

LE TUNNEL SOUS LA MANCHE

NOTE de M. Marc LANGEVIN
Directeur à la Régie des Transports Parisiens
Conseiller Technique du Conseil Supérieur des Transports

31 Janvier 1949



31 Janvier 1949



LE TUNNEL SOUS LA MANCHE

La présente note a pour objet un exposé succinct de l'état actuel de la question de la traversée de la Manche par des voies ferrées ou routières permettant d'éviter le transbordement par bateau.

Elle est divisée en 5 parties :

- I - Historique. par. 1 à 5
 - II - Etude technique, par. 6 à 17
 - III- Etude Economique et Commerciale, par.18 à 22
 - IV - Etude politique (diplomatique et militaire) par.23 et 24
 - V - Conclusion, par. 25 à 28
-

I - HISTORIQUE

I - AUTREFOIS -

Tout porte à croire qu'au début de l'époque géologique actuelle, les côtes française et anglaise étaient réunies à l'emplacement actuel du Pas-de-Calais et que l'isthme qui les réunissait a peu à peu été érodé par la mer.

2 - Projet de MATHIEU (1802)

La première idée d'une jonction routière entre les deux pays est due à l'Ingénieur des mines MATHIEU. En 1802, après la paix d'Amiens, il soumit au Premier Consul le projet d'une route pavée, creusée sous la Manche, aérée par des cheminées s'élevant au-dessus de la mer et pourvue d'un service régulier de diligences. Le premier ministre FOX l'examina avec Bonaparte et dit "C'est là une grande chose que nous pouvons faire ensemble". Mais la guerre arrêta tout.

./.

3 - Projet de THOME DE GAMOND (1856)

Le premier projet sérieux est celui de THOME DE GAMOND (1801-1875) Ingénieur Civil de Mines, docteur en droit et en médecine, qui, avant d'établir le plan en 1856 fit lui-même de nombreux sondages. Présenté à l'empereur Napoléon III et à la reine Victoria, ce plan figura à l'exposition de 1851.

En 1869 fut créé un premier comité franco-anglais, dont les pourparlers reprirent en 1871 et eurent l'entier appui du ministre libéral GLADSTONE.

L'Association française du tunnel sous la Manche fut constituée en 1875 au capital de 2 millions souscrits 1 par la Cie du Nord, 0,5 par ROTHSCHILD et 0,5 par diverses personnalités.

4 - Compagnie Française du Tunnel (Ferré) - (1875) -

La loi du 2 Août 1875 déclara d'utilité publique la concession d'un chemin de fer sous-marin entre la France et l'Angleterre (J.O. du 6 Août) et approuva la Convention passée avec M.M. CHEVALIER DUVAL et LAVALLEY, pour la concession sans subvention, ni garantie d'intérêt de chemin de fer à l'Association du tunnel.

Parallèlement, par un "local Act", le Parlement britannique accorda à la "Channel Tunnel" le droit de commencer études et travaux.

En 1876 une commission mixte de 10 membres fut nommée par les gouvernements anglais et français pour étudier les conditions dans lesquelles un traité pourrait être conclu à ce sujet entre les deux pays. Le projet fut remis aux deux parlements.

Les investigations géologiques se poursuivaient parallèlement sous la conduite de Sir John HAWKSHAW en Angleterre, POTIER et LAPPARENT en France, et des galeries d'essai furent construites à partir de SANGATTE en France, jusqu'à 1640^m sous la mer et à partir de SHAKESPEARE CLIFF en Angleterre, jusqu'à 1600^m sous la mer.

5 - Objections Militaires Anglaises (1882)

A la suite de divers incidents, dont celui de Fachoda fut le plus sérieux, une violente campagne fut soudain déclenchée en Angleterre, à l'instigation du War-Office, notamment dans le Times, et la revue 19th Century. L'élite conservatrice fit revivre la vieille tradition insulaire et mobiliser l'opinion publique contre le tunnel.

Une interpellation à la Chambre des Communes, le 10 Février 1882, provoqua la réunion d'une commission d'enquête scientifique présidée par Sir A. ALLISON et une commission d'enquête parlementaire présidée par Lord LANDSDONE. Les avis de ces deux commissions furent défavorables. Les "tunnellistes" revinrent à la charge. 11 fois jusqu'en 1894, puis 4 fois de 1906 à 1924 et à chaque fois se heurtèrent au veto du War-Office

En 1928 de nouveaux efforts aboutirent à la réunion d'une commission d'experts, présidée par M. PEACOCK qui présenta un rapport en Mars 1930. Par 4 voix contre 1 (celle de Lord EBBISHAM) la conclusion fut favorable au point de vue économique, mais le War-Office maintint son point de vue, et jusqu'à la guerre, malgré les efforts de MM. CHAMBERLAIN et BRIAND, la question ne put être rouverte.

Il faut toutefois signaler que la Cie Française ayant rempli tous ses engagements a toujours tous ses droits à la concession, comme l'a confirmé le Conseil Supérieur des Travaux Publics dans sa réunion du 1er Juillet 1919.

Entre temps divers autres projets analysés au par.II avaient vu le jour : ferry boats, ponts, jetées, projets de tunnel routier (1938) puis de tunnel mixte (1938 et 1947) de M. BASDEVANT.

Aucune décision pratique, ni même aucune étude commune sérieuse par les gouvernements intéressés n'a été faite de ces divers projets depuis 1930.

0

0 0

II - ETUDE TECHNIQUE

A - Divers Moyens Proposés.

6 - Ferry-Boats

De nombreux projets de ferry-boats ont été mis en avant, le premier en 1870 par FOWLER. Ils faisaient valoir un certain nombre d'avantages substantiels :

- absence de transbordement.
- réduction des éprouves du mauvais temps par les plus grandes dimensions des navires.
- prix de revient très faible en comparaison avec le tunnel.

./.

Des expériences avaient été réalisées avec de petits navires il est vrai, durant la guerre 1914-1918, et un projet grandiose établi par la Chambre de Cie Britannique de Paris en 1918. Des objections très importantes ont été faites à leur généralisation.

- Tirant d'eau trop élevé pour Calais et Boulogne.
- Différence trop grande entre haute et basse mer (6 m)
- Arrêt pendant les intempéries.

Cependant des services de ferries ont été réalisés depuis, d'une part entre Harwich et Zeebrugge pour les marchandises, d'autre part entre Dunkerque et Tilbury pour les voyageurs, avec service de nuit, depuis octobre 1936.

Quoique ce dernier service ait été rarement interrompu par le mauvais temps (3 fois en 1937, 5 fois en 1938, 1 fois en 1939) l'avis des exploitants est que la marche lente de ce navire et les temps d'embarquement et de débarquement ne permettent pas de réduire le temps de trajet Paris-Londres au-dessous de 8 H.

7 - Viaducs et Jetées.

Un premier projet de viaduc fut rejeté par les Chambres de Commerce françaises en 1885.

En 1925, un Ingénieur fribourgeois JAEGER présenta un projet de deux jetées parallèles formant canal, pourvu de deux ports d'escaliers franchis par des viaducs, et pouvant être prolongé par des canaux vers Londres et Paris. Chacune des jetées comportait 2 voies ferrées surmontée par une chaussée de 10m, et ces voies franchissaient les ports par des viaducs laissant 60m de tirant d'air. Le projet avait été évalué à 1800 millions de francs or en 1925, mais ne paraissait pas sérieusement étudié.

En 1930, Sir M. MACDONALD et A. HUGUENIN étudièrent le projet d'un viaduc entre Folkestone et le Cap Gris Nez, sur une distance de 35 Km,400.- Ce viaduc comportait 2 voies ferrées avec une gare à 4 voies sur 5 km au milieu du détroit, surmontées par une chaussée de 10m.

5 arches de 600m de portée et de 60m de tirant d'air étaient prévues sur les 2 principaux passages de navigation. Les autres arches avaient une portée de 150m. L'évaluation du prix avait été de 75 millions $\frac{1}{2}$ 1929.

Les objections soulevées furent (rapport anglais) :

- Estimation trop rapide de problèmes non encore parfaitement résolus, comme la fondation de piles de pont à 50m de profondeur.

- Coût trop élevé et taxes trop élevées. Les péages prévus étaient de 1 £ par voyageur (2.500.000 par fer et 1.000.000 par route) et de 10 sh par tonne (10.000.000 par rail et 1.000.000 par camion).

- Surtout difficultés pour la navigation. La signalisation et l'éclairage des piles en temps de brume ne pouvaient être suffisants et la navigation à voiles serait totalement entravée.

Ces dernières objections paraissent maintenant puériles, en raison de la portée plus grande que l'on pourrait donner aux ouvrages et des progrès de la signalisation lumineuse des aérodrômes par exemple.

Aucun autre projet de viaduc ne semble avoir été étudié depuis cette époque et cependant depuis vingt ans la technique américaine des grands ponts a avancé à pas de géants : ainsi le pont Georges Washington à New-York a une arche de 1100m, le pont de Goldengate à San Francisco une arche de 1300m, chacun d'eux laissant à la navigation un tirant d'air supérieur à 60m.

Le premier (Fig.3) livre passage à 8 voies routières et 4 voies ferrées, (ces dernières non réalisées), le second à 6 voies routières, plus deux trottoirs de 3 m.

L'Oakland Bridge qui a des portées moins grandes en moyenne, mais 10 Km de long, livre passage de son côté à 9 voies routières et 2 voies ferrées.

Il est regrettable qu'aucune étude récente n'ait été faite d'un viaduc traversant la Manche. Plusieurs problèmes très délicats du tunnel sous-marin, notamment l'exhaure et la ventilation seraient ainsi entièrement résolus, la route ne serait pas étranglée par un nombre de voies insuffisant, et les nécessités de défense militaire sur lesquelles nous reviendrons, mais qui conduiraient vraisemblablement à la neutralisation de cet ouvrage, donneraient semble-t-il moins de crainte à nos amis anglais.

8 - Tunnels immergés.

Il y a eu à ce sujet une étude de CASTANIER en 1875, avec deux tubes métalliques, une autre de J.LEYNIER, qui prévoyait en outre un enrobage de béton, une 3^e du "Channel Tubular Ry" en 1891 à peu près semblable. Une étude fut aussi remise par un ingénieur italien plus récemment mais ces diverses études furent repoussées comme gênant la navigation et n'offrant aucune sécurité en temps de guerre.

Il faut toutefois rappeler que depuis, le nouveau tunnel de Rotterdam a été construit par fonçage de caissons, dans des tranchées draguées préalablement, puis recouvertes de sable.

9 - Projet COLLARD 1929

Ce projet prévoyait la construction d'une ligne spéciale à écartement de 7 pieds (2m,128) entre Londres et Paris avec une vitesse commerciale de 150 Km/H.- Il était sans bases sérieuses, notamment au point de vue financier.

B - Projets retenus actuellement

10 - Énumération

Ces projets sont au nombre de quatre :

- un tunnel ferré, prévu depuis 1875 et soutenu par la Cie du tunnel sous la Manche.
- un tunnel routier, étudié par M. BASDEVANT en 1939.
- deux projets de tunnel mixte, l'un étudié par M. BASDEVANT et le G.E.C.U.S. en 1940 - l'autre par M. BASDEVANT en 1948.

Avant de passer à l'étude rapide de ces divers projets, il faut dire un mot des conditions naturelles dans lesquelles doivent s'inscrire ces projets : bathymétrie et géologie.

11 - Bathymétrie (Fig.1)

En partant du Cap Gris Nez, le fond s'abaisse assez rapidement pour atteindre 50m dans le creux de Lobourg, à un peu plus de 5 km de la côte, puis il se relève jusqu'à la côte - 8 au banc de Varnes à 20 km; un peu plus au sud et à 15 km seulement le banc du Colbart et à la côte 7 - Entre ces bancs et la côte anglaise, les fonds ne dépassent pas 25m. La distance minimum entre les 2 côtes est de 35 Km.

Des courants assez violents règnent périodiquement, suivant les marées.

12 - Géologie (Fig.2)

Les assises géologiques ont une inclinaison générale de la côte française vers la côte anglaise. Elles se composent en partant du sol

de la côte française (au nord du Cap Gris Nez), de couches crétacées qui, suivant la terminaison anglaise, interprétée en France par des noms très divers, peuvent être classées en 3 grands groupes : la craie supérieure ou sénonien, la craie moyenne ou turonien et la craie inférieure ou cénomaniens; cette dernière seule présentant des conditions d'imperméabilité acceptables à premier examen.

Plus au sud, une couche jurassique, appelée Kimméridien, passant sous le banc de Varnes paraîtrait devoir offrir également des conditions favorables.

De nombreux sondages ont été faits et confrontés avec des travaux exécutés parallèlement dans les puits de mines du Nord de la France et pour l'alimentation en eau de certaines villes du Boulonnais.

La dernière étude sérieuse rédigée par PRUVOST et LEROUX en 1948 fait toutes réserves sur les garanties que pourrait offrir l'un ou l'autre de ces terrains, notamment en raison de l'existence possible de failles comme celle rencontrée lors de la construction du tunnel de l'Ave Maria à Boulogne. C'est pourquoi aucune construction définitive ne pourrait être lancée avant la percée d'une galerie pilote suivant le tracé choisi; l'exemple d'accidents graves, arrivés dans des conditions infiniment moins pénibles, comme au Lotschberg doit donner à réfléchir. (Fig. 2)

13 - Tunnel Ferré - Tracé -

Le tunnel ferré devait être réalisé conjointement et par moitié lors des derniers pourparlers d'avant-guerre, par la Cie Française du Tunnel sous la Manche, et par la Cie du Southern Railway, qui avait incorporé le South Eastern Ry et est maintenant incorporée elle-même à la British Transport Commission.

La longueur totale du projet est de 58 Km dont 38 Km,6 sous le détroit.

Le projet comprend 2 tunnels d'exploitation indépendants de 5 m,65 de diamètre et un tunnel pilote plus petit d'un diamètre de 3 m pour l'exhaure et la ventilation (Fig.4)

Les deux compagnies avaient estimé que le seul tracé possible devait rester dans la craie grise (cénomaniens) ce qui avait motivé le détournement par le Nord (Fig.1 & 2), et que d'autre part, il était absolument nécessaire de creuser une galerie pilote avant d'entreprendre les tunnels d'exploitation. Certains travaux préparatoires, comportant notamment des sondages, et l'essai d'un procédé d'évacuation des déblais imaginé par M. FOUGEROLLE, en diluant et renvoyant ceux-ci dans la mer devaient être effectués préalablement.

Sous les plus expresses réserves des deux compagnies, en ce qui concerne les résultats des travaux préalables et de la galerie pilote, les délais prévus étaient de 2 ans 1/2 pour la galerie pilote

et 4 ans 1/2 pour les tunnels, soit 6 ans 1/2 ou 7 ans et la dépense totale était estimée à 30 millions de £, ou 3 milliards 720 millions de francs 1930 plus 6 millions de £ de travaux annexes ou 740 millions de francs 1930, ce qui conduirait en 1948 avec le coefficient moyen 17 à une dépense totale de 75 milliards.

L'emploi du procédé FOUGEROLLE, en cas de succès, aurait permis une certaine économie de temps et d'argent.

D'après une évaluation récente pour la construction éventuelle d'un métropolitain à Istanbul ce total paraît un peu faible, et l'estimation du montant total des travaux au 1er Janvier 1949 paraît devoir être de l'ordre de 100 milliards.

Les profils maxima prévus sont 10 mm/M sur les raccordements du côté français, et 18 mm/M du côté anglais. Les eaux doivent s'écouler par la galerie pilote, vers un puits de 120 à 130 m, foré dans un des côtés, mais il est affirmé, sans beaucoup de preuves qu'elles ne doivent pas dépasser au maximum 10 M³/min. pour tout le tunnel.

14 - Tunnel Ferré - Equipement

Le tunnel doit être pourvu d'une gare d'échange à chaque extrémité. Les deux compagnies du tunnel doivent pourvoir au matériel de traction, mais doivent utiliser le matériel roulant des autres compagnies.

La différence d'écartement des voies (1 m435 côté anglais, 1 m440 sur la plupart des voies européennes, a été reconnue pratiquement sans importance, à la suite des expériences de la guerre et des ferries. Par contre, la différence des gabarits (0 m15 de moins du côté anglais) oblige à admettre dans le tunnel, et par conséquent dans les compagnies continentales un matériel spécial, ce qui a été accepté et déjà réalisé pour le ferry de Dunkerque.

La traction électrique doit être adoptée; si la traction vapeur est conservée de chaque côté, il y a changement de machine obligatoire aux 2 extrémités, ce qui oblige à des installations coûteuses et à une perte de temps très appréciable. Il serait extrêmement souhaitable que les réseaux intéressés se missent d'accord sur une traction continue de Paris à Londres. Malheureusement les autres lignes du Southern sont électrifiées en 600 V. continu par 3^e rail, et les réseaux français en 1500 V. continu, ou monophasé à l'essai, par caténaires. Il y a là un problème technique très important à résoudre.

La signalisation est prévue pour un intervalle minimum de 10 minutes; il serait souhaitable de prévoir un intervalle plus petit en cas de pointe. Même à 100 Km/H, avec des dispositifs de sécurité convenable, on pourrait admettre l'intervalle de 5 minutes, le parcours devant être effectué sans arrêt de bout en bout.

Comme sur les métropolitains il faudrait prévoir un minimum d'arrêt de 4 heures pour l'entretien, ce qui laisserait 20 heures de trafic par jour.

La durée du trajet prévue pour les trains de voyageurs était de 5 H.30 en 1939 au lieu de 6 H.50 par mer. Avec la traction électrique continue de Paris à Londres, on devrait pouvoir réduire ce temps à 5 heures, ce qui permettrait, compte tenu du parcours du centre aux aérodromes, d'offrir un temps total convenable par rapport à l'aviation aux voyageurs par fer.

Il n'était prévu en 1939 que le parcours par 25 trains de voyageurs par jour; mais il serait extrêmement important d'avoir un équipement permettant un trafic beaucoup plus élevé, comme il vient d'être dit. Ainsi on pourrait assurer un trafic de pointe d'au moins 30.000 voyageurs par jour, prévu en 1939, sans perturber le trafic des marchandises.

Une ventilation forcée doit être prévue malgré la traction électrique; elle est absolument nécessaire en cas d'accident (incendie ou court circuit).

15 - Tunnel Routier -

Un projet de tunnel routier a été présenté par M. André BASDEVAN et ses deux associés MM. DAUPHIN et DOULOT en 1937. Il comprend 2 galeries à sens unique de 8^m00 de diamètre, avec déclivités de 2% du côté français et 4% du côté anglais, percées sur un tracé à peu près semblable au tunnel ferré, dans le cénomanien, avec un profil en dos d'âne permettant de rejeter les eaux vers les côtes. La longueur totale est de 49 Km,500 et chaque tunnel offre une largeur de 6m,50 permettant la circulation sur 2 pistes. Une galerie de communication réunit les 2 tunnels tous les 100 mètres. Un tube spécial assure le transport de la poste suivant le procédé électromagnétique DAUPHIN (Fig.5). Une ventilation forcée est prévue pour réduire la teneur maximum en oxyde de carbone CO provenant des gaz brûlés à 1/2500 suivant les normes admises dans les autres tunnels mondiaux. L'air frais est fourni tous les kilomètres par des conduites spéciales, à la pression ordinaire, nécessitant la construction de deux autres tunnels comprenant chacun 20 conduites au départ de chaque centrale située au bord de la mer.

Le calcul est fait pour une circulation de 2.000 véhicules à l'heure et un renouvellement toutes les 12 minutes. La puissance total des centrales de ventilation est de 18.000 CV.

Ce problème de ventilation extrêmement important ne semble pas sérieusement étudié. Il n'est pas possible de déterminer le dispositif à adopter et la puissance à installer sans des essais préalables, en raison des conditions indispensables de sécurité imposées par la circulation routière, et des dimensions exceptionnelles des tunnels sans commune mesure avec tout ce qui s'est fait jusqu'ici.

Les formules adoptées par les divers auteurs sont extrêmement variables et conduisent, en comparant par exemple au calcul fait récemment pour la ventilation projetée sous le tunnel du Mont Blanc, à des résultats tout à fait différents, ce qui n'a rien d'étonnant puisque les uns estiment que la puissance des ventilateurs doit être proportionnelle à la 3^e puissance de la longueur et les autres à la 5^e. *1^{er}*

D'autre part, l'emploi de l'ozonisation recommandé par M. BASDEVANT prête également à beaucoup de critiques : l'ozone est dangereux et on n'a jamais pu l'employer sur le Métropolitain de Paris.

Les dépenses de premier établissement avaient été évaluées à un peu plus de 4 milliards de frs en 1937, soit un peu plus de 60 milliards de frs 1948, mais le devis ne comportait que le gros oeuvre des tunnels d'exploitation et la centrale de ventilation; à l'exclusion des deux tunnels destinés à contenir les conduites de ventilation prévues et de tout le reste de l'équipement, ainsi que des raccordements et installations terminales. On ne peut donc parler raisonnablement sur le total annoncé, mais on peut estimer que l'ensemble doit coûter beaucoup plus que le tunnel ferré, malgré la plus courte longueur; au moins double, puisque les gaines de ventilation représentent à elles seules un ouvrage du même ordre de grandeur que les tunnels d'exploitation.

Bien entendu les mêmes réserves que pour le tunnel ferré doivent être faites en ce qui concerne les venues d'eau imprévisibles mais surtout le débit d'une route à 2 voies de chaque sens paraît tout à fait insuffisant pour le trafic que l'on peut raisonnablement escompter aux jours de pointes. (cf. par.20)

16 - Tunnels mixtes - Projet G.E.C.U.S. de 1940 -

Ce projet comporte deux tubes de 12 mètres de diamètre offrant trois voies routières chacun à la partie supérieure, et une voie ferrée à la partie inférieure, plus une piste cyclable (Fig.6).

Les auteurs critiquent l'emploi de l'air soufflé pour des tunnels aussi longs et proposent l'emploi de l'air comprimé, qui serait conduit par des conduites de faible diamètre, à l'intérieur des tubes d'exploitation et admis à travers des chambres d'expansion. Il est regrettable qu'aucune expérience n'ait pu être faite du procédé proposé qui est peut-être une bonne solution.

Les auteurs ne donnent pas de devis détaillés, mais estiment qu'un tel procédé serait 3 fois moins cher que deux tunnels ferrés et routiers séparés, auxquels il faut ajouter les tunnels de ventilation.

17 - Projet ANDRE BASDEVANT de 1948 -

Ce projet, exposé à la Chambre des Communes par l'auteur le 16.3.1948, fait état des dernières découvertes géologiques dans la région et propose de revenir au tracé de Thomé de Gamond en 1856,

./.

soit directement du Cap Gris Nez aux North Downs Folkestone (Fig.1). La couche traversée serait en général le Kimméridgien, terrain jurassique, sous le banc de Varnes où le tunnel pénétrerait dans les couches inférieures du portlandien. Si l'imperméabilité et la résistance du cénomanién prévu pour le tunnel ferré sont maintenant fortement contestées, il faut noter que le dernier rapport de M. PRUVOST et LEROUX (cf. par. 12) étend ces réserves au Kimméridgien (Fig.(2) - Quoiqu'il en soit le tracé direct offre l'avantage d'un raccourcissement sensible, sa longueur totale n'étant plus que de 49 Km dont 36 Km sous la mer :

Le tunnel comporte du côté français des pentes de raccordements de 20 mm/M, jusque sous le Cap Gris Nez à la profondeur de 131m, ensuite il remonte en pente douce de 3mm/M jusqu'au centre (banc de Varnes) où il n'est plus qu'à 60m; il redescend en 3mm/M jusqu'à la côte anglaise et remonte en déclivité de 25mm/M.

Le profil ferré est donc sensiblement plus dur que celui du tunnel étudié en 8° et oblige à des efforts de traction plus grands et à une restriction de tonnage.

Le tunnel comporte 4 voies routières, en 2 pistes séparées par une plate forme de garage et 2 voies ferrées à l'étage inférieur. A la base se trouve la conduite d'amenée d'air frais et au sommet celle d'évacuation d'air vicié à pression normale (Fig.7)

La teneur maximum admise pour le CO est 1/2500, la circulation maximum est limitée dans ce but à 230 voitures par heure dans chaque sens soit une voiture toutes les 30 secondes sur chaque voie, correspondant à un intervalle de 700^m à 80 Km/H. C'est un rendement vraiment insuffisant pour un ouvrage de cette importance et il semble que la ventilation, comme il a été dit ci-dessus, devrait être étudiée pour permettre un débit beaucoup plus important.

Les formules appliquées par l'auteur sont différentes de celles employées pour d'autres ouvrages. Il est à noter qu'il estime suffisante une puissance de 4.000 CV pour un tunnel de 40 Km, alors que dans le projet de traversée du Mont Blanc, il a été reconnu nécessaire une puissance de 5.000 CV pour une longueur de 12 KM5, avec une formule où la puissance est proportionnelle au cube de la distance.

D'autre part, l'auteur dit que la ventilation sera répartie sur chaque moitié du tunnel en 4 sections différentes, chacune des sections étant alimentée par une galerie de 5m,750 de diamètre. Or la coupe du souterrain représentée ne comporte qu'une seule de ces galeries, et doit donc correspondre aux sections médianes. Mais les souterrains des 3 autres sections doivent comporter respectivement en plus 1,2 ou 3 galeries supplémentaires, exigeant la construction de tunnels séparés, non représentés.

Le délai d'exécution indiqué est de 3 ans 1/2. En égard aux études sérieuses du tunnel ferré, il devrait être vraisemblablement double. Le montant des travaux en francs 1948 a été évalué à 75 Milliards y compris la galerie pilote.

On peut estimer que les dépenses de premier établissement par rapport à celles d'un tunnel ferré, compte tenu de la nécessité d'une galerie pilote et de gaines de ventilation sont, dans une certaine mesure, proportionnelles aux sections respectives : 300 M² au minimum pour le tunnel mixte, 60 M² pour le tunnel ferré. A premier examen, le montant des travaux du tunnel mixte paraît devoir être en francs du 1er Janvier 1949 de l'ordre de 200 Milliards.

Les réserves doivent être les mêmes que pour les projets précédents concernant :

- la nécessité d'une reconnaissance préalable des terrains, afin de vérifier leur stabilité et leur imperméabilité.
- la nécessité d'une étude plus approfondie de la ventilation, et la recherche d'un procédé plus indiqué que celui qui consiste à limiter la circulation au quart (et au dixième en pointe) de ce qu'elle devrait être.

on doit ajouter :

- l'insuffisance de la circulation prévue : 4 voies seulement, avec limitation du nombre des voitures.

o o
o

III.- ETUDE COMMERCIALE & ECONOMIQUE

18 - Bilan de la voie ferrée.

D'après les résultats des années antérieures, le trafic de début de la voie ferrée a été évalué en 1939 à 3.200.000 voyageurs, sur un total de 3.720.000 par tous ports. Il faut remarquer que dans les dix dernières années, le rythme d'accroissement annuel supérieur à 4 % depuis 1880 ne s'était pas maintenu, par suite des crises successives anglaise et française. En 1937, il y avait environ 75 % de voyageurs britanniques, et la répartition entre classes était : 1ère 25 %, 2ème 64 %, 3ème 11 %. D'autre part le nombre de voyageurs ainsi déterminé représentait 3 % de la population des deux pays, alors qu'il était de 6 % par exemple avec la Hollande. Il faut remarquer enfin que 40 % des voyageurs entre l'Angleterre et le continent empruntaient avant 1940 des ports belges et hollandais.

Depuis la guerre, le trafic de l'aviation entre l'Angleterre et la France a considérablement augmenté; néanmoins, par suite des restrictions actuelles, il n'a été que de 66.000 passagers dans les 2 sens, et pour toutes compagnies, en 1948.

Les conditions économiques déplorable que nous connaissons ont eu un effet beaucoup plus sensible sur la voie ferrée. En 1948, le nombre total des passagers maritimes, dans les deux sens, entre les ports de France et ceux d'Angleterre, peut être évalué à 1.300.000 seulement, dont 1.000.000 par CALAIS, DOUVRES et DUNKERQUE. Sur ce dernier total, la répartition est : 12 % de voyageurs de wagons-lits (ferry boats), 25 % de Pullmann, 10 % de 1ère classe, 31 % de 2ème classe et 22 % de 3ème classe. Par rapport aux chiffres antérieurs, et malgré l'aviation, grâce à la création des relations de luxe par wagons-lits et Pullmann, la répartition des voyageurs s'est modifiée vers les extrêmes, aux dépens de la 2ème classe. On suppose dans ce qui suit que les restrictions actuelles peuvent être levées et que le total évalué en 1939 pourra être rapidement atteint.

Le trafic des marchandises a été estimé à des chiffres très bas : 410.000 tonnes de marchandises diverses en tous régimes, dont 70.000 T. seulement en provenance d'Angleterre et un minimum de colis postaux et postes. Ceci de manière à laisser le maximum de trafic aux Compagnies de navigation dans lesquelles les Compagnies de Chemins de Fer, et notamment le Southern Ry sont très intéressées. Ceci est peut-être un bon procédé de tactique, mais probablement, dans les conditions actuelles, une erreur économique.

Les recettes prévues avaient été établies en 1939 sur 80 % de la moyenne des recettes maritimes actuelles, soit en moyenne 175 francs par passage, soit pour 3 millions de voyageurs :

- 450.000.000 de frs.

Les prix ainsi établis pour Douvres-Calais seraient sur

..../...

les bases 1939 supérieures aux prix actuels pour Dunkerque-Dieppe et Le Havre et égaux pour Boulogne.

Les recettes bagages avaient été évaluées à 5 %, soit : 225.000.000 de francs et les recettes marchandises à 75.000.000 de francs, ce qui, avec la poste, conduisait à une recette totale de : 562.500.000 de francs en 1939.

Les dépenses d'exploitation avaient été évaluées à 62 millions pour le matériel et la traction, (dont 52 millions pour les redevances de circulation), et 31 millions pour l'entretien et l'exploitation, soit 93.500.000 francs au total.

La balance du compte d'exploitation donnait un solde bénéficiaire de 469 millions et un coefficient d'exploitation de 17 %. Ce solde permettait de renter à 9 % de charges totales un capital de 5 Milliards de francs, correspondant sensiblement au total des dépenses de l'établissement indiquées au paragraphe 13.

Le nombre de voyageurs sur lequel s'appuient ces chiffres est malheureusement sujet à de sérieuses fluctuations dues aux conditions économiques et politiques des 2 pays. D'autre part, il ne tient compte ni d'une concurrence éventuelle par un tunnel routier, ni de celle de l'aviation. L'ensemble du bilan devrait être revu sur les bases actuelles.

19 - Bilan de la voie routière.

Le seul bilan publié pour la voie routière a été établi pour le projet BASDEVANT de 1937. L'auteur tablait sur 2 millions de voyageurs annuels, qui, en réalité, provenaient des mêmes sources que celles retenues dans le bilan de la voie ferrée, en restant dans des limites prudentes. Il supposait que l'on demandait, à chaque passager un péage de 117 francs, ce qui conduisait à une recette annuelle de 234 millions de francs.

D'autre part, les dépenses d'exploitation étaient évaluées à 12 millions. Il serait donc resté une somme de 222 millions pour rémunérer le capital investi (3 Milliards) à 5,40 % et le rembourser en 50 ans.

Mais ce bilan paraît fortement optimiste; d'une part en raison de la sous-estimation des dépenses de premier établissement (cf. paragraphe 17). D'autre part, en raison de la sous-estimation des dépenses d'exploitation qui ne comprennent aucun frais d'entretien, d'éclairage, d'exhaure et de personnel autre que celui de ventilation. Il ne peut donc en être tenu sérieusement compte.

...../...

20.- Comparaison des voies ferrées et routières.

En raison des irrégularités du trafic, il faut éviter les embouteillages aux accès, il semble préférable de comparer la circulation maximum possible pendant 1 Heure, soit pour les voyageurs soit pour les marchandises.

Si la voie ferrée est équipée avec une signalisation permettant l'intervalle de 10 minutes entre des trains de 500 voyageurs, roulant à 80 Km./H., elle permet un trafic maximum de 3.000 voyageurs par heure, nombre porté à 6.000 avec un intervalle de 5 minutes.

En tablant sur 3 voyageurs en moyenne par voiture de tourisme, roulant également à 80 Km/H., ce qui est un maximum d'après les statistiques américains, il faudrait 1.000 voitures par heure dans chaque sens, et 2.000 dans le second. Or, M. BASDEVANT n'a prévu que 230 voitures au maximum pour des raisons de ventilation, soit respectivement 4 fois et 8 fois moins. Encore suppose-t-on le débit maximum avec des voitures toutes semblables, non séparées par des camions lents.

Il en est de même pour les marchandises, quoique à un degré moindre.

En supposant un intervalle d'une cinquantaine de mètres entre des camions chargés à 3 tonnes utiles roulant à 50 Km/H., on arrive à un tonnage utile de 3.000 tonnes en 1 H. et à un nombre de véhicules de 800 sous le tunnel, dépassant largement les possibilités de ventilation; avec des trains de 600 T. roulant à 10 minutes d'intervalle, à cette même vitesse, ce tonnage est porté à 3.600 tonnes et à 7.200 avec un intervalle de 5 minutes. Mais les trains ont la voie libre, tandis que les camions devraient laisser passer d'autres véhicules et l'intervalle minimum ne pourrait jamais être respecté.

La même réserve que ci-dessus s'impose pour la ventilation.

Par route, le gain de temps et de confort, dans un trafic international de ce genre, est surtout très important pour les voyageurs. Il est à peu près indifférent en revanche, qu'un colis mette deux heures de plus dans un acheminement d'un jour.

C'est pourquoi, par rapport aux études antérieures, et tenant compte des tendances du développement du tourisme automobile, et des réalisations qui s'en sont suivies pour les ouvrages de ce type, quoique moins grandioses aux Etats-Unis, il paraît impossible d'envisager à l'heure actuelle un ouvrage qui ne comporte pas des voies routières, mais un minimum de 3 voies dans chaque sens paraît nécessaire, avec une ventilation adéquate. En raison du débit beau-

...../...

coup plus élevé d'une voie ferrée, il est indispensable d'en faire l'artère principale, seule susceptible d'assurer la régularité et l'absorption des pointes. Il semble que l'on devrait aussi chercher à développer le trafic des marchandises sous-estimé pour conserver les bénéfices des transports maritimes, exploités par le fer. Il n'est pas possible à l'heure actuelle d'engager une dépense de cet ordre en laissant subsister en concurrence des services maritimes de fret et une coordination réglementaire devrait être envisagée.

Les services aériens eux-mêmes devraient être coordonnés tarifairement si leur développement leur laissait une marge trop petite de rentabilité.

21 - Répercussions économiques sur divers intérêts particuliers.

Une enquête très complète faite en Angleterre en 1929-1930 a montré une opinion moyenne, favorable des Chambres de Commerce et des Chemins de Fer, réservée des industriels, et alarmée des Compagnies de navigation directement intéressées. Dans l'ensemble il a été reconnu que le tunnel n'intéresserait que 3 % de l'activité extérieure de la Grande-Bretagne.

Un certain développement de la concurrence française et même européenne est craint pour des produits agricoles, notamment les fruits, les fleurs et les produits laitiers.

La construction donnerait du travail à 2.000 ouvriers pendant 5 ans et à 6.000 ensuite pendant 3 ans. Mais il faudrait licencier environ 1.000 à 1.500 agents des chemins de fer et 2.000 hommes des transports maritimes.

En France, en général, les réactions ont été favorables de la part de tous les organismes intéressés. Il faut dire toutefois qu'aucune enquête publique complète n'a été faite comme en Angleterre à ce sujet.

22. Répercussions sur l'intérêt général.

Il est indubitable que la liaison ferrée (et éventuellement routière) directe apporterait, comme toute suppression d'un "goulot" des facilités incalculables au commerce, et indirectement à l'industrie et au tourisme des deux pays. Ces facilités sont difficiles à chiffrer. On peut remarquer cependant qu'après la percée de tous les grands tunnels : Mont-Cenis, Saint-Gothard, Simplon, le trafic s'est développé en général en dépassant de beaucoup les prévisions les plus optimistes.

Dans l'Europe qui commence à prendre forme, cette liaison serait indispensable, non seulement pour joindre deux nations qui

..../...

ont tant d'intérêts communs et s'ignorent trop, mais surtout pour donner à l'Angleterre la preuve tangible qu'elle fait partie du continent européen et qu'elle ne peut s'en séparer sans avoir de cruels réveils à des intervalles de plus en plus courts. Avec ses pays d'Outre-mer, vers le Moyen et le Proche Orient, ce serait pour elle la liaison indispensable et sûre, qui, prolongée par des liaisons semblables à travers le Bosphore et le détroit de Gibraltar réaliserait les grandes voies eurasiennes et aurafricaines si utiles au développement du monde, à l'image de la grande route panaméricaine.

Il faut toutefois mettre l'accent sur la charge très lourde que représenterait l'exécution de cette liaison. Ce serait 100 milliards au moins de francs 1948 dont 50 Milliards au moins pour notre pays pour un tunnel ferré et le double pour un tunnel mixte, qu'il faudrait consacrer à son achèvement, alors que le rétablissement à un niveau honorable de l'ensemble de nos moyens de transport nécessiterait déjà un effort de l'ordre de 400 Milliards. L'Angleterre est dans la même situation; il faut donc avant de s'engager définitivement, bien mettre au point des deux côtés un programme général d'équipement.

. . .

IV - ETUDE POLITIQUE -

23 - Questions diplomatiques -

De nombreux points déjà étudiés par la Commission Mixte de 1876 seraient à régler avant le commencement des travaux définitifs. Ils concernent notamment :

- la fixation des limites de souveraineté de chacun des pays, dans le tunnel qui serait dans le sous-sol de la mer, jusqu'ici "res nullius";
- les dispositions judiciaires affectant à tel ou tel pays la procédure des délits et crimes commis dans le tunnel;
- les mesures à prévoir en cas de suspension du trafic par une des deux puissances et les compensations à envisager;
- la réglementation de la surveillance et de l'entretien, et plus généralement de l'exploitation au point de vue international;
- l'exécution des services de douane pendant la marche des trains.

24 - Questions militaires -

Au point de vue militaires, les opinions des états-majors français et anglais ont trop souvent été, et son encore irrédûctiblement opposés sur les avantages ou inconvénients stratégiques du tunnel. Le Maréchal Foch a dit "si le tunnel avait existé, la guerre aurait pu être évitée ou elle aurait été raccourcie de deux ans".

Au contraire, l'état major britannique notamment le Général Hamilton et l'amiral Bacon ont affirmé que si le tunnel avait existé en 1914 la guerre aurait été perdue.

Depuis 1882, c'est-à-dire depuis Fachoda, jamais le War Office ne s'est départi de cette attitude et il a toujours été suivi par le chef du gouvernement, quel qu'il soit.

Peut-on espérer un revirement et sur quoi se fonde cette doctrine ?

D'abord sur la tradition d'insularité de la Grande-Bretagne, sur le mythe de "la vierge inviolée à la ceinture d'argent" qui, réveillés par des campagnes habiles de presse, comme en 1882, excitent l'opinion publique anglaise qui en oublie même ses intérêts les plus essentiels.

Peut-être aussi sur le fait, malheureusement renforcé par la dernière guerre, que le tunnel serait un véritable aimant pour les armées adverses, celles-ci auraient pour premier objectif de s'en emparer pour tenter d'envahir la Grande Bretagne, et les mesures de défense nécessaire paralyseraient toutes les entreprises tactiques conçues par ailleurs.

Si du côté français, on a toujours été préoccupé par l'intervention la plus rapide possible des divisions britanniques, le problème défensif consistant à empêcher l'invasion du sol britannique semble au contraire avoir toujours été le premier souci de l'état-major anglais.

Il est évident que, tant que ce souci ne sera pas définitivement écarté, par une compréhension plus large des intérêts européens, rien ne pourra être fait pour commencer des travaux constructifs de liaison.

Peut-être, revenant sur une idée exprimée au § 7, la construction d'un viaduc, qui pourrait être bien plus facilement neutralisé, serait-elle mieux admise par nos amis anglais, mais ce serait la négation de tout l'effort qui avait porté sur la réalisation d'un tunnel, considéré comme à peu près invulnérable, jusqu'en 1939, et permettant d'assumer la coopération anglaise dès le début d'un conflit.

Peut-on en dire autant après les destructions que nous avons connues en 1944 ? Quelle que soit la protection assurée pour ses débouchés, est-il vraiment possible d'imaginer que, premiers objectifs désignés, ils ne seront pas détruits dès le début d'un conflit ?

Pour cette réalisation, comme pour tant d'autres, les intérêts économiques et militaires sont violemment en conflit, et une première obligation est de chercher à les mettre d'accord.

V - CONCLUSION -

25 - Point de vue économique -

La traversée de la Manche par une voie ferrée, une voie routière ou une voie mixte, présenterait un intérêt économique général certain, par la disparition d'un "goulot" et les facilités nouvelles difficiles à prévoir dans toute leur ampleur, qui seraient offertes au commerce des deux pays.

Les intérêts particuliers qui seraient lésés, plus nombreux du côté anglais, concernent quelques compagnies maritimes et quelques entreprises agricoles et seraient très peu importants dans l'ensemble.

Bien entendu, il faudrait obtenir, en temps opportun, la levée de toutes les restrictions qui entravent les échanges entre les deux pays.

26 - Point de vue militaire -

Rien ne pourra être fait tant que l'opposition de l'Etat-Major Britannique, irrésistible jusqu'ici, n'aura pas été vaincue.

27 - Point de vue Technique -

Une étude plus approfondie basée sur des sondages et peut être la construction d'une galerie pilote devrait être faite avant toute réalisation d'un tunnel, pour déterminer les venues d'eau probables et les moyens d'y remédier.

Il est indispensable d'étudier aussi très sérieusement et préalablement la ventilation qui devrait être assurée pour un tunnel mixte ou routier de cette importance, et de chercher un autre procédé que celui consistant à limiter la circulation.

L'électrification totale des voies ferrées de Paris à Londres, permettant la circulation sans changement de machine, devrait aussi être étudiée.

En raison des risques très grands qui subsistent sur les deux premiers points, il semble que l'étude d'un viaduc devrait être également entreprise, en profitant de l'expérience acquise lors de la construction des derniers grands ponts mondiaux.

28 - Point de vue Financier -

Sous les réserves techniques énumérées au chapitre II, la rentabilité du tunnel ferré considéré isolément, paraissait devoir être assurée dans les conditions de 1939.

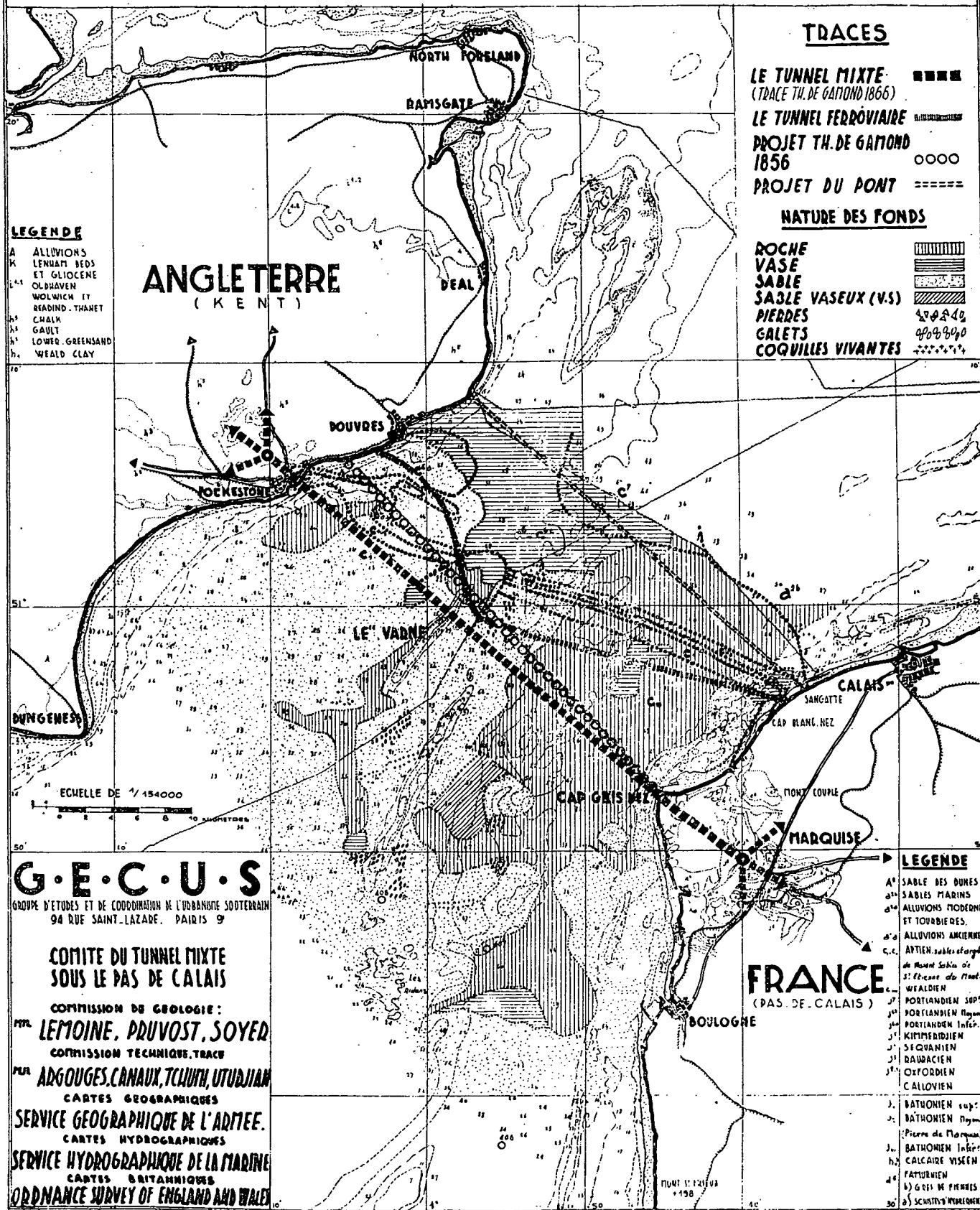
La rentabilité d'une liaison uniquement routière, mal étudiée dans certains détails, était beaucoup plus problématique.

Comme il semble impossible maintenant de négliger la circulation routière, cette étude devrait être reprise dans le cas de la construction d'un tunnel mixte, en cherchant à augmenter le trafic, notamment des marchandises, et en coordonnant à cet effet les trafics de fret maritime et de passagers aériens.

L'étude devrait être aussi faite dans le cas d'un viaduc, si le principe de celui-ci est retenu. Par ailleurs, un programme général d'équipement devrait être mis au point entre les deux pays pour déterminer les possibilités de l'effort financier à entreprendre, de l'ordre de 100 M pour un tunnel ferré, et de 200 M pour un tunnel ou un viaduc mixte.

Marc LANGEVIN

PROJET DU TUNNEL MIXTE (FER ET ROUTE) S^o LE PAS DE CALAIS



LEGENDE

- A ALLUVIONS
- K LENOART BEDS ET GILIOCENE
- L-4 OLDMANEN
- WOLWICH IT
- READING THALET
- 59 CHALK
- 51 GAULT
- 52 LOWER GREENSAND
- 71 WEALD CLAY

ANGLETERRE
(KENT)

TRACES

- LE TUNNEL MIXTE (TRACE TH. DE GATOND 1866)
- LE TUNNEL FERROVAIRE
- PROJET TH. DE GATOND 1856
- PROJET DU PONT

NATURE DES FONDS

- ROCHE
- VASE
- SABLE
- SABLE VASEUX (V.S.)
- PIERRES
- GALETS
- COQUILLES VIVANTES

G.E.C.U.S

GRUPE D'ETUDES ET DE COORDINATION DE L'URBANISME SOUTERRAIN
94 RUE SAINT-LAZARE. PARIS 9

**COMITE DU TUNNEL MIXTE
SOUS LE PAS DE CALAIS**

COMMISSION DE GEOLOGIE:

MR. **LEMOINE, PRUVOST, SOYER**

COMMISSION TECHNIQUE, TRACS

MR. **ADGOUGES, CANAUX, TCUITH, UTUDJIAN**

CARTES GEOGRAPHIQUES

SERVICE GEOGRAPHIQUE DE L'ADTEE.

CARTES HYDROGRAPHIQUES

SERVICE HYDROGRAPHIQUE DE LA MARINE

CARTES BRITANNIQUES

ORDNANCE SURVEY OF ENGLAND AND WALES.

LEGENDE

- A¹ SABLE DES DUNES
- a^{1a} SABLES MARINS
- a^{1b} ALLUVIONS MODERNES ET TOURBIERES.
- a² ALLUVIONS ANCIENNES
- C.C. ATTIEN sables et argiles de Mont Sahin et St-Etienne de Mont.
- W. W. WEALDIEN
- J¹ PORTLANDIEN sup.
- J² PORTLANDIEN moy.
- J³ PORTLANDIEN inf.
- J⁴ KIMMERIDIEN
- J⁵ SEQUANIEN
- J⁶ BAUDACIEN
- J⁷ OXFORDIEN
- J⁸ CALLOVIEN
- J⁹ BATHONIEN sup.
- J¹⁰ BATHONIEN moy. (Pierre de Namur)
- J¹¹ BATHONIEN inf.
- J¹² CALCAIRE VISEEN
- J¹³ FAYOURIEN
- a³ GRES DE PERIENS
- a⁴ SCLAYTES MOULIENS

FRANCE
(PAS DE CALAIS)

Fig. 1 - Plans des projets

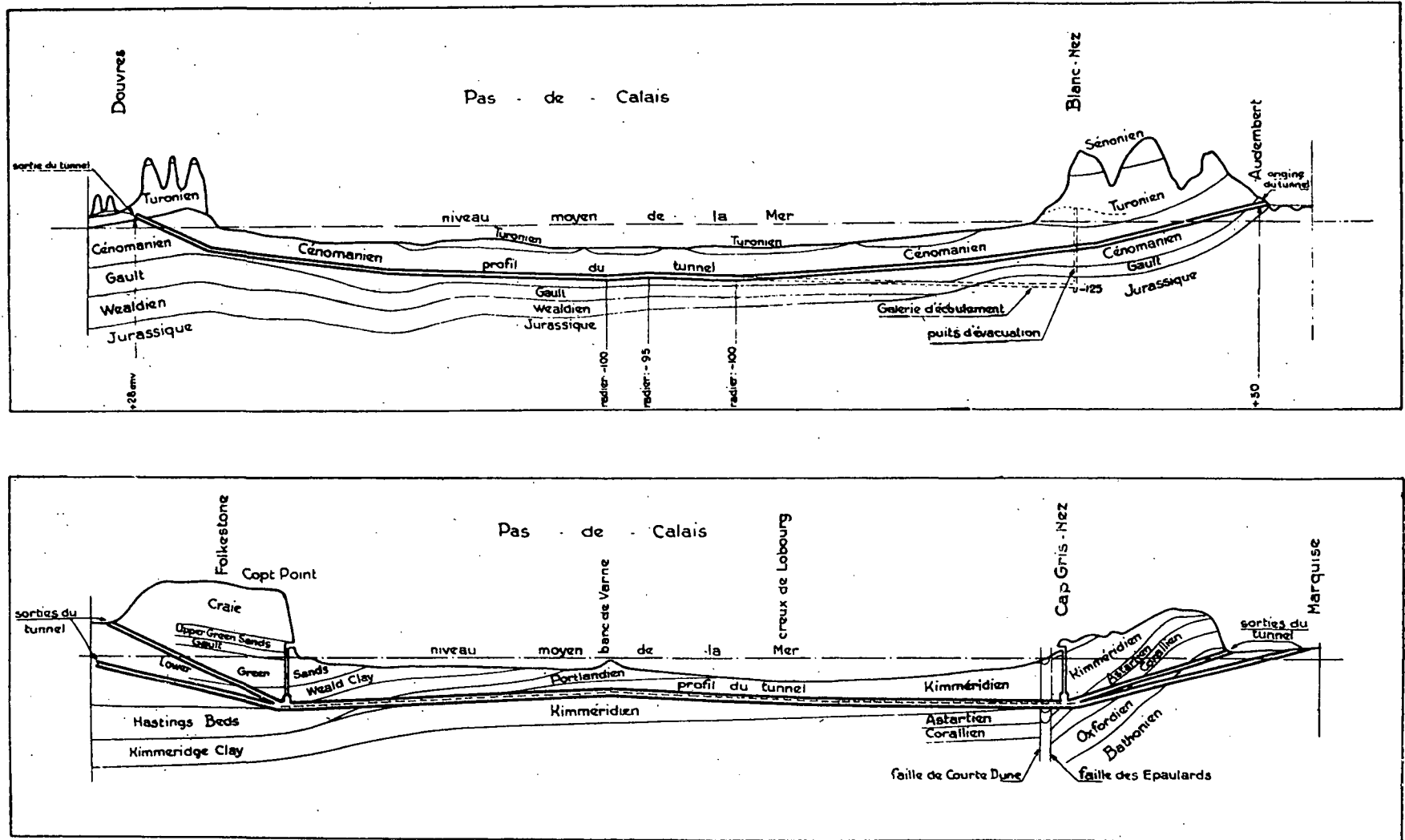


Fig. 2 - Coupes géologiques des projets ferré et routier

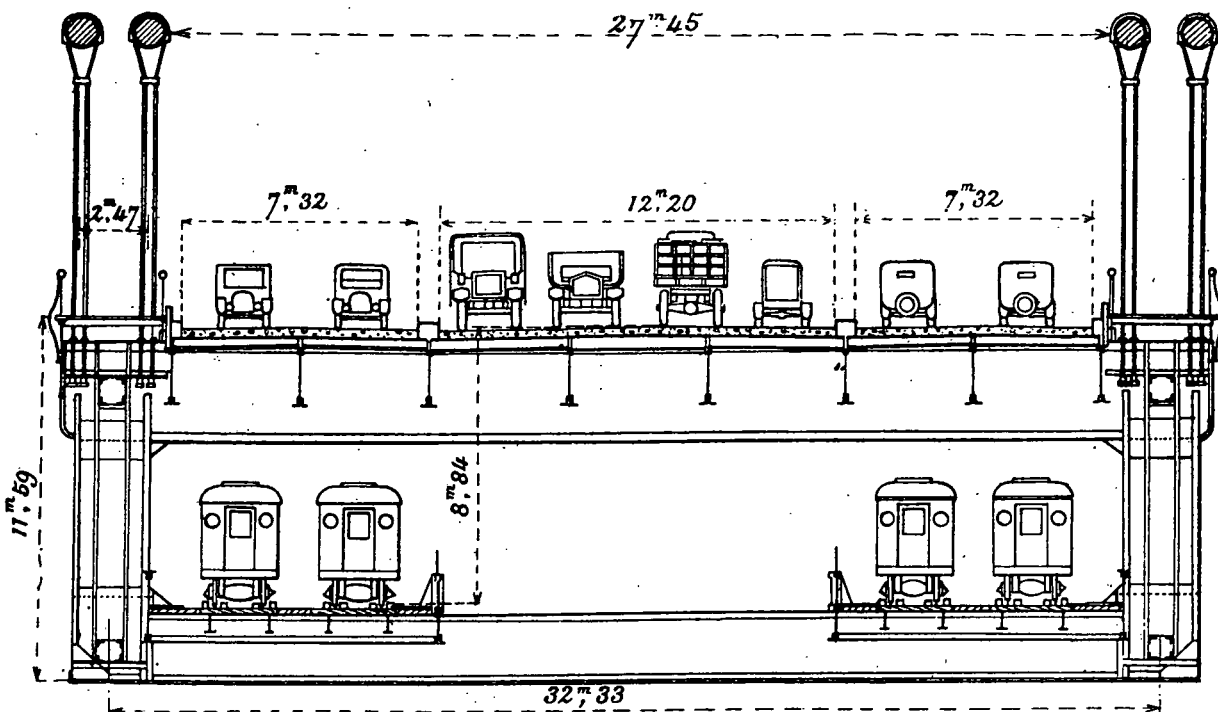


Fig. 3 - Coupe du pont Georges Washington

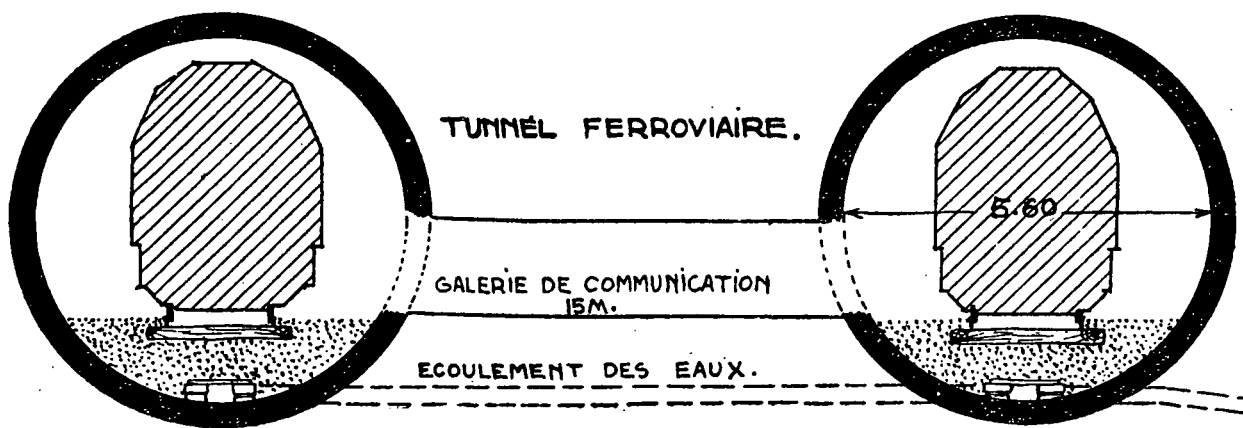


Fig. 4 - Coupe du tunnel ferré

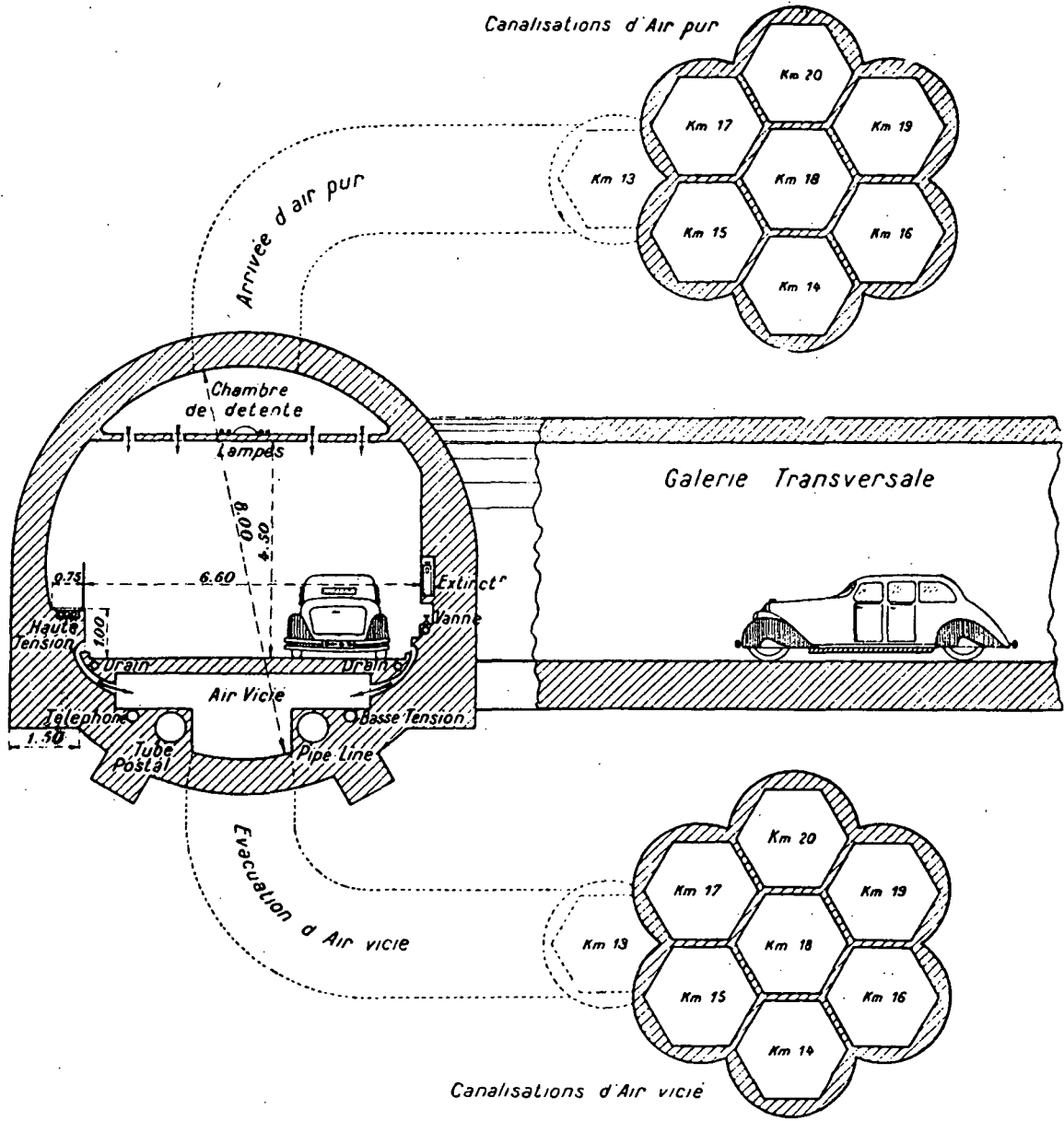
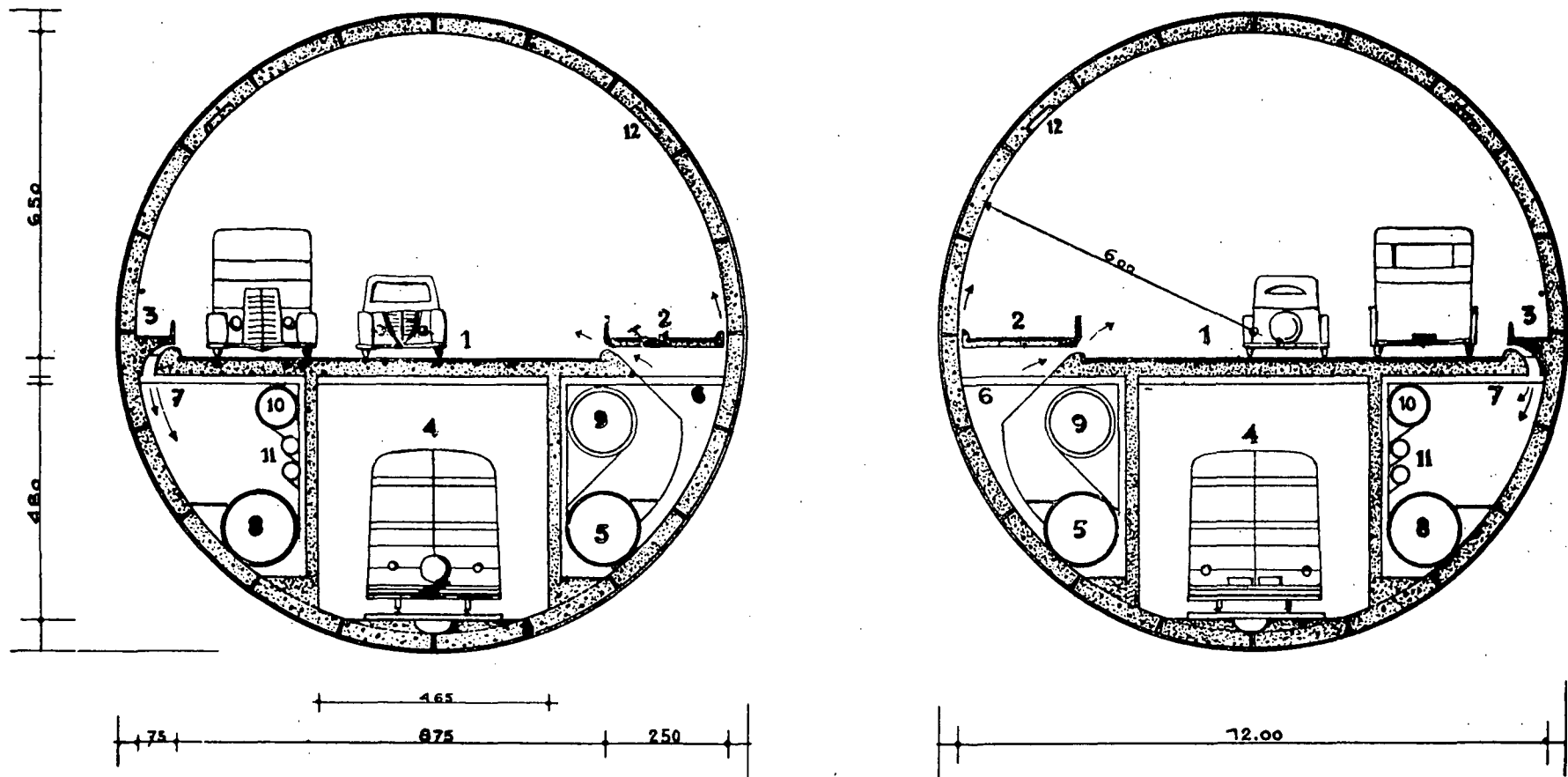


Fig. 5 - Coupe du demi tunnel routier Basdevant 1937



COUPE TRANSVERSALE

1. Chaussée 3 files voitures
2. Trottoir cyclable.
3. Trottoir de service.
4. Chemin de fer.

5. Air pur comprimé.
6. Détente air pur.
7. Aspiration air vicié.
8. Air vicié comprimé.

9. Tube Dauphin.
10. Pipe-line.
11. Canalisations électriques
12. Eclairage.

Fig. 6 - Coupe du tunnel mixte G.E.C.U.S.

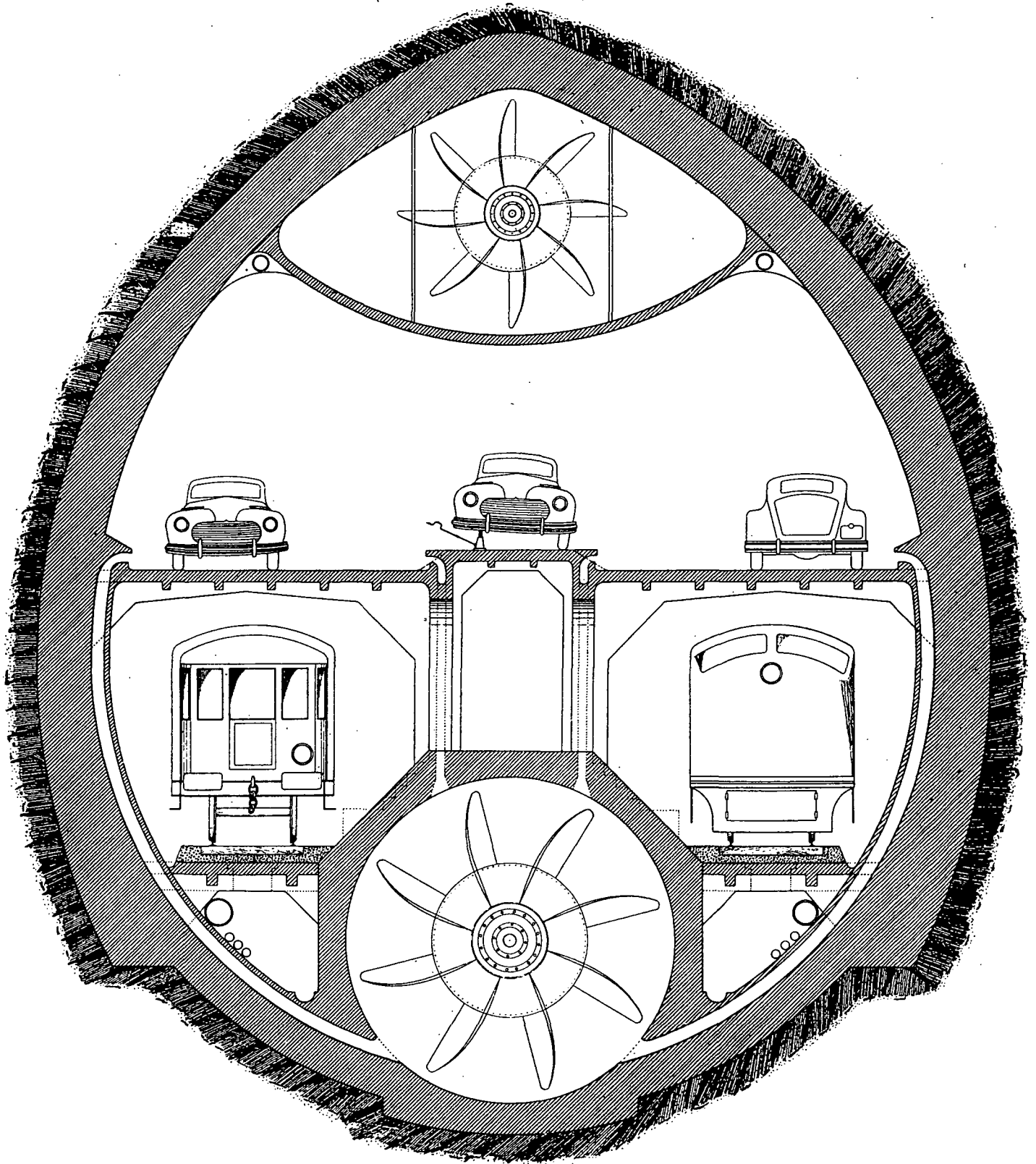


Fig. 7 - Coupe du tunnel mixte Basdevant 1948

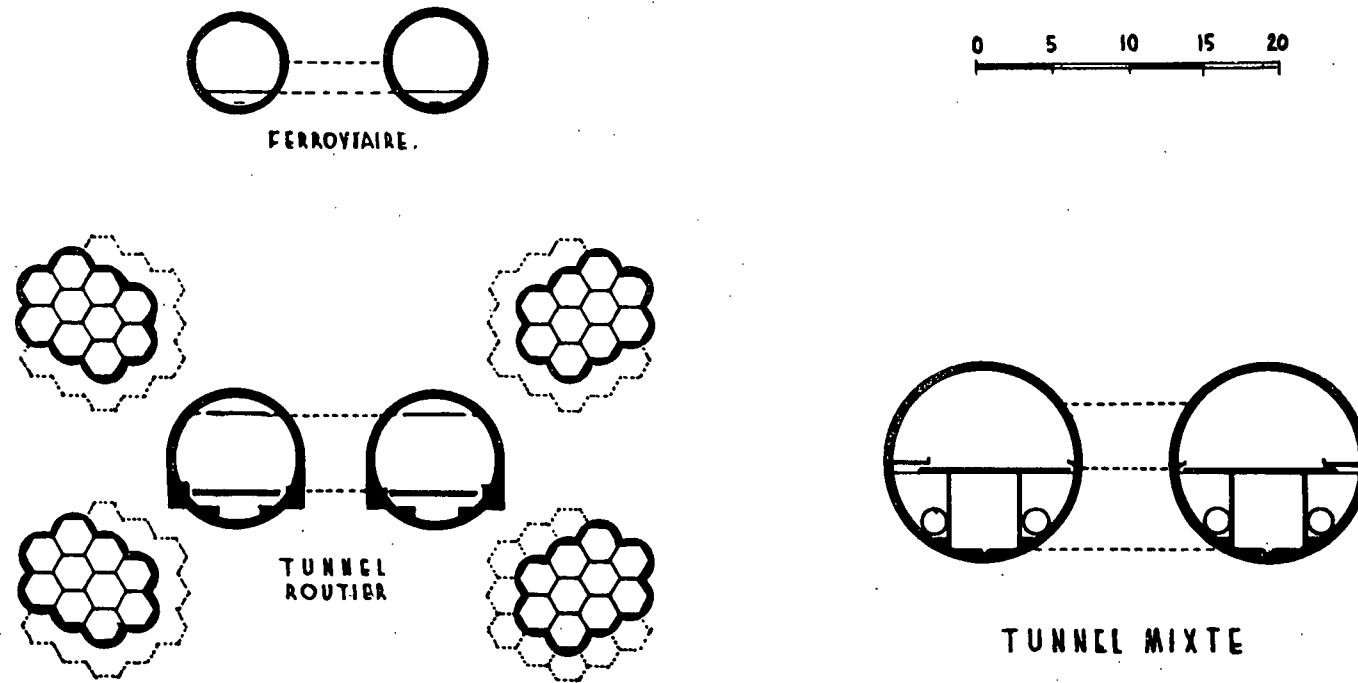


Fig. 8 - Comparaison des divers projets (sauf le tunnel mixte 1948)