Zeitschrift: Ingénieurs et architectes suisses
Band: 112 (1986)
Heft: 22

Artikel: Trains à grande vitesse de part et d'autre du Rhin
Autor: Weibel, Jean-Pierre
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-76021

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

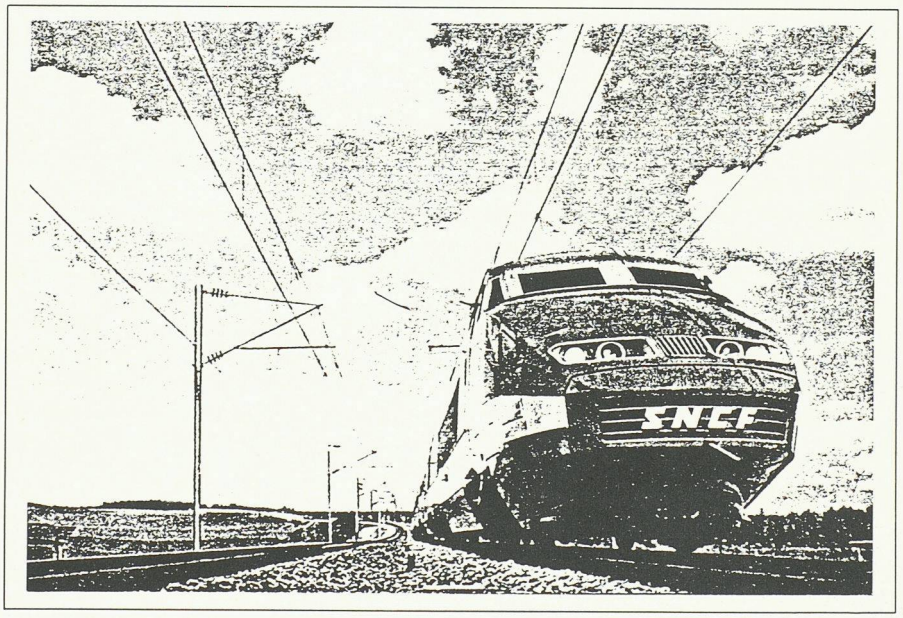
Download PDF: 10.12.2025

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

Trains à grande vitesse de part et d'autre du Rhin

par Jean-Pierre Weibel, rédacteur en chef

Un récent voyage de presse a permis à un groupe de journalistes — notre revue était seule représentante de la presse écrite romande — de comparer deux conceptions de trains et d'infrastructure pour des vitesses élevées : celles de la Deutsche Bundesbahn (DB) et de la Société nationale des chemins de fer français (SNCF). Certes, cette dernière a une génération d'avance sur la DB ; toutefois, les Allemands entreprennent de très gros efforts pour doter leur réseau ferré de trains à grande vitesse, s'appuyant sur des options sensiblement différentes de celles du TGV.
Dans un proche avenir, la comparaison sera possible non seulement au niveau du projet, mais également sous l'angle du voyageur.



L'effet TGV en chiffres

Lorsque le TGV a été mis en service, le 27 septembre 1981, il desservait 11 villes, notamment par treize relations quotidiennes avec Lyon, trois avec Saint-Etienne, deux avec Genève et une avec Besançon. Sa fréquentation atteignait 14 000 voyageurs par jour.
En été 1986, ce sont 33 villes qui bénéficiaient de liaisons par TGV, dont en particulier 4 paires de trains par jour pour Genève et 4 pour Lausanne (certaines liaisons sont effectuées par deux rames circulant en unités multiples). La moyenne de la fréquentation du TGV atteint 45 000 voyageurs, avec une pointe de 80 000 les jours de pointe. Ce sont quelque 60 millions de voyageurs qui ont emprunté le TGV depuis septembre 1981, avec une croissance annuelle de 10,7 % de 1984 à 1985. Le trafic ferroviaire entre Paris et Lyon, par exemple, a été multiplié par 2,4. De surcroît, des liaisons inédites, comme par exemple Lyon-Lille en évitant Paris, ont amené au rail une clientèle nouvelle : cette relation, introduite en juin 1984, a dû être doublée en juin de cette année.
Les 107 rames TGV assurent 97 circulations par semaine, jusqu'à 120 les jours de pointe. Le 31 décembre 1985, elles avaient parcouru un total de 112 millions de kilomètres. Le taux d'occupation actuel des rames est de 73 %, la valeur la plus élevée étant enregistrée sur la ligne Paris-Genève.
L'an dernier, le TGV a réalisé un chiffre d'affaires de 3,5 milliards de francs français, soit environ 900 millions de francs suisses. Après prise en compte des charges d'investissement, le bénéfice dégagé est de 20 % de ce chiffre. Les frais d'exploitation représentent 34 % des recettes, les charges de capital d'infrastructure et de matériel roulant 45 %, les 21 % restants constituant une contribution nette aux autres charges de l'entreprise.
Ces chiffres, et notamment les résultats financiers expliquent la décision de réaliser la ligne TGV Atlantique, d'une part, et sont garants d'un renouvellement rapide du matériel permettant de bénéficier rapidement des progrès intervenus sur le plan du confort et de l'utilisation optimale de l'énergie.

1. L'effet TGV

La mise en service, en septembre 1981, d'un réseau de trains circulant à 260, puis 270 km/h, a marqué le début d'une ère nouvelle dans les transports publics européens. Nous ne reviendrons pas ici sur les caractéristiques techniques des lignes et du matériel roulant du TGV[1]. Il faut par contre relever le succès remarquable rencontré par ces trains. En ce qui concerne la Suisse, non seulement le nombre des voyageurs entre Genève et Paris a passé de 10 500 par mois, avant la mise en service des TGV, à 60 000 en 1983 déjà, mais cet engouement s'est confirmé dès leur arrivée à Lausanne en janvier 1984 (sans préjudice pour la ligne Paris-Genève, où la fréquence des trains a encore été augmentée).
Sur le plan économique, l'amortissement des capitaux investis s'est révélé plus rapide que prévu, ce qui garantit un renouvellement dans des délais raisonnables (voir encadré).
Un tel succès venait conforter l'avis de tous ceux qui pensaient que la promotion des chemins de fer passe par l'amélioration de la qualité de l'offre, la vitesse étant un élément important de l'attrait exercé par les moyens de transport collectifs. Le rayon d'action pratique du train dépend essentiellement du temps qu'on passe à bord, accessoirement des conditions de confort offertes.
Le concept TGV n'est pas applicable tel quel en Suisse, du fait de la structure du trafic et des distances entre centres. L'abandon du projet de nouvelles transversales ferroviaires résulte de ces conditions.
En Allemagne, au contraire, on trouve nombre de trajets même relativement courts sur lesquels une clientèle existe pour rentabiliser des relations à haute vitesse ; les lignes existantes ne se prêtent toutefois que très partiellement à des vitesses de 200 km/h (expérimentées en service dès 1965) ou plus. L'engouement immédiat et durable pour le TGV a fourni des arguments aux partisans d'un réseau de lignes à grande vitesse chez notre voisin du nord. Si l'impact d'une prise de conscience écologique (plus épidermique que profonde) a facilité dans une certaine mesure les *options* politiques en faveur de ces lignes, les milieux écologiques n'ont pas manqué de manifester leur opposition à la *réalisation* des projets correspondants (voir encadré en page suivante).
Le coup d'envoi étant toutefois donné, ce genre d'opposition n'a plus prise que sur les délais de réalisation.

2. ICE : le TGV à l'allemande

Le réseau de la DB comporte déjà certains tronçons permettant aux trains express de rouler à 200 km/h avec le matériel roulant existant. C'est pourquoi l'accent a été mis dès le début sur l'amélioration du réseau aujourd'hui parcouru à un rythme horaire par les trains *Intercity* (IC) : tracés plus fluides, suppression des passages à niveau, adjonction de voies sur les sections à bout de capacité, modernisation de la signalisation et renforcement de l'alimentation électrique. La construction de lignes nouvelles n'était envisagée que sur certains axes forts du réseau (1000 km de lignes amélio-

[1] *Le printemps du rail, Ingénieurs et architectes suisses,* n° 10 du 13 mai 1982.

L'écologie à géométrie variable

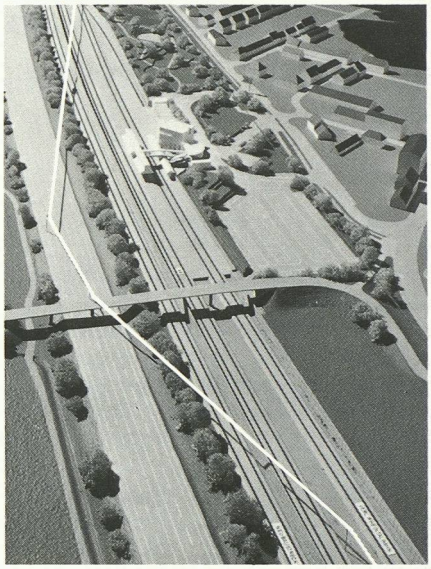
On sait que la sensibilité des Allemands pour la nature peut prendre des formes que les Français, par exemple, taxent de sensiblerie.

D'autre part, les rédacteurs de la Constitution de la République fédérale allemande ont souhaité prévenir à tout jamais le retour d'un pouvoir totalitaire dans leur pays. A cet effet, ils ont voué un soin tout particulier à la protection des droits de la personne.

Dans le cas des nouvelles lignes de la DB, ces deux facteurs se sont rejoints pour rendre la vie dure aux planificateurs. C'est ainsi que la protection de l'environnement a constitué un élément important lors de l'élaboration des projets. S'il est vrai que l'écologie a facilité les décisions politiques en faveur d'un renouveau ferroviaire (du moins sur les grands axes, car hors des principaux courants de trafic, c'est une autre histoire...) et permis de mobiliser des moyens financiers importants, elle a servi de prétexte à des tentatives de blocage par le biais des fameuses « Bürgerinitiativen », qui donnent un droit de regard étendu à des très larges milieux.

Il ne fait guère de doute que tous les ouvrages prévus sur la nouvelle ligne Mannheim-Stuttgart seront construits, mais la réalisation de certains d'entre eux connaîtra des années de retard, jusqu'à ce que soient épuisées toutes les procédures de recours. Dans un pays où l'attachement à l'automobile touche à la symbiose biologique, il est piquant de constater que c'est — entre autres — au nom de l'écologie qu'on veut empêcher la construction de voies de chemin de fer à grande vitesse !

La comparaison avec la situation rencontrée en France est frappante : outre-Jura, une longue tradition jacobine permet à un pouvoir central fort d'imposer sans trop d'avatars des projets d'importance nationale, comme le TGV, même si la ligne de l'Atlantique doit incontestablement davantage composer avec le respect de l'environnement que cela n'a été le cas au sud-est.



Exemple du regroupement des voies de trafic ; en blanc : ancien tracé d'une route nationale.

rées et 427 km de lignes nouvelles en l'état final). En 1982, le coût de cet assainissement, à réaliser jusqu'en 1990, était estimé à quelque 43 milliards de DM (treize lignes améliorées et deux lignes nouvelles, dont l'antenne Karlsruhe-Bâle).

Les lignes en cours d'assainissement sont celles du triangle Hambourg-Hanovre-Dortmund ainsi que Francfort-Mannheim et Würzbourg-Nuremberg.

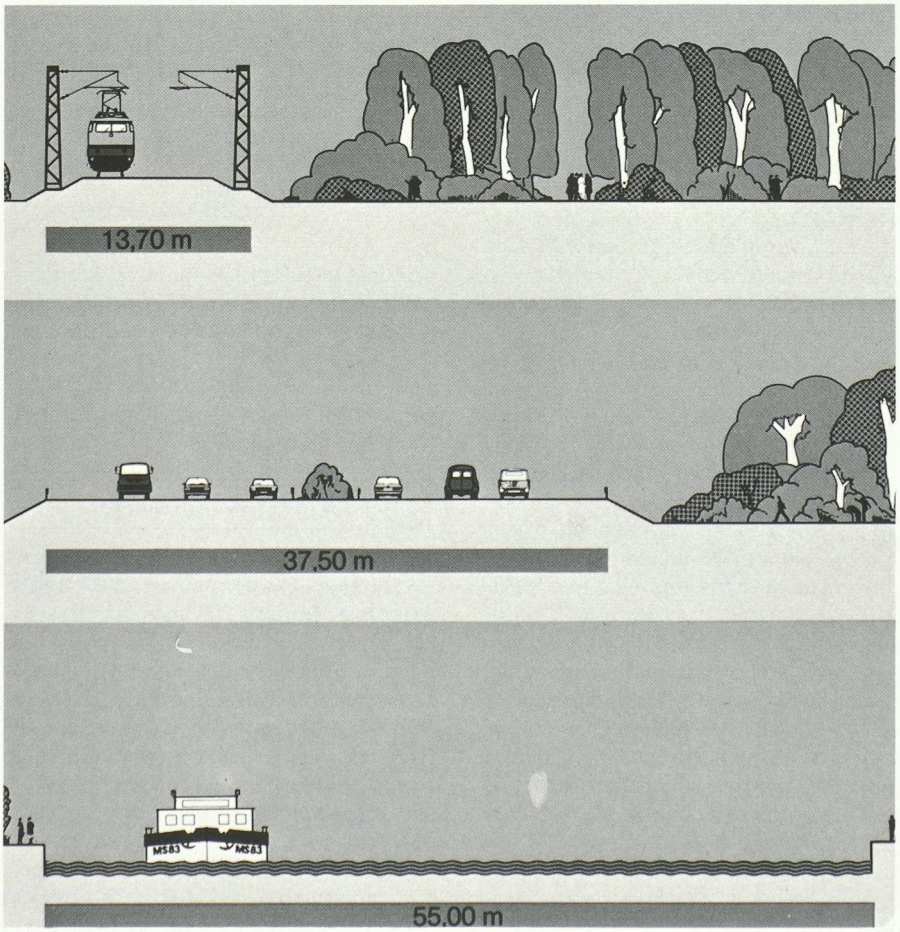
Deux nouvelles lignes sont en construction : Hanovre-Würzbourg au nord et Mannheim-Stuttgart au sud. Ce sont les chantiers de cette dernière que nous avons visités. Ce programme d'assainissement et de nouvelles lignes, défini par les autorités fédérales en 1985, doit être achevé en 1991. La réalisation en direction de Bâle est prévue pour une date ultérieure.

Pour situer pour les voyageurs suisses les gains de temps prévus, Cologne ne sera plus qu'à 3 heures de Bâle, au lieu de 4 h. 33 aujourd'hui, et on atteindra Munich, toujours au départ de Bâle, en 3 h. 20 au lieu de 5 h. 09, par exemple. Ce réseau rapide devrait s'intégrer dans le plan directeur d'une infrastructure européenne de trains à grande vitesse et permettre à la RFA de rattraper un certain retard, lié à la faveur extrême dont jouit l'automobile dans ce pays.

Sur un point fondamental, les Allemands se sont écartés de la conception du TGV : les lignes nouvelles ou renouvelées ne seront pas réservées aux trains rapides, mais également ouvertes — essentiellement la nuit — aux trains de marchandises. Sur le plan technique, imposer cette communauté revient à satisfaire à des exigences hautement contradictoires : comment en effet faire circuler en courbe des trains dans une plage de vitesse allant de 100 km/h (nouvelle norme pour les convois de marchandises) à plus de 200 km/h, sans risquer un excès ou une insuffisance de devers ? Par exemple en fixant le rayon minimal des courbes à 5 km environ. Par ailleurs, il est évidemment exclu de prévoir des rampes de 35 ‰, comme le TGV : elles seraient inaccessibles aux trains lourds.

La coexistence de trains plus ou moins rapides sur une ligne pose des problèmes d'exploitation ardus et nécessite de nombreux évitements si l'on ne veut pas mettre en cause la ponctualité des plus rapides d'entre eux.

Aujourd'hui déjà, les Allemands songent à des trains de marchandises circulant à plus de 120 km/h (on parle de quelque 200 km/h), sans qu'on sache si ces projets sont destinés à accroître l'attrait du rail pour les marchandises ou à faciliter l'exploitation des nouvelles lignes. Ce qui est certain, c'est qu'un matériel roulant entièrement nouveau est indispensable à cet effet. Pour souhaitable que soit un



Comparaison de l'emprise des moyens de transport en plaine.

transfert vers le rail des biens les plus urgents, on peut se demander s'il est possible de le réaliser dans des conditions économiques acceptables. On peut aussi imaginer que la charge moyenne par essieu de 20 tonnes propre aux wagons de marchandises conduise à une sollicitation excessive pour une voie où l'on roule à 200 ou 300 km/h.

D'autre part, la suspension nocturne régulière du trafic permet l'entretien de la voie dans des conditions optimales, alors que la circulation de trains de marchandises la complique.

Quoi qu'il en soit, les buts visés par les futures lignes à haute vitesse allemandes conduit à prévoir de très nombreux ouvrages d'art, ce qui nous a permis de visiter plusieurs chantiers très intéressants sur la ligne nouvelle Mannheim-Karlsruhe en cours de réalisation.

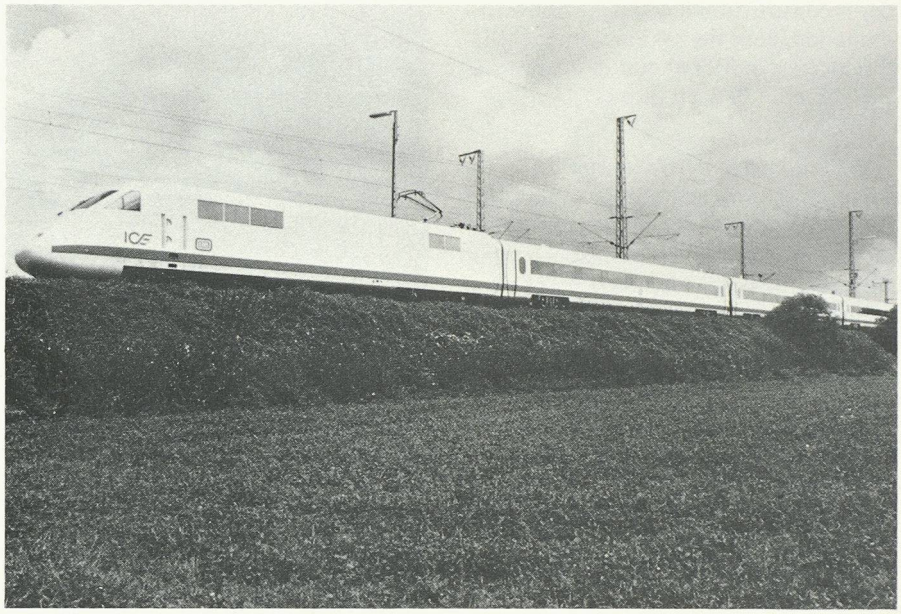
Quant au matériel roulant, il se composera de rames très confortables, encadrées comme le TGV par deux éléments moteurs. La technique de ces engins — moteurs triphasés asynchrones alimentés par des convertisseurs à semi-conducteurs — dérive de la locomotive du type 120 de la DB, dont la partie électrique est due à BBC Mannheim. Une rame prototype (ICE: Intercity Experimental), comprenant deux engins moteurs et trois voitures intermédiaires, circule depuis une année environ. Conçue pour une vitesse maximale de 350 km/h, elle a déjà atteint 317 km/h en novembre 1985. La mise en service des rames de série est prévue pour 1991, date à laquelle l'assainissement des lignes existantes et la réalisation de lignes nouvelles de la première étape doivent être achevés.

Notons en passant que l'ICE est compatible avec le réseau des CFF en ce qui concerne l'alimentation (15 kV, $16^2/_3$ Hz), ce qui n'est le cas que pour une petite série de rames TGV tricourant.

Le but visé par la DB au moyen de son futur réseau rapide est d'offrir aux voyageurs une vitesse moyenne qui soit la moitié de celle de l'avion, mais le double de celle de l'automobile. L'augmentation du nombre de voyageurs escomptée à terme est de 30 à 40%.

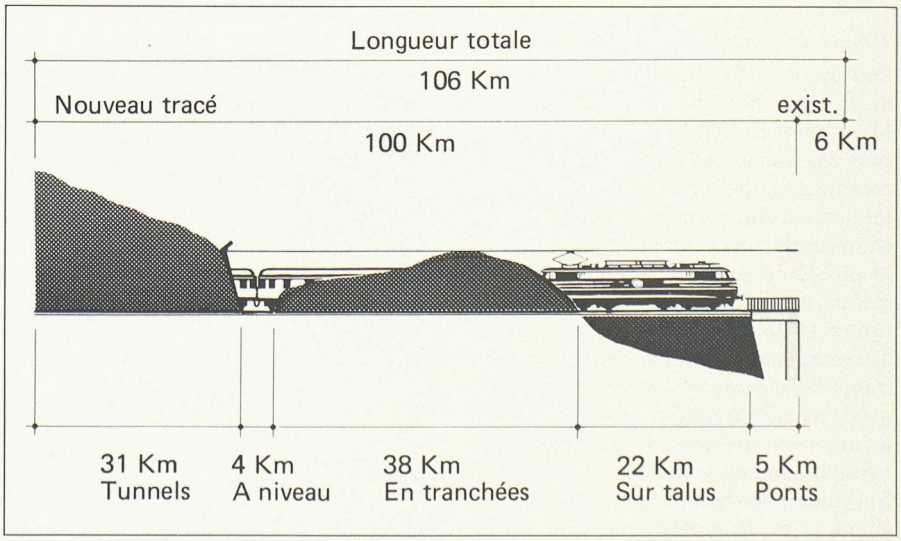
3. Quelques chantiers de la ligne nouvelle Mannheim-Karlsruhe

La ligne Mannheim-Stuttgart, d'une longueur de 129 km, est l'une des plus importantes de la DB. Traversant quarante localités, elle nécessite de nombreux ralentissements et comporte une section particulièrement riche en courbes entre Bruchsal et Stuttgart; les trains la parcourent en 80 minutes, soit à une vitesse moyenne de 96,7 km/h seulement (souvenons-nous que la vitesse n'est pas limitée sur les autoroutes allemandes!). Son assainissement ne pouvait dont être envisagé sur ce tracé, ce qui a conduit à déci-



La rame expérimentale ICE, actuellement en cours d'essais approfondis.

L'aménagement intérieur de l'ICE est comparable à celui des avions, pour faire oublier aux voyageurs qu'il n'y a pas grand-chose à voir (explication dans la figure ci-dessous).



Le cas «normal», c'est-à-dire un tracé au niveau du terrain, n'existera pratiquement pas sur la nouvelle ligne: près d'un tiers du parcours est en tunnel!

der la construction d'une ligne nouvelle, d'une longueur de 100 km, ramenant la distance entre Mannheim et Stuttgart à 106 km, dont 31% en tunnel.

L'accès à la gare de Mannheim

En guise de préalable à la ligne nouvelle, la gare de Mannheim a été transformée en gare de passage, le rebroussement des trains nord-sud et vice versa étant supprimé grâce à une entrée ouest en tunnel, ce qui économise quelque 3000 manœuvres par jour et évite aux trains quittant la gare par le sud d'avoir à couper toutes les voies. Ce nouvel accès, dont les coûts se sont montés à 300 millions de DM, a été mis en service en 1985, après quatre ans de travaux. Il sert également au trafic régional pendulaire, permettant d'accroître les relations sans rupture de charge.

Le raccordement de ce nouveau tronçon à la ligne Karlsruhe-Bâle, près de Hokkenheim, s'est effectué à fin août dernier.

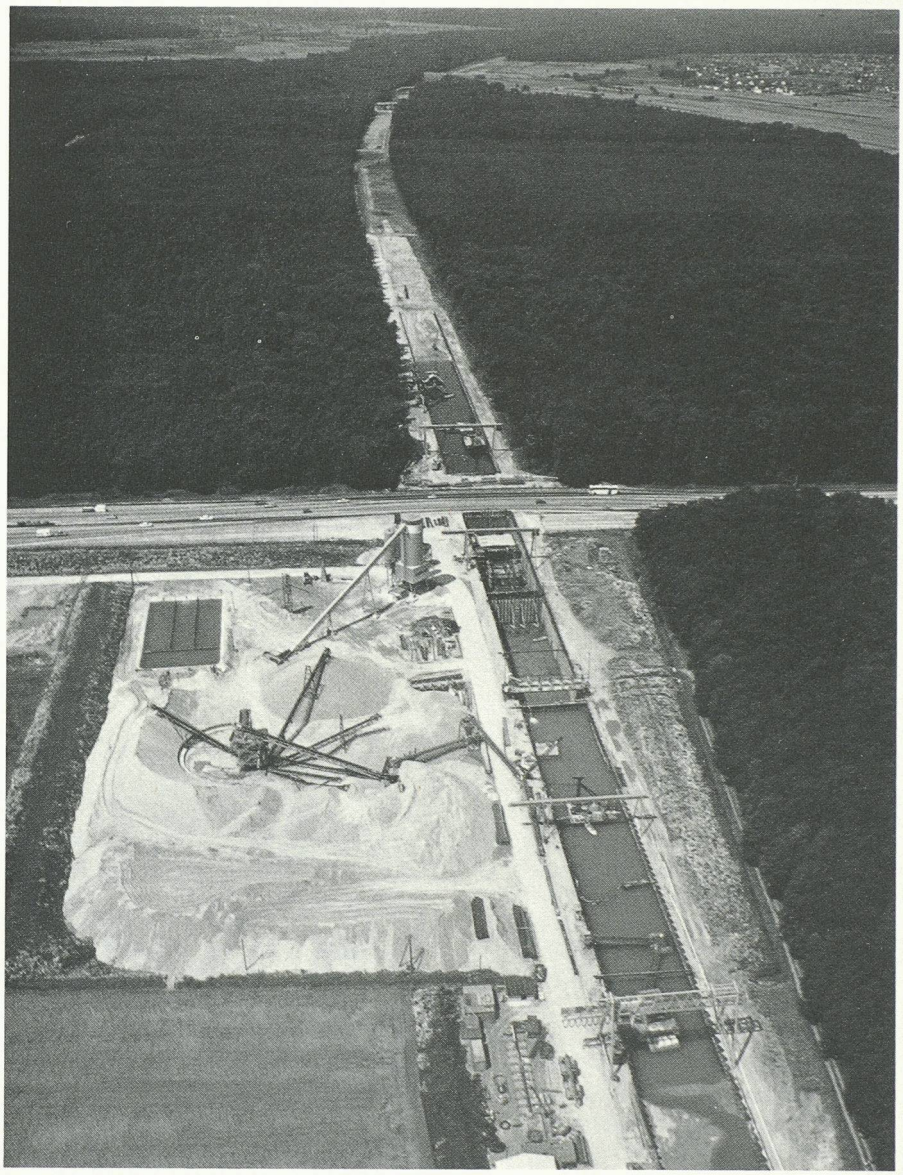
Groupement des courants de trafic

La ligne nouvelle quitte celle de la vallée du Rhin à Wiesental/Graben-Neudorf pour retrouver des lignes existantes à Ubstadt-Weiher et à Vaihingen (Enz), ce qui permet une réalisation et une mise en service par étapes.

Entre Mannheim et Wiesental, la densité élevée de population a conduit à longer dans la mesure du possible les routes, autoroutes et voies ferrées existantes, pour minimaliser les atteintes au paysage et permettre de grouper les ouvrages destinés à limiter les nuisances. A cet effet, des corrections de tracé ont été entreprises sur les artères existantes. Relevons que les exigences quant au bruit touchent à l'absolu, soit un maximum perçu de 50 dBA la nuit! Des mesures préalables permettront la comparaison avec l'état final: il sera intéressant de voir dans quelle mesure les constructions ferroviaires auront contribué à améliorer le confort acoustique des riverains, et non seulement à le ménager.

Tunnel de Forst

Peu avant la localité de Forst, le tracé de la ligne nouvelle croise l'autoroute Mannheim-Karlsruhe. Une surélévation des voies n'entrait pas en ligne de compte, le talus correspondant aurait littéralement coupé en deux la commune et compromis son développement. De plus, le problème du bruit aurait été ardu à résoudre à satisfaction. Le choix d'un tunnel (1726 m) n'a pas été fait de gaieté de cœur, compte tenu de la longueur des tranchées d'accès (994 et 504 m) et du fait que la nappe phréatique ne se trouve qu'à un mètre au-dessous du niveau du sol. Un abaissement de cette dernière, afin de travailler à sec dans des tranchées atteignant 12 m de profondeur, était exclu, d'où le recours à une technique absolument remarquable, consistant à couler des éléments de tunnel en béton de 8,80 m sur place, à partir d'un radier étanche préalablement bétonné sous l'eau. Si cette technique n'est pas nouvelle, c'est la première fois, à notre connaissance, qu'elle est utilisée en Europe centrale. Les planches hors-texte au centre de ce numéro indiquent la séquence de cette réalisation peu ordinaire.



Vue générale du chantier du tunnel de Forst, montrant notamment les installations fixes.

Tunnel du Rollenberg

Là où la ligne nouvelle quitte la plaine pour s'engager dans les collines du Kraichgau, au km 45, un tunnel de 3,3 km est actuellement en cours de réalisation. A son extrémité ouest, il présente une section à trois voies, permettant le raccordement de la ligne à la ligne existante Heidelberg-Karlsruhe, mais évoluant

Le tunnel du Rollenberg en cours de travaux (extrémité ouest).

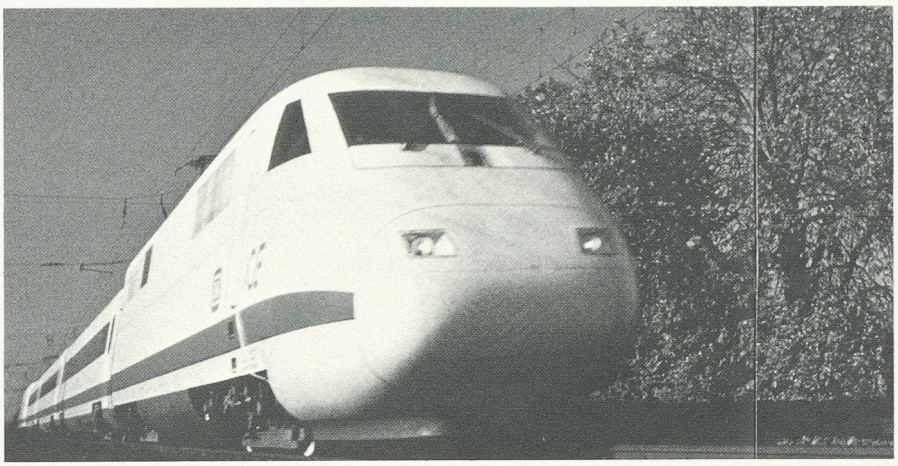
vers la section normale de 82 m² (13,25 × 9,65 m). Il présente une pente continue de 12,5 ‰. Après percement d'une galerie de sondage sur une longueur d'un kilomètre et demi environ, le percement s'est effectué par la méthode autrichienne, c'est-à-dire en commençant par la calotte et en laissant subsister un noyau central destiné à stabiliser le front de percement. La calotte était assurée par du béton projeté. La paroi du tunnel est constituée par une coque de béton armé étanche de 40 cm d'épaisseur, renforcée à 1,20 m dans la section à trois voies et à 0,80 m au portail est. Cette coque est réalisée à l'aide de deux coffrages mobiles de 11 m; des joints d'étanchéité sont placés entre les éléments.

La couverture du tunnel varie entre 6 et 60 m environ. D'une durée prévue de 31 mois, les travaux doivent s'achever en mai prochain et leur coût est évalué à 90 millions de DM, soit environ 73 millions de francs, sans les travaux préliminaires (galerie de sondage, percement d'essai), commencés en 1980 et dont le coût s'est élevé à 16,5 millions de DM (environ 13,5 millions de francs).

Autres tunnels

D'une longueur de 6,8 km, le tunnel du Freudenstein sera le plus long de la nouvelle ligne. Comme l'ont montré les résultats de la galerie de sondage, il traversera des terrains particulièrement difficiles, notamment du trias supérieur susceptible de gonfler jusqu'à 40% en présence d'humidité. Il s'agit donc d'éviter toute venue d'eau lors de travaux puis dans l'état définitif. Le tracé passe à quelque 300 m sous les crêtes de montagne. Le tunnel du Burgberg (1115 m), au contraire, peut être réalisé sur 500 m environ à ciel ouvert, le reste de façon traditionnelle.

Jusqu'à Stuttgart, on trouvera encore les tunnels du Markenstein (2872 m), de Pulverdingen (1878 m) et du «Langen Feld» (4442 m), où la ligne nouvelle culminera à 325 m d'altitude avant de descendre à Stuttgart (247 m).



Viaduc du Bauerbach

Une dizaine de kilomètres à l'est du tunnel de Forst, la ligne nouvelle franchit la vallée du Bauerbach sur un viaduc de 746 m, reposant sur 16 piles, à une hauteur maximale de 39 m, avec une pente régulière de 0,94%. Le tracé présente ici une courbe de 7 km de rayon.

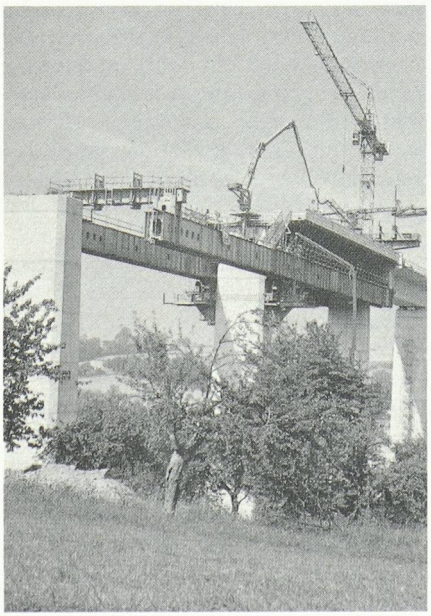
Le système statique est constitué par une succession de poutres simples, reposant alternativement sur un appui fixe et un appui mobile, consistant en des caissons fermés précontraints longitudinalement et transversalement, de section trapézoïdale (5 m/7,15 m de largeur par 5 m de haut), comportant un renforcement transversal au droit des appuis. Les réactions longitudinales sont transmises aux appuis d'extrémité par la face supérieure des poutres en caissons. Les appuis injectés peuvent être ultérieurement réglés (jusqu'à 3 cm) ou remplacés: il suffit pour cela de les soulever de 2 à 3 mm, sans gêne pour l'exploitation ferroviaire. La largeur totale est de 14,3 m (double voie, deux passerelles pour piétons et mur antibruit sur le côté sud-ouest). Un système de mesure incorporé permettra, dès 1989, de mesurer les réactions dues au freinage des trains.

Ce type de pont correspond à une conception normalisée par la DB pour la nouvelle ligne Mannheim-Stuttgart et on le retrouve à plusieurs reprises, par exemple à Frauenwald (longueur: 704 m) et sur le Glemstal (348 m). La réalisation du gros œuvre des viaducs du Zigeunergraben (660 m) et de l'Enztal, près de Vaihingen (1066 m) est prévue pour 1988, leur mise en service pour 1990-1991.

Le souci voué à la protection de l'environnement ne se traduit pas seulement par le choix du tracé et la multiplication des ouvrages d'art. Mentionnons également le soin avec lequel le site naturel est reconstitué dans les zones de chantier après la fin des travaux: les plantations s'accompagnent de la création de nouveaux biotopes, notamment des zones humides, et de véritables cheminements destinés à faciliter aux animaux sauvages l'utilisation des passages supérieurs créés à leur intention. Ces efforts sont de plus documentés par des brochures fort bien faites, éditées par la DB.

Jean-Pierre Weibel.

(A suivre.)



Viaduc de Bauerbach : phase de lancement d'un élément-poutre.

Le viaduc de Bauerbach préfigure l'image unifiée qu'offriront les nombreux ponts de la nouvelle ligne.