des grands centres des relations internationales, et Zurich, centre industriel et économique de notre pays.

Ce n'est que récemment que Bâle a acquis une dimension intercontinentale.

Paradoxalement, à mesure que se développait le réseau aérien et que diminuait le temps des voyages, il devenait de plus en plus difficile d'atteindre les aéroports en un temps raisonnable (Genève-Cointrin constituait une louable exception, l'aéroport étant situé à moins de cinq kilomètres du centre).



Il apparaissait souhaitable de mettre à disposition des voyageurs un moyen de transport rapide et pratique pour atteindre les aérogares. Le chemin de fer présentait l'inconvénient d'une rupture entre les gares urbaines et les aéroports, avec l'inconfort et la perte de temps qu'elle comporte; il était tentant pour le rail de conduire les passagers directement à l'aéroport,

comme il les amenait jadis aux gares maritimes.

En Suisse, l'aéroport de Zurich sera le premier à bénéficier d'une telle liaison dès le printemps prochain, en attendant la construction du raccordement de Genève-Cointrin, dont les travaux pourraient commencer dans la prochaine décennie.

Rédaction

Objectifs et considérations à l'origine du projet

Le trafic aérien a pris au cours de la dernière décennie un essor tout à fait inattendu. Depuis 1960, le nombre des passagers empruntant l'aéroport de Zurich-Kloten a plus que triplé, à telle enseigne qu'il a presque franchi le cap des sept millions en 1976. Ce sont surtout les avions géants qui, en faisant régulièrement escale à Zurich depuis 1971, amènent chaque année plus de monde. Ces flots de voyageurs devraient-ils aussi se répandre sur notre réseau routier ?

Les résultats des dernières enquêtes sont révélateurs. La région de Zurich est le point de départ et d'arrivée d'environ 55 pour cent des hommes d'affaires qui prennent l'avion et de 45 pour cent seulement de la cohorte des vacanciers. Cela montre bien l'importance vitale de l'aéroport pour une grande partie du pays (voir figure 1). La destination et la provenance des passagers reflète à la fois la structure décentralisée de l'économie suisse et l'extrême diversité des points que les voyageurs se proposent d'atteindre. A l'ère des avions de grande capacité, les touristes vont toujours plus loin, si bien que dans le trafic international intéressant notre pays, les aéroports se substituent progressivement aux frontières terrestres

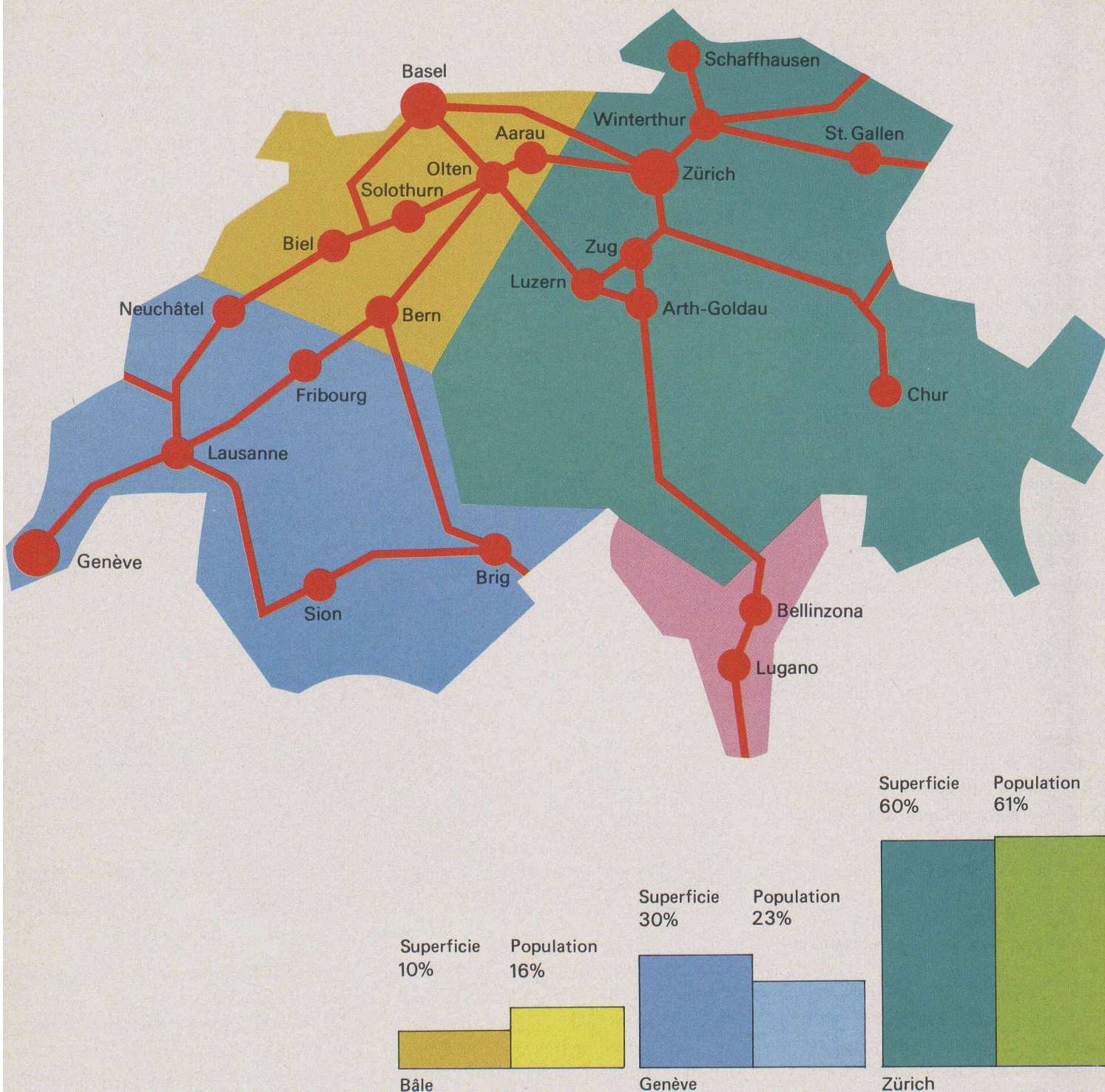


Fig. 1. — Les aéroports suisses et leurs zones de desserte.

et deviennent eux-mêmes des points frontières. La desserte de ces installations ouvre de belles perspectives au chemin de fer, d'autant plus que les clients étrangers des lignes aériennes n'ont pas de voiture en Suisse, à moins d'en louer une.

A l'heure actuelle, les passagers qui désirent poursuivre leur voyage par le train après avoir débarqué à Kloten disposent d'un autobus pour aller à la gare centrale. Là, sitôt rentrés en possession de leurs bagages, ils se hâtent de gagner les quais. Les correspondances ne sont cependant pas garanties lorsque le temps est chichement mesuré. Il est donc préférable de transporter ces voyageurs directement à leur lieu de destination.

Au demeurant, Zurich n'est pas seule à souhaiter son raccordement à Kloten. Toutes les régions touristiques et les autres centres écono-

miques entendent aussi être reliés aux bases du trafic aérien. L'intégration de nos aéroports au réseau des trains directs répond donc à une nécessité.

A Zurich-Kloten, la solution est relativement aisée, encore qu'il ait fallu construire une nouvelle section qui, partant de Zurich—Oerlikon, passe sous l'aérogare pour se diriger vers Bassersdorf—Effretikon. Grâce à cette réalisation, l'aéroport se trouve sur le tracé de l'artère ferroviaire Zurich—Winterthur, ce qui lui assurera des dessertes dans toutes les directions.

A la gare centrale de Zurich, qui atteint maintenant son point de saturation, aucune ligne nouvelle n'est nécessaire, du moment que les nombreux trains en provenance ou à destination de Winterthur y ont déjà leur place.

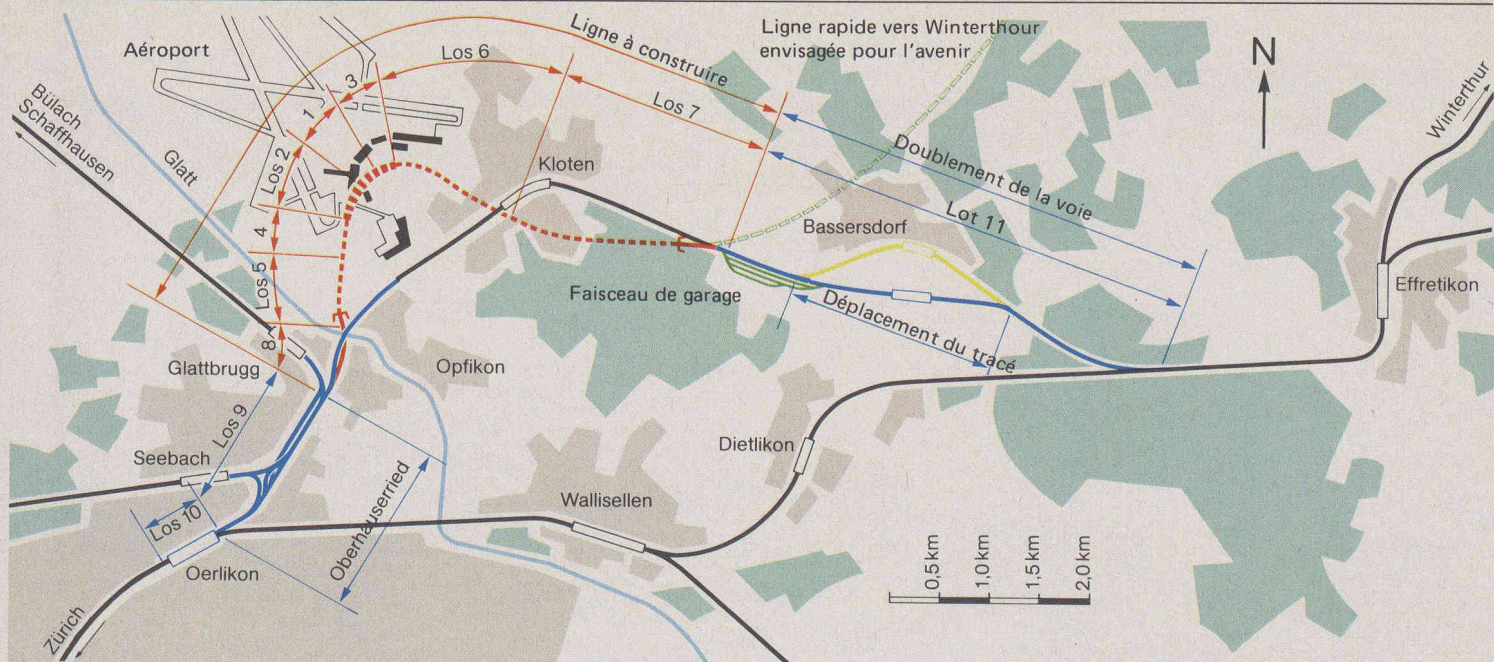


Fig. 2. — Plan de situation de la ligne de l'aéroport.

Le projet

La nouvelle section, à double voie sur la totalité de ses 6,4 kilomètres de longueur, se greffe par ses deux extrémités sur la ligne Oerlikon—Kloten—Effretikon. Elle court d'abord le long de celle-ci jusqu'à la sortie de Glattbrugg, puis elle atteint l'aéroport en faisant un crochet de 5,5 kilomètres. Dans l'ensemble, elle mesure 1350 mètres de plus que celle qui passe déjà par Kloten. Elle est représentée schématiquement avec ses lignes d'accès à la figure 2.

Dans le secteur de Glattbrugg, les deux plates-formes sont abaissées en vue de la suppression des croisements à niveau avec la route de Schaffhouse. Immédiatement avant le pont de la Glatt, la nouvelle ligne décrit une courbe de 530 mètres de rayon pour gagner l'aéroport par une pente relativement forte, en passant sous la ligne de Kloten, dont le viaduc sur la rivière est remplacé par un ouvrage plus élevé. Une rampe de 430 mètres de long l'introduit ensuite sous les aérogares. Elle doit être établie dans ce secteur à un niveau et selon un tracé lui faisant éviter

- la route de l'aéroport,
- la station d'épuration des eaux de Kloten—Opfikon,
- les antennes du dispositif d'atterrissage sans visibilité, dont le fonctionnement ne souffre aucune perturbation.

A deux kilomètres de la Glatt se trouve la gare de l'aéroport. Elle comprend deux quais de 410 mètres et quatre voies s'inscrivant dans des courbes de 480 à 550 mètres de rayon. Sa configuration et le choix de son emplacement sous le parking B sont dictés essentiellement par la disposition des sous-sols de l'aérogare B et des conduites souterraines. Tout devait s'organiser en fonction de la gare et de ses liaisons avec les installations en surface. Son site a été choisi avec le concours des services chargés d'élaborer les plans d'ensemble de l'aéroport. Il assure de bonnes communications avec les aérogares A et B.

La ligne de l'aéroport, au sens large du terme, comprend aussi les accès existant à l'est et à l'ouest. Ce dernier, entre Oerlikon et Glattbrugg, a été complètement remanié. Il est inclus, sous le nom de complexe d'Oberhausenried, dans le projet de 1954 relatif à l'extension des installations ferroviaires de la région de Zurich. L'accès côté Winterthur implique la mise à double voie du tronçon compris entre la jonction des deux lignes (à l'est de Kloten) et Effretikon. A la hauteur de Bassersdorf, la voie ferrée emprunte un nouveau tracé, ce qui permet de supprimer sept passages à niveau, dont plusieurs sont très dangereux.

La ligne de l'aéroport est conçue comme une artère de plaine pour trains directs. Les 6,4 kilomètres construits sont souterrains dans la proportion de 75 pour cent. Le profil géologique (fig. 4) indique la nature du sol sur toute la longueur de la ligne. Compte tenu de

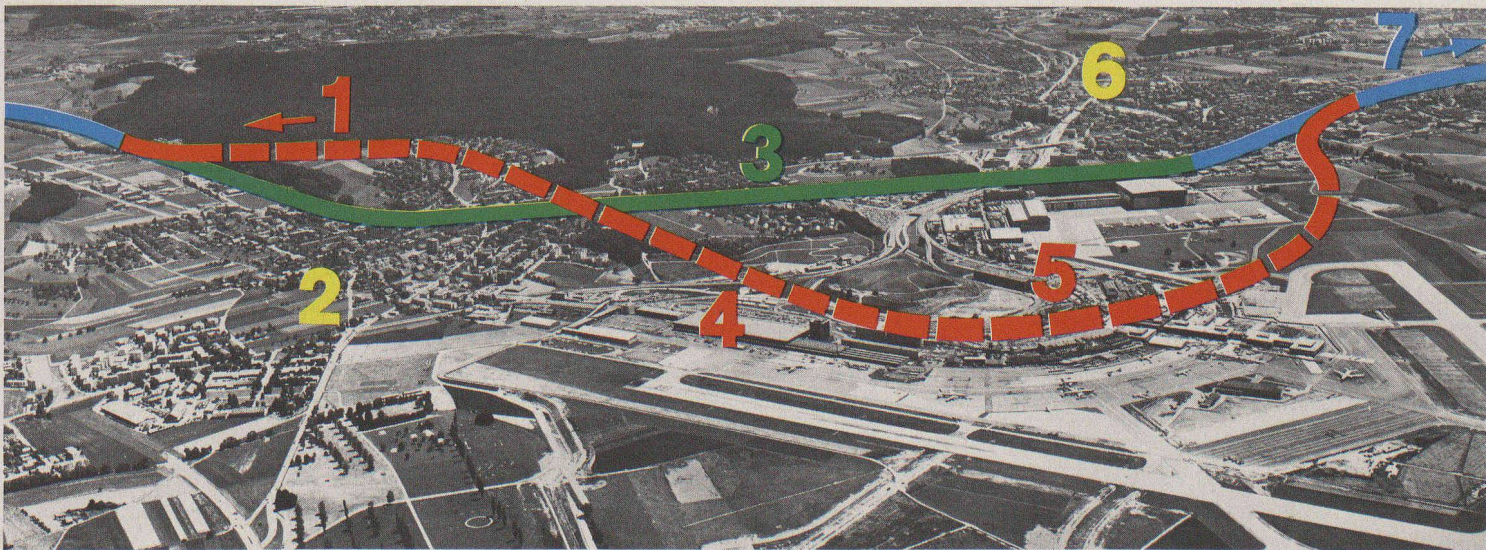


Fig. 3. — Vu du nord, l'aéroport et les deux lignes de chemin de fer. 1 vers Winterthur, 2 Kloten, 3 actuelle ligne de Kloten, 4 ligne de l'aéroport, 5 gare de l'aéroport, 6 Opfikon, 7 vers Zurich.

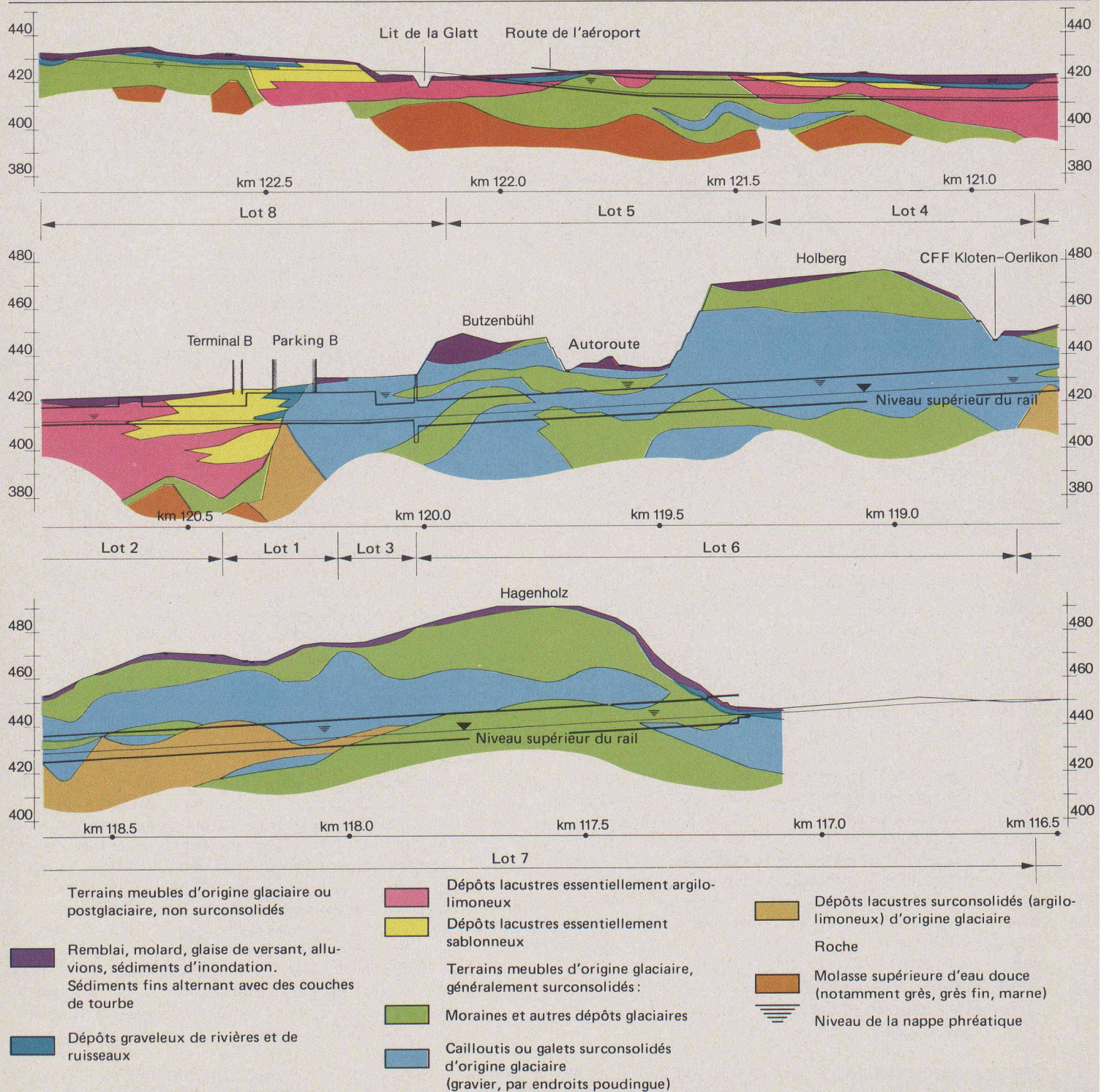


Fig. 4. — Profil en long de la ligne indiquant les conditions géologiques et hydrologiques.

l'objectif proposé et du cadre de l'ouvrage, le tracé doit obéir aux contraintes suivantes :

Rayons de courbure minimaux

Ces valeurs, qui peuvent être partout respectées, tant dans la gare que dans les souterrains adjacents, sont de

- 520 mètres pour les voies principales,
- 300 mètres pour les voies secondaires.

Déclivité maximale

La déclivité fondamentale par kilomètre de longueur est limitée à 12 pour mille.

Entraxe des voies

L'entraxe est normalement de 3,80 mètres ; dans le tunnel du Hagenholz, il est porté à 4,00 mètres.

Quais

Les dimensions suivantes ont été choisies pour les quais :

- 420 mètres de longueur utile,
- 9 mètres de largeur dans la partie médiane,
- bords du trottoir à 48 cm au-dessus du niveau supérieur des rails, ce qui correspond à la norme adoptée pour les lignes d'express régional (au lieu des 30 cm habituels).

Vitesses d'entrée et de sortie

Dans la gare de l'aéroport, les vitesses admissibles seront de

- 90 km/h côté Zurich Oerlikon, voies 1 à 4,
- 90 km/h côté Bassersdorf, voies 2 et 3,
- 65 km/h côté Bassersdorf, voies 1 et 4.

Entre Oerlikon et la gare de l'aéroport, en site urbain, la ligne sera aménagée pour une vitesse de 110 km/h seulement, tandis que de l'autre côté, en direction d'Effretikon, il sera possible d'atteindre 125 km/h.

La longueur du raccordement côté est résulte de la différence de niveau — 34 mètres — par rapport aux voies actuelles. Le tunnel de près de trois kilomètres avec 10,4 pour mille de déclivité passe

sous le Holberg, sous l'extrémité ouest de l'actuelle gare de Kloten et sous le Hagenholz (chaîne de collines au sud du village). La nouvelle ligne rejoindra l'ancienne au fond du vallon de l'Altbach, à environ deux kilomètres de la gare de Bassersdorf. La figure 4 donne une vue d'ensemble de l'actuelle ligne de Kloten, de la nouvelle ligne et des installations de l'aéroport.

Calendrier, coût et organisation des travaux

Calendrier

Particulièrement nombreuses sont les contraintes qui s'exercent sur la chronologie des travaux :

- coordination des travaux, dans le périmètre de l'aéroport, avec l'exécution de la troisième étape d'extension de cet établissement,
- coordination avec la construction des multiples ouvrages routiers des communes et du canton,
- maintien de l'exploitation ferroviaire,
- ressources disponibles.

Le diagramme de la figure 5 représente le programme d'avancement des travaux sur la ligne de l'aéroport et ses prolongements. Voici les dates essentielles à retenir :

— mise à l'étude du projet	août	1969
— ouverture du chantier de la gare de l'aéroport	août	1971
— début des travaux du tunnel du Hagenholz	avril	1974
— percement de ce souterrain	avril	1977
— début de la pose des voies	septembre	1977
— ouverture de la ligne à l'exploitation	mai	1980

Montant et répartition de la dépense

Le coût de la nouvelle ligne était estimé en 1971 à 285 millions de francs. Cette cherté relative est due surtout au fait qu'il s'agit de travaux souterrains, dans un sol de mauvaise qualité, où le niveau de la nappe phréatique est élevé.

De sérieuses études de rentabilité ont montré que les CFF ne pourraient supporter qu'une partie de la dépense, de sorte que la Confédération — au nom des cantons intéressés par la nouvelle ligne — et le canton de Zurich lui-même contribuent financièrement pour une large part à cette réalisation d'intérêt national.

L'agrandissement de la gare d'Oerlikon et les aménagements ferroviaires d'Oberhauserried (accès de la ligne de l'aéroport du côté ouest) sont en outre évalués à 124,5 millions de francs selon le devis de 1974. Ces travaux, nous l'avons vu, ne sont pas en relation directe avec la construction de la nouvelle ligne ; ils découlent du projet de 1954 relatif au développement des équipements ferroviaires de la région zurichoise. Même sans raccordement de l'aéroport, ils devraient être exécutés pour faciliter l'accès du triage en construction dans la vallée de la Limmat et pour permettre le doublement des voies en direction de Bülach. Ils comprennent la modernisation de la gare de Glatbrugg.

D'après le devis de 1976, la mise à double voie et le déplacement du tronçon adjacent à la ligne de l'aéroport côté est, dans la région de Bassersdorf, reviennent à 33,7 millions de francs. La présence du raccordement de l'aéroport leur confère une importance accrue, et ils sont financés en majeure partie par les CFF.

Le coût total des lignes d'accès à l'est et à l'ouest s'élève donc à 158 millions de francs. Il est prévu que les pouvoirs publics participeront à la dépense dans la mesure suivante :

— canton de Zurich	23,6 millions de francs
— ville de Zurich	7,6 millions de francs
— commune d'Opfikon	6,3 millions de francs.

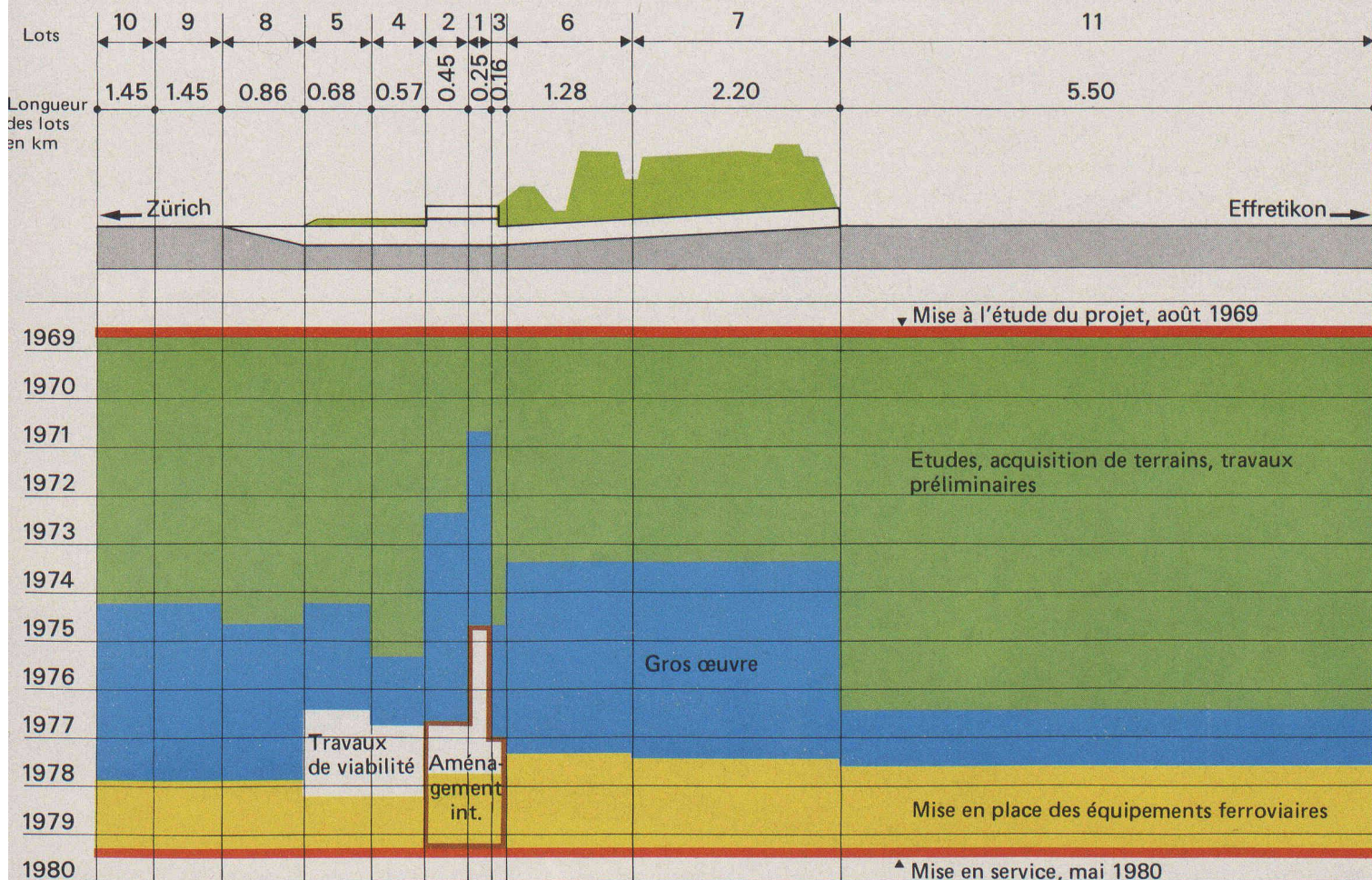


Fig. 5. — Programme schématique des travaux, depuis la mise à l'étude du projet jusqu'à l'entrée en service de la ligne avec ses tronçons d'accès à l'est et à l'ouest.

De son côté, la commune de Bassersdorf fournira une contribution aux frais de reconstruction de sa gare.

Organisation

Une entreprise collective de cette envergure requiert une action efficacement coordonnée des différents partenaires (Confédération, canton, communes et particuliers). La division des travaux du III^e arrondissement CFF, à Zurich, a la haute main sur l'ensemble des activités. Huit de ses treize sections spécialisées ont à s'occuper du nouvel ouvrage avec ses lignes d'accès à l'est et à l'ouest. Etant encore responsables des autres travaux de l'arrondissement, ces sections ont dû s'assurer le concours d'une douzaine de bureaux d'ingénieurs et d'architectes, pour les études de détail et la direction des chantiers.

Le gros œuvre de la section à construire, sans les équipements ferroviaires, est l'affaire de sept consortiums d'entreprises et d'une entreprise individuelle, flanqués d'un grand nombre de sous-traitants.

Les travaux intéressant la tête de l'aéroport ont posé des problèmes complexes et difficiles, qui exigèrent une concentration entre tous les maîtres de l'ouvrage et une coordination judicieuse de tous les programmes en fonction de la troisième phase d'extension de l'aéroport. Il fallut créer à cet effet un comité de coordination, groupant huit maîtres de l'ouvrage et organismes spécialisés, parmi lesquels on comptait des représentants de la Confédération, du canton et de particuliers. Ce comité a été dissous lors de l'achèvement des travaux d'extension.

Le succès d'une telle réalisation dépend de la bonne collaboration de tous les intéressés, de l'efficacité de l'organisation et de l'application de techniques de pointe dans la planification.

La gare de l'aéroport

Idee directrice du projet

La gare de l'aéroport se trouve au deuxième sous-sol du parking B, dans l'axe des aérogares A et B, c'est-à-dire au point de convergence de tous les moyens de transport : avion, train, véhicules automobiles des services publics et des particuliers. Le rôle de la gare comme plaque tournante des transports publics est illustré par la figure 6. Les CFF ont construit en l'occurrence leur première gare souterraine. Ses voies, à 18 mètres au-dessous de la surface du sol, sont dominées de douze mètres par le niveau de la nappe phréatique.

Les quatre voies et les deux quais de 420 mètres de longueur occupent le niveau inférieur de la gare (fig. 7). Bien qu'ils soient dominés par la technique, ces lieux doivent offrir au voyageur une ambiance agréable. Chacun des quais possède ses dispositifs de protection et ses sorties de secours. Le quai 1 est réservé aux trains directs pour Winterthur, le quai 2 aux départs en direction de Zurich.

Au-dessus de l'extrémité sud des quais (côté Zurich) se trouve le centre de tri des bagages. Le fourgon des trains directs, qu'il soit en tête ou en queue, se trouve toujours de ce côté.

Le centre de tri est relié aux quais par des monte-charge. Des chariots électriques peuvent l'atteindre directement depuis l'aéroport, grâce à la présence d'une rampe. Une fois la sélection opérée, les biens des voyageurs et les colis encombrants sont dirigés vers les bureaux d'enregistrement situés dans le hall, ou directement vers l'avion. Leur acheminement s'effectue isolément au moyen de tapis transporteurs, ou en containers, ou encore sur des chariots attelés à un tracteur guidé par un fil directeur. Deux galeries seront aménagées au-dessus des quais pour servir à ces transports de bagages. Sur les quais, le cheminement des bagages est absolument distinct de celui des passagers.

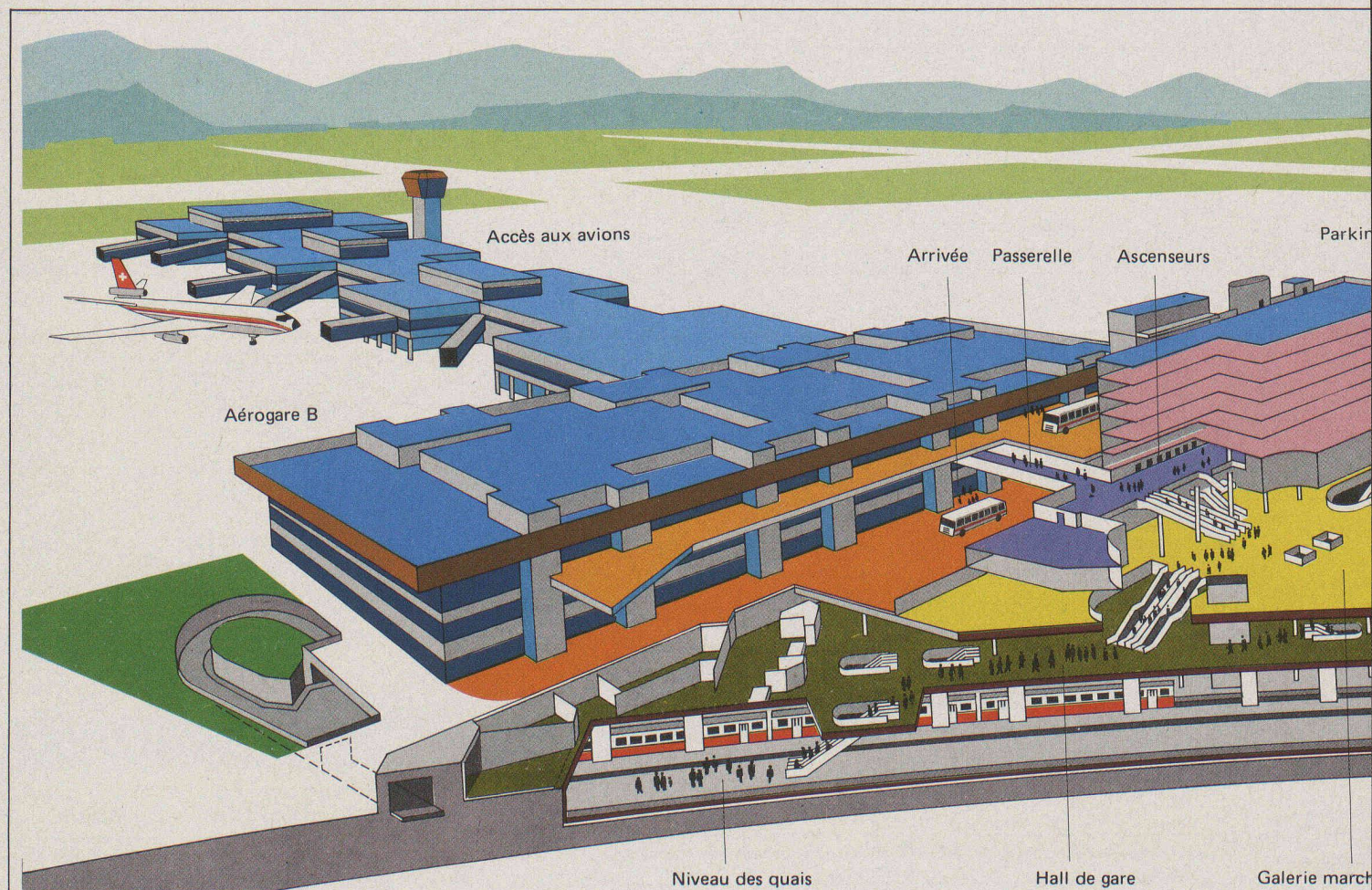


Fig. 6. — La gare disposée sur trois niveaux, surmontée par le parking B et flanquée de l'aérogare B avec les passerelles d'embarquement couvertes.

Les voyageurs accèdent au hall de gare par des escaliers fixes ou roulants d'une capacité de 14 000 personnes à l'heure (fig. 8 et 9). Les gens âgés et handicapés disposeront d'ascenseurs pour passer des quais au hall et à galerie marchande. L'abondance des moyens mécaniques rendra les communications entre le train et l'avion des plus aisées.

Le hall, de 70 mètres sur 100 (fig. 10), est plus grand que le quai frontal de la gare centrale de Zurich. Ce sera la plaque tournante de toute la circulation piétonnière. On y verra, outre les locaux de service et ceux de l'exploitation ferroviaire, toutes les installations nécessaires au public, savoir les guichets des billets, un bureau de renseignements et, comme il se doit dans une gare internationale, un bureau de change. Les voyageurs pourront attendre leur train dans un restaurant ou confortablement assis sur des sièges groupés ici et là. La partie sud du hall abritera le guichet des bagages et la consigne automatique ainsi qu'une galerie d'accès souterraine pour la livraison des marchandises, pour le service du feu et pour les ambulances.

Des kiosques, des boutiques et leurs installations annexes compléteront cet équipement. Tous les locaux fermés tels que magasins, bureaux, etc. seront entièrement climatisés.

D'autres batteries d'ascenseurs et d'escaliers roulants permettront de passer à la galerie marchande située à l'étage au-dessus, d'où on aura accès aux aéroports A et B. Le hall de gare communiquera en outre avec la station des autobus et des taxis, à l'est du parking B. La construction en souterrain pose des problèmes parfois inédits. C'est ainsi qu'à chacune des deux extrémités de la halle des quais, une grande cheminée d'air, dite cheminée de détente, part du niveau des voies pour s'élever à douze mètres au-dessus du sol,

afin de dériver l'onde de pression créée par les trains entrant à plus de 100 km/h dans l'un des tunnels situés de part et d'autre de la gare. Ces cheminées compensent aussi l'appel d'air provoqué par le départ des convois et atténuent ainsi la formation de courants d'air désagréables au niveau des quais.

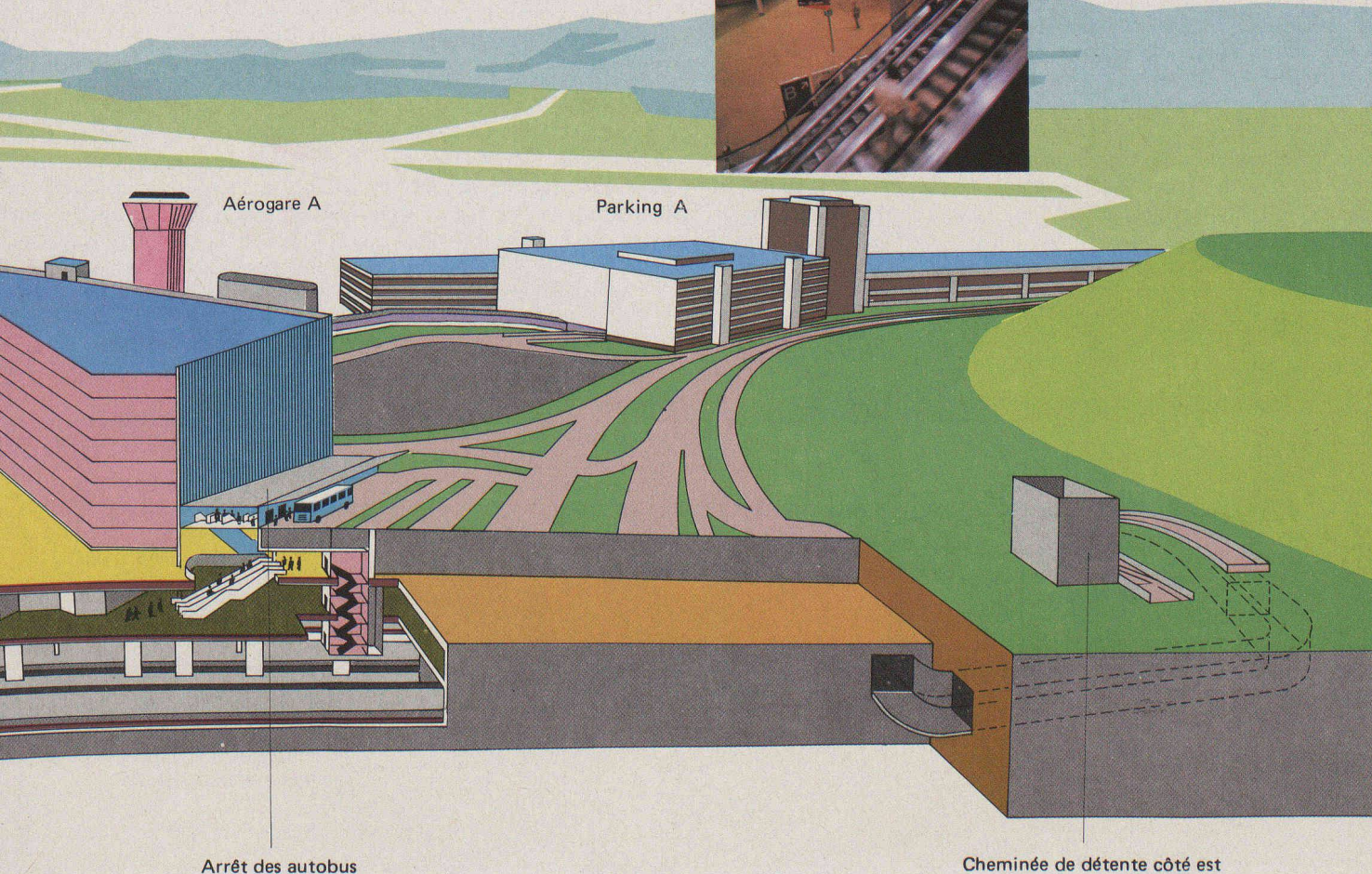
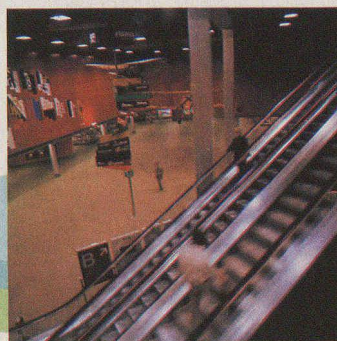
Projet et exécution des travaux

Le conception projet et la marche des travaux ont été dictés avant tout par la nature du sol et les conditions hydrologiques, mais aussi par les délais imposés pour l'édification des bâtiments et des routes prévus au-dessus de la gare. Ces ouvrages faisaient partie de la troisième étape d'extension de l'aéroport. Aussi les travaux formant le lot n° 1 — zone de la gare souterraine, de l'aérogare B et du parking B — ont-ils été exécutés en priorité avant toutes les autres constructions de la ligne de l'aéroport. L'espace réservé aux quais s'inscrit dans un caisson en béton armé de section rectangulaire, étayé par trois rangées de piliers. Dans la zone du hall, des locaux d'exploitation et du centre de tri des

Fig. 7. — Le gros œuvre au niveau des quais. On distingue la rampe d'accès de la galerie à bagages, qui sera suspendue au plafond. ▲►

Fig. 8. — La liaison principale entre le hall de gare et la galerie marchande. ►

Fig. 9. — La galerie marchande avec les escaliers menant à la passerelle, à l'aérogare B et au parking B. ►



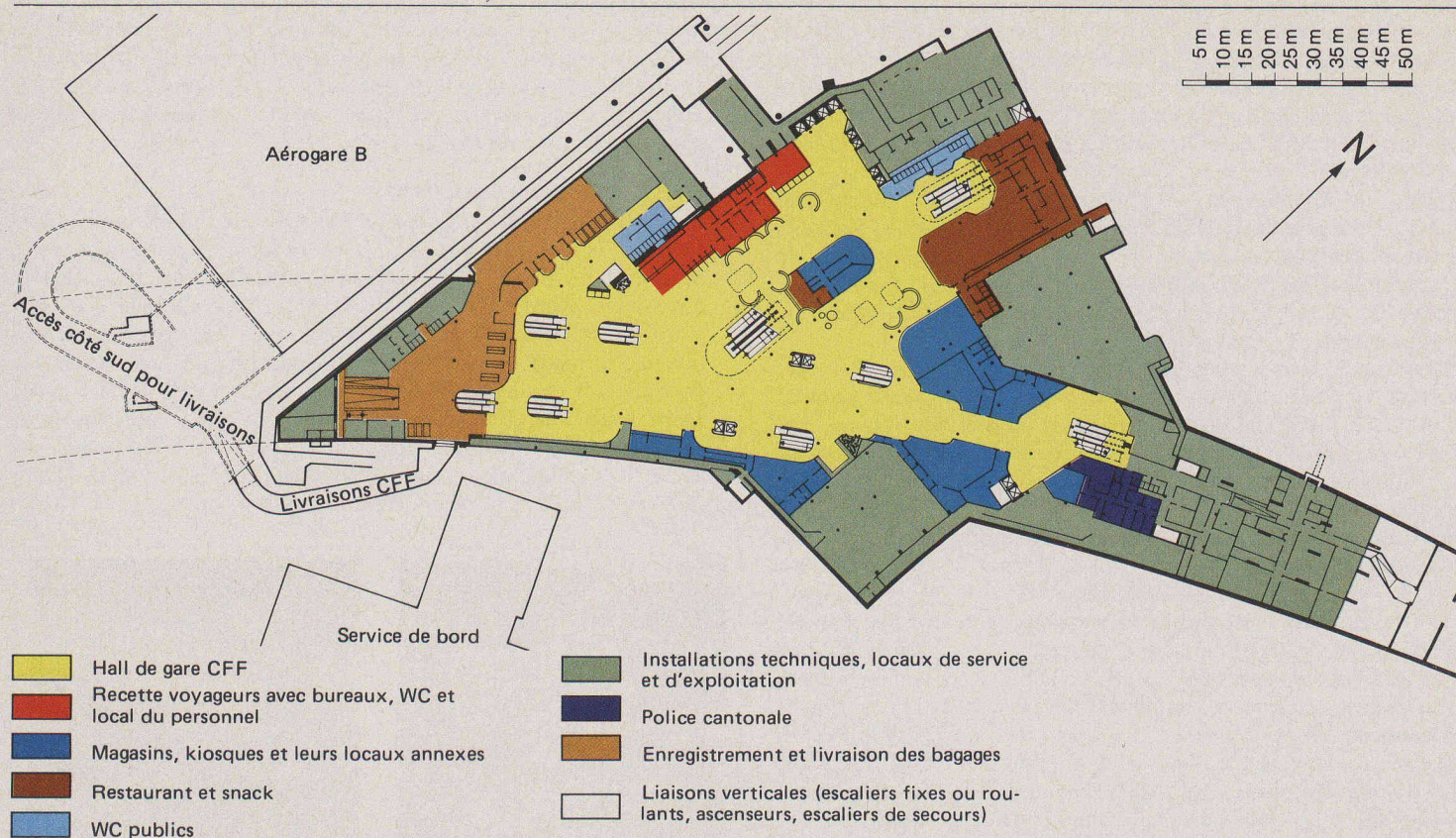


Fig. 10. — Plan du hall de la gare. Les fonctions assignées aux différents secteurs correspondent au stade atteint par l'étude du projet en février 1977.

bagages, il s'élargit en hauteur pour se subdiviser en deux étages. Les piliers sont constitués par des colonnes massives en acier ; des panneaux de paroi en béton armé séparent les deux voies intérieures. Au droit des aiguilles d'entrée et de sortie, où il n'y a pas de place pour des piliers, les plafonds et les dalles sont en béton précontraint. La construction, dotée sur tout son pourtour d'un revêtement étanche, est maintenue en place par des ancrages qui lui permettent de résister à la poussée verticale des eaux (fig. 11). Suivant la nature du terrain, l'enceinte de la fouille consistait en des rideaux de palplanches, dont la stabilité était assurée par ancrage ou étayage, ou en des parois Rühl. La confection de l'enceinte a toujours été précédée d'abord du creusement d'une fouille préliminaire descendant jusqu'au niveau des eaux souterraines, puis d'une seconde excavation après le rabattement partiel de la nappe phréatique, exécuté à l'aide de puits filtrants ou du système Wellpoint (application du vide).

La figure 13 montre le tracé en courbe des installations ferroviaires ainsi que l'aérogare B et le sous-sol du parking B.

Les figures 12 à 17 représentent des détails du chantier de grands travaux « gare de l'aéroport ».

La section Glattbrugg - gare de l'aéroport

Tunnel de l'aéroport

Le tunnel (lots 4 et 5) est construit en tranchée ouverte dans un dépôt lacustre argilo-limoneux et en partie dans des sédiments fins alternant avec des couches de tourbe. La fouille est entourée de palplanches et de parois Rühl étayées. Les lentilles de sable sont asséchées à l'aide de filtres Wellpoint. Pour parer aux ruptures de terrain, il a fallu opérer un délestage par des déblaiements

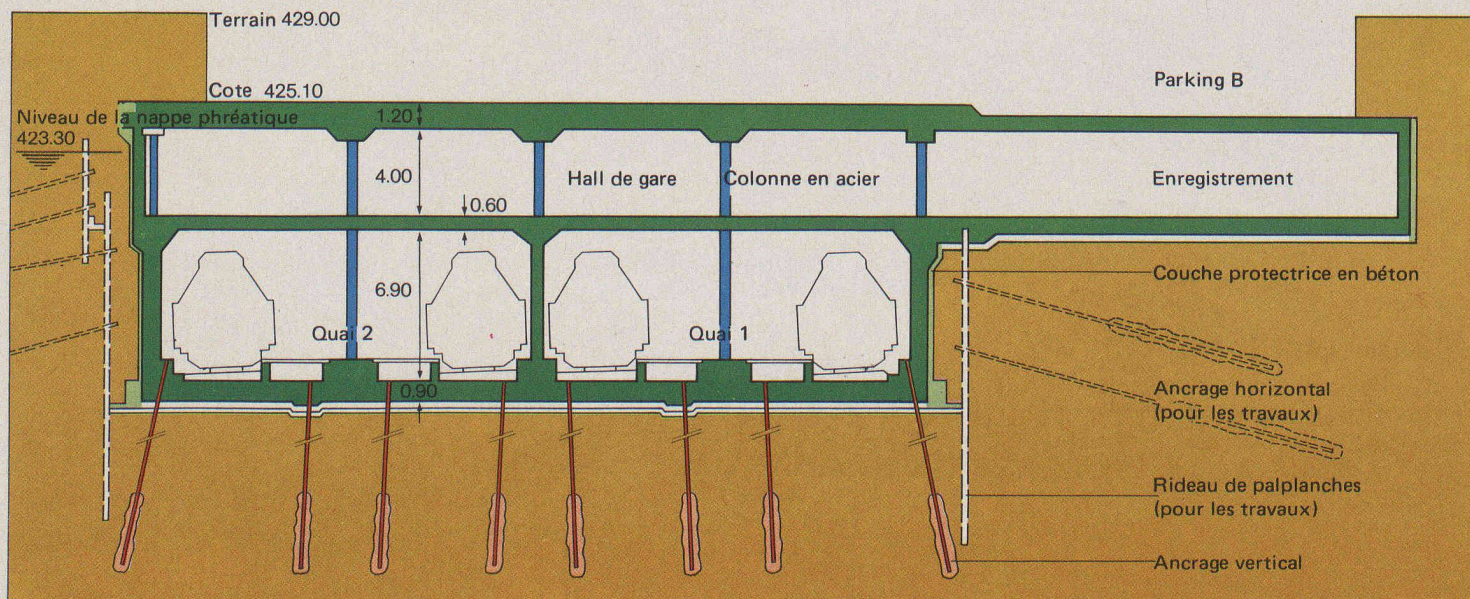


Fig. 11. — Coupe transversale de la gare de l'aéroport dans son stade définitif.

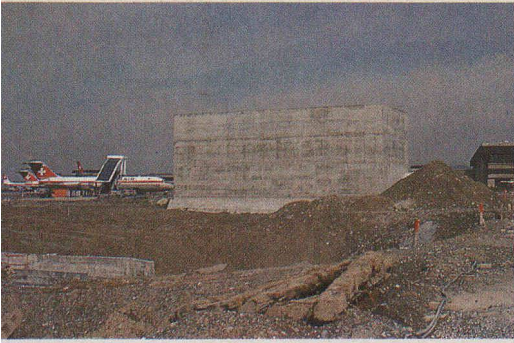


Fig. 12. — La cheminée de détente ouest aux abords des pistes 5 et 6 de l'aéroport. Pour éviter que les gaz d'échappement de réacteurs ne pénètrent dans la gare souterraine, la cheminée s'élève à 12 m au-dessus du sol (ci-dessus).



Fig. 13. — Vue générale du chantier « gare de l'aéroport ». Au milieu, l'aérogare B, située au-dessus des installations ferroviaires dans la zone du lot n° 1 (ci-contre).



Fig. 14. — La fouille dans le secteur du lot 1, avec un rideau de palplanches ancré dans le terrain. Les têtes des ancrages verticaux émergent de la dalle de fond (ci-dessus).

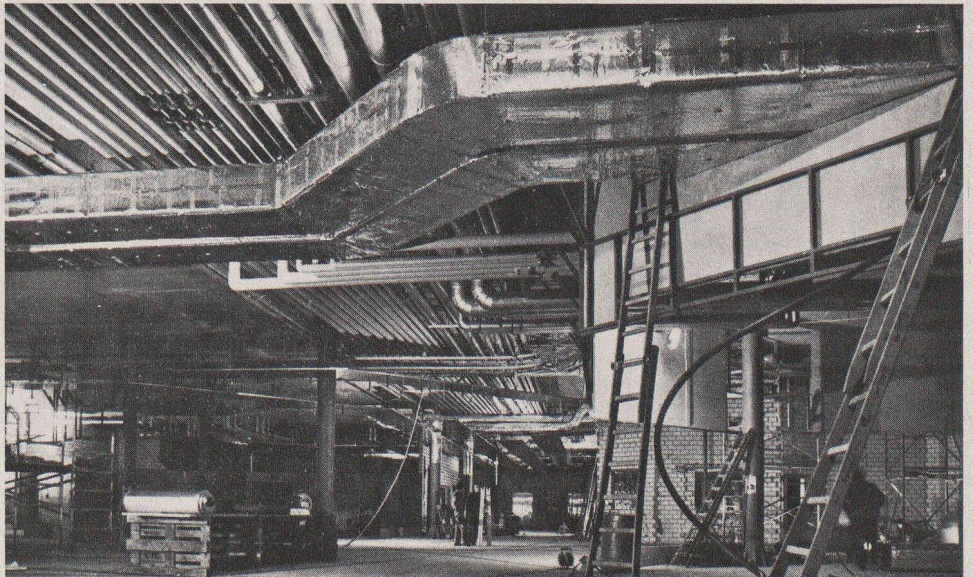


Fig. 15. — Le hall de gare avant la pose du revêtement de plafond (ci-contre).

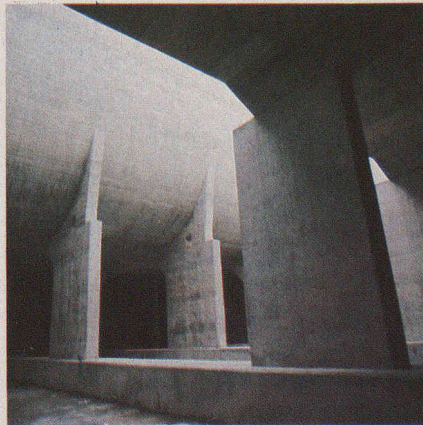


Fig. 16. — Près des ascenseurs, le hall de gare se présente dans son aspect définitif (à gauche). À l'embouchure des cheminées de détente, le plafond de la halle des quais revêt une forme aérodynamique (à droite).

Fig. 17. — Le gros œuvre de la halle des quais. L'espace vide ménagé sous ces derniers renfermera la majeure partie des conduites et des câbles électriques (ci-contre).



atteignant parfois une profondeur de trois mètres. En coupe, le tunnel a la forme d'une voûte sur radier, ce qui est une solution économique. Les figures 12 à 17 montrent les phases successives des travaux.

La fig. 24 montre une vue aérienne du gros œuvre, en cours d'achèvement, d'une section du tunnel située dans le prolongement de la piste d'atterrissage sans visibilité. Le tunnel de l'aéroport passe tout près des antennes ILS (Instrument Landing System) de la piste d'atterrissage sans visibilité. Les grosses machines de chantier et

les palplanches, qui risquent de nuire au fonctionnement de ces installations, ne doivent donc pas émerger à la surface du sol, ce qui exclut leur usage hors de la fouille, bien que le site géologique soit hérissé de difficultés.

Les viaducs de la Glatt

La nouvelle ligne croisera au-dessus de la Glatt celle qui relie déjà Zurich, Kloten et Effretikon. L'ouvrage inférieur, réservé à la première, est un pont-dalle oblique de 55 mètres de long, supporté

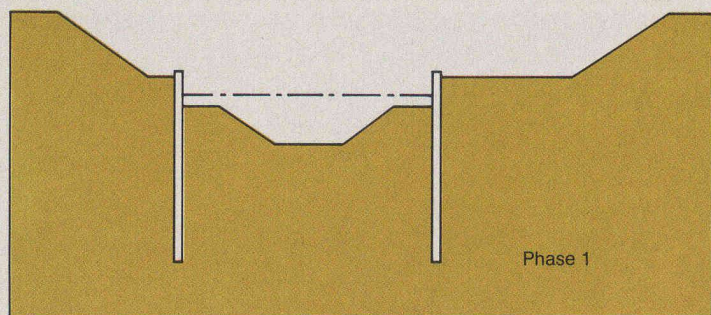


Fig. 18. — Phase n° 1: Fouille préliminaire, enfoncement des palplanches, excavation intermédiaire I, mise en place de l'étaisage supérieur.

par deux piles dont la présence est imposée par le faible espace subsistant entre le niveau de la voie et la section d'écoulement de la rivière en période de crue.

Le viaduc supérieur, qu'empruntera la ligne de Kloten, sera une poutre continue en béton précontraint d'environ 240 mètres de longueur, à double voie. La figure 22 représente les deux ouvrages en maquette. Chacun d'eux s'inscrit dans une courbe et repose sur des pilotis prenant eux-mêmes assise sur la couche de molasse lacustre, assez proche de la surface en ces lieux. La figure 23 montre l'état du chantier au printemps de 1977.

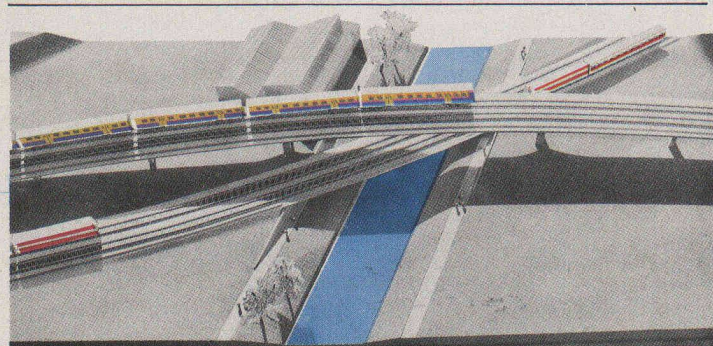


Fig. 22. — Maquette des viaducs sur la Glatt. En haut, celui de la ligne de Kloten; en bas, celui qui mène à l'aéroport.

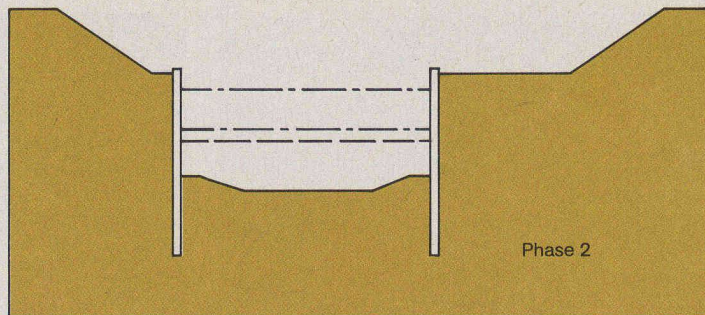


Fig. 19. — Phase n° 2: Excavation intermédiaire II, mise en place de l'étaisage inférieur, excavation jusqu'au fond de la fouille.

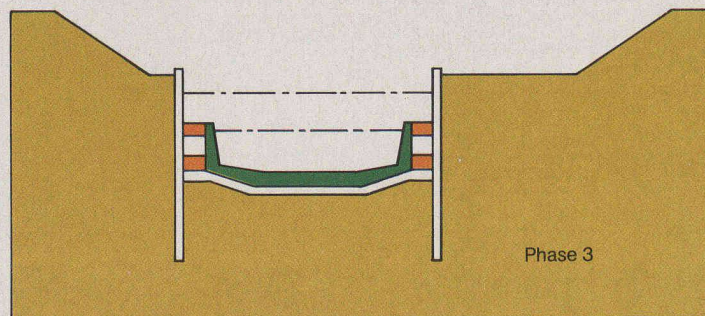


Fig. 20. — Phase n° 3: Bétonnage du radier et des culées, montage de l'étaçon inférieur, enlèvement de l'étaisage inférieur, mise en place de l'étaçon supérieur, pose de l'étaisage inférieur dans l'ouvrage.

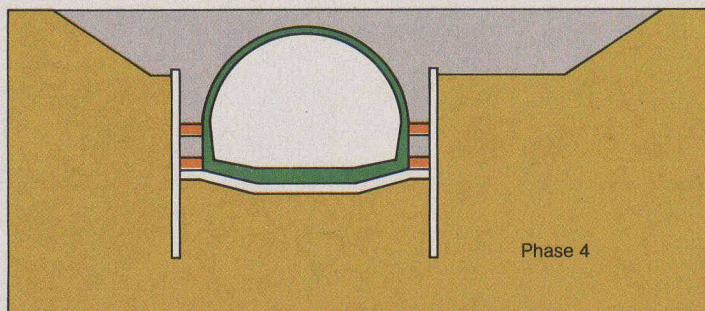


Fig. 21. — Phase n° 4: Enlèvement de l'étaisage supérieur, bétonnage de la voûte, application de l'isolation et de la couche protectrice en béton, comblement de la tranchée, retrait de l'étaisage inférieur.



Fig. 23. — Le chantier des viaducs vu du sud. Au premier plan, l'actuelle ligne de Kloten; au fond à gauche, l'entrée du tunnel de l'aéroport.

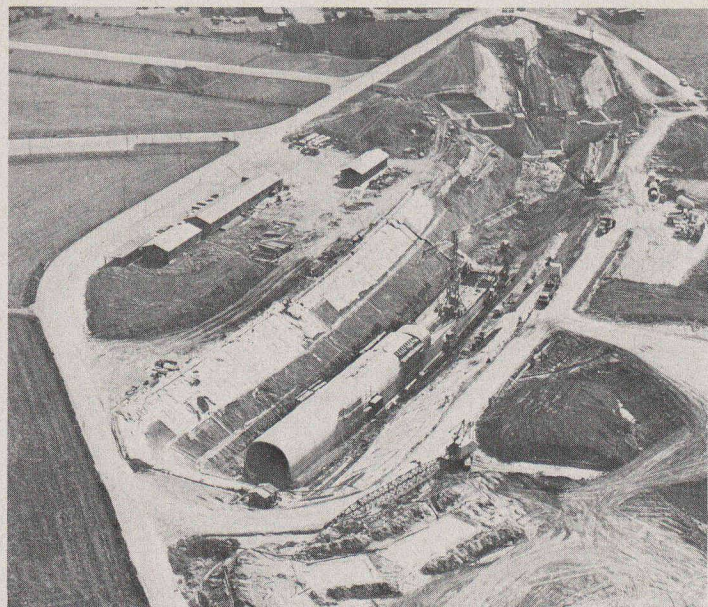


Fig. 24. — Le tunnel de l'aéroport se construit en tranchée ouverte. A droite en haut, un canal d'évacuation des eaux passe sous la voie ferrée par un siphon.

L'abaissement des voies ferrées à Glattbrugg

Les lignes de l'aéroport et de Kloten doivent traverser le centre de Glattbrugg à un niveau se situant près de sept mètres plus bas que la voie actuelle, ce qui fera disparaître deux passages à niveau très fréquentés.

La commune d'Opfikon a en outre décidé de recouvrir la tranchée à ses frais sur une longueur de 300 mètres, tant pour rabattre le bruit que pour pouvoir mieux aménager le centre de l'agglomération. Sous cette dalle, les deux voies de la ligne de Kloten s'écarteront pour permettre ultérieurement l'aménagement d'une halte. La commune participera aussi à la dépense supplémentaire qui en résultera.

Dans le secteur nord, la tranchée traverse des dépôts lacustres saturés d'eau et, dans la partie sud, du côté d'Oerlikon, un dépôt morainique surconsolidé. La nappe phréatique affleure presque. Le tracé de la ligne de l'aéroport est établi d'abord. A cet effet, des éléments préfabriqués en béton sont descendus dans le sol, d'après le procédé des parois moulées (fig. 25). Ces éléments une fois mis en place et assemblés de façon à former une paroi étanche, la dalle de couverture est bétonnée directement sur le sol, puis le terrain est excavé (fig. 26). Après son ripage provisoire, la ligne de Kloten sera abaissée selon la même méthode, ce qui permettra d'exécuter l'ensemble des travaux sans entraver sérieusement le trafic ferroviaire. En vue de la protection de la nappe phréatique, le matériau de la plate-forme sera additionné de ciment, si bien qu'il constituera une couche étanche. Au-dessous se trouvera une couche de gravier filtrante à laquelle seront incorporés des drains appelés à conduire l'eau souterraine dans la Glatt.

Le tunnel du Hagenholz

Conditions géologiques et hydrologiques

Le tunnel est situé presque entièrement dans du terrain meuble surconsolidé, et par conséquent compact, d'origine glaciaire (fig. 27), sauf près de son entrée côté Bassersdorf, où il traverse par endroits du gravier, du molard et de la glaise de versant en couches peu épaisses. La majeure partie des terrains surconsolidés consiste en des cailloutis et des galets d'origine glaciaire, souvent cimentés et présentant, vers la tranchée de l'autoroute, des inclusions locales de moraines. Sous la couverture alluviale se trouve une couche de moraine compacte qui, dans le Hagenholz, est très élevée. Des restes de dépôts lacustres d'origine glaciaire subsistent à l'ouest de ce secteur.

Dans la zone où le tunnel est creusé dans les alluvions d'origine glaciaire, en partie aquifères, le niveau de la nappe phréatique domine de douze mètres, par endroits, celui de la voie.



Fig. 25. — Descente d'un élément de paroi préfabriqué dans la fente pratiquée dans le sol.



Fig. 26. — Excavation de la future halte d'Opfikon.

Le projet

Pour l'exécution du souterrain, il a fallu rabattre provisoirement la nappe phréatique jusqu'à un niveau inférieur à celui du radier. On a creusé à cette fin des puits filtrants verticaux, à partir de la surface du sol, le long du tracé choisi (fig. 35). Des essais de pompage échelonnés, effectués dans des puits isolés ou groupés, ont confirmé l'existence présumée de bassins d'eau limités et discontinus. La connaissance de ce fait a permis de disposer les puits filtrants aux endroits où ces bassins sont les plus profonds et où le terrain est le plus perméable. L'ensemble du lot n° 6, d'une longueur de 1300 mètres, a dès lors pu être drainé au moyen de 16 puits, alors que dans le secteur du lot n° 7, six puits ont suffi pour assécher les sillons alluviaux.

Le lot n° 6 correspond à la partie ouest du tunnel, longue de 1280 mètres. Afin de ne pas compliquer davantage l'imbrication des divers chantiers dans la zone de l'aéroport, les CFF ont choisi de forer le souterrain à partir d'un point d'attaque intermédiaire,

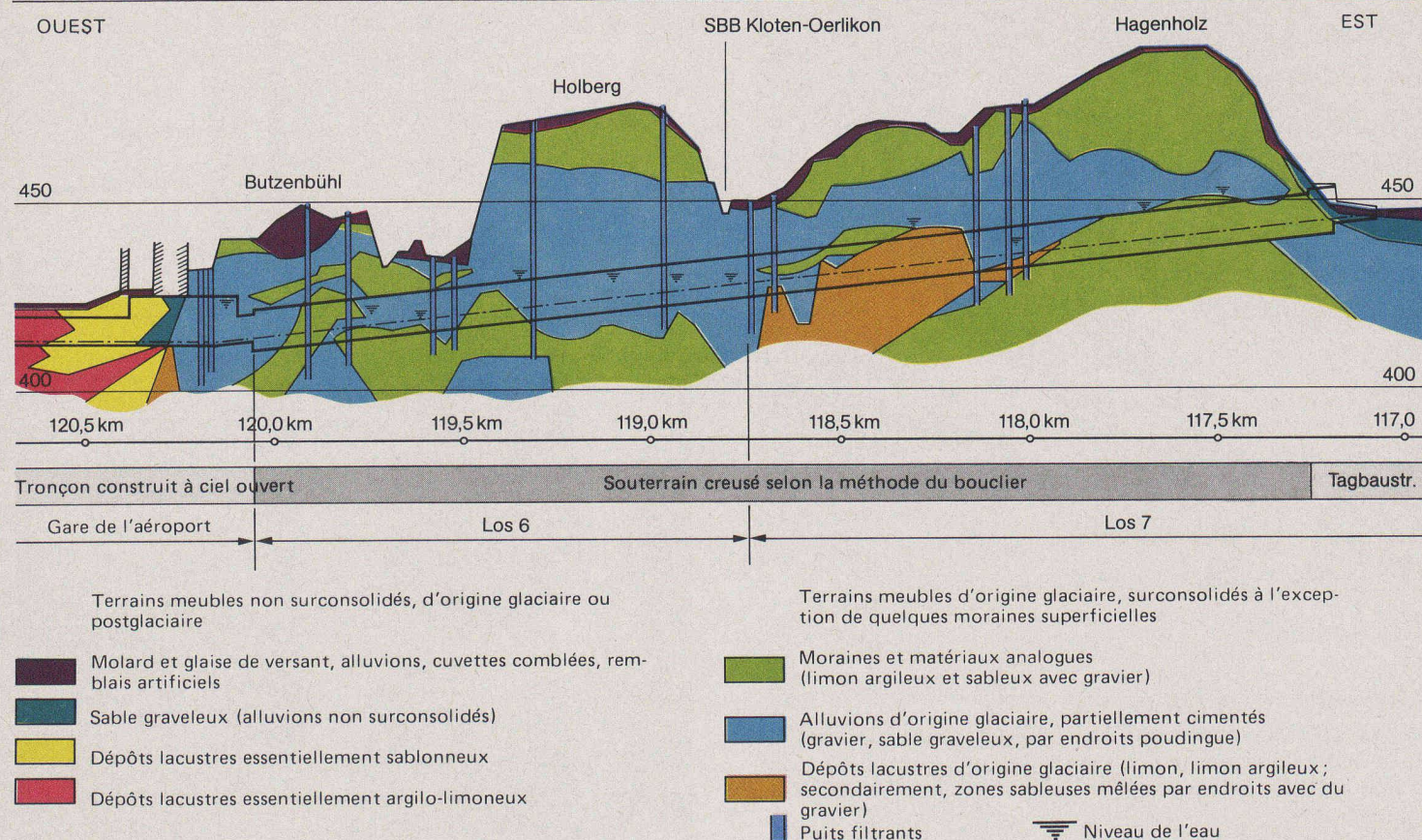


Fig. 27. — Profil géologique longitudinal du tunnel du Hagenholz.

proche de la tranchée de l'autoroute. Les travaux ont été exécutés en deux phases à l'aide d'un bouclier de 11,45 mètres de diamètre. Le creusement a commencé dans le sens descendant, sur une distance de 480 mètres, jusqu'à la fouille de la gare de l'aéroport (lot n° 3). Arrivé là, le bouclier fut démonté, ramené au front d'attaque et assemblé à nouveau pour avancer dans le sens ascendant jusqu'à la limite du lot, sous la gare de Kloten. Pour engager le bouclier, il a fallu préparer une fosse longue de 40 mètres, large de 14 mètres et profonde de 20 mètres, accessible par une rampe de six mètres de largeur. L'enceinte de cette fouille est constituée d'une paroi « Rühl » en béton, coulée sur place et solidement ancrée dans le terrain (jusqu'à 4 niveaux d'ancrages). Dans la fosse, une portion de tunnel de 40 mètres de long a été construite à ciel ouvert et a servi de culée pour le départ du bouclier. Le lot n° 7 comprend les 1560 mètres de la partie est du tunnel ainsi que le tronçon adjacent de 630 mètres de long qui rejoint la ligne de Kloten. L'entrée et les 65 premiers mètres du souterrain ont été construits à ciel ouvert dans une tranchée creusée au préalable. Cette portion de l'ouvrage, qui a servi de culée pour le départ du bouclier, présente une section intérieure élargie en vue de la bifurcation éventuelle d'une future ligne rapide en direction de Winterthour. Une fois le tunnel achevé, la tranchée sera comblée et reboisée. Dans la partie construite en galerie, le bouclier, d'un diamètre de 11,46 mètres, a progressé dans le sens de la pente.

Profil normal

L'emploi de la méthode du bouclier a permis d'obtenir un tube de section circulaire et de dimensions telles qu'il reste assez de place, en dehors du gabarit des véhicules, pour des niches de protection de type alvéolaire. Les parois du tunnel sont constituées de voussoirs dont les éléments, préfabriqués sur le chantier, sont assemblés au niveau du bouclier pour former des anneaux composés de cinq segments dans le lot 6 et de six dans le lot 7. La partie supérieure du tube est revêtue d'une couche isolante appliquée en feuilles (fig. 29) et d'une voûte intérieure. Dans la cuvette du fond, la suture des éléments en béton est réalisée au moyen de joints d'étanchéité spéciaux. La voie reposera sur le lit de ballast utilisé comme chaussée provisoire durant les travaux.

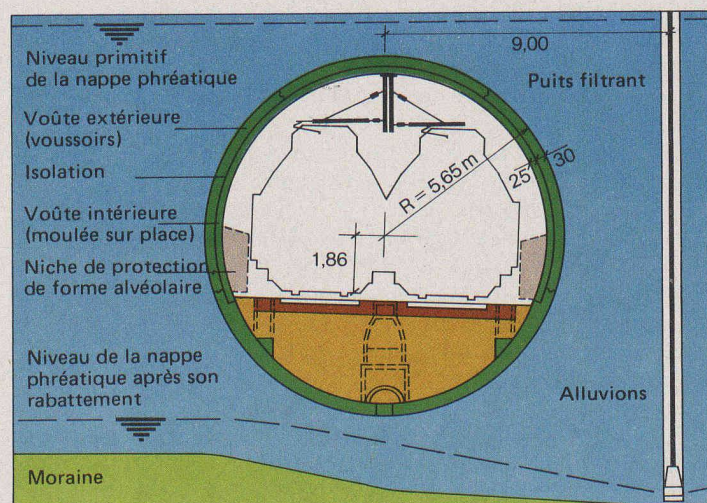


Fig. 28. — Profil normal du tunnel et puits filtrant.

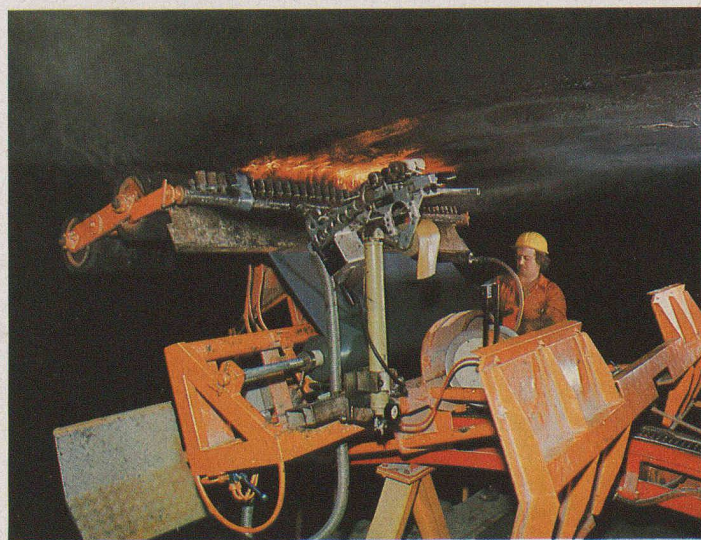


Fig. 29. — Application des feuilles de matière isolante sur la voûte du tunnel.

Lignes d'accès

A l'ouest

La construction de la ligne de l'aéroport, l'aménagement des accès de la gare de triage du Limmattal et le doublement de la voie entre Zurich Oerlikon et Bülach impliquent un remaniement complet des installations ferroviaires dans le secteur d'Oerlikon—Glattbrugg. Le projet comprend deux parties distinctes :

Oberhauserried

Entre Oerlikon et les chantiers de la ligne de l'aéroport, l'extension du système de voies actuel donnera naissance à un ensemble dit « complexe d'Oberhauserried » (lot 9), où se rejoindront les lignes en provenance de Bülach, de l'aéroport et de Kloten pour être introduites dans la gare d'Oerlikon sous forme d'un faisceau de quatre voies. Pour le trafic des marchandises, il faudra encore établir des liaisons avec Seebach, avec Wettingen-Baden par le Furttal ou avec le triage de la vallée de la Limmat. Par rapport à la disposition actuelle des voies (fig. 31), le système projeté (fig. 32) est beaucoup plus étoffé et présente les innovations suivantes :

- Zurich Oerlikon—aéroport nouvelle ligne à double voie
- Zurich Oerlikon—Glattbrugg—Bülach doublement de la voie
- Zurich Oerlikon—(Kloten) doublement partiel de la voie
- Glattbrugg—Zurich Seebach nouvelle ligne à voie unique

Cette refonte des installations apportera en outre des améliorations pour le trafic individuel du fait de la suppression de passages à niveau.

Gare de Zurich Oerlikon

Les adaptations prévues dans cette gare en matière de génie civil (lot 10) se limitent pour l'essentiel à l'extension des quais. En revanche, un nouvel édifice devra être construit entre l'actuel

bâtiment des voyageurs et l'ancienne poste. Il servira à loger les appareillages de sécurité nécessaires à la commande centralisée, depuis Oerlikon, du complexe d'Oberhauserried et de la ligne de l'aéroport proprement dite.

Simultanément, plusieurs ouvrages de croisement seront construits en liaison avec la restructuration du réseau routier urbain (fig. 30).

A l'est

Bassersdorf—Effretikon

Le lot de travaux n° 11 englobe le doublement de la voie entre Kloten et Effretikon ainsi que le déplacement de la ligne à Bassersdorf. De son exécution dépend dans une large mesure l'intégration opérationnelle de la ligne de l'aéroport dans le réseau des CFF. En cas de maintien du tracé actuel, qui passe par le centre de Bassersdorf (fig. 33), la suppression exigée des sept passages à niveau aurait conduit à une solution peu satisfaisante du point de



Fig. 30. — Vue des chantiers de la Schaffhauserstrasse et de la Binzmühlestrasse, où se construisent des ponts.

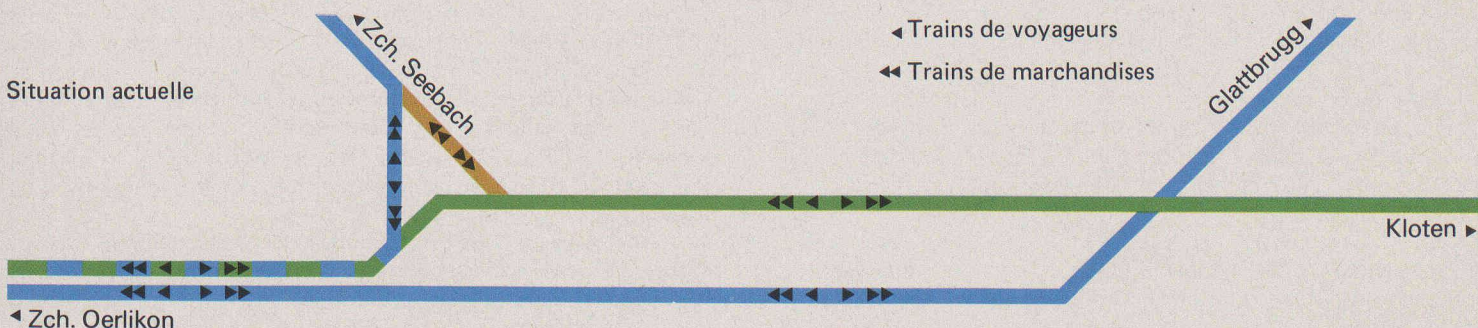


Fig. 31 — Schéma actuel des voies dans le secteur d'Oberhausen.

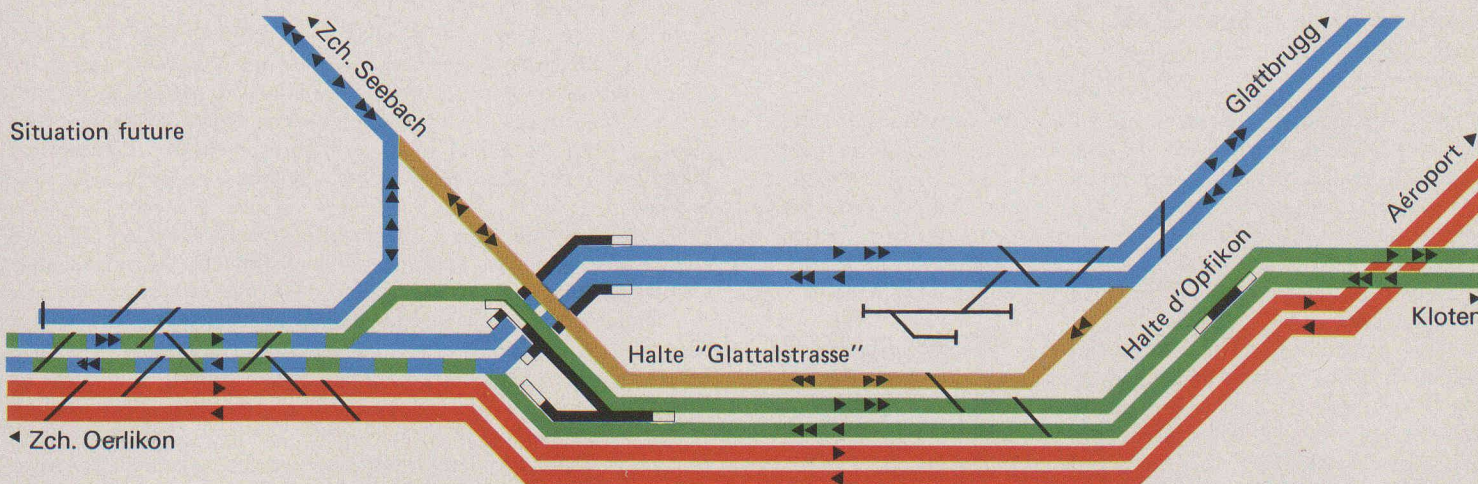


Fig. 32. — Le complexe d'Oberhauserried tel qu'il se présentera lors de la mise en service de la ligne de l'aéroport.

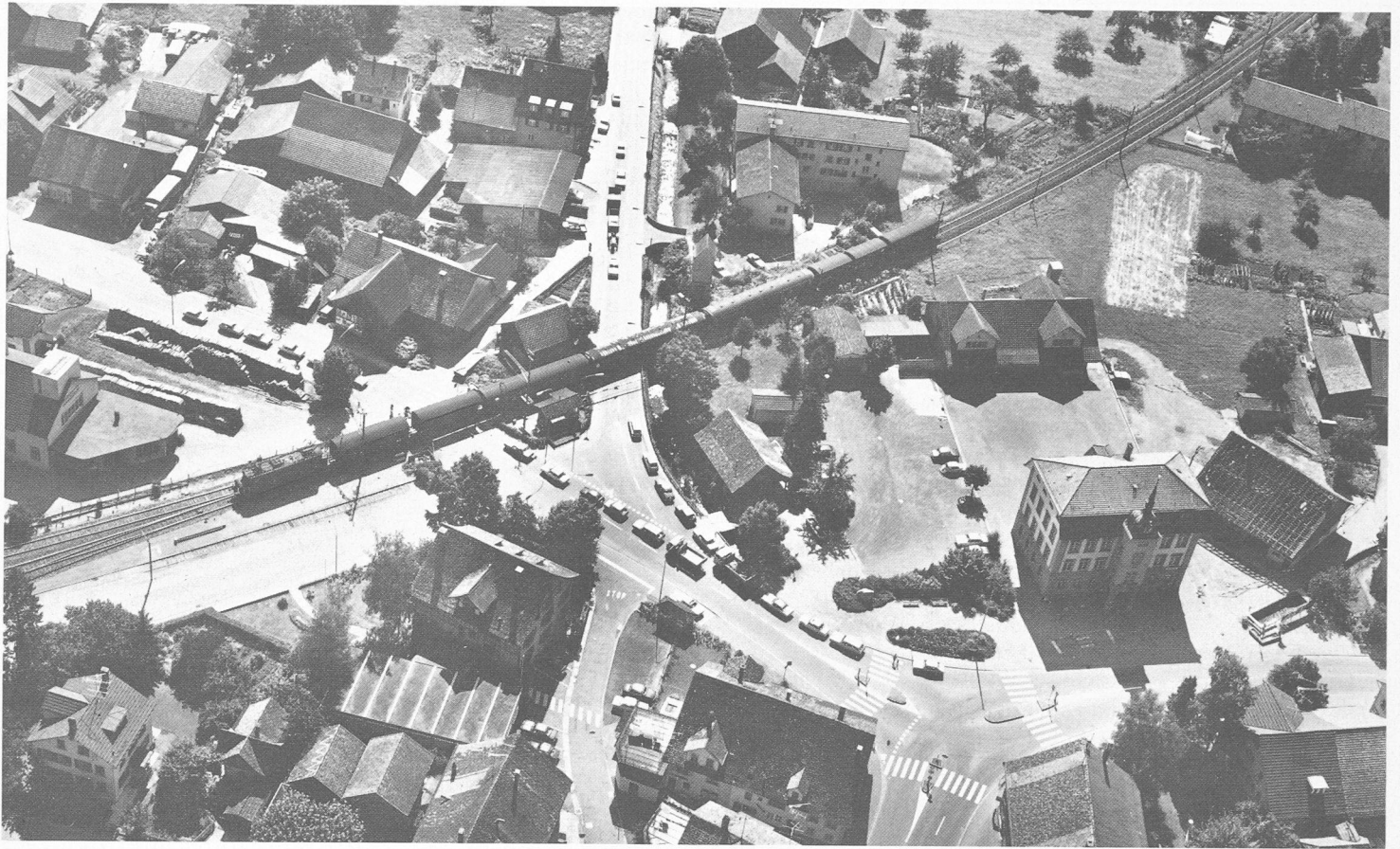


Fig. 33. — Passage à niveau dans le centre de l'agglomération de Bassersdorf.

vue de la circulation et excessivement coûteuse. Aussi le canton, la commune et les CFF ont-ils décidé d'un commun accord de dévier la ligne par le sud de l'agglomération (fig. 34), selon un tracé conçu pour la vitesse de 125 km/h.

En raison du niveau de la nappe phréatique aux abords des ouvrages de croisement rail-route, le tronçon déplacé sera établi d'un bout à l'autre sur un talus d'une hauteur moyenne de 1,50 mètre. La majeure partie des remblais nécessaires à cette fin provient du tunnel du Hagenholz.

En plus de la nouvelle gare, prévue à quelque 500 mètres au sud de l'ancienne, il sied de mentionner les quatorze ouvrages de croisement rail-route qui doivent être construits. Enfin, à la périphérie sud de Bassersdorf, aux abords du quartier d'habitation d'Auenring, des dispositifs antibruit seront mis en place sur une longueur de 400 mètres environ.

L'intégration de la ligne de l'aéroport dans le réseau existant

La nouvelle ligne est conçue en fonction d'une capacité optimale. Elle sera donc à double voie de bout en bout. N'importe quel automobiliste sait par expérience qu'une autoroute n'a guère d'utilité tant que ses entrées et ses sorties, c'est-à-dire ses accès en général, ne sont pas bons. Aussi les planificateurs ont-ils voué une attention particulière à l'interdépendance des lignes de la région. Le résultat de cette étude, illustré par le graphique de la figure 35, est le suivant :

La ligne de l'aéroport doit s'insérer fondamentalement dans le système constitué par les trois lignes Zurich—Wallisellen—Effretikon—Winterthour, Zurich—Kloten—Effretikon et Zurich—Bülach—Schaffhouse. Pour la clarté du croquis, les autres lignes en ont été écartées. Entre la gare centrale de Zurich et celle d'Oerlikon, il n'existe actuellement, pour toutes les directions, qu'une double voie commune dite de Wipkingen. Plus tard, la ligne du Kaferberg sera prolongée à son tour en double voie jusqu'à la

gare centrale ; aujourd'hui, sa branche d'Altstetten est seule achevée et sert uniquement au trafic des marchandises.

A Oerlikon, la ligne en direction de Wallisellen et le tron commun à double voie des liaisons vers Bülach et Kloten—Effretikon se séparent de la ligne de l'aéroport. En conséquence, le nombre des voies directes passera à six dans cette gare, avec des quais d'une longueur d'environ 320 mètres. Dans le secteur d'Oberhauserried, les lignes de Bülach et de Kloten s'engagent à leur tour sur un tracé distinct.

La forte densité du trafic empruntant l'artère de Wipkingen empêche encore de tirer le meilleur parti de chacune des lignes réunies dans la gare d'Oerlikon. L'accroissement de capacité nécessaire avant tout pour rendre le trafic plus fluide et pour diminuer les risques de perturbation pourra être obtenu grâce au raccordement du tronçon du Kaferberg à la gare principale de Zurich, mais il suppose le transfert préalable de la gare de triage dans la vallée de la Limmat, de sorte que cette amélioration ne sera possible qu'après 1981.

Lorsque la nouvelle ligne de chemin de fer sera mise en service, en 1981, l'aéroport de Zurich-Kloten devrait voir défiler, selon les estimations les plus prudentes, dix millions de passagers par an. Environ 20 pour cent de ceux-ci, soit plus de deux millions, emprunteront le train pour leur trajet terminal. Ce chiffre ne comprend ni les personnes accompagnant les voyageurs ni les simples visiteurs.

Dès son ouverture, la gare de l'aéroport connaîtra une affluence comparable à celle de la gare de Winterthour ou de Saint-Gall à l'heure actuelle. Si le trafic aérien se développe conformément aux prévisions dans les années suivantes, la ligne de l'aéroport devrait couvrir ses frais au plus tard à partir de 1990. Au début, il y aura, dans l'heure, deux départs pour chaque direction. Une paire de trains parcourra l'axe est-ouest (Saint-Gall—Zurich—Genève), l'autre reliera Lucerne et Romanshorn.

Les trains directs réguliers transporteront non seulement les voyageurs isolés, mais aussi une grande partie des clients des avions affrétés. La présence des quatre voies dans la gare permettra en outre d'organiser des convois spéciaux pour toutes les directions.

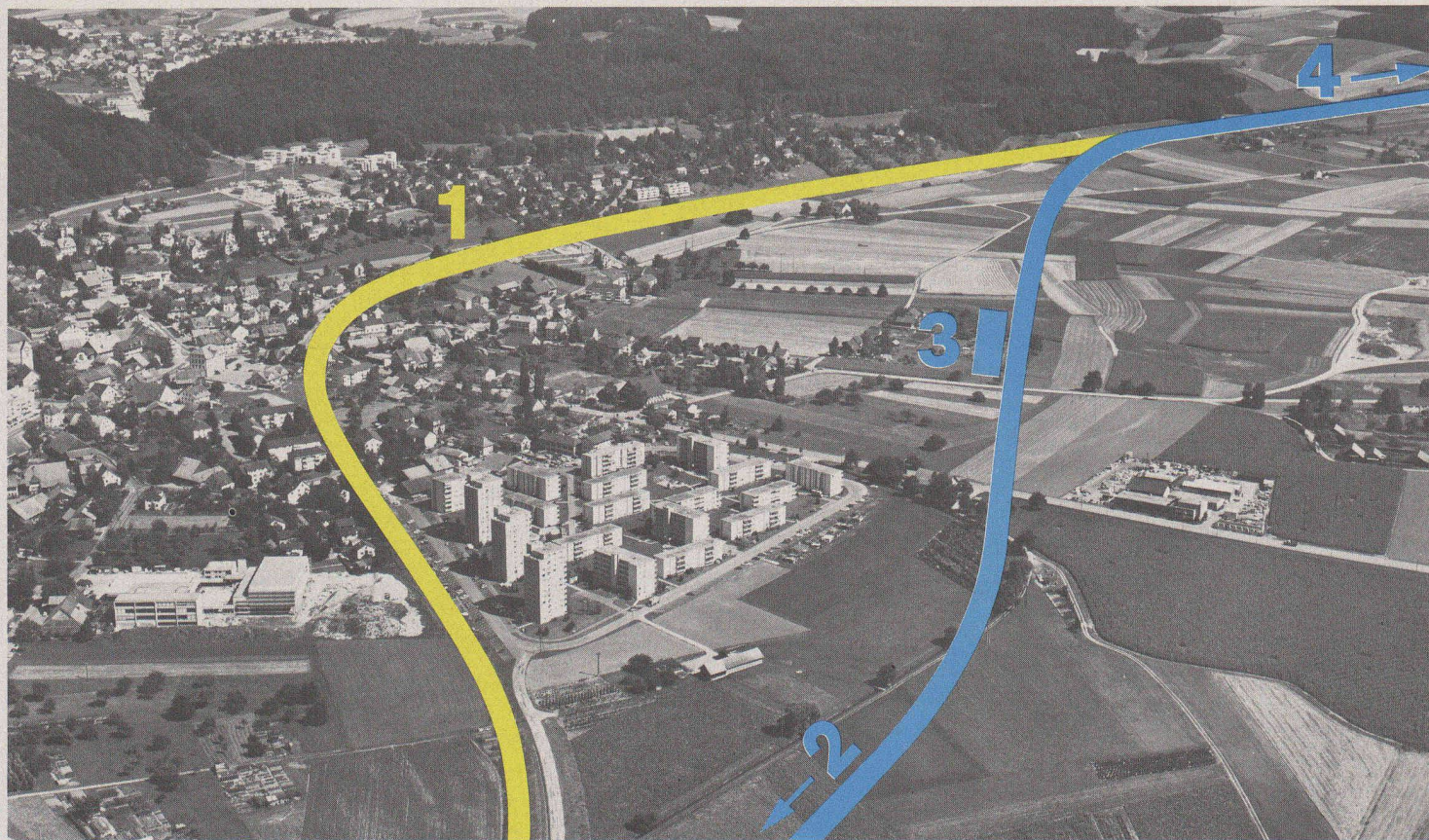


Fig. 34. — L'ancien tracé (en jaune) et le nouveau (en bleu) dans le secteur de Bassersdorf. La future gare sera située en bordure sud de l'agglomération. 1 ligne actuelle de Kloten, 2 vers Kloten et l'aéroport, 3 future gare de Bassersdorf, 4 vers Effretikon.

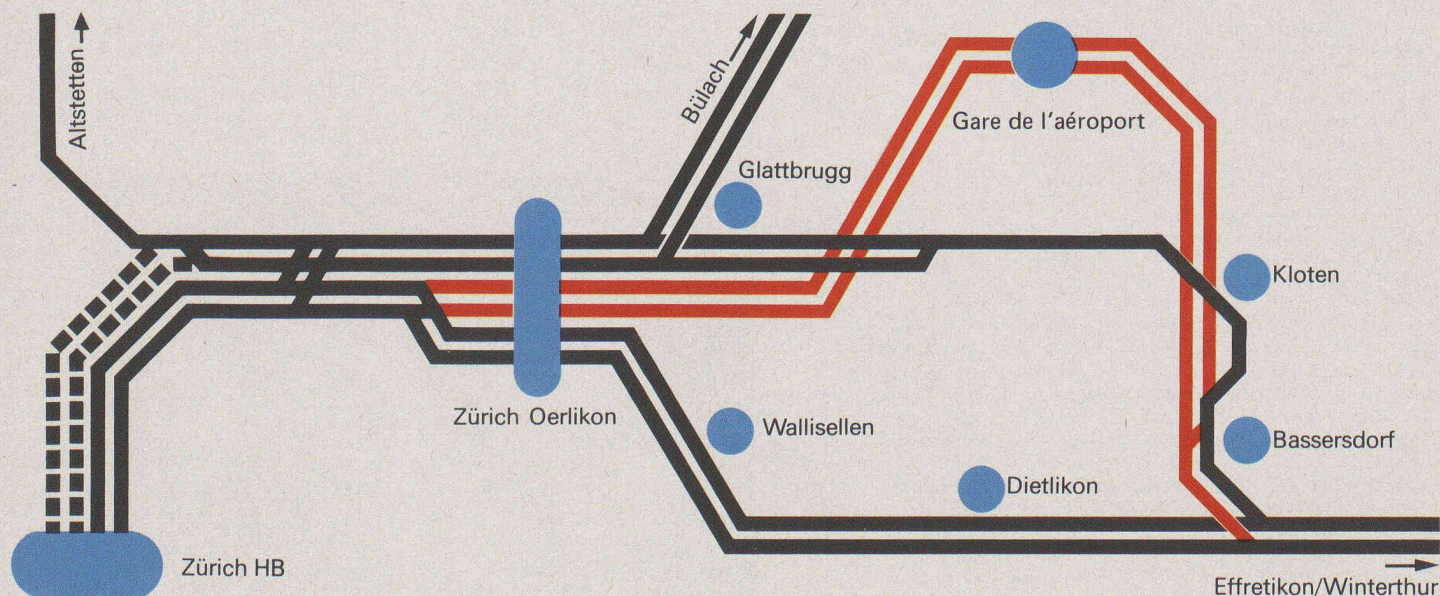


Fig. 35. — Interconnexion entre la ligne de l'aéroport et le reste du réseau dans la région de Zurich-Kloten.

Un horaire attractif ne va pas sans certaines commodités et des temps de parcours intéressants. La suppression des transbordements à Zurich sera un facteur de confort pour une large clientèle de la région du Plateau. Des études ont encore révélé qu'à part les deux paires de trains prévues toutes les heures, il sera possible d'assurer une partie du trafic qui devait être dévolu primitivement au chemin de fer métropolitain de Zurich.

L'introduction de la ligne du Kaefenberg dans la gare centrale offrira ultérieurement de nouvelles possibilités, car elle ouvrira la

voie de l'aéroport aux trains directs venant de tous les points du Plateau. Les liaisons avec la gare souterraine de Zurich-Kloten seront alors si fréquentes que même les irrégularités survenant dans le trafic aérien n'obligeront pas le passager à attendre outre mesure le départ du prochain train.

Remerciements

Nous tenons à remercier vivement les Chemins de fer fédéraux qui nous ont aimablement fourni cet article, ainsi que les moyens de l'illustrer richement.

Rédaction