

Incidences des grands projets d'infrastructures sur la demande en trafic ferroviaire voyageurs à grande distance dans les corridors et le réseau

M. Wegel
Deutsche Bundesbahn

RFA

I. Infrastructure et demande

Dans le trafic ferroviaire voyageurs à grande distance, la demande en prestations de transport est influencée dans une large mesure par le temps à consacrer au voyage. Dans le cadre du sujet à traiter ici, on ne considérera que la part de la dépense de temps occasionnée sur le réseau ferroviaire et appelée durée de transport.

Quant à la préoccupation de la DB de raccourcir nettement les durées de transport, la voie critique ne passe pas par la conception de véhicules aptes aux grandes vitesses, mais par l'infrastructure de réseau nécessaire à cet effet.

La topologie du réseau et le tracé des lignes sont les grandeurs d'influence déterminantes de la durée de transport. La qualité de la topologie du réseau se manifeste par le facteur de détour, c'est-à-dire le rapport entre la longueur de ligne et la distance à vol d'oiseau des relations de trafic ; la qualité du tracé de ligne s'exprime par la vitesse moyenne de ligne (vitesse de transport) pratiquée sur la relation de trafic. Les deux composantes de qualité peuvent être réunies à la vitesse dite vitesse à vol d'oiseau (V_L) en tant que grandeur mesurée définissant la qualité d'une liaison ferroviaire entre deux points ($V_L = \text{distance à vol d'oiseau} / \text{durée de transport}$).

Des vitesses à vol d'oiseau insuffisantes (en valeur absolue ou par rapport à la concurrence) réduisent la demande en prestations de transport ferroviaire.

Si l'on définit, pour le « système de chemins de fer », une vitesse à vol d'oiseau pouvant être atteinte dans des conditions idéales, mais non utopiques, une vitesse à vol d'oiseau inférieure à ce niveau signale un goulot d'étranglement qualitatif sans que l'ampleur de l'effet ne conduise à une réduction de la demande, c'est-à-dire sans que l'importance du goulot d'étranglement ne puisse être appréciée à travers cette différence de niveau. A cet effet, une grandeur mesurée supplémentaire devient nécessaire, à savoir celle du volume de trafic potentiel (potentiel de voyageurs).

Si le volume de trafic réalisable est défini, sur la base d'une vitesse à vol d'oiseau idéale offerte, comme le potentiel idéal, et le volume actuel comme potentiel effectif, la différence de potentiel correspondante peut être prise comme mesure de l'importance d'un goulot d'étranglement qualitatif dû à l'infrastructure.

II. Analyse de réseau concernant les goulots d'étranglement qualitatifs du trafic voyageurs à grande distance

Les relations du réseau de la DB entre les centres de grande importance (au nombre d'environ 90), ont été analysées en ce qui concerne la vitesse à vol d'oiseau et la différence de potentiel.

A titre de résultats globaux de cette analyse des « qualités de liaisons », il convient de noter ici que :

- a. le facteur de détour moyen de ce réseau partiel se monte à 1,46 ;
- b. la vitesse moyenne à vol d'oiseau est de l'ordre de 65 km/h ;
- c. la somme des potentiels de différence rapportés aux relations est la plus grande dans les régions de Rhin/Ruhr et de Rhin/Main.

D'autres examens en vue d'analyser les insuffisances qualitatives du réseau de la DB ont été effectués à l'aide du modèle dit modèle de classement hiérarchique de la firme Intraplan de Munich. La méthode utilisée dans ce modèle a déjà été exposée ailleurs par un représentant de cette firme. Les examens du réseau DB se sont déroulés principalement dans le réseau partiel déjà mentionné entre les 90 centres de grande importance, réseau étendu à environ 100 points nodaux par des centres de vacances et autres endroits importants.

Les résultats du modèle ont confirmé la présence de goulots d'étranglement qualitatifs déjà pressentis ou reconnus, et ont abouti par ailleurs à de nouvelles impulsions dans le cadre du planning d'aménagement du réseau de la DB.

Il résulte rigoureusement des analyses qualitatives présentées – en particulier de celles concernant les facteurs de détours et les vitesses à vol d'oiseau – qu'il est nécessaire d'avoir des lignes à grande vitesse de tracé direct entre les concentrations de population de la république fédérale d'Allemagne.

Il serait souhaitable d'étendre de telles analyses qualitatives au trafic ferroviaire européen. Dans le stade actuel des examens relatifs au réseau DB, le trafic européen a été pris en considération uniquement en ce sens que le trafic international a sa source ou sa destination dans des gares frontières correspondantes. Une interconnexion internationale des courants de trafic n'a pu être établie dans la situation de données existantes.

III. Effets exercés par de grandes améliorations d'infrastructure du réseau ferroviaire sur la demande de trafic voyageurs

L'étendue du changement positif de la demande de trafic voyageurs, due aux mesures d'infrastructure prises sur le réseau ferroviaire, présente de l'intérêt sous trois aspects :

1. Aspects économiques

Pour apprécier la mesure prise sous l'angle de l'économie nationale, les facteurs revêtant de l'importance sont le nombre actuel de parcours voyageurs transférés, de moyens de transport plus chers et moins favorables à l'environnement, au réseau ferroviaire, les gains de coûts sociaux résultant d'une diminution des frais d'accident et de transport ainsi que des dépenses pour la protection de l'environnement.

Pour apprécier ladite mesure sous l'angle de la gestion commerciale et industrielle, c'est l'augmentation de la demande de transport qui revêt une importance. Pour le calcul du bénéfice, il apparaît que les lignes au tracé allongé réduisent les facteurs de détour de beaucoup de liaisons de trafic. Ce fait est d'une importance particulière, étant donné que les facteurs de détour élevés aujourd'hui notamment par rapport à la route limitent l'avantage financier en faveur du chemin de fer, résultant de frais moindres de transport propres au kilométrage. Cet effet négatif des facteurs de détour élevés est réduit au moyen d'amélioration de la topologie de réseau par des tracés nouveaux.

Si cet avantage financier peut être répercuté sur le client, les bénéfices d'exploitation augmentent éventuellement en raison d'accroissements supplémentaires de la demande et les gains en matière d'économie nationale augmentent en tout cas.

2. Aspects de technique de production et de planification régionale

Le changement de la demande et partant la modification des débits des lignes ne reste pas limité au domaine de l'amélioration d'infrastructure, mais il a des incidences, à partir de cette mesure, qui pénètrent parfois largement dans le réseau. Ce fait doit entraîner inévitablement des modifications de conceptions de production existantes dans le trafic voyageurs à grande distance, si les potentiels de transport à activer à l'aide de la mesure d'infrastructure que l'on veut épuiser de façon optimale. Dans ce contexte, il serait digne d'efforts d'obtenir des enseignements concernant les effets positifs des mesures nationales sur les réseaux des administrations ferroviaires voisines, par l'établissement d'interconnexions internationales des courants de trafic, afin de pouvoir adapter également de façon optimale les conceptions de production internationales aux infrastructures modifiées.

Soit dit en passant, des changements en faveur du rail peuvent avoir des répercussions sur la planification régionale des modes de transport étant en concurrence.

3. Les aspects rapportés à la clientèle

Les effets de mesures d'infrastructure ne sauraient être conçus seulement globalement sous des aspects économiques et régionalement sous des aspects de planification de production, mais doivent être cernés d'une façon beaucoup plus différenciée, dans le but de rendre conscients les clients potentiels des améliorations du produit en résultant dans le trafic ferroviaire voyageurs à grande distance. C'est précisément en république fédérale d'Allemagne que les opposants aux lignes nouvelles ignorent systématiquement dans quelle mesure et dans quelle extension géographique, sur ce réseau polycentrique, les voyageurs profiteront des nouvelles lignes rapides. Des dépouillements assistés par ordinateurs des interconnexions des courants

de trafic, permettent de mettre en évidence ces effets de nouvelles lignes dans des réseaux de lignes d'une ramification relativement fine. Des premiers dépouillements faits sur un réseau d'environ 400 points d'entrée ont montré par exemple que, sur l'ensemble des relations existant sur ce réseau, environ 2 000 passent par la ligne nouvelle Hanovre-Würzburg (intégralement ou partiellement), ce qui correspond à une part de l'ordre de 25 %. Pour une telle analyse également, il serait souhaitable d'avoir une distribution internationale des courants de transport qui en profitent.

IV. Examens concernant le changement de la demande de trafic voyageurs dans le réseau de la DB

Dans le cadre de la mise à jour du plan fédéral des voies de communication pour 1985, des possibilités d'amélioration de l'infrastructure ont été examinées pour la conception d'un réseau à grande vitesse, dans le but de réduire sensiblement la durée de transport.

Le premier axe se rallie à Fulda à la ligne nouvelle en cours de construction Hanovre-Würzburg et rejoint Bâle en passant par Francfort-Mannheim.

Le deuxième axe relie Münster, la partie occidentale du bassin de la Ruhr et Cologne à la région de Rhin/Main (Francfort/Wiesbaden/Mayence) et se poursuit jusqu'à Munich via Mannheim-Stuttgart-Augsburg (une ligne nouvelle est en cours de construction entre Mannheim et Stuttgart).

Un troisième axe relie la partie occidentale du bassin de la Ruhr (Dortmund) à la ville de Kassel située sur la ligne nouvelle Hanovre-Würzburg, passe alors par la ligne nouvelle en direction de Würzburg et continue jusqu'à Munich via Nuremberg.

Le dernier axe va de Nuremberg à Stuttgart où il se ramifie en direction de Karlsruhe et de Mannheim-Sarrebruck.

Dans les axes susmentionnés, comprenant différents couloirs de trafic, se trouvent à chaque fois plusieurs projets d'infrastructure, formant des ensembles compacts, sous forme de lignes nouvelles ou d'aménagements de lignes déjà existantes.

A l'aide d'un modèle de pronostic de la firme Intraplan de Munich convertissant les modifications de durée de transport en modification de demande, on a examiné non seulement les effets des axes améliorés dans leur ensemble, mais aussi ceux de mesures partielles prises dans des couloirs à l'intérieur des axes. Pour un réseau ferroviaire polycentrique tel que celui de la république fédérale d'Allemagne, il était essentiel que l'étude fit apparaître non seulement les modifications globales des prestations de transports ayant un intérêt sous des aspects économiques, mais aussi qu'elle présente par ailleurs les modifications de débits dans le couloir et dans le reste du réseau, modifications par lesquelles on peut tenir compte des nécessités en matière de technique de production.

A ce propos, l'axe « Münster-Bassin de la Ruhr-Cologne-Rhin/Main-Mannheim-Stuttgart-Munich » doit servir d'exemple pour quelques explications supplémentaires.

Cet axe comprend deux couloirs :

A : Münster-Bassin de la Ruhr-Rhin/Main-Mannheim,

B : Stuttgart-Munich.

(On suppose que dans la zone de Mannheim-Stuttgart, la ligne nouvelle en cours de construction soit réalisée).

Dans une optique économique, il est d'abord intéressant d'observer dans quelle mesure les prestations de transport augmentent par chacune des mesures de couloir et par la combinaison des deux mesures.

Les mesures d'aménagement et de construction nouvelle dans le couloir Münster-Mannheim (A), comprenant comme partie essentielle une ligne nouvelle entre Cologne et Francfort/Wiesbaden, permettent de s'attendre à un supplément du volume de trafic de 8,6 % rapporté au volume global du réseau ; les mesures du couloir Stuttgart-Munich (B) avec principalement l'aménagement des lignes existantes entre Stuttgart et Augsburg permettent de s'attendre à un supplément de 1,8 %. La combinaison des deux mesures de couloir présente avec 10,7 % une valeur supérieure – toutefois légèrement – à la somme des valeurs isolées. Les deux mesures ne sont donc pas en concurrence, mais se complètent avec un effet légèrement cumulatif.

Le supplément de prestations de transport apporte des augmentations du volume de transport jusqu'à 75 % dans les couloirs.

Ces augmentations résultent en partie d'un effet d'aspiration des nouvelles lignes rapides dans le réseau.

Dans les deux couloirs considérés dans ce contexte, la part de l'afflux de trafic dû à l'effet d'aspiration se monte à 30 %.

Outre cette réduction du volume des transports de certaines parties du réseau, le supplément de débit dans les parties situées à l'extérieur des zones touchées par les mesures revêt notamment une importance au point de vue technique de production. On constate par exemple que par la réalisation des mesures de construction nouvelle et d'aménagement dans le couloir A, on peut s'attendre à un accroissement du volume des transports de 30 % dans le couloir B sans prendre de mesures. Dans le cas inverse, on ne peut s'attendre qu'à une augmentation de 7 % dans le couloir A. Etant donné que le couloir B, contrairement au couloir A, ne peut supporter une telle augmentation quant à son débit ; les afflux de trafic (plus faibles) pourraient certes être activés sans plus à partir des mesures B, les augmentations de transports à attendre de A ne pourraient cependant être exploitées sans prendre en même temps de mesures d'aménagement dans le couloir B. Ces effets de réseau issus d'améliorations d'infrastructure importantes sont à prendre en considération lors de la conception de mesures englobant le réseau.

V. Modifications de la demande de trafic voyageurs à grande distance par les améliorations d'infrastructure recherchées dans le réseau de la DB

Lors des études des quatre axes mentionnés ci-dessus en vue de leurs effets d'accroissement de la demande, on a pu constater d'abord que les améliorations d'infrastructure se complètent mutuellement avec, en partie, un

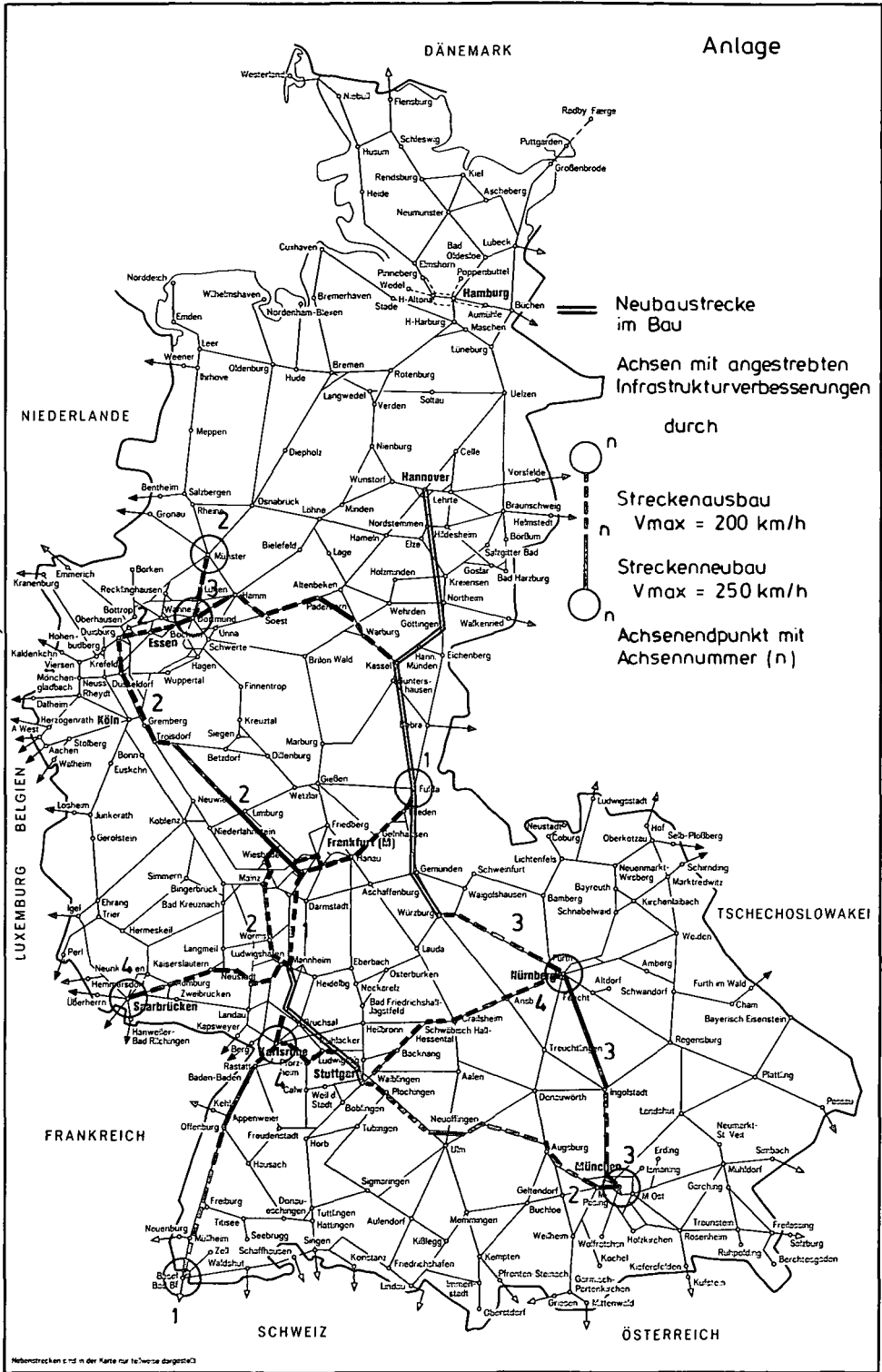
effet légèrement cumulatif à l'intérieur des différents axes. Des examens supplémentaires devraient déterminer à quel point les axes améliorés se complètent mutuellement ou se font concurrence.

Il n'y a pas de concurrence notable entre les axes Fulda-Bâle et Münster-Cologne-Rhin/Main-Mannheim-Stuttgart-Munich qui permettent de s'attendre au total à une augmentation des prestations de trafic d'environ 14 % (rapporté au réseau).

Si l'on ajoute à ces deux axes le troisième axe de Dortmund à Munich via Kassel-Würzburg-Nuremberg, la valeur globale de l'augmentation de trafic de 17,3 % en résultant est une valeur diminuée de 1,6 % par rapport à la somme des taux d'accroissement propres à chaque axe considéré isolément dans le réseau (18,9 %).

On peut constater que le troisième axe présente un effet de concurrence perceptible bien que non sérieux. Les appréciations économiques restant à entreprendre montreront dans quelle mesure les prestations de trafic supplémentaires pouvant être atteintes par une telle mesure de concurrence justifient les investissements nécessaires.

Finalement, le quatrième axe de Nuremberg à Karlsruhe/Sarrebruck n'a pas d'effet de concurrence par rapport à l'ensemble des trois axes susmentionnés, mais un effet complémentaire. Une conception d'améliorations d'infrastructure réalisées dans les axes décrits permettra de s'attendre au total à un supplément de presque 20 % des prestations de trafic dans le trafic voyageurs à grande distance.



Neubaustrecken sind in der Karte nur teilweise dargestellt

© 1998 Deutsche Bundesbahn, Zentraler Transportplanung, Kartografie, M&M

Plan des infrastructures ferroviaires.

M. Poeck
Intraplan

RFA

I. L'étude : Santraplan

Le plan national des Transports de l'Arabie Saoudite, que nous appellerons brièvement dans ce qui suit Santraplan, fut établi à la demande du ministère de la Planification entre 1979 et 1982 (1).

Le Santraplan fut réalisé en deux phases. Dans la première phase, il s'agissait d'analyser et d'apprécier les projets d'investissements dans le secteur des transports d'une manière critique, et finalement, de donner des recommandations pour le troisième plan de Développement 1980-1985. L'objectif de la seconde phase était d'élaborer un plan de développement à long terme pour l'ensemble du secteur des transports. Les recommandations portaient sur les systèmes de transport air, rail, route, cabotage, pipelines et ports et comprenaient les domaines des investissements, de l'exploitation, de l'organisation, de la gestion et de la politique des transports.

Le problème principal de la planification du développement en Arabie Saoudite est d'équilibrer la croissance de l'économie d'un côté, et de l'autre, les ressources, le potentiel de main-d'œuvre et la productivité qui existent. La forte demande d'investissement augmente le risque d'inflation dans le secteur du bâtiment et l'afflux extrêmement peu désirable de travailleurs migrants, tout en réduisant du même coup les réserves existantes en pétrole et en gaz naturel plus rapidement qu'on ne le voudrait. C'est pourquoi le gouvernement déplace l'accent mis sur l'obtention d'une forte croissance économique pour le placer désormais sur la recherche de mutations structurelles. Ceci apparaît nettement dans les buts fixés au troisième plan de Développement pour la période de 1980 à 1985 :

A. diversification de la base économique par le développement des secteurs de la production ;

(1) Adjudicataire : Kocks Consult GmbH de Coblenz, avec sa filiale Intraplan Consult GmbH de Munich.

B. réduction de la production de pétrole et de gaz pour prolonger la durée des réserves ;

C. réduction de l'afflux de main-d'œuvre immigrée ;

D. réduction des dépenses engagées pour l'infrastructure dont la part en 1980 faisait tout de même environ 50 % de l'ensemble des investissements publics.

Il est vrai, cependant, que la création de l'infrastructure de base continuera à être encouragée. Pourtant, on vise à achever ce processus au courant du troisième plan de Développement qui va jusqu'en 1985. En revanche, d'autres opérations d'investissements ponctuelles dans le secteur des transports seront soigneusement étudiées quant à leur validité économique.

Pour l'étude du Santraplan, on en tira trois objectifs centraux pour la planification à long terme :

1. Prévision du développement socio-économique en concordance avec les buts nationaux et régionaux et compte tenu de l'interdépendance entre les composantes de l'offre et de la demande telles que la production et la consommation intérieures, les importations et exportations au niveau sectoriel et régional.

2. Mise en évidence du système de transport représentant les coûts minima, et de la demande corrélative de services dans le transport à grande distance de voyageurs et de marchandises.

3. Recommandations pour la structure future du secteur des transports, tant en ce qui concerne les investissements qu'en ce qui touche la politique des transports.

II. Prémisses méthodologiques

Fondamentalement, on peut développer un concept à long terme de système national des transports en empruntant deux chemins :

A. l'évaluation de la demande dans l'avenir ; esquisse d'*alternatives stratégiques* de l'offre capables de satisfaire la demande ; appréciation des différentes stratégies et choix de la stratégie bénéficiaire de la plus forte priorité ;

B. mise en évidence de la stratégie de l'offre adéquate, telle qu'elle dérive des buts nationaux et sectoriels, par une minimisation de l'ensemble des coûts de transport ; pilotage et action sur demande par le biais de mesures appropriées.

Il convient ici d'attirer l'attention sur deux différences essentielles entre les deux démarches initiales :

1. par la seconde technique, on tente de prendre de l'influence sur les modèles et les comportements de la demande (clientèle) de telle manière que les ressources économiques mises en œuvre soient aussi économes que possible ;

2. par la démarche conventionnelle de planification : c'est par principe celle des alternatives *étudiées* dans le cadre de la planification investie de la plus

forte priorité qui est retenue, c'est-à-dire l'alternative qui n'est la meilleure que de façon relative et non – comme dans la seconde démarche – la stratégie de l'offre la meilleure dans l'absolu.

Dès le début de l'étude, le ministère de la Planification définit la philosophie de la planification à engager : le consultant est chargé, par l'intermédiaire de prémisses méthodologiques adéquats, de dégager le système de transport représentant les coûts minima, étant entendu qu'en l'occurrence, à côté de critères d'efficacité économique, des conditions-cadres et des critères relevant de considérations sociales devront être pris en compte, ce qui signifie que le système de transport devait être défini par l'intermédiaire d'un travail d'optimisation pour l'horizon 2 000 et les années intermédiaires le précédant. Cette exigence conduisit à une démarche de planification qui sera exposée ci-dessous.

La démarche initiale de la méthode est la suivante. Le processus de planification prend appui sur un modèle macro-économique étroitement associé à la démarche initiale servant au pronostic des flux de marchandises : une analyse entrée/sortie portant sur 26 catégories de marchandises et 250 cellules de transport.

Le macro-modèle fournit les données d'entrée pour le modèle du trafic voyageurs : habitants, employés ventilés par secteurs économiques, revenus, etc. Le modèle TV (trafic voyageurs) est segmenté ou désagrégé, c'est-à-dire que la demande de la clientèle a été déterminée séparément pour différentes catégories de foyer, subdivisée suivant la grandeur du foyer, les revenus, la nationalité, la possession de véhicules, etc., en fonction de critères de situation géographique et de situation du lieu de domicile par rapport au centre le plus proche, en fonction des caractéristiques domestiques et des caractéristiques de l'offre (temps, tarifs, fréquences).

Le processus d'optimisation commence avec un réseau maximum d'hypothèses, réseau pour lequel on détermine la demande qui, dans ce cas-là, est évidemment maximale. On procède alors à une réduction progressive du réseau maximum et de sa demande correspondante, par l'intermédiaire de comparaisons de coûts à l'intérieur des modes de transport et entre les différents modes. Le résultat final est en définitive la combinaison des systèmes de transport par route, rail, air, pipelines et cabotage justifiant du minimum de coûts pour le trafic voyageurs et marchandises. Les coûts pris en compte dans le processus d'optimisation comprennent non seulement les éléments représentés par les investissements, l'exploitation, la maintenance et la gestion-administration mais encore le coût du temps et des accidents. Au surplus, la réduction successive des systèmes de transport est gouvernée par des conditions-types, des conditions marginales et des restrictions.

Après cet aperçu succinct de la méthodologie globale de l'étude du Santraplan, nous allons expliciter dans le chapitre qui suit certains éléments constitutifs de l'optimisation des réseaux d'une façon un peu plus détaillée.

III. L'optimisation des systèmes de transport

Comme nous l'avons déjà signalé, il s'agissait de développer une démarche méthodologique permettant de déterminer le système de transport optimum en passant par la minimisation des coûts d'ensemble du transport et en

tenant dûment compte des conditions-cadres et restrictions imposées au départ. En l'occurrence, il apparut assez rapidement que l'objectif de l'optimisation ne pouvait être atteint que par une réduction graduelle partant d'un système maximum de transport.

Le processus d'optimisation commence donc avec un réseau maximum hypothétique et avec sa demande et ses coûts correspondants, ce que l'ordinateur fournit automatiquement, pourvu que soient disponibles les données d'entrée qui suivent :

A. Les coordonnées x et y des villes (centres) devant être comprises dans l'étude, les liaisons de transport entre ces villes (air et/ou rail et/ou route etc.) ainsi que les restrictions locales (zones militaires, topographies, etc.). Le système maximum de transport, c'est-à-dire les différents systèmes de transport (air, rail, route, pipelines et cabotage) prennent corps en établissant des liaisons directes de toutes les villes bénéficiant des mêmes communications de transport (1).

B. Au moyen des coordonnées, on détermine maintenant en fonction de facteurs de déviation, de vitesse et de coûts-usagers spécifiques aux différents moyens de transport, les longueurs, les temps de voyage ou de transport et les coûts de déplacements, bref : toutes les données d'entrée pour déterminer les flux du trafic voyageurs et marchandises pour chacun des moyens de transports.

C. Les coûts de transport servent, dans le cadre de l'optimisation, de critères pour réduire le réseau maximal. On utilise les coûts de transport de manière identique pour tous les moyens de transport.

D. Les conditions-cadres et les restrictions, telles que les critères d'accessibilité, les niveaux minima de la demande suivant le moyen de transport considéré, les facteurs maxima de déviation, les particularités locales, les chaînages de transport concevables pour les différentes relations, etc. ; ces conditions marginales sont censées d'une part garantir que les objectifs nationaux seront atteints, de l'autre prévenir tout résultat aberrant et en même temps, rendre rapide le traitement informatique.

A cet endroit, il est bon de faire remarquer deux points :

– la demande de transport, en d'autres termes, la mobilité, le choix de la destination et du moyen de transport, sont déterminés par l'intermédiaire des grandeurs d'influence habituelle (par exemple, entre autres, le revenu, les temps, les coûts tarifaires etc.), soit exclusivement par le biais de critères relevant de l'utilisateur ;

– l'optimisation passe par les coûts de transport, c'est-à-dire par le biais de critères concernant l'état ou les pouvoirs publics, la collectivité, les exploitants et les usagers.

Ceci met en lumière le fait que le processus d'optimisation ne débouche pas sur le moyen de transport le meilleur marché pour chacune des relations considérées, mais sur la combinaison de moyens de transport la moins coûteuse.

(1) Bien évidemment, il est également concevable de combiner les divers systèmes de transport (par exemple camion, train de marchandises, camion ou taxi, avion, taxi, suivant la relation en cause).

En un premier stade, on réduit le réseau maximum en l'amputant des liaisons directes qui présentent un taux de charge égal à zéro (sur tous les systèmes de transport) ou dont le taux de charge est inférieur à des seuils préalablement définis (pour tous les moyens de transport, route exceptée). La suite de la réduction du système de transport est alors effectuée en y intégrant les coûts de transport pour les systèmes air, rail et route (comparaison *intermodale* des coûts).

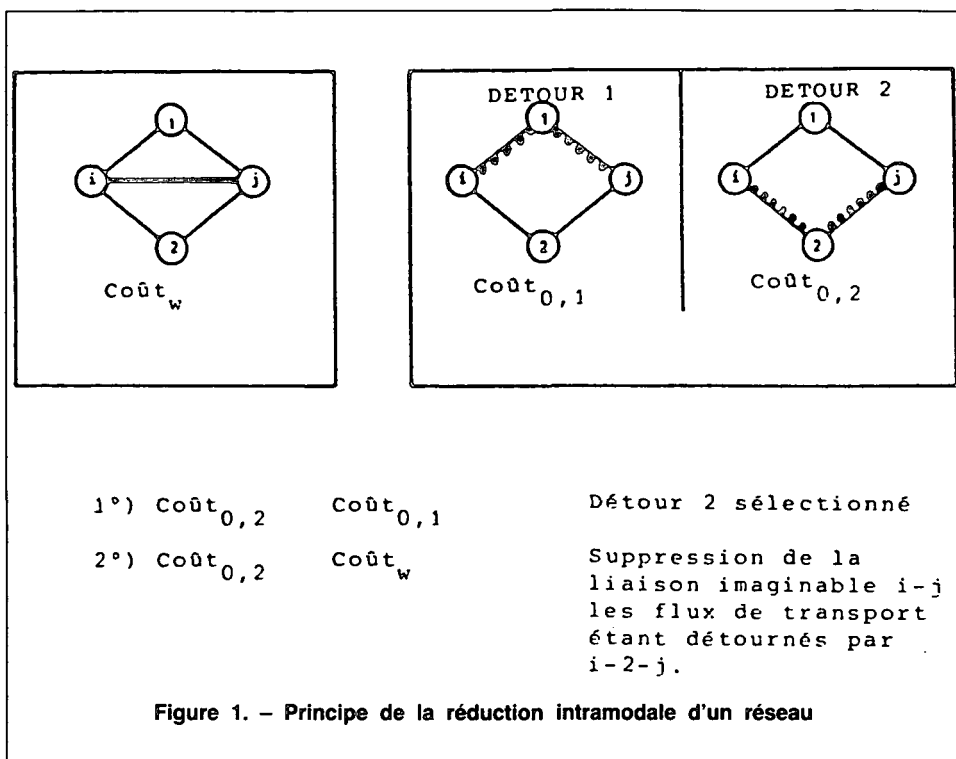
Après avoir vérifié les conditions-cadres et les restrictions spécifiques à chaque relation, on lance une simulation du type « sans » et « avec » pour chaque relation : on détermine en un premier temps les coûts de transport en partant du présupposé que, pour le trafic des voyageurs et des marchandises, on dispose des systèmes air, rail et route (type « avec »), puis en partant de l'hypothèse que seuls la route et le rail soient disponibles (type « sans »).

A cet effet, il faut effectuer, dans un cas « sans » ou « zéro », primo une réduction des voyages dans le trafic voyageurs et secondo, un éclatement des voyages qui restent, pour les répartir de l'avion sur la route et le rail. L'élimination de déplacements antérieurement effectués par avion est cohérente avec le fait que la mobilité dépend de la qualité de l'offre. Par contre, du point de vue de l'optimisation, cela semble créer des problèmes. Le problème réside dans l'objectif assigné à l'optimisation qui est de minimiser les coûts du transport : la solution la meilleure est évidemment atteinte – pour le formuler à l'extrême – au moment où il n'y a plus aucun déplacement du tout. Ceci devient naturellement absurde. C'est pourquoi on applique ici le concept inversé de la rente du consommateur : alors que dans le cas « zéro », les coûts pour les voyageurs passant de l'avion au rail ou à la route sont déterminés par l'intermédiaire des coûts unitaires propres au nouveau moyen de transport, on évalue les voyages éliminés pour la moitié de la différence entre les coûts unitaires de l'avion et du rail ou de la route. On rajoute maintenant ces coûts à titre de manque à gagner aux coûts du cas « zéro ».

On effectue cette procédure pour chaque liaison aérienne. On classe ensuite les différences de coûts entre le cas « avec » et le cas « sans » ou « zéro » par grandeur décroissante ; la liaison aérienne présentant la plus forte différence de coûts (coûts du cas « avec » supérieure aux coûts du cas « zéro ») est rayée la première. Cette procédure est répétée jusqu'à ce qu'on ne puisse plus réaliser d'économies sur les coûts (comparés avec le cas maximum). Le résultat de cette phase est un réseau aérien réduit. Dans le cadre de cette phase, on sélectionne en même temps pour chaque liaison aérienne et en fonction de la demande correspondante les types d'avion les plus avantageux en coûts.

La phase suivante consiste à réduire le réseau ferré maximum au moyen de comparaisons *intramodales* de coûts. Le principe de la procédure est illustré à la figure 1.

A cet effet, on détermine chaque fois les coûts pour le cas « avec » et pour le cas « sans » liaison directe. Pour être tout à fait précis : on détermine pour chaque liaison directe $i-j$ toutes les déviations possibles $i-1-j$, $i-2-j$... $i-n-j$ (nombre total des itinéraires de déviation m pour $n = 50$ villes : $m = (n^2 - n) (n - 2) = (50^2 - 50) (50 - 2) = 117.600 !$).



Les itinéraires de déviation dont le facteur de déviation dépasse un certain plafond bien défini (par exemple 1,5 ou 1,8) sont éliminés en un premier temps comme étant illicites.

Puis on identifie pour chaque liaison directe l'itinéraire de déviation revenant aux moindres coûts (et non celui présentant la plus faible distance !) en partant de l'hypothèse que tous les déplacements passeraient par cette déviation. On classe les différences de coûts entre le cas « avec » et le cas « sans » dans l'ordre de grandeur ; enfin, on élimine la liaison directe faisant apparaître la plus forte différence de coûts.

Au moment où le trafic (trafic des voyageurs et des marchandises) passe de la liaison directe, éliminée en premier, à l'itinéraire de déviation, la configuration et les charges du réseau changent ; dit en d'autres termes : la suite de l'ordre de classement des liaisons directes en fonction de leurs différences respectives des coûts pour le cas « avec » et « sans » est susceptible de varier. C'est pourquoi, après avoir radié une liaison directe, il faut toujours répéter la procédure qui vient d'être décrite. Toutes les liaisons directes qui assurent les transports à des coûts plus élevés que par l'intermédiaire de l'itinéraire de déviation justifiant des coûts les plus bas sont ainsi éliminées successivement. Le processus de réduction est mené à son terme au stade où l'élimination de liaisons directes ne permet plus d'enregistrer des économies d'ensemble sur les coûts.

Il s'est avéré judicieux de procéder à l'optimisation intramodale en deux étapes, cohérentes d'ailleurs avec le déroulement de la planification : déter-

miner tout d'abord les corridors principaux en y incorporant les centres majeurs ; puis, dans un second stade, étudier le raccordement supplémentaire d'autres centres aux corridors principaux préalablement identifiés au moyen de comparaisons intramodales des coûts.

Le résultat d'une optimisation intramodale est un réseau réduit (par exemple réseau ferré ou routier) comprenant en même temps les charges sur le réseau et les coûts de transport. Cette technique se prête à une application évidemment dans les mêmes conditions au système de transport par route.

Le dernier élément que nous allons décrire ici recouvre la comparaison intermodale des coûts entre le rail et la route. Les données d'entrée sont constituées par les réseaux ferré et routier obtenus par réduction au moyen de l'optimisation intramodale.

Dans une large mesure, la procédure correspond au procédé mis en œuvre pour la réduction du réseau de navigation aérienne. On compare ici les coûts à prévoir, dans l'hypothèse où le trafic est assuré par route et par rail (cas « avec »), aux coûts du cas « zéro » (rail uniquement).

A ce niveau, la tâche principale du planificateur est de définir de manière raisonnable des projets séparés au sein du réseau ferré que l'on appréciera ensuite au moyen d'une comparaison des coûts en regard de trajets correspondants d'un réseau routier. Ce faisant, l'évolution de la planification sera illustrée clairement par deux cas extrêmes : on peut définir d'une part comme figurant le cas « avec » le réseau ferroviaire d'ensemble, tel qu'il a été réduit au moyen de la comparaison intramodale des coûts, ou encore la liaison ferrée entre deux villes voisines.

Il s'est avéré utile de décomposer le réseau ferré réduit au stade précédent en corridors principaux, secondaires et en branchements extérieurs, en fonction de la demande, puis de lancer la procédure d'optimisation intermodale en commençant par les branchements ayant la charge la plus faible.

Il suffit de faire entrer l'indication de la succession des nœuds ferroviaires sur le tronçon à étudier. Le traitement informatique assure dès lors la simulation des changements dans le cas « sans » et si dans le cas « avec », les coûts sont plus élevés que dans le cas « sans », le tronçon de réseau ferré examiné est éliminé. A cet effet, la totalité des flux de transport (voyageurs et marchandises) passant sur le tronçon ferré radié est transférée du point de départ (source) au point de destination (but), c'est-à-dire y compris dans le réseau ferré qui reste, du rail à la route (1).

On poursuit ainsi l'optimisation jusqu'au moment où il devient meilleur marché d'assurer le trafic par route et par rail au lieu de le faire passer uniquement sur la route.

Enfin, on déplace les flux de transport passant sur des tronçons ferrés radiés sur les moyens de transport que sont l'avion et la route (voitures et autocars) en fonction des grandeurs d'influence à respecter dans chaque cas. Le résultat final en est la combinaison des systèmes de transport justifiant des coûts minima, assortie des charges sur les réseaux respectifs et les coûts ventilés par éléments constitutifs pour chaque système de transport.

(1) Condition-cadre : les chaînes de transport (par exemple : camion- rail- route ; bus- rail-taxi) sont admises jusqu'à certaines distances déterminées.

Les progrès méthodologiques nécessaires à une meilleure évaluation a priori de l'intérêt d'un projet de dessertes ferroviaires à grande vitesse en Europe

M. Morellet

FRANCE

Institut de Recherche des Transports

M. Huart

Service d'Analyse Economique et du Plan

I. Préambule

Le processus devant conduire à la réalisation d'un projet de dessertes ferroviaires à grande vitesse, ou au contraire à l'abandon au moins momentané d'un tel projet, comporte généralement la conduite d'un ensemble plus ou moins riche d'études préalables, visant à apprécier la faisabilité, l'intérêt ou les conséquences probables de l'opération.

En fonction des objectifs précis fixés à chaque étude et de la nature exacte des résultats attendus, diverses questions élémentaires sont soulevées, qui touchent de près ou de loin aux aspects d'offre, de demande, de financement, d'évaluation socio-économique ou d'ordre juridique et institutionnel.

Chacune de ces questions fait normalement l'objet des communications ou des débats prévus dans le cadre du séminaire autour du thème correspondant ; mais il a paru intéressant aux auteurs de cette communication de traiter du problème des études préalables de façon plus « horizontale », en essayant de montrer comment les différentes questions élémentaires s'inscrivent dans un déroulement général des travaux et comment un choix cohérent des méthodes peut être fait pour les résoudre, compte tenu de l'acquis ou des lacunes de la connaissance en la matière.

Dans cet esprit, il est tenté une première synthèse des pratiques en vigueur, sur la base de l'expérience vécue en France ou de la connaissance, certes très fragmentaire, que les auteurs peuvent avoir des expériences étrangères.

En outre, dans le seul but d'alimenter les débats au cours du séminaire et, éventuellement, les échanges qui suivront entre pays ou organismes, diverses suggestions d'amélioration ou d'approfondissement des méthodes sont faites, toutes susceptibles de donner lieu à court ou moyen terme à une coopération internationale.

Deux types d'études ou phases d'étude seront traitées essentiellement : l'estimation a priori du trafic intéressé par un projet de dessertes et l'évaluation du projet d'un point de vue économique ; et si pour des raisons pratiques les considérations relatives à ces questions font l'objet de deux chapitres

successifs, on n'oubliera pas que les problèmes soulevés dans l'un et l'autre cas sont liés et que c'est l'objet même des études préalables de donner un cadre unique à la recherche de solutions aussi cohérentes que possibles.

III. L'étude de trafic

En l'absence d'exemple concret d'étude préalable de desserte ferroviaire à grande vitesse du point de vue du transport de marchandises, il ne sera traité ici que des études menées à propos du trafic de voyageurs.

Dans ce strict cadre, les considérations seront développées en faisant référence à l'analyse d'un certain nombre d'études particulières menées au cours des dix dernières années en Europe à propos de projets de dessertes ferroviaires à grande vitesse et rapidement présentées en annexe n° 1 :

– « L'avenir des transports de voyageurs en Europe » (OCDE - CCE - CEMT, 1976) (1)

– « Comparative assessment of new forms of intercity transport » (TRRL, Grande-Bretagne, 1973)

– « Verkehrliche Auswirkungen eines Elektromagnetischen Schnellbahnsystems Frankfurt-Paris » (DFVLR, république fédérale d'Allemagne, 1982)

– Les travaux du groupe tripartite relatif à la liaison rapide Paris-Bruxelles-Cologne (France - Belgique - république fédérale d'Allemagne, 1984).

Ces quelques exemples ne prétendent pas évidemment représenter la totalité des études menées ici ou là, de façon plus ou moins aboutie, à propos de projets analogues ; mais nous pensons qu'ils donnent une bonne image de la diversité des pratiques d'étude mises en œuvre à ce jour et des possibilités et limites des différentes options méthodologiques envisageables.

Par ailleurs, il va de soi que, conçues avant tout en fonction du contexte européen, les considérations faites ne sont pas transposables telles quelles à d'autres régions du monde connaissant ou bien un état du système de transport différent (en ce qui concerne la place prise par le mode ferroviaire, notamment) ou un stade de développement socio-économique moins avancé.

A. Les résultats attendus de l'étude de trafic

Avant de décrire les démarches envisageables pour la réalisation des études de trafic et d'examiner les différentes méthodes à mettre en œuvre dans le cadre des démarches, il importe de bien préciser au départ les objectifs de l'étude, et plus précisément les types de résultats sur lesquels celle-ci doit déboucher.

A considérer les quelques cas d'études concrètes qui nous servent ici de référence, il apparaît que les principaux produits attendus des études de trafic peuvent être répertoriés comme suit.

(1) Etude connue également sous le nom d'Action 33.

1. Le volume (en voyageurs et en voyageurs/kilomètres) du trafic écoulé sur les dessertes à grande vitesse étudiées,

- total par année étudiée,
- décomposé par trains (de façon à permettre le dimensionnement du parc de matériel roulant et du nombre des trains à prévoir).

2. Les effets de la mise en service des nouvelles dessertes sur les volumes de trafic écoulés par ailleurs,

- par d'autres moyens de transport (dessertes ferroviaires classiques comprises) sur les mêmes liaisons,
 - éventuellement, par trains à grande vitesse ou autre moyen de transport sur d'autres liaisons que celles aménagées,
- et ceci essentiellement en moyenne annuelle (encore qu'une décomposition selon certaines périodes de l'année soit parfois très utile); ces résultats permettent notamment d'évaluer les économies de coûts de transport et les pertes de recettes à prévoir sur le réseau classique.

3. Les recettes produites annuellement sur les nouvelles dessertes,

- ou bien brutes (ce qui suppose de connaître la décomposition du trafic des trains à grande vitesse par classe tarifaire, quand il en est prévu plusieurs),
- ou bien nettes du manque à gagner sur les autres dessertes assurées sur les mêmes liaisons et même, le cas échéant, sur d'autres liaisons (notamment ferroviaires, quand un bilan financier doit être établi à l'échelle d'un réseau ferroviaire national dans son entier).

4. Les avantages « concrets » procurés aux usagers par les nouvelles dessertes,

éventuellement valorisés au stade de l'évaluation des projets selon des estimations monétaires unitaires dont certaines peuvent dériver directement des modèles ou valeurs chiffrées utilisées dans le cadre de l'étude de trafic elle-même; dans certains cas, également, les méthodes d'évaluation retenues réservent des traitements différents aux trafics dits « transféré » et « induit » (cf. § B.1), qu'il s'agit alors de mesurer indépendamment et de façon assez précise.

Il convient, compte tenu des résultats recherchés parmi les différents types listés ci-dessus, de prévoir des modalités d'étude qui assurent le détail voulu dans la production des résultats et une fiabilité suffisante pour chaque résultat élémentaire à considérer isolément.

Par ailleurs, chacun de ces résultats doit être produit pour l'une des premières années de mise en service projetées des dessertes (dès le début des années 1990 pour certains projets, vers 2000 ou 2010 pour ceux qui n'en sont qu'au stade de pré-études de faisabilité), ainsi qu'à différents horizons ultérieurs rythmant la période d'exploitation suivant la mise en service, et ceci pour chaque variante étudiée du projet.

B. La démarche suivie habituellement dans la conception de l'étude

Très schématiquement, trois grandes phases peuvent être distinguées dans l'avancement de l'étude de trafic.

1. *Une première phase de description* aussi exacte et précise que possible de la situation (en termes de demande de trafic et d'offre) sur les liaisons étudiées au moment de la réalisation de l'étude (et au cours d'une période de plusieurs années précédant cette date quand il s'agit d'apprécier l'évolution de certains phénomènes) ; le plus souvent, les liaisons retenues dans le champ de l'étude sont celles qui empruntent en totalité ou partiellement un corridor géographique délimité en fonction de la configuration spatiale prévue pour les dessertes étudiées.

Cette première phase n'est pas à proprement parler absolument indispensable, dans la mesure où certains modèles existent qui sont censés permettre de reconstituer les trafics à un horizon futur en fonction d'hypothèses de caractéristiques d'offre, sans qu'il soit nécessaire de raisonner par extrapolation d'une situation mesurée à un instant donné ; mais, même dans un tel cas, il semble à tout le moins indispensable de valider les modèles sur des observations, d'où l'intérêt de bien décrire une situation pour une année aussi récente que possible.

2. *Un exercice de projection* de la situation en demande de trafic et en offre aux horizons d'étude sous certaines hypothèses d'évolution du contexte socio-économique dans les régions concernées et d'évolution des caractéristiques de l'offre de transport traduisant ce qui adviendrait en cas de non réalisation des dessertes à grande vitesse.

3. *Une analyse des effets* produits par l'hypothèse de la mise en service des dessertes par rapport à la situation projetée « sans mise en service des dessertes », du fait de l'incidence qu'aura l'attractivité de telles dessertes sur le comportement des individus se déplaçant, toutes choses égales par ailleurs, mais aussi du fait des modifications que peut induire l'existence des dessertes sur le contexte socio-économique général et, surtout, sur les caractéristiques de l'offre des autres moyens de transport.

Au cours de cette dernière grande phase, il est procédé à une mise au point plus précise que cela ne pouvait être fait a priori, des modalités exactes des dessertes (diffusion dans l'espace, fréquence des services, principes de tarification), compte tenu d'interactions qui peuvent être mises en évidence entre l'offre et la demande.

Les modalités de description de la situation au moment de l'étude sont choisies en fonction de nécessités imposées par les méthodes de projection de cette situation aux horizons étudiés et par celles qu'impliquent les procédés d'évaluation des effets de la mise en service des dessertes à grande vitesse ; aussi est-il préférable, avant d'examiner en détail sous quelle forme et à partir de quelles données de base la situation actuelle peut être décrite, de rappeler et de commenter les méthodes utilisées pour :

- prendre en compte l'évolution du contexte général dans la prévision,
- reproduire les modifications du comportement des individus face aux transformations apportées à l'offre de transport.

C. La projection de la situation observée à une date donnée aux horizons d'étude

Deux aspects des options à prendre au cours de cette phase de travail doivent être distingués :

- le choix de la méthode de projection proprement dite, permettant la prise en compte des liens existant entre la demande de trafic et l'évolution du contexte socio-économique ou du niveau de service offert par le système de transport,
- et le choix des hypothèses définissant l'évolution du contexte de prévision lui-même.

1. Les méthodes de projection

Deux options assez différentes sont offertes.

a) La plus simple revient à extrapoler les taux de croissance observés dans le passé sur les liaisons (ou les lignes) considérées par moyen de transport, de façon indépendante d'un moyen à l'autre, en tenant compte des éventuelles inflexions que pourrait connaître l'évolution du contexte socio-économique ou de l'offre de transport, et des phénomènes possibles de « saturation » (frein de la croissance de la circulation automobile à l'approche des seuils maximaux de motorisation et de multimotorisation des ménages, en particulier).

Mais, si ont été développés dans la plupart des pays des modèles économétriques qui permettent de relier l'évolution du trafic domestique sur un réseau de transport à celle des grandes caractéristiques socio-économiques du pays (et, dans certains cas, quelques caractéristiques globales de l'offre du moyen de transport considéré ou de ses concurrents), il n'existe à notre connaissance de modèle de ce type valable pour le trafic international qu'en ce qui concerne le réseau aérien ; l'extrapolation du taux de croissance à prévoir sur les liaisons routières ou sur les lignes ferroviaires entre pays ne peut en conséquence qu'être très grossière, par le jeu de modulations plus ou moins arbitraires apportées aux tendances observées par le passé en fonction d'« avis d'experts ».

Une solution de cette nature a par exemple été adoptée, compte tenu de la brièveté des délais d'étude, pour l'étude de la liaison Paris-Bruxelles-Cologne ; notre sentiment est que ce choix est acceptable en première approximation quand l'horizon d'étude se situe à moyen terme (c'est-à-dire à une dizaine d'années environ) : dans un tel cas, une erreur de un ou deux points sur le taux annuel de croissance d'un trafic modal (ce qui est beaucoup, puisque ces taux tournent actuellement, sur les types de liaisons rencontrés dans les études de desserte à grande vitesse, autour de quelques points) biaise l'estimation des trafics à l'horizon d'étude dans une proportion tout à fait compatible avec les incertitudes qui proviennent des autres phases de l'étude (évaluation des trafics à l'époque de l'étude, ou estimation des effets des dessertes à grande vitesse).

Mais il faut savoir que le choix d'une telle méthode, pour le trafic international comme d'ailleurs pour le trafic domestique, ne donne pas directement la valeur des taux de croissance propres au trafic écoulé par les dessertes étudiées tout au long de leur période d'exploitation ; ici, il n'est évidemment pas possible d'extrapoler des tendances observées dans le passé comme

cela était possible à propos des moyens de transport classiques, et l'on ne peut faire mieux que formuler des hypothèses qui apparaissent comme réalistes compte tenu de l'« origine » présumée du trafic des nouvelles dessertes.

b) En revanche, lorsqu'il s'agit d'évaluer des trafics à long terme (au-delà de l'horizon 2000, pour une étude réalisée aujourd'hui), il semble que la seule solution acceptable soit de procéder en deux étapes :

- apprécier l'évolution de la mobilité des individus sur les liaisons étudiées,
- répartir les volumes totaux de trafic obtenus à l'horizon d'étude entre les moyens de transport, compte tenu de la détermination de la structure des déplacements effectués sur la liaison, ou de la dérive du partage modal à caractéristiques de déplacement données.

– On conçoit assez aisément comment l'évolution de la mobilité des résidents dans un pays donné sur des liaisons domestiques peut être projetée à vingt ou vingt-cinq ans sur la base d'une analyse approfondie de la modification des pratiques des différentes catégories de ménages (caractérisés par la taille et la structure, le revenu, l'activité du chef de famille, la région de résidence, la motorisation) sur une période passée de durée suffisamment longue (au moins 10 ans pour que les phénomènes étudiés, qui sont assez lents, puissent être dégagés des aléas d'observation ou des événements parasites extérieurs aux phénomènes étudiés) ; cependant, à titre de validation, il importe de vérifier que les enseignements tirés de l'analyse des évolutions par catégorie de ménage permettent effectivement de reconstituer approximativement la croissance observée de l'activité du système de transport à longue distance dans le pays considéré.

Dans le cas où les dessertes peuvent intéresser un volume significatif de trafic international, un des objectifs de la projection sera d'estimer de façon aussi correcte que possible l'évolution de la mobilité des résidents des pays concernés à destination de l'étranger ; en ce qui concerne ce phénomène, à l'effet des facteurs sociologiques ou économiques jouant sur la mobilité domestique, s'ajoute celui des freins imputables aux barrières linguistiques ou culturelles, à la moindre intégration économique des régions concernées ou même aux différences de parités monétaires entre pays : ces freins agissent de telle sorte que, toutes choses égales par ailleurs, le trafic s'échangeant entre deux zones données est beaucoup plus faible (1) si ces deux zones appartiennent à des pays différents que si celles-ci faisaient partie du même pays : c'est le phénomène bien connu de l'« effet-frontière ».

Sur ce point, une chose est de mesurer l'importance de ces effets à une date donnée pour un ensemble de relations données (ce qui peut être fait de façon assez satisfaisante, sous réserve de la mise au point d'un bon modèle expliquant la génération – distribution du trafic entre couples de zones), une autre est de prévoir dans quelle mesure l'effet ainsi mesuré est susceptible de dériver (et vraisemblablement de diminuer) au fil des années, du fait de l'intégration économique européenne, du développement des capacités linguistiques des citoyens des différents pays et de l'évolution de la propension de ces derniers à connaître les autres pays européens.

(1) D'après certaines études, le rapport peut aller de 1 à plusieurs unités.

Or, il n'a jamais été mené, à notre connaissance, d'évaluation de ces effets frontière à deux dates suffisamment éloignées l'une de l'autre et avec une précision de mesure suffisante pour que l'on puisse se faire une idée de la façon dont les effets se transforment au cours du temps.

On peut même craindre que les données disponibles sur les quinze dernières années ne se prêtent pas à une telle comparaison (pas même les indicateurs d'évolution de l'activité des lignes internationales, puisqu'en ce qui concerne la route, les résultats de comptages aux frontières mêlent indistinctement le trafic automobile à courte distance à celui à moyenne ou longue distance). Seule, peut-être, une comparaison temporelle s'appuyant sur un nombre suffisant d'enquêtes effectuées auprès des ménages de différents pays européens au cours de deux périodes distinctes pourrait-elle produire quelques éléments de réponse : le risque existe toutefois que, au-delà des problèmes techniques qu'un tel exercice soulèverait, l'agrégation de plusieurs enquêtes ne suffise pas à pallier l'insuffisance qui caractérise la plupart des enquêtes « ménages » considérées individuellement, à savoir la faible précision de mesure d'un phénomène aussi ténu et aléatoire à l'échelle d'un individu que la mobilité internationale.

Dans l'attente de tels éléments, force est d'accepter de travailler sur la base d'hypothèses arbitraires choisies avec circonspection ; à ce sujet, l'examen de l'évolution de l'activité des lignes internationales et ferroviaires (mais qu'en est-il exactement du trafic par autocar, qui semble connaître une expansion importante ?) en Europe et les comparaisons sommaires qui peuvent être faites entre enquêtes « ménages » françaises ne semblent par révéler une croissance d'échanges internationaux très nettement supérieure à celle du trafic domestique à longue distance ; en conséquence, comme aux auteurs de l'Action 33 en 1976, il nous paraît préférable de s'en tenir, en ce qui concerne la diminution des effets-frontière, à des hypothèses très modestes et n'ayant pas en tout cas pour effet d'augmenter de plus de un point le taux de croissance annuel dérivé « normalement » de l'évolution des facteurs socio-économiques classiques.

— Une fois supposée connue l'évolution de la mobilité des individus, il reste à estimer au profit ou au détriment de quel moyen de transport se fera cette évolution, en tenant compte à la fois du développement du phénomène de motorisation et de multimotorisation des ménages, de l'amélioration ou de la dégradation (dans certains cas) des conditions de transport offertes par chaque moyen et d'une éventuelle modification lente de l'attitude des individus vis-à-vis de chaque mode (et du mode aérien, en particulier) ; cette question renvoie au problème de la connaissance et de l'explication du comportement des usagers, qui sera traité plus loin à propos de l'évaluation des effets des dessertes à grande vitesse.

2. Le contexte de projection

a) En ce qui concerne l'élaboration de scénarios de développement économique des pays européens, les exemples utiles d'études réalisées dans chacun de ces pays ne manquent pas, au moins pour ce qui est du moyen terme ; le problème, dans ce cas, est surtout d'harmoniser les hypothèses des différentes prévisions nationales afin de bâtir un ou plusieurs scénarios cohérents pour l'ensemble des pays pris en considération dans l'étude ; un exercice de cette nature a été mené lors de l'étude sur l'axe Paris-Bruxelles-Cologne et il en ressort que, même si le travail d'harmonisation ne peut

être totalement rigoureux, des solutions de compromis acceptables peuvent être trouvées.

Pour ce qui est des projections à long terme, les administrations compétentes des pays affichent rarement des scénarios chiffrés, compte tenu de l'incertitude inhérente à toute prévision d'évolution économique sur une aussi longue période ; les auteurs des études de transport sont donc contraints de bâtir leurs propres hypothèses en s'appuyant le cas échéant sur les résultats des travaux menés par des sociétés spécialisées, ou par des organismes internationaux comme l'OCDE, l'ONU ou la CCE, ainsi que cela a été fait dans le cadre de l'Action 33 pour la période 1970-2000 et pour l'ensemble des pays européens.

Il serait à cet égard très utile, dans le but de fournir un cadre cohérent, sinon totalement sûr, aux études internationales à venir (et même si celles-ci ne concernent pas l'ensemble du réseau européen), de reprendre les perspectives établies dans le cadre de l'Action 33 à la lueur des événements observés depuis 1976.

b) Un travail identique est également nécessaire en ce qui concerne les hypothèses d'évolution des réseaux de transport à l'échelle européenne, selon que sont ou non réalisés les projets étudiés de dessertes à grande vitesse ; pour ce qui est de cet aspect du contexte de projection, en effet, l'on ne peut se contenter d'un (ou de plusieurs) scénario(s) reproduit(s) à l'identique pour les évaluations de trafic « avec » et « sans » les dessertes étudiées (1) : il est tout à fait réaliste de penser que les nouvelles conditions de concurrence créées par l'existence de dessertes ferroviaires attractives sont de nature à inciter les responsables du transport aérien à infléchir leur politique sur le plan des dessertes assurées et des tarifs offerts.

C'est d'ailleurs sur le réseau européen le mode aérien qui, avec le transport collectif routier, soulève le plus d'interrogations en ce qui concerne le niveau et la structure des dessertes qui pourront être offertes aux usagers à moyen et long terme ; car l'évolution des conditions physiques de transport en voiture particulière ne pourront être modifiées que marginalement, compte tenu de la congestion de certaines parties localisées du réseau et de l'extension ponctuelle (par l'achèvement du réseau autoroutier par exemple) de celui-ci, et l'on voit mal comment le niveau de service ferroviaire pourrait se transformer significativement à l'échelle de l'Europe tout entière (dans l'hypothèse, bien sûr, de non réalisation des projets de dessertes à grande vitesse).

Dans le cas du transport collectif routier, il serait dans un premier temps très utile de reconstituer l'évolution des dessertes internationales assurées, de façon régulière ou occasionnelle, au cours des dix années passées, en ce qui concerne les services assurés, les tarifs offerts et le type de clientèle transportée ; une connaissance précise du rythme d'expansion de ce type de transport, que l'on pressent important, permettrait certainement de mieux

(1) Il n'est pas exclu non plus que l'existence des dessertes à grande vitesse influe également sur l'évolution de certains facteurs motivant la mobilité des individus, et par exemple s'accompagne d'une réduction des effets-frontière plus rapide que celle prévue sans les dessertes, par incitation des individus à se rendre à l'étranger ; mais il s'agit là d'une question qui relève plutôt du débat sur les relations entre amélioration de l'offre de transport et mobilité des individus, qui sera traité en son temps dans la présente communication.

imaginer ce que pourrait être la place de celui-ci dans le futur, au moins à moyen terme.

Pour ce qui est de l'avion, la question principale posée pour le moyen et surtout le long terme, eu égard aux enjeux intéressant les dessertes ferroviaires à grande vitesse, est de savoir dans quelle mesure pourront se développer les liaisons directes entre les agglomérations autres que les capitales ou métropoles des pays européens, compte tenu de la demande potentielle et des possibilités technico-économiques d'exploitation de ce type de desserte.

Sur ces points, comme pour ce qui concerne l'évolution des prix de transport, une actualisation et une sélection des scénarios établis en 1976 dans le cadre de l'Action 33 pourrait utilement déboucher sur un cadre de référence pour le choix des hypothèses à retenir pour telle ou telle étude particulière en ce qui concerne le contexte d'offre « sans le projet de dessertes à grande vitesse étudié ». Quant à émettre des hypothèses sur l'impact que l'existence de ces dessertes pourrait avoir sur les caractéristiques des dessertes aériennes, et notamment sur leurs tarifs, il semble que l'on en soit réduit pour l'instant à de pures conjectures, à moins qu'il n'ait été mené ou puisse être développée par les organismes compétents une étude économique visant à estimer quelle marge reste aux transports aériens pour jouer sur les tarifs dans des conditions viables de rentabilité avec l'objectif de reconquérir une partie du marché que sont susceptibles de leur enlever les dessertes ferroviaires.

D. La simulation des modifications de comportement des individus face aux transformations apportées à l'offre de transport

Il s'agit, à cette phase de l'étude, d'identifier et de donner la mesure des phénomènes dont la connaissance s'avère indispensable pour la bonne obtention des résultats attendus de l'étude (cf. § A) ; les résultats en question sont de nature essentiellement « comptables », sauf dans le cas où le processus d'évaluation de l'intérêt du projet prévoit explicitement la prise en considération individualisée de tel ou tel type de modification des pratiques de déplacement des individus : l'on s'intéresse principalement à des « masses » globales de déplacements, de voyageurs/kilomètres ou de recettes, gagnées par le mode ferroviaire ou perdues par les autres moyens de transport.

Mais obtenir un résultat de caractère très agrégé peut parfois nécessiter la mise en évidence et l'explication d'un grand nombre de phénomènes particuliers, concourant tous au résultat final par un jeu de synergie et, le cas échéant, de compensations.

D'un point de vue méthodologique, la question se pose alors de savoir jusqu'à quel niveau de finesse et de fidélité dans la reproduction des phénomènes véritables l'étude de trafic doit descendre, eu égard à l'enjeu que peut représenter un tel niveau d'approfondissement pour la qualité des résultats produits in fine.

Bien sûr, il est illusoire de vouloir donner une réponse unique et définitive à cette question ; il n'est pas inutile cependant de chercher à esquisser, sur la base des expériences passées, les méthodes qui pourraient être mises

utilement en pratique à l'occasion d'études futures, et ceci en se plaçant de deux points de vue successifs :

– tout d'abord en faisant abstraction des contingences de délais ou de moyens et en imaginant ce que pourrait être une méthode sophistiquée, reflétant au mieux chacun des phénomènes en jeu et se donnant par là-même les meilleures chances de réussite ; mais il va sans dire qu'une telle méthode n'est pas encore mûre et ne pourra pas être utilisée opérationnellement avant plusieurs années ;

– ensuite, dans le souci d'être utile aux réflexions ou aux travaux qui pourront se faire jour à court terme, en proposant une méthode plus sommaire, qui reste pourtant compatible en première approximation avec les principales exigences requises par l'étude de trafic et peut être mise au point dans des délais assez brefs, sous réserve des moyens nécessaires en collecte de données de base.

La description de chacune de ces propositions, néanmoins, ne doit pas faire oublier au lecteur que, tant qu'un nombre suffisant d'expériences de mise en service de dessertes à grande vitesse n'aura pu donner lieu à des observations fiables sur une durée assez longue, il ne pourra être véritablement jugé de la capacité de telle ou telle méthode à fournir des pronostics solides pour l'évaluation de l'intérêt d'un projet de dessertes ; il faut bien, à l'heure actuelle, accepter un risque non négligeable quant à la validité des estimations préalables, sinon du trafic ferroviaire classique intéressé par les projets de dessertes, du moins du trafic supplémentaire acquis au mode du fait des nouvelles dessertes.

1. La reproduction fidèle des phénomènes mis en jeu (1)

Pour autant que l'on puisse en juger en l'état actuel de l'expérience acquise à ce sujet, il semble que les nouvelles possibilités de transport offertes par les dessertes étudiées (c'est-à-dire des temps de parcours intermédiaires entre ceux permis par l'avion et anciennement par les trains classiques, et, souvent, une plus grande fréquence de desserte, pour un prix ou bien égal au tarif ferroviaire classique, ou bien intermédiaire lui aussi entre ce dernier tarif et les tarifs aériens) aient pour effet de modifier *dans* leur ensemble les pratiques de mobilité des individus intéressés par ces nouvelles possibilités ; par ailleurs, très vraisemblablement, ces modifications ne sont ni instantanées, ni toutes définitives.

a) La modification des pratiques de mobilité

Il apparaît que des phénomènes très différents peuvent jouer simultanément, et notamment les adaptations de comportement suivantes, par rapport à ce qui se passerait en l'absence des nouvelles dessertes :

– disparition de déplacements ayant certaines caractéristiques (en motif de voyage, durée de celui-ci, taille de groupe en voyage, revenu des voyageurs notamment), qui se seraient effectués par la liaison par fer ;

(1) Le lecteur trouvera une présentation plus détaillée des considérations faites ci-dessous dans la communication « Les effets de la mise en service d'une desserte ferroviaire à grande vitesse sur les caractéristiques du marché et le partage de celui-ci entre les modes de transport (O. Morellet, J.-M. Fourniau, J.-F. Lefol et E. Lerulez, thème « La demande »).

- disparition de déplacements ayant certaines caractéristiques, qui se seraient effectués sur la liaison par d'autres moyens de transport ;
- disparition de déplacements ayant certaines caractéristiques, qui se seraient effectués sur d'autres liaisons par l'un ou l'autre moyen de transport ;
- apparition de déplacements nouveaux de caractéristiques adaptées aux nouvelles dessertes, et empruntant logiquement ces dessertes ;
- enfin, pur report des modes « classiques » vers les nouvelles dessertes de déplacements à autres caractéristiques inchangées.

Bien sûr, il est certain que ces phénomènes sont pour la plupart liés, c'est-à-dire qu'un (ou plusieurs) déplacement(s) d'un certain type n'apparaît(ssent) pas sans que n'en disparaisse(nt) un (ou plusieurs) autre(s) d'un autre type ; aussi la conjonction de deux de ces phénomènes peut-elle donner, dans le cas où les déplacements concernés ne se font pas par le même moyen de transport, l'image d'un report de mode ; mais il faut savoir qu'il ne s'agit pas en l'occurrence d'un véritable report puisque le changement de mode n'est en fait qu'un des avatars d'adaptation des caractéristiques du (ou des) déplacement(s) ancien(s) aux possibilités nouvelles offertes par les dessertes à grande vitesse.

Et l'on peut avancer l'idée que ce qui compte vraiment pour la bonne compréhension et reproduction ultérieure des phénomènes, ce n'est pas tant de connaître les modalités de choix du mode de transport par l'utilisateur pour un déplacement de caractéristiques données, que de savoir dans quelle mesure le nouveau mode de transport offre aux individus l'opportunité de modifier les caractéristiques de leurs déplacements sur la liaison aménagée.

C'est d'ailleurs, très schématiquement, ce que prétend représenter le très classique modèle « à quatre étapes » (génération, distribution, partage modal, affectation sur les réseaux), tel que celui-ci a été par exemple mis en œuvre dans l'Action 33 : l'on évalue l'effet qu'a la modification de l'offre sur le volume et la structure (selon diverses caractéristiques) des déplacements effectués sur la liaison étudiée, avant de répartir les déplacements de chaque type entre les modes de transport (selon des règles finalement très simples (1), qui traduisent le fait que l'éventail des choix modaux est peu diversifié dès que sont données toutes les autres caractéristiques du déplacement) (2).

Mais les nécessaires simplifications qu'ont dû introduire les auteurs de cette étude, compte tenu de l'état des connaissances de l'époque, font que toutes les possibilités de la démarche à quatre étapes ne sont pas exploitées :

- la génération pour motif personnel ne dépend pas de l'état de l'offre, ce qui interdit de faire le lien entre l'amélioration des dessertes sur un axe donné et la mobilité globale des individus ;
- la distribution ne prend pas suffisamment en compte le lien qui peut exister entre les possibilités de transport sur la liaison et la fréquence d'apparition de déplacements de caractéristiques fines données sur cette

(1) Dont il reste à vérifier les possibilités d'« extrapolation » à la situation d'offre nouvelle créée par l'existence des dessertes à grande vitesse ; mais ceci est une autre question.

(2) C'est, par ailleurs, ce type de modèle qui permet de prévoir la dérive du partage modal des déplacements projetés de l'année d'étude à l'horizon de mise en service des dessertes, compte tenu de leur évolution en structure et de celle de l'offre des modes, comme signalé au paragraphe C.1.b.

liaison (notamment en durée de séjour à la destination, motorisation, ou nombre de voyageurs se déplaçant ensemble) ;

– ce dernier inconvénient ne se fait pas trop sentir au stade du partage modal, puisque les règles qui conditionnent ce partage ont été ajustées de façon telle qu'elles intègrent implicitement les effets qu'a le niveau de l'offre sur les caractéristiques fines de la population d'un type de déplacement donné ; mais, ceci se fait au détriment d'une connaissance plus approfondie des raisons du partage du marché des déplacements entre les modes de transport, et donc d'une plus grande validité, a priori, de l'extrapolation des mécanismes ainsi mis en évidence au cas extrême correspondant à l'existence de dessertes ferroviaires à grande vitesse.

Un véritable modèle s'efforçant de reproduire aussi fidèlement que possible les mécanismes de modification de comportement mis en jeu par l'ouverture de dessertes à grande vitesse devrait, idéalement, reconstituer avant tout les changements induits en ce qui concerne le nombre et les principales modalités (fréquence, durée d'absence, taille des groupes en voyage, etc.) des déplacements sur les liaisons aménagées,

– en signalant les éventuelles compensations auxquelles ces changements donneraient lieu en ce qui concerne la mobilité à longue distance sur d'autres liaisons,

– et en distinguant, par le choix des modalités retenues pour caractériser les déplacements, des segments de demande suffisamment homogènes pour que la question de l'attribution de tout ou partie de chaque segment à tel ou tel moyen de transport puisse être faite pratiquement automatiquement, selon des règles simples et aisément vérifiables.

b) Les effets de court terme et de long terme

Par ailleurs, la complexité du phénomène se trouve renforcée quand l'on souhaite faire la distinction (et ceci n'est sûrement pas indifférent quand l'on évalue la rentabilité financière d'un projet pour les premières années de sa mise en exploitation) entre les effets de court terme et ceux de long terme.

A court terme, les modifications de comportement des individus recensées plus haut s'insèrent normalement dans le contexte des échanges de nature socio-économique entre les régions desservies, tels que les favorisent les caractéristiques générales de ces régions et l'histoire des relations qui se sont nouées entre elles au fil des temps ; mais cet effet, qui peut se manifester très rapidement, ne se maintiendra pas nécessairement à son niveau des toutes premières années pendant très longtemps : une partie des modifications de comportement (notamment en matière de mobilité, mais aussi en ce qui concerne le choix des modalités de déplacement) peut être anticipée, sinon véritablement motivée, par un mouvement de curiosité à l'égard du caractère novateur des dessertes considérées et ne pas traduire véritablement un changement dans les modalités d'échange entre les régions devant se perpétuer statistiquement à moyen ou long terme.

A l'inverse, une éventuelle baisse de certains phénomènes observés à court terme peut se trouver relayée par la multiplication progressive d'autres phénomènes qui, par nature, ne peuvent qu'apparaître de façon retardée et lente : les accroissements de mobilité sur l'axe liés au renforcement des

échanges socio-économiques, consécutif lui-même aux infléchissements éventuels donnés par les dessertes à grande vitesse à l'activité ou à la démographie des régions concernées.

c) Les limites prévisionnelles

Sachant donc ce qu'un modèle aussi ambitieux que celui dont il est question ici devrait prendre en compte, on peut craindre qu'en l'état actuel, les informations de base sur le comportement des individus en matière de mobilité à longue distance en relation avec le niveau de service offert par le système de transport, soient trop fragmentaires ou incertaines pour qu'un outil opérationnel puisse voir le jour à court terme ; progresser dans cette direction est une affaire de longue haleine qui doit associer toutes les approches a priori envisageables, qui ont chacune leur intérêt et leurs limites et sont plus complémentaires qu'alternatives :

- l'observation des phénomènes après mise en service de dessertes réelles, qui n'est pas malheureusement toujours assez fiable ou précise pour être véritablement interprétée et, éventuellement, généralisée, et de plus ne vaut que pour la mesure d'effets de court terme ;
- la modélisation du comportement des usagers en situation d'offre classique, qui permet elle la prise en compte du long terme, mais sur laquelle pèsera toujours le doute de la possibilité ou non d'extrapoler les observations faites au cas extrême représenté par les dessertes à grande vitesse ;
- les enquêtes de motivation auprès des usagers, permettant par exemple la simulation, sur la base des déclarations de ceux-ci, des effets de scénarios hypothétiques de dessertes, mais qu'il faut mettre en œuvre et interpréter avec la plus grande prudence et qui, là encore, sont vouées aux seuls effets de court terme.

Et sans attendre que la démarche soit arrivée à son terme, il convient de recourir à des solutions temporaires, peut être moins fidèles au détail de la réalité, mais plus faciles et plus rapides à mettre en œuvre.

2. Les procédés « comptables » d'estimation des résultats de trafic cherchés

Par l'utilisation du qualificatif « comptable », l'on cherche à rendre compte ici du fait que la majeure partie des méthodes utilisées à ce jour de façon opérationnelle pour l'estimation a priori du trafic intéressé par un projet de desserte ne reflètent que de façon très schématique (et même quelquefois fautive) la complexité des phénomènes réels à l'échelle de chaque individu ou déplacement, et ne valent que par la facilité qu'elles apportent à la prévision des effets « comptables » finaux de ces phénomènes, à savoir :

- le gain en trafic pour le mode ferroviaire sur les liaisons aménagées,
- dans certains cas, les pertes de trafic pour les autres réseaux modaux.

Evidemment, la simplification des choses se fait au prix de la difficulté que l'on a ensuite à juger de la pertinence des méthodes autrement que par le seul constat de la concordance ou non des résultats produits avec les mouvements de trafic effectivement observés à l'occasion de tel ou tel aménagement réel, sans qu'il soit vraiment possible de s'assurer a priori

que celles-ci sont transposables telles quelles à d'autres cas d'aménagement ne présentant pas les mêmes singularités que les premiers (1).

a) Les méthodes utilisées ordinairement

La démarche courante est de supposer que le nombre de déplacements ferroviaires nouveaux imputables aux dessertes étudiées est la somme de deux nombres de déplacements d'origines distinctes :

- des déplacements que l'on considère comme « transférés » d'un ou des différents modes de transport (chemin de fer compris) en situation non aménagée, vers les nouvelles dessertes,
- des déplacements dits « induits », qui ne se seraient pas réalisés en l'absence des nouvelles dessertes et empruntent celles-ci par définition (le caractère de « nouveauté » de ces déplacements étant dans certains cas entendu dans l'absolu, ou le plus souvent à l'échelle du seul corridor ou même de la seule relation considérés, sans que l'on sache exactement dans quelle mesure l'apparition des « nouveaux » déplacements se solde par la non réalisation d'autres déplacements sur d'autre partie du réseau de transport à longue distance).

Cette représentation des phénomènes se retrouve dans trois des quatre études particulières plus spécialement examinées ici.

Les transferts modaux sont explicitement reproduits à partir des trafics modaux projetés à l'horizon d'étude « sans aménagement »,

- entre la voiture particulière, l'autocar, l'avion et le chemin de fer (en fonction des temps et coûts de transport), dans le cas de l'étude du TRRL, sur la base d'un modèle de type Logit ajusté uniquement sur des observations de rapport entre trafic aérien et trafic ferroviaire sur un échantillon de relations ;
- entre l'avion et le fer d'une part (mais de façon très simple, puisqu'il est supposé que la totalité du trafic origine-destination véritable est transférée sur les dessertes terrestres à 400 km/h qui sont toujours, dans la zone d'étude, plus rapides que l'avion porte à porte) et entre la voiture particulière et le fer (en fonction des coûts et temps de transport et d'éventuelles ruptures de charge) d'autre part par l'étude du DFVLR ; dans le dernier cas, un modèle de type Logit a été ajusté sur les données de trafic origine/destination reconstituées sur l'axe étudié pour le milieu des années 1970 ;
- entre l'avion et le fer, 1^{re} classe uniquement (en fonction des coûts et des temps de transport) dans le cadre de l'étude sur l'axe Paris-Bruxelles-Cologne, qui reprend en fait pour cet étape de la prévision les méthodes utilisées par la SNCF pour les études sur les corridors intérieurs français ; le modèle utilisé est de type « prix-temps », ajusté sur des données de trafic de ligne aérienne et de trafic ferroviaire zone à zone, recueillies pour un échantillon de couples de grandes villes à plusieurs dates depuis la fin des années 1960 : ainsi est pris en considération non seulement le partage modal à une année donnée, mais également la dérive de celui-ci au fil des

(1) Il conviendrait par ailleurs de réfléchir à la pertinence des méthodes examinées dans ce paragraphe, dans le cas où l'étude de trafic doit servir à une évaluation de l'intérêt du projet qui prend en compte explicitement les différents effets de celui-ci en matière de trafic (cf. § A.4) : dans un tel cas, en toute rigueur, seuls les modèles reproduisant fidèlement les phénomènes réels sont admissibles.

ans à offre constante, du fait de l'évolution du comportement des usagers dans le temps.

En ce qui concerne l'induction de déplacements nouveaux, seule l'étude Paris-Bruxelles-Cologne s'appuie sur un modèle précis, celui ajusté par la SNCF en reliant le niveau de trafic ferroviaire de 2^e classe (et de 1^{re} classe hors trafic « transféré » de l'avion) entre villes françaises et niveau de service du mode (coût et temps de transport, fréquence des services, ruptures de charge) sur les liaisons considérées (1) ; les deux autres études formulent des hypothèses sur le volume de trafic susceptible d'être induit, soit à seule fin de test de sensibilité (dans le cas de TRRL), soit par analogie avec les constatations faites à propos d'améliorations significatives des dessertes ferroviaires dans le monde (dans le cas du DFVLR, qui déduit de ces constatations l'idée d'une règle de proportionnalité entre trafic induit et trafic transféré des autres modes non aériens).

En ce qui concerne l'Action 33, le modèle développé est tel que la reconstitution du trafic ferroviaire nouveau se fait selon un cheminement légèrement différent :

– l'amélioration de l'offre ferroviaire sur une liaison donnée conduit (mais pas systématiquement) à une augmentation du nombre total de déplacements sur la liaison, du fait d'un déplacement en faveur de cette dernière de la distribution des voyages générés au départ des zones origine ou destination (en nombre inchangé pour ce qui est du motif personnel, ainsi qu'on l'a déjà dit) ;

– puis l'amélioration du niveau du service du fer par rapport aux autres modes entraîne un déplacement du partage modal des déplacements distribués sur les liaisons au profit des nouvelles dessertes (en fonction de règles calées sur des résultats d'enquêtes « ménages » réalisées au début des années 1970 et prenant en compte les seuls temps et coûts de transport).

Au terme des calculs, le trafic ferroviaire supplémentaire imputable au projet de dessertes découle de l'effet conjugué des deux opérations (sans qu'il soit d'ailleurs absolument certain que, pour certains types de relation, l'augmentation du trafic global soit attribuée en totalité au mode ferroviaire !).

Du seul point de vue théorique (c'est-à-dire sans tenir compte des valeurs utilisées pour chacun des paramètres prévus par le modèle), appliquée à l'étude d'un réseau complet de dessertes à l'échelle européenne, la solution retenue dans l'Action 33 fait plutôt courir le risque d'une sous-estimation du trafic ferroviaire supplémentaire total imputable à ces dessertes ; mais, à l'inverse, l'application simultanée des techniques utilisées par les trois autres études à tous les corridors d'un réseau européen de dessertes pourrait conduire à surestimer le bénéfice global que retirerait l'activité ferroviaire de ce réseau, du fait de l'omission que ferait une telle application des contraintes globales qui pèsent sur les possibilités d'évolution de la mobilité totale des individus sur le continent européen.

Mais les questions les plus importantes que soulève l'utilisation de ces modèles ne tiennent pas aux aspects théoriques, puisqu'aussi bien l'on a remarqué en introduction que l'enjeu pour ce type de modèles était de

(1) En l'occurrence, les déplacements « induits » au sens de la SNCF regroupent tous les déplacements ferroviaires nouveaux ne provenant pas d'un transfert au départ de l'avion.

conduire au « bon » résultat final, et ceci par des chemins qui ne sont pas nécessairement les plus satisfaisants pour l'esprit ; il paraît plus urgent, compte tenu des différences importantes que révèlent les quelques comparaisons possibles entre les résultats produits dans les diverses études (1), de s'interroger sur la validité des valeurs numériques introduites dans les expressions théoriques :

– les données de base ayant servi à l'ajustement sont-elles fiables, et adaptées au type de liaison traité (compte tenu de la structure de la demande sur celui-ci) ?

– les modèles considérés ont-ils pu être validés par comparaison des résultats fournis avec des observations suffisamment fiables faites à propos d'aménagements sinon totalement comparables aux projets étudiés, du moins susceptibles de mettre en jeu (à une échelle éventuellement moindre) les mêmes mécanismes de modification de comportement des individus ?

– l'« extrapolation » des élasticités mesurées en situation d'offre plurimodale « classique » ou validées comme indiqué ci-dessus, aux situations totalement nouvelles créées par l'existence de dessertes terrestres à grande vitesse à prix inférieur à celui de l'avion, est-elle licite ?

Il serait bien sûr trop long de procéder ici à une analyse de cette nature, et vraisemblablement peu utile dans la mesure où certaines des études prises en exemple ne sont pas toutes récentes et que certains outils ont pu être depuis ajustés de façon plus précise ou même revus dans leur conception même.

En revanche, il semble pouvoir être d'ores et déjà tiré de la rapide évocation des cas étudiés ici (et sous réserve de non omission de la part des auteurs de cette communication d'une étude récente importante, dont ils n'auraient pas eu connaissance), les conclusions ci-après :

– l'expérience en matière de modélisation du phénomène des déplacements dits « induits » est limitée, et les rares outils disponibles (SNCF, Action 33) n'ont pu être encore véritablement validés ou généralisés, en ce qui concerne l'effet de l'amélioration des temps de parcours et, a fortiori, celui de l'augmentation des fréquences de service ou des éventuelles modifications dans les modalités de correspondances entre trains ; or toutes les observations faites à ce jour tendent à montrer que ce phénomène prend une place importante dans la formation du trafic ferroviaire supplémentaire imputable à l'amélioration des dessertes, et donc qu'il constitue un enjeu pour la modélisation au moins aussi important que celui des « transferts » modaux ;

– la question de la modélisation du partage d'un ensemble de déplacements donnés entre les moyens de transport disponibles pose moins de problèmes méthodologiques : plusieurs solutions ont été mises en pratique, qui se valent, et la qualité des résultats vient surtout de celle des données ayant servi de base à l'ajustement ; mais il reste évidemment à valider de façon solide, comme mentionné plus haut, le fait d'utiliser les élasticités ajustées en situation « classique » pour l'étude des situations inédites considérées ici ;

– les deux remarques précédentes, qui concernaient essentiellement les études impliquant de façon quasi exclusive le trafic intérieur à un pays

(1) Cf. annexe n° 2.

donné, valent a fortiori pour les études de dessertes susceptibles d'intéresser un trafic international important ; c'est en effet dans ce domaine que, paradoxalement, a été développé le modèle le plus sophistiqué (celui de l'Action 33) et que se pose le plus grand nombre de questions au vu des options adoptées et des résultats fournis par le modèle en question ; d'un autre côté, la mise en œuvre des méthodes mises au point dans le cadre des études nationales ne peut être envisagée sans que l'on s'assure auparavant de la validité d'un transfert des élasticités observées au cas particulier du trafic international ou, mieux, que de nouveaux ajustements des modèles existants aient été effectués sur la base de données appropriées.

b) Les possibilités d'amélioration à court terme

Compte tenu des lacunes méthodologiques qui viennent d'être mises en évidence, ou des doutes qui peuvent être émis sur la validité de la transposition de tel modèle à tel type de relation ou d'aménagement à un cas d'un autre type, la question se pose de savoir comment mener à bien, malgré tout, les études préalables de trafic pour lesquelles aucun outil existant ne pourrait être jugé suffisamment adapté.

Même si dans ce domaine, ainsi qu'on l'a déjà dit, aucune solution parfaite, ni même satisfaisante n'existe, il n'est vraisemblablement pas illusoire de chercher à obtenir sinon des estimations très précises, du moins des évaluations valables en ordre de grandeur, et ceci en s'inspirant des méthodes développées par le passé et dont quelques exemples ont été donnés plus haut.

Mais un tel travail ne peut être à notre avis entrepris de façon réaliste et avoir des chances de succès que si l'on cherche à éviter d'avoir à adapter telles quelles les méthodes au cas particulier traité, et encore moins de se voir conduit à rendre celles-ci encore plus complexes (ce devrait être là plutôt l'objectif à viser à moyen terme dans le sens des recommandations formulées au paragraphe 1 ci-dessus) ; il nous paraît au contraire plus opportun de profiter de cette nécessité d'adaptation pour les simplifier, sachant que tout effort fragmentaire de sophistication de certaines fonctions des modèles restera quelque peu vain tant que resteront non résolues certaines des questions essentielles pour la qualité de la prévision. Et quand nous employons le terme « simplifier », nous pensons autant à la façon dont sont représentées les interactions entre les mouvements de trafic et les divers aspects de la modification de l'offre, qu'au champ couvert par la validité du modèle quant à ces aspects eux-mêmes.

Plus précisément, il est proposé que, dans un cadre de coopération scientifique internationale qui reste à définir, il soit tenté de mettre au point dans les conditions que permettent les données disponibles à l'échelon national ou international un modèle unimodal qui :

– reprenne dans son principe la formulation gravitaire bien connue (et utilisée par la SNCF en ce qui concerne le trafic de 2^e classe) reliant directement la variation relative du trafic ferroviaire de jour à long terme sur une relation origine-destination (par rapport au trafic supposé connu par ailleurs en situation non aménagée) aux modifications apportées au niveau de service ferroviaire sur la relation,

– distingue le trafic empruntant la première classe et celui choisissant la seconde classe,

– fasse en sorte que les élasticités trafic/offre en ce qui concerne les trains de jour dépendent, d'une façon ou d'une autre, des caractéristiques du niveau de service offert par les autres modes de transport sur la relation (trains de nuit, itinéraires routiers, lignes d'autocar, lignes aériennes), ainsi que du niveau de service des trains de jours en situation non aménagée,

– soit ajusté et validé en ce qui concerne, au minimum, l'effet de modifications apportées au temps de parcours ferroviaire gare à gare, au tarif de base (mais uniquement dans une certaine plage, autour du niveau pratiqué à l'heure actuelle sur les dessertes ferroviaires européennes) et le nombre de correspondances entre trains nécessaires au parcours sur le réseau ferré, et ceci sur un échantillon suffisamment diversifié de situations d'offre pluri-modale et de types de relation (selon les pays concernés, notamment).

Même si notre premier sentiment reste à confirmer par l'analyse détaillée des données et expériences accessibles en la matière, il nous semble que l'on doit pouvoir, dans un délai raisonnable,

– définir la ou les formes mathématiques et variables d'entrée exactes à retenir pour la conception du modèle,

– ajuster par comparaisons spatiales les fonctions retenues sur les données disponibles, relatives à des relations tant intérieures aux différents pays européens qu'internationales,

– s'assurer de la plausibilité ou non de la ou des versions du modèle obtenues en évaluant la compatibilité des résultats fournis par celles-ci :

. d'une part, avec les estimations d'experts (1) qui peuvent être faites sur la proportion des déplacements effectués par d'autres modes de transport (trains classiques compris) qui serait susceptible de se « transférer » sur des dessertes ferroviaires à grande vitesse, et ceci sur des relations pour lesquelles les données disponibles permettent de connaître les divers flux de trafic modaux en situation non aménagée,

. d'autre part, avec les observations qui ont pu être faites avant et après les quelques expériences récentes d'amélioration significative des dessertes ferroviaires sur tel ou tel corridor en Europe (TGV Paris - Sud-Est, notamment), en tenant compte du fait que ces observations concernent le plus souvent des effets de court terme, et non de long terme.

Dans cette hypothèse, l'on disposerait à l'échelon international d'un outil sinon parfait, du moins acceptable en première approximation pour l'obtention des principaux résultats attendus des études de trafic et rappelés au paragraphe 1 ci-dessus : à savoir, le trafic écoulé par les nouvelles dessertes (connu après affectation éventuelle entre ces dessertes et les trains classiques de jour résiduels) et les recettes supplémentaires acquises au mode de ce fait ; mais ceci avec le risque que la validité de l'outil ne se limite aux cas où les tarifs des dessertes ne s'éloignent pas trop des tarifs ferroviaires « classiques » et que la sensibilité des résultats ne puisse être véritablement calculée que par rapport à des variations du temps gare à gare et, à la rigueur, du prix payé sur le réseau ferré.

(1) Notamment par référence à l'état des réflexions qui pourraient être menées selon une toute autre approche dans le cadre de la modélisation à long terme.

Il n'est pas impossible non plus que d'autres outils de même type puissent être développés à court terme en ce qui concerne :

- les pertes de trafic sur les lignes aériennes consécutives à la mise en service des dessertes par rapport à la situation de non aménagement,
- éventuellement (mais la fiabilité des données de base ne le permet peut-être pas...) les pertes de trafic routier dans les mêmes conditions.

En revanche, quant à eux, les auteurs de cette communication n'aperçoivent pas de possibilité de solution rapide, même provisoire, pour ce qui est de :

- l'évaluation des effets de la mise en service de dessertes ferroviaires à un tarif tel que le coût du transport sur ces dessertes se situerait de façon notablement différente de ce qui caractérise actuellement les prix ferroviaires par rapport aux coûts correspondant à l'utilisation principale de la route ou de l'avion,
- l'évaluation de l'effet propre, sur le volume du trafic intéressé par les dessertes, des modifications en fréquence des services ferroviaires qui accompagnent souvent la mise en service de celles-ci (et a fortiori de la sensibilité de cet effet à des variations marginales d'hypothèses de fréquence étudiées),
- l'évaluation du report de parcours s'effectuant sans aménagement sur train classique vers des itinéraires empruntant pour totalité ou pour partie les nouvelles dessertes et se caractérisant par un temps de parcours plus faible à un prix total élevé (du fait de l'allongement du parcours total en distance).

E. La prise en compte des caractéristiques de la demande de trafic dans l'optimisation des modalités d'exploitation des dessertes

On sait que le dimensionnement du parc de matériel roulant nécessaire à la mise en place des dessertes à grande vitesse et l'optimisation des modalités d'exploitation de celles-ci (fréquences et horaires de services, application éventuelle de suppléments tarifaires en période de pointe, répartition des services entre « missions » directes ou non) se font par approximations successives, sur la base d'un « aller et retour » entre hypothèses d'offre et estimation de la demande intéressée ; il importe en conséquence que les résultats de l'étude de trafic proprement dite se prêtent à un tel exercice.

Or, on a vu au paragraphe précédent qu'il n'était pas immédiat d'évaluer la réaction de la clientèle potentielle à des variations marginales dans la fréquence des services offerts ; il est encore plus délicat de mesurer les conséquences du choix de tel ou tel placement horaire.

Il est presque certain également que la méthode proposée pour estimer le trafic global (par classe) intéressé par les dessertes ne permet pas d'évaluer la sensibilité spécifique du trafic de période de pointe à une modulation temporelle des tarifs.

D'où, vraisemblablement, le peu de considérations trouvées dans les études de cas examinées ici sur la question de la variabilité de la demande et des modalités d'exploitation des dessertes à grande vitesse au fil de l'année.

Il faut mentionner cependant que, face à ce type de problème, la SNCF a commencé à développer des méthodes adéquates, adaptées jusqu'à présent principalement au cas français.

En ce qui concerne le profil des trafics journaliers dans l'année (et notamment la prise en compte des pointes de fin de semaines et des superpointes lors des départs ou retours de vacances), il suffit de considérer des ratios rapportant les trafics des jours concernés au trafic journalier moyen annuel (ou au trafic journalier moyen dit « de semaine »), ces ratios étant estimés sur la base des observations faites par le passé sur le corridor étudié et, si possible, par ligne ferroviaire ou, mieux, par relation.

Pour ce qui est de la variation du trafic au cours de la journée (en distinguant le cas échéant le vendredi et les jours de week-end des autres jours de la semaine), il importe de tenir compte, même sommairement, des souhaits des usagers concernant l'heure de leurs déplacements et des arbitrages qu'opèrent ceux-ci entre ces souhaits et les différentes possibilités ou contraintes inhérentes aux services effectivement offerts.

La méthode se fonde sur l'estimation simultanée pour un type de relations donné (par exemple, la relation entre Paris et les grandes villes de province situées à une certaine distance de la capitale), d'un profil horaire supposé caractériser la demande « théorique » (sans contraintes imposées par la structure des services offerts) et de fonctions d'« utilité » permettant d'attribuer chaque tranche horaire de la demande « théorique » aux différents services de la grille horaire étudiée.

L'application de ces méthodes SNCF à l'étude ex ante d'un projet de dessertes à grande vitesse suppose deux préalables :

– tout d'abord, que l'on sache « projeter » le profil théorique de demande mesuré à une date donnée jusqu'à l'horizon d'étude, en fonction de la déformation « naturelle » qu'est susceptible de connaître ce profil du fait de l'évolution en structure de la demande ou de celle des souhaits des individus ; à cette fin, il peut être très utile de s'appuyer sur une projection de la demande globale par type de déplacement analogue à celle recommandée en C.1.b ci-dessus ;

– ensuite, que dans le cas où les gains de temps permis par les nouvelles dessertes sont très importants, l'on soit en mesure d'apprécier en quoi la demande de trafic intéressée par ces dessertes peut présenter un profil « théorique » différent de celui qui caractérise une demande ferroviaire « classique » ; en effet, parmi les modalités des déplacements que l'existence de dessertes rapides est susceptible de modifier (cf. § D.1), on compte en bonne place les heures choisies pour les déplacements aller et retour de voyage, certains voyages étant désormais possibles dans la journée ou même la demi-journée ; peut-être une idée du phénomène peut-elle être donnée par l'analyse des profils horaires de trafic rencontrés sur le mode aérien, ou bien en raisonnant par analogie avec des relations desservies par le fer de façon « classique » avec des temps de parcours équivalents à ceux permis par les nouvelles dessertes étudiées.

Compte tenu de cette expérience et quelle que soit, in fine, la méthode applicable de façon simple à des études de trafic sur des corridors internationaux ou intéressant d'autres pays que la France, il semble important d'accorder, dès les études préalables, l'attention qu'il convient aux questions

de répartition du trafic potentiel des dessertes étudiées selon les heures de l'année, par l'examen approfondi notamment de l'évolution passée des phénomènes sur l'axe étudié et par référence aux observations qui ont pu être faites à l'occasion de mises en service réelles ; à ce titre, encore une fois, le cas de l'axe Paris - Sud-Est et celui de Shinkansen sont susceptibles de fournir des renseignements très utiles.

F. La description de la situation dans les zones concernées au moment de l'étude

Il a été dit que les études de projet commençaient le plus souvent par la description de la situation connue au moment de ces études dans les zones a priori concernées, du point de vue des caractéristiques du trafic, de celles de l'offre de transport et du contexte général ; outre la nécessité que présente un tel exercice pour la bonne conduite du processus d'estimation du trafic potentiel des dessertes intéressées (les raisonnements consistent la plupart du temps à calculer des évolutions ou des variations relatives par rapport à une situation donnée), le diagnostic établi à l'occasion de cette phase d'étude peut aider à la conception même des projets de dessertes, ou bien en ce qui concerne leurs modalités de détail, ou bien même dans certains cas en ce qui concerne leur principe.

Il va de soi que l'on ne décrit pas par les mêmes moyens une situation concernant un seul corridor bien défini, et celle qui caractérise l'ensemble d'un réseau couvrant en totalité ou pour partie le continent européen ; aussi importe-t-il de faire la part entre les deux types d'étude.

1. Dans le cas d'une étude de corridor

Il nous paraît souhaitable de faire appel, aussi systématiquement que possible, à des données de base issues de l'observation ou de la mesure directe des phénomènes concernés, au moment de l'étude ou dans un passé récent précédant celle-ci.

En d'autres termes, il faut se donner le temps et les moyens :

- de reconstituer les trafics concernés, sous la forme requise par l'application des modèles utilisés en aval, en exploitant les résultats fournis par les recueils de données déjà réalisés ou mis en place à cette occasion dans les zones étudiées ;
- de qualifier les caractéristiques de l'offre de transport en restant aussi fidèle que possible aux conditions de transport vécues effectivement par l'usager sur chaque relation considérée ;
- de caractériser le contexte socio-économique général par les données statistiques les plus récentes.

A titre d'exemple, l'annexe n° 3 présente de façon schématique les données de base nécessaires à une étude de corridor visant le moyen terme et fondée, en ce qui concerne la simulation du comportement des usagers, sur un modèle simplifié du type de celui proposé au paragraphe D. 2. b.

Il peut apparaître superflu d'insister sur ce point, que certains considéreront comme allant de soi, mais l'expérience montre (et notamment les études de cas examinées ici) qu'il est souvent assez difficile et très long de rassembler

et de mettre en forme tous les éléments utiles à la bonne reconstitution de la situation présente ; et les simplifications ou les approximations que l'on peut être amené à faire, faute de temps ou de moyens, à ce stade de l'étude nuisent à l'ensemble de celle-ci et rendent quelque peu vains les efforts de sophistication ou de fiabilité déployés dans les phases ultérieures.

2. Dans le cas d'un réseau complexe

Il en va bien sûr tout autrement quand il s'agit d'évaluer un projet complexe de dessertes à grande vitesse, prenant la forme d'un véritable réseau couvrant un territoire qui regroupe plusieurs ou la totalité des pays européens.

Dans un tel cas, on imagine difficilement (encore que ce soit techniquement possible) que toutes les données caractérisant la situation de départ proviennent d'exploitations d'enquêtes ou de calculs spécifiques permettant de traiter individuellement le cas de chaque relation origine - destination : il faut bien, compte tenu de l'échelle du problème, recourir à des procédés d'estimation plus ou moins automatiques permettant de produire rapidement les résultats utiles pour l'ensemble des relations concernées.

Une solution de cette nature a été retenue dans le cadre de l'Action 33 :

- les trafics origine-destination sont tous calculés par l'application de modèles de génération et/ou distribution, ajustés sur observations ponctuelles et partiellement validés par référence aux quelques informations disponibles à l'époque ;
- la caractérisation du niveau de service de l'offre passe par des processus de recherche automatique d'itinéraires sur des réseaux maillés, décrits de façon relativement fine, mais ne tenant pas compte de tous les aspects des dessertes, tout particulièrement en ce qui concerne le chemin de fer ;
- les caractéristiques socio-économiques des zones prises en compte sont issues pour la plupart des statistiques relatives à chaque pays concerné (au moins pour l'année 1970), mais certaines d'entre elles, non disponibles telles quelles au niveau géographique désiré, sont « reconstituées » à partir des données plus générales par application de règles de passages simples vérifiées ponctuellement.

Bien sûr, il n'est pas question d'attendre d'un outil tel que celui qui a été développé en 1976, la reconstitution fiable de chaque élément caractéristique de la situation de départ considéré individuellement ; il suffit que les approximations ou erreurs éventuelles soient distribuées de façon telle que, globalement, les résultats de trafic cherchés à l'échelle de l'ensemble du réseau soient corrects du point de l'usage que l'on veut en faire ; et l'on sait bien que des résultats fournis par le modèle sur une partie du réseau seulement (tel ou tel corridor, notamment) ne peuvent être extraits utilement de l'étude générale que si ceux-ci (ou les éléments intermédiaires produits par les différents sous-modèles) ont pu être recoupés avec des résultats d'observation directe connus par ailleurs.

Cependant, quand bien même ne s'intéresserait-on qu'à des résultats de trafic globaux à l'échelle d'un réseau, l'aptitude du modèle à fournir les résultats cherchés doit être éprouvée, de façon à vérifier que les approximations éventuelles faites à chaque échelon géographique se compensent au stade de l'agrégation sur l'ensemble du réseau et qu'aucun biais irréductible n'apparaît.

A ce titre, l'expérience acquise à l'époque de l'Action 33 ou celle tirée de l'usage qui a pu être fait du modèle depuis, laisse penser que celui-ci ne présente pas encore, à ce jour, toutes les garanties suffisantes pour donner lieu, sans examen critique et remaniements importants, à une estimation prévisionnelle du trafic intéressé par un projet de réseau européen des dessertes ferroviaires à grande vitesse ; un tel exercice ne pourra déboucher sur des résultats crédibles que lorsque toutes les questions soulevées par l'utilisation du modèle auront trouvé une réponse, au moins provisoire, et notamment (1) :

- celle de la définition géographique des zones origine ou destination, qui sont actuellement trop vastes pour prendre en compte valablement l'intérêt de dessertes terrestres rapides dans certaines régions de l'Europe ;
- celle de la reconstitution automatique des possibilités de parcours sur le réseau ferré (au moment de l'étude comme, d'ailleurs, dans l'hypothèse de mise en service des dessertes étudiées), qui ne tient pas assez compte de la structure effective des services offerts (possibilités de correspondances, dessertes sans arrêts ou non, etc.) ;
- celle de l'estimation du niveau et de la structure des flux de trafic sur les différents corridors constitutifs du réseau, dont il faut au moins vérifier la compatibilité, en moyenne, avec ce que l'on peut observer effectivement sur un échantillon diversifié de corridors considéré comme témoin.

3. Pour conclure

A propos de cette question des données utiles à la reconstitution de la situation de départ (et plus généralement de toutes celles dont la connaissance est indispensable au bon déroulement de l'étude), on soulignera le grand intérêt présenté par tout effort d'harmonisation et d'extension du champ des informations de base disponibles à l'échelon international, que celles-ci soient collectées de façon indépendante dans chaque pays ou recueillies à l'initiative d'organisations internationales.

On peut souhaiter à cet égard que se poursuive et se renforce la coopération engagée entre pays en la matière, à l'image par exemple de l'action récemment engagée sous l'égide de la Commission des communautés européennes et visant à définir les besoins d'amélioration des systèmes existants de production de données pour l'étude de la demande de transport interrégional de voyageurs en Europe.

III. L'évaluation socio-économique de projets (2) de trains à grande vitesse

Dans ce qui suit, on indiquera quelles méthodes ont été utilisées dans certains projets de trains à grande vitesse (et autres projets d'infrastructures de transport comparables) pour en évaluer l'intérêt socio-économique (on

(1) sans revenir sur les remarques faites à propos du modèle de comportement des usagers proprement dit.

(2) Dans ce paragraphe, on parlera surtout des évaluations à incorporer dans les projets, mais certaines des considérations qui s'y trouvent devraient être applicables également aux bilans a posteriori des réalisations, bilans qui paraissent souhaitables (et qui viennent d'ailleurs d'être rendus obligatoires en France pour toutes les grandes opérations d'infrastructures de transport).

entend ici ce terme au sens large, incluant les aspects d'ordre financier), et on s'interrogera sur la validité et les limites de telles méthodes.

Comme pour les prévisions de trafic, l'analyse des méthodes utilisées et la discussion de leur bien-fondé ont été menées essentiellement dans le cadre ouest-européen, à partir des éléments connus de nous dont beaucoup sont limités à la France.

Le contexte économique et institutionnel d'autres pays où seraient étudiés des projets de trains à grande vitesse peut avoir une incidence sur les méthodes d'évaluation, sans doute en ce qui concerne le choix des critères élémentaires à considérer, et vraisemblablement surtout en ce qui concerne la façon de prendre en compte chacun d'eux et l'importance à lui accorder.

Si nous venons de parler de critères élémentaires, c'est que, quel que soit ici le contexte, toute évaluation socio-économique nous paraît procéder de la démarche générale suivante :

- retenir les critères élémentaires à partir desquels sera formulée l'appréciation de l'intérêt socio-économique du projet étudié (ce peut-être fait à l'occasion de chaque projet, ou bien le décideur peut arrêter a priori les critères à considérer pour tous les projets d'un certain type qui seront à lui soumettre) ;
- évaluer le projet selon chaque critère, ce qui, lorsqu'une évaluation quantitative est possible, passe par le choix d'un indicateur (parfois plusieurs) par critère ;
- proposer une appréciation de synthèse, laquelle implique une agrégation implicite ou explicite des évaluations selon les critères élémentaires, ou laisser le soin au décideur de choisir directement à partir de ces évaluations élémentaires (une attitude intermédiaire consistant à proposer au décideur une agrégation partielle).

Dans ce qui suit, nous ne nous intéresserons qu'à la phase (c) (1), sans nous dissimuler cependant que la décomposition en phases n'est pas toujours nette ; par exemple, lorsqu'on utilise la méthode coûts-avantages, on est conduit à choisir un indicateur monétaire pour tous les éléments que l'on cherche à intégrer dans l'évaluation selon cette méthode ; il y a donc incidence du choix de la méthode sur le choix des indicateurs.

A. Les méthodes utilisées dans différents projets de trains à grande vitesse et investissements d'infrastructure de transport

Dans l'énumération de méthodes utilisées qui suit, nous ne nous sommes par limités au cas des trains à grande vitesse. En effet :

- peu nombreux sont les projets de trains à grande vitesse ayant atteint un stade suffisamment avancé pour avoir donné lieu à l'établissement d'une véritable évaluation socio-économique, et encore moins nombreux sont les cas pour lesquels nous disposons du dossier correspondant ;

(1) Dans la contribution « L'application aux trains à grande vitesse de diverses méthodes de choix d'investissements », présentée dans le cadre du thème « Bilan socio-économique » du séminaire, l'un des auteurs de la présente contribution aborde, à propos d'analyse multicritères, les questions du choix des critères et de celui des indicateurs associés en ce qui concerne les projets à grande vitesse.

– la problématique de l'évaluation d'un projet de train à grande vitesse est similaire à celle relative à d'autres grands projets d'infrastructures de transport, et on peut donc tirer de l'analyse de méthodes utilisées pour de tels autres grands projets des éléments transposables au cas des trains à grande vitesse qui est l'objet du présent séminaire.

Nous commencerons néanmoins par les méthodes utilisées pour des trains à grande vitesse.

1. Méthodes utilisées pour des trains à grande vitesse

a) Les rapports sur le vu desquels a été prise la décision de réaliser le TGV Paris-Est de la France comportaient les évaluations socio-économiques suivantes :

- un bilan financier prévisionnel pour l'investisseur (SNCF),
- une étude de rentabilité économique pour la collectivité menée selon la méthode coûts-avantages et agrégeant les impacts véritablement monétaires pour tous les agents économiques et les gains de temps des usagers traduits en termes monétaires.

b) Les dossiers constitués sur le TGV Atlantique (liaison entre Paris et l'Ouest et le Sud-Ouest de la France) comprenaient les mêmes éléments (le bilan prévisionnel pour la collectivité incorporant ici en sus les gains de sécurité résultant du report modal route sur chemin de fer), mais aussi les critères additionnels suivants (quantifiés en termes physiques ou appréciés qualitativement) :

- les effets sur la consommation d'énergie,
- les effets sur l'environnement et l'agriculture,
- les effets sur les déséquilibres régionaux et l'armature urbaine,
- les conséquences macro-économiques (niveau du produit intérieur brut, impacts sur les finances publiques, sur la balance commerciale et sur l'emploi).

c) Le rapport du groupe de travail tripartite chargé de l'étude d'une liaison rapide Paris-Bruxelles-Cologne comporte :

- une étude de rentabilité financière ;
- une évaluation, en termes physiques, des gains de temps des usagers ;
- l'appréciation qualitative d'un certain nombre d'autres critères : gains de sécurité et de congestion sur les routes, conséquences sur le trafic aérien, impact sur les équilibres macro-économiques et l'emploi, impact sur l'environnement, économies d'énergie et de produits pétroliers, améliorations de la qualité de service pour les trafics de marchandises sur les lignes ferroviaires actuelles, impact sur les dessertes régionales, effets sur l'aménagement du territoire, amorce d'un réseau européen à grande vitesse.

d) L'étude DFVLR sur un projet de train magnétique Francfort-Paris est moins développée sur le plan évaluation socio-économique que sur le plan prévisions de trafic.

Elle comporte néanmoins une étude financière (calcul des recettes prévisibles) et une agrégation des coûts et recettes d'investisseur et des variations de

coût généralisé (coût monétaire + temps monétarisé) que la réalisation d'un tel projet induirait pour les usagers.

e) L'étude du TRRL sur les liaisons Londres-Glasgow et Londres-Manchester, analysée précédemment en ce qui concerne les prévisions de trafic, ne comporte, du point de vue évaluation socio-économique, qu'un bilan financier.

f) Nous évoquerons enfin le réseau Shinkansen japonais, bien que nous ayons indiqué nous centrer sur le contexte ouest-européen et bien que nous ne disposions pas des dossiers constitués avant décision de réalisation. Nous avons eu connaissance de bilans a posteriori, qui comportent, en dehors des éléments d'ordre financier :

- des évaluations, en termes monétaires, du temps gagné par les usagers ; des analyses du niveau d'activité de certaines agglomérations reliées, avant et après mise en service de la ligne de Shinkansen les desservant ;
- des indicateurs chiffrant la productivité par rapport :
 - . au coût d'amortissement de l'infrastructure et du matériel roulant,
 - . à la surface au sol occupée,
 - . à la main d'œuvre employée,
 - . à l'énergie utilisée ;
- un indicateur du niveau de sécurité.

De l'analyse qui précède, on peut retenir que les évaluations socio-économiques d'investissements de trains à grande vitesse ont généralement comporté, en dehors de l'étude de rentabilité financière dont la nécessité est évidente, l'examen de l'opportunité de l'opération selon d'autres critères, avec souvent recours à la méthode coûts-avantages pour agréger notamment, avec les éléments monétaires, les gains de temps procurés aux usagers par la nouvelle infrastructure.

2. Méthodes utilisées pour d'autres grands projets d'infrastructure de transport

a) La méthode coûts-avantages

Elle est souvent utilisée. Nous ne nous étendrons pas à ce propos, pensant cette méthode bien connue, sinon pour mentionner que les critères qu'on incorpore dans l'agrégation monétaire qu'implique la méthode sont :

- les éléments monétaires à proprement parler (bilans financiers prévisionnels pour l'investisseur, pour les usagers, pour les collectivités publiques, pour les exploitants des autres modes de transport) ;
- les gains de temps ;
- (souvent) les gains de sécurité ;
- (parfois) les conséquences sur le niveau de confort ;
- (parfois) certains impacts sur l'environnement (bruit, pollution) ;
- (parfois) certaines conséquences sur l'activité économique et l'accessibilité des régions desservies.

Les critères qui ne sont pas incorporés dans l'indicateur coûts-avantages sont considérés séparément.

Par exemple, dans l'étude CEE-CEMT-OCDE « L'avenir des transports de voyageurs en Europe », déjà analysée ci-avant au titre du chapitre II sur les

études de trafic, seuls, parmi les avantages « non marchands », sont traduits en termes monétaires les gains de temps, tandis qu'on s'en tient à des évaluations en termes physiques des effets sur la sécurité, sur l'environnement, sur l'industrie du matériel de transport, sur l'accessibilité des différentes régions.

Il y a lieu de signaler ici la méthode allemande d'évaluation économique utilisée dans le cadre de la mise en place du plan fédéral 1980 des infrastructures de transport, dans laquelle on monétarise la presque totalité des avantages (y compris les conséquences sur les niveaux de bruit et de pollution et sur l'activité économique et l'accessibilité des régions concernées), mais où il est demandé d'effectuer des tests de sensibilité en affectant à certains éléments du bilan coûts-avantages des coefficients très différents de un, ce qui apparente aussi cette méthode aux analyses multicritères avec pondération d'évaluations élémentaires.

b) Nous citerons pour mémoire ces deux alternatives : L'analyse coût-efficacité – soit on se fixe les coûts et on recherche le résultat le meilleur, – soit on se fixe un résultat et on cherche à minimiser les coûts.

c) Les analyses multicritères et la méthode des effets on renvoie à la contribution présentée dans le cadre du thème « Bilan socio-économique » du séminaire, intitulée « L'application aux trains à grande vitesse de diverses méthodes de choix d'investissements ». De même pour l'évaluation des « effets d'entraînement multisectoriels » (mais il ne s'agit pas là à proprement parler d'une méthode d'évaluation générale, mais plutôt de la façon d'apprécier les conséquences d'un projet selon un critère particulier).

B. Validité et limites des méthodes utilisées

Dans ce qui suit, nous exprimerons notre point de vue sur les diverses méthodes de choix d'investissements qui viennent d'être énumérées, en ce qui concerne leur adaptation à l'évaluation socio-économique de projets de trains à grande vitesse. Pour cela, nous nous placerons successivement :

- sur le plan des principes,
- sur le plan de l'applicabilité des méthodes compte tenu des données disponibles ou susceptibles d'être disponibles.

1. Examen des méthodes sur le plan des principes

a) Le niveau d'agrégation souhaitable

On peut d'abord observer que les différentes méthodes soit conduisent à une appréciation incluant tous les critères élémentaires, soit ne comportent qu'une agrégation partielle des critères élémentaires, soit ne comportent aucune agrégation.

Le dernier cas correspondant à une analyse multicritère limitée au niveau de l'appréciation critère par critère. Cette solution est évidemment la moins sophistiquée et présente l'inconvénient de laisser le décideur devant un choix complexe, surtout s'il doit classer des projets ou des variantes en nombre relativement grand. Mais c'est elle qui laisse au décideur le plus de latitude dans le processus de choix.

Il est vrai que les agrégations, partielles ou complètes, qu'impliquent les autres méthodes peuvent, ou plutôt devraient, recevoir l'accord préalable du décideur au niveau des principes et des pondérations explicites ou implicites nécessaires.

En fait une agrégation complète ne s'obtient que dans certaines analyses multicritères dans lesquelles un processus d'agrégation a précisément été mis au point à cet effet, et dans la méthode coûts-avantages lorsqu'on parvient à fixer des équivalences monétaires pour la totalité des critères à considérer. Dans les autres méthodes, on ne parvient qu'à des agrégations partielles ; ce n'est pas à dédaigner, car cela permet de simplifier le travail de choix du décideur ; peut-être vaut-il d'ailleurs mieux une agrégation très partielle qu'une agrégation qui concerne la majorité des critères élémentaires mais en laisse de côté certains, qui peuvent alors se voir considérer à tort comme accessoires par rapport à l'indicateur qui synthétise l'évaluation de l'opération selon tous les autres critères.

Dans le cas des trains à grande vitesse où les choix ne portent qu'entre des alternatives peu nombreuses (qu'il s'agisse de décider de réaliser ou de ne pas réaliser une ligne, de comparer des variantes entre elles ou de classer plusieurs projets l'un par rapport à l'autre), on peut estimer qu'un processus complet d'agrégation n'est pas indispensable.

b) Les problèmes de principes posés

– Les analyses multicritères, du moins si elles comportent une agrégation, nécessitent l'utilisation d'une pondération (parfois implicite) des divers critères. Cette pondération est délicate, et risque d'être arbitraire si ce n'est pas le décideur lui-même qui l'arrête en traduisant l'importance qu'il accorde aux objectifs qui sont de sa responsabilité.

Ce problème peut se retrouver au niveau du choix d'indicateurs de synthèse partiels pour des regroupements de critères, si on fait appel à ce niveau à une méthode multicritère avec agrégation. Mais le problème sera alors simplifié, car on aura alors à rapprocher entre eux des critères de nature semblable.

– La méthode coûts-avantages pose certains problèmes pour la détermination des équivalences monétaires des avantages « non marchands ».

Même s'il n'est pas impératif que ces équivalences soient déduites seulement du comportement des usagers, puisqu'elles doivent représenter non seulement les satisfactions de ces derniers mais aussi celles des autres membres de la collectivité, et que donc les options de politique générale sont à prendre en considération, il n'en reste pas moins que ces valeurs devraient être fixées le plus objectivement possible. Cela suppose soit de disposer des études adéquates ou d'en entreprendre, ou à défaut de renoncer à monétariser les critères correspondants. Certes une autre attitude peut consister à considérer que le décideur est libre de suppléer aux valeurs objectives en fonction du poids qu'il accorde à tel ou tel critère ; mais, même si on utilise encore alors formellement la méthode coûts-avantages, on peut penser qu'on est plus proche alors d'une analyse multicritère avec pondération des critères, les notes élémentaires étant exprimées sous forme monétaire.

En outre, des objections de principe peuvent être formulées à l'encontre de la méthode coûts-avantages, telles que l'hypothèse contestable de répartition

optimale des revenus. On peut pallier partiellement cette dernière objection en présentant, en sus du calcul du surplus global qui est inhérent à la méthode (et qui n'est pas toujours d'ailleurs présenté sous la forme de taux de rentabilité), sa décomposition par catégories d'agents économiques et, en ce qui concerne les individus, par catégories socio-professionnelles. Cette réponse n'est peut-être pas cependant suffisante pour des investissements pour lesquels les objectifs de redistribution seraient essentiels.

– La méthode des effets peut prendre en compte tous les impacts monétaires et notamment ceux d'un niveau macro-économique (1) (des recherches sont en cours pour essayer d'intégrer dans la méthode certains autres critères, mais, on ne peut préjuger du résultat de ces recherches).

On peut relever que la méthode des effets pose, outre les questions évoquées au renvoi (1) précédent, le problème que la maximisation de la valeur ajoutée par unité de capital fixe conduit à retenir le projet qui associerait l'investissement le plus faible et l'intensité du travail la plus forte ; cela est très intéressant en période de sous-emploi, mais il ne faudrait pas pour autant perpétuer des modes opératoires particulièrement pénibles pour les travailleurs. Cependant une telle objection n'intervient guère si on n'utilise la méthode des effets que pour comparer des projets de même nature, comme des projets de trains à grande vitesse comparés l'un par rapport à l'autre ou à d'autres grands projets d'investissements de transports analogues (ce qui signifie que devraient peu différer la répartition des facteurs de production capital-travail et les conditions de travail des personnels intéressés par la réalisation, puis par l'exploitation du nouvel investissement).

Si on veut utiliser la méthode des effets pour apprécier isolément un projet, l'objection précédente et celles du renvoi (1) reprennent du poids. On pourrait alors apprécier leur importance en se référant aux objectifs de planification.

– L'analyse coût-efficacité ne nous paraît guère adaptée à d'importants investissements transports, tels que la création d'une ligne de trains à grande vitesse. En effet, leurs conséquences sont multiples.

Or, on peut certes valoriser un résultat multiforme à partir des effets élémentaires, mais d'une part on est alors renvoyé aux autres méthodes d'évaluation, et d'autre part on ne voit guère comment justifier dans ces conditions la fixation d'un résultat (deuxième variante de la méthode). Par ailleurs, un tel projet d'investissement transport n'a jamais un coût fixé à priori de façon rigide plus ou moins indépendamment des résultats, ce qui ne permet pas non plus d'utiliser la première variante de la méthode.

(1) On notera cependant qu'elle se limite à la ventilation des dépenses entre importations et valeur ajoutée au niveau de l'entité géographique considérée (ce peut être un Etat, une ou plusieurs régions, un groupe d'Etats), sans prendre en compte les effets revenus (conséquences des consommations opérées grâce aux revenus distribués en contre-partie de la valeur ajoutée créée) ni les effets sur la compétitivité de l'augmentation des coûts (lorsque l'on préfère un bien produit localement à un coût supérieur au prix du même produit importé). Cela pourrait amener à s'interroger sur l'intérêt d'un couplage de la méthode et d'un modèle macro-économique, dans la mesure où on disposerait d'un tel modèle prenant suffisamment bien en compte le secteur transports, mais n'est peut-être pas dirimant si on utilise la méthode des effets pour comparer des investissements de même nature, leurs effets secondaires étant alors sans doute voisins.

2. L'incidence des données disponibles sur le choix de la méthode

La méthode la meilleure sur le plan des principes ne vaut que si on dispose des données nécessaires à sa mise en œuvre.

En nous plaçant dans le cas des projets de trains à grande vitesse (1), nous nous interrogeons donc sur l'incidence des données disponibles sur le choix de la méthode.

En fait, quelle que soit cette dernière, un certain nombre d'éléments sont nécessaires à l'évaluation socio-économique. Il s'agit :

- du trafic prévisible sur la ligne à grande vitesse projetée ; nous renvoyons à ce sujet au chapitre II de la présente contribution ;
- des coûts et économies engendrés par la réalisation du projet, tant avant mise en service qu'après, pour les différents agents économiques intéressés (et éventuellement pour les différents motifs de déplacements) ;
- des variations, dues au projet, des grandeurs physiques associées aux divers critères à considérer : heures passées en transport, nombre d'accidents, niveau de bruit, de pollution, etc.

Les éléments qui peuvent avoir une incidence sur le choix de la méthode, sont :

- la finesse des données disponibles : le choix d'une méthode sophistiquée d'évaluation socio-économique n'a intérêt que si les paramètres nécessaires peuvent être considérés comme connus avec une bonne fiabilité ;

- les données complémentaires nécessaires à certaines méthodes :

. la méthode coûts-avantages, si on cherche, comme c'est souvent le cas, à intégrer le plus possible d'avantages non marchands, implique la fixation d'équivalences monétaires pour ces avantages ; ces déterminations nécessitent soit l'examen du comportement des usagers soit l'étude théorique de conséquences de certains effets et leur comparaison au niveau de satisfaction des objectifs du décideur ; des déterminations assez fiables sont possibles pour la valeur du temps (2), elles sont beaucoup moins aisées pour les valeurs de la sécurité et du confort et encore moins pour d'autres critères tels que les impacts sur l'environnement et sur l'aménagement du territoire ; notons que même les valeurs des avantages purement monétaires ne sont pas forcément évidentes, soit par manque d'informations, soit si on veut utiliser des prix fictifs pour traduire certaines contraintes macro-économiques à respecter ;

. la méthode des effets nécessite la connaissance de coefficients donnant par nature d'investissements la part d'importations, de consommations intermédiaires par branche d'activité, de valeur ajoutée, puis l'utilisation de tableaux d'« entrée-sortie » (dits aussi de Léontiev) permettant de décomposer à leur tour les consommations intermédiaires ; la plupart de ces éléments existent, mais leur connaissance reste à affiner au niveau des investissements transports.

(1) En remarquant que, du fait des reports de trafic, il y a lieu pour l'évaluation de tels projets de recueillir aussi des données sur les autres modes de transport.

(2) Encore que des considérations de politique générale peuvent interférer, en regard notamment des motifs de déplacement.

En ce qui concerne les projets de trains à grande vitesse, on peut noter que le petit nombre de réalisations et celui encore moindre des bilans à posteriori ne permettent guère de pallier le manque éventuel de certaines données par l'utilisation de valeurs moyennes relevées sur des opérations de même nature réalisées précédemment ; du reste, on peut penser que, même lorsqu'on disposera de bilans plus nombreux, l'importance et la spécificité de chaque projet laisseront nécessaires le recueil de nombreuses données particulières.

On ajoutera que, lorsqu'il s'agira de projets internationaux, il faudra disposer des données nécessaires pour tous les Etats nécessaires, et par surcroît de données établies de façon suffisamment homogène.

Cependant, il ne nous semble pas, en définitive, que les données disponibles doivent avoir une incidence véritable sur le choix de la méthode d'évaluation socio-économique, moyennant, le cas échéant, un effort pour compléter et homogénéiser les données disponibles dans les différents Etats, effort que l'on pourrait suggérer comme objet d'une coopération internationale, en étendant ce qui vient d'être engagé dans le cadre des Communautés Européennes (cf. fin du chapitre II) d'une part à d'autres Etats et d'autre part à d'autres éléments que la demande de transport.

3. Point de vue de synthèse sur le choix de la méthode d'évaluation socio-économique

Compte tenu des considérations précédentes, il nous semble que serait particulièrement bien adaptée dans le cas présent une analyse multicritère, sans processus complet d'agrégation, présentant l'évaluation du projet suivant un nombre limité d'indicateurs, chacun d'eux pouvant correspondre à une agrégation partielle de critères élémentaires.

Cette dernière pourrait laisser place du reste à l'utilisation d'autres méthodes, par exemple :

- regrouper tous les impacts micro-économiques dans le cadre d'une analyse coûts-avantages, en n'y prenant en compte que les impacts véritablement monétaires et ceux qui ont des conséquences monétaires indéniables (tels que gains de temps de certains voyageurs se déplaçant pour motif professionnel) ;
- regrouper tous les impacts macro-économiques avec utilisation de la méthode des effets ou d'un modèle macro-économique.

Seraient alors à considérer par ailleurs :

- le bilan financier pour l'investisseur
- les critères sociaux : sécurité, accès de groupes de population à de nouvelles possibilités de déplacements, gains de temps et qualité de service
- effets sur l'environnement, structuration de l'espace.

La mise au point d'une telle méthode nécessiterait le choix d'indicateurs de synthèse pour les regroupements de critères qui y seraient considérés.

IV. Conclusion

Au terme de cet exposé, nous reprenons ci-après les principales suggestions que nous avons formulé, en vue par exemple de la coopération scientifique qui pourrait être lancée à la suite des travaux du séminaire :

⊙ préciser le contenu possible et les conditions de mise en place d'une base de données sur les pratiques de déplacement à longue distance (et notamment sur liaisons internationales) des résidents européens, à partir des bases de données nationales tirées d'enquêtes « ménages », principalement) et d'informations issues d'éventuels recueils de données mis en place spécialement à titre complémentaire ;

⊙ mettre en forme des scénarios prospectifs cohérents d'évolution du contexte socio-économique en Europe à l'horizon 2010, après harmonisation des résultats des exercices équivalents menés dans chaque pays ou dans tout autre cadre ; compléter ces scénarios généraux par des hypothèses de développement du système de transport, replaçant l'extension imaginable du réseau ferroviaire à grande vitesse dans le cadre plus vaste des possibilités d'évolution des dessertes assurées par les autres moyens de transport (transports aérien et collectif routier, notamment) ;

⊙ développer un (ou plusieurs) modèle(s) simple(s) d'élasticité directe du trafic ferroviaire (par classe) au niveau de service plurimodal sur une liaison, adapté à la spécificité des études de corridor international ;

● engager des réflexions méthodologiques et de premiers exercices pratiques visant à améliorer les modalités de prise en compte de la variabilité de la demande de trafic dans le temps (à l'échelle de l'année, de la semaine ou de la journée) sur les liaisons internationales, pour la mise au point des programmes d'exploitation des dessertes et le dimensionnement du parc de matériel roulant nécessaire à la mise en œuvre de ces programmes ;

⊙ s'efforcer de compléter et d'homogénéiser entre les Etats les diverses données nécessaires aux évaluations socio-économiques ;

● étudier les possibilités de promouvoir, pour l'évaluation socio-économique des lignes de trains à grande vitesse, un cadre harmonisé d'analyse multicritère, sans processus complet d'agrégation, présentant l'évaluation du projet suivant un nombre limité d'indicateurs, en formulant des propositions sur la nature des dits indicateurs.

Annexe n° 1. Description sommaire des études de cas examinées

Contexte et publications disponibles	Projets considérés	Résultats produits
<i>Comparative assessment of new forms of intercity transport</i> (étude menée par le TRRL et publiée sous la forme de 3 rapports SR1, SR2 et SR3 en 1971 et 1973).	Scénarios d'amélioration de l'offre de transport sur les liaisons Londres-Glasgow et Londres-Manchester, comportant selon les cas des dessertes par Advanced Passengers Trains (à 200 - 250 km/h), Tracted Hovercraft (à 400 km/h) et Vertical (ou Short) Take Off and Landing Aircraft.	Estimations de partage du marché des déplacements dans les différents scénarios en moyenne annuelle aux horizons 1978 et 1985, et tests de sensibilité aux hypothèses faites sur l'induction de trafic nouveau et de variation des recettes par mode en fonction des tarifs pratiqués.
<i>L'avenir des transports de voyageurs en Europe</i> (étude menée sous l'égide de la CCE, de la CEMT et de l'OCDE, et publiée en 1976).	Stratégies de développement du réseau européen de transport à longue distance associant des actions sur les infrastructures et les services offerts (et notamment une hypothèse de relèvement des vitesses maximales des trains sur le réseau classique à 250 ou 300 km/h selon les cas, et une autre de mise en place de dessertes nouvelles avec une vitesse de croisière atteignant 350 km/h et des actions tarifaires ou réglementaires).	Estimations des flux de déplacements échangés entre pays et par moyen de transport pour chaque stratégie, en moyenne annuelle, aux horizons 1985 et 2000, en distinguant les motifs de voyage.
<i>Verkehrliche Auswirkungen eines Elektromagnetischen Schnellbahn-systems Frankfurt-Paris</i> (étude réalisée par le DFVLR et publiée sous forme du rapport FB 82-18, en 1982).	Desserte de l'axe Paris-Francfort (via Metz et Sarrebrück) par des trains à sustentation magnétique, atteignant des vitesses de croisière de 400 km/h.	Estimation du nombre de déplacements écoulés par les dessertes étudiées en moyenne annuelle aux horizons 1990-2000, selon les motifs de voyage et l'origine du trafic (trafic reporté du chemin de fer classique, trafic transféré de la route, trafic transféré de l'avion, trafic nouveau).
Travaux du groupe tripartite France-Belgique-Allemagne relatif à la liaison rapide Paris-Bruxelles-Cologne (réalisés en 1984 et ayant donné lieu à un rapport remis aux trois gouvernements concernés en juillet 84).	Variantes d'aménagement des dessertes ferroviaires sur l'axe Paris-Bruxelles-Cologne (et au-delà pour la technique roue-rail), distinguant notamment deux types de dessertes : - par la technique roue-rail, avec vitesse commerciale de 240 km/h, - par trains à sustentation magnétique, avec vitesse commerciale de 380 km/h.	Estimation du nombre de déplacements écoulés par les dessertes étudiées et des pertes concomitantes de trafic pour les dessertes ferroviaires classiques et aériennes, en moyenne annuelle à l'horizon 1992 et au-delà.

**Annexe n° 2. Juxtaposition de quelques résultats des méthodes utilisées
dans les études de cas pour estimer les effets des dessertes à grande vitesse**

		Cas d'une desserte à grande vitesse		Cas d'une desserte à très grande vitesse																											
<p>Modification du niveau de service par rapport aux dessertes ferroviaires classiques</p> <p>Augmentation du nombre de déplacements ferroviaires par rapport à la situation sans aménagement</p> <p>Evolution du partage du marché entre les moyens de transport</p>	<p>Relation Paris-Belgique (Modèle de l'Action 33) (1)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Temps de parcours gare à gare réduit de 2 h 28 à 1 h 33 min ○ Tarif inchangé <ul style="list-style-type: none"> ○ de l'ordre de + 10 à + 20 % <table border="0" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td>avant</td> <td>après</td> </tr> <tr> <td>Route</td> <td>67 %</td> <td>66 %</td> </tr> <tr> <td>Fer</td> <td>20 %</td> <td>21 %</td> </tr> <tr> <td>Air</td> <td>13 %</td> <td>13 %</td> </tr> </table>		avant	après	Route	67 %	66 %	Fer	20 %	21 %	Air	13 %	13 %	<p>Relation Paris-Francfort (Etude DFVLR)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Temps de parcours gare à gare réduit de 5 h 53 à 1 h 54 min ○ Tarif égal au tarif de la 1^{re} classe des dessertes classiques <ul style="list-style-type: none"> ○ + 152 % (mais le trafic empruntant effectivement les trains magnétiques ne représente que 80 % environ du trafic « ferroviaire » total) <table border="0" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td>avant</td> <td>après</td> </tr> <tr> <td>Route</td> <td>52 %</td> <td>48 %</td> </tr> <tr> <td>Fer class.</td> <td>22 %</td> <td>12 %</td> </tr> <tr> <td>Magnétique</td> <td>-</td> <td>40 %</td> </tr> <tr> <td>Air</td> <td>26 %</td> <td>ε</td> </tr> </table>		avant	après	Route	52 %	48 %	Fer class.	22 %	12 %	Magnétique	-	40 %	Air	26 %	ε
	avant	après																													
Route	67 %	66 %																													
Fer	20 %	21 %																													
Air	13 %	13 %																													
	avant	après																													
Route	52 %	48 %																													
Fer class.	22 %	12 %																													
Magnétique	-	40 %																													
Air	26 %	ε																													
<p>Modification du niveau de service par rapport aux dessertes ferroviaires classiques</p> <p>Augmentation du nombre de déplacements ferroviaires par rapport à la situation sans aménagement</p> <p>Evolution du partage du marché entre les moyens de transport</p>	<p>Relation Paris-Bruxelles (travaux du groupe tripartite)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Temps de parcours gare à gare réduit de 2 h 28 à 1 h 30 min ● Augmentation des fréquences de desserte ● Tarif inchangé <ul style="list-style-type: none"> ● + 74 % (+ 52 % dans l'hypothèse où la fréquence de desserte reste inchangée) <ul style="list-style-type: none"> ● Non calculé (il a seulement été estimé que 84 % du trafic aérien se transférerait sur le mode ferroviaire) 	<p>Relation Paris-Cologne (Travaux du groupe tripartite)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Temps de parcours gare à gare réduit de 5 h 07 à 1 h 49 min ● Augmentation des fréquences de desserte ○ Tarif inchangé <ul style="list-style-type: none"> ○ + 257 % (+ 238 % dans l'hypothèse où la fréquence de desserte reste inchangée) <ul style="list-style-type: none"> ● Non calculé 																											
<p>Modification du niveau de service par rapport aux dessertes ferroviaires classiques</p> <p>Augmentation du nombre de déplacements ferroviaires par rapport à la situation sans aménagement</p> <p>Evolution du partage du marché entre les moyens de transport (hors induction)</p>	<p>Relation Londres-Manchester (Etude TRRL)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Temps de parcours gare à gare de 2 h 45 min à 2 h ● Tarif inchangé <ul style="list-style-type: none"> ● Non calculé (plusieurs hypothèses ont été formulées sans utilisation de modèle) <table border="0" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td>avant</td> <td>après</td> </tr> <tr> <td>Route</td> <td>30 %</td> <td>28,5 %</td> </tr> <tr> <td>Fer</td> <td>29 %</td> <td>39,5 %</td> </tr> <tr> <td>Air</td> <td>41 %</td> <td>32 %</td> </tr> </table>		avant	après	Route	30 %	28,5 %	Fer	29 %	39,5 %	Air	41 %	32 %																	
	avant	après																													
Route	30 %	28,5 %																													
Fer	29 %	39,5 %																													
Air	41 %	32 %																													

(1) Les résultats cités ici ne proviennent pas directement de l'étude de 1976, mais ont été obtenus à l'occasion de passages récents, dans le cadre de l'étude d'un réseau européen complet, d'un modèle dérivé du modèle original de l'Action 33.

Annexe n° 3. Liste des données de base utiles pour une étude de corridor

Type de données	Utilité	Particularités à signaler	Source habituelle
Volume de trafic par ligne ferroviaire.	Ces données sont indispensables pour « recaler » les estimations de trafic ferroviaires O x D.	Il faut connaître à la fois l'évolution des niveaux moyens annuels par classe et celle des profils temporels sur plusieurs années passées.	Comptages effectués par les compagnies ferroviaires ou l'UIC (dans les trains ou à partir des ventes de billets).
Nombre de déplacements effectués entre zones origine et zones destination avec utilisation principale du chemin de fer.	Ces données de base sont nécessaires à l'application du modèle de simulation du comportement des usagers.	La représentativité des données doit être assurée à l'échelle de l'année. Une répartition par motif est souhaitable, sinon absolument indispensable.	Enquêtes effectuées auprès des voyageurs ferroviaires, complétées par l'analyse des ventes de billets.
Idem, en ce qui concerne l'avion.	Ces données ne sont pas absolument indispensables, mais leur connaissance peut aider à juger de la plausibilité des résultats trouvés en ce qui concerne le trafic intéressé par les dessertes étudiées.	Des résultats de comptage par ligne aérienne entre zones peuvent suffire, mais il convient d'avoir une idée de la part que peut représenter le réel trafic origine-destination dans le trafic total de ces lignes.	Compagnies aériennes ou aéroports (mais les enquêtes auprès des voyageurs ne sont pas systématiques).
Idem, en ce qui concerne l'autocar.		Voir ci-dessus.	Statistiques douanières (non disponibles systématiquement).
Idem, en ce qui concerne la voiture particulière.		-	Enquêtes de circulation au bord de la route (aux frontières, notamment) ; mais celles-ci sont rarement représentatives de l'ensemble de l'année.
Données relatives aux motivations ou aux possibilités de modifications des comportements des individus.		-	Enquêtes auprès des ménages.
Données sur l'évolution du contexte socio-économique général.	Ces données sont utiles pour une bonne projection dans le futur de la situation de transport observée à une date donnée.	Eventuellement, plusieurs scénarios d'évolution peuvent être pris en considération.	Hypothèses établies par les gouvernements des pays considérés, ou dans le cadre d'organismes privés ou internationaux.
Données relatives au niveau de service offert par les différents moyens de transport sur les relations étudiées.	Ces données de base sont nécessaires à l'application du modèle de simulation du comportement des usagers.	L'offre à considérer est celle existant à la date pour laquelle sont supposées valoir les données de trafic citées ci-dessus.	A calculer à partir de l'état réel des infrastructures et des services offerts relation par relation.

Réflexions concernant la planification de l'exploitation dans les corridors et les réseaux comportant des lignes nouvelles à grande vitesse

M. Sitzmann
Deutsche Bundesbahn

RFA

Les lignes de chemin de fer en Allemagne fédérale présentent une caractéristique de réseau marquée par de nombreux entrecroisements, liaisons et lignes transversales, des concentrations particulières étant formées par les agglomérations du Rhin/Main, avec Francfort-sur-le-Main, du Rhin/Neckar, avec Stuttgart, et du Rhin/Ruhr avec Cologne et le bassin de la Ruhr, conurbation étendue.

Des transferts de trafic survenus depuis la seconde guerre mondiale ont eu pour effet que la liaison Nord-Sud Hambourg-Hanovre-Würzburg/Francfort (M) compte parmi les lignes ferroviaires les plus fréquentées et les plus surchargées du réseau de la DB.

Les courants de trafic reliant ces diverses concentrations étant d'une importance variable et n'étant pas orientés vers un nœud central de communication, il s'avère nécessaire pour les trafics de personnes et de marchandises d'établir en conséquence des liaisons fréquentes et bonnes entre ces courants. A cela s'ajoutent les relations de trafic d'importance variable avec les réseaux voisins.

C'est pour répondre à une telle structure de réseau qu'a été créé par exemple le réseau Intercity de la DB (relations rapides interurbaines), d'une longueur de lignes d'environ 4 000 km. Il se compose de quatre lignes Intercity reliant entre elles nombre de villes importantes soit directement, soit par possibilité de changement de train en cinq points de liaison. Ces points de liaison avec changement de train sur le même quai et de courtes durées d'arrêt sont Dortmund, Cologne, Mannheim, Würzburg et Hanovre. A cela vient s'ajouter un changement de ligne dans un même itinéraire, consistant par exemple pour un train de la ligne 1 ou 3 de circuler tour à tour de Mannheim à Bâle ou à Stuttgart-Munich, ou, pour un train de la ligne 2 ou 4 d'aller de Würzburg à Munich soit via Nuremberg, soit par la voie directe.

Certains trains IC sont prolongés à titre de rames confortables directes pour atteindre des lieux de vacances allemands, des villes limitrophes importantes ou même l'étranger. Mentionnons à titre d'exemple les trains IC joignant Salzbourg, Klagenfurt ou Vienne, Zurich, Genève et Milan ou Copenhague.

Dans le trafic de marchandises, la DB présente une structure de réseau similaire. Les lieux d'origine et de destination du système de trains ICG (« Intercargo » marchandises) instauré en 1984 correspondent aux concentrations industrielles reliées entre elles par les trains ICG en un « bond » nocturne à une vitesse maximale de 100 km/h.

I. Couloirs de trafic

La description de ces systèmes de trains révèle d'ores et déjà que l'essentiel de la circulation se concentre sur un nombre restreint d'axes principaux du réseau de lignes de la DB. Les charges des lignes sont particulièrement élevées dans ce qu'on appelle les « couloirs ». Ceux-ci se situent par exemple dans les relations de trafic de la ligne à grande vitesse *Hanovre-Würzburg* en cours de construction au titre de la première phase du programme d'élargissement, ainsi que dans les relations de la ligne à grande vitesse envisagée pour la liaison *Cologne-Rhin/Main*.

Les réflexions relatives au planning d'exploitation en matière de couloirs et de réseaux, réflexions qui diffèrent en fonction de la ligne considérée, sont exposées ci-après à l'exemple de ces deux lignes à grande vitesse respectivement en construction et envisagée.

A. Couloir Nord-Sud

La ligne principale proprement dite de transport nord-sud du réseau de la DB, dite « ligne Nord-Sud », mène de Hanovre, où se réunissent les lignes provenant des ports allemands de la mer du Nord, Bremerhaven, Brême et Hambourg, à Flieden via Göttingen et Fulda. A partir de là, la ligne se divise pour former les lignes à deux voies allant en direction de Francfort (M) et Würzburg. La ligne Nord-Sud établit ainsi, considérée dans l'ensemble de son réseau, la liaison entre les pays scandinaves et le Nord de l'Allemagne d'une part et le Sud et le Sud-ouest de l'Allemagne, la Suisse, l'Autriche et l'Italie d'autre part. A cela viennent s'ajouter ses jonctions Est-Ouest à Hanovre et Bebra : en direction de l'est vers Brunswick, Magdebourg, Berlin et Varsovie, Leipzig et Dresde, et en direction de l'ouest vers le bassin de la Ruhr et les pays voisins occidentaux.

Le débit de la ligne est dans son ensemble supérieur à 240, allant dans certaines sections de ligne jusqu'à 360 trains par jour dans les deux sens. En dépit de ce débit élevé, les proportions sont fort défavorables : le rapport des trains de voyageurs aux trains de marchandises varie environ de 40/60, à 50/50.

Aussi a-t-il fallu assez rapidement recourir à des lignes de délestage surtout pour les trains de marchandises empruntant ce couloir, lignes qui cependant, de par leur tracé et leur cours, ne remplissent pas les exigences requises.

La surcharge quantitative de la ligne donne lieu à une dégradation qualitative de la conception des horaires, et surtout des méthodes d'exploitation. Avec un tel débit de ligne, même les moindres irrégularités telles que pannes techniques ou trains faisant irruption avec retard ont des répercussions extrêmement défavorables et entraînent des retards supplémentaires très importants, ce qui a non seulement une incidence négative sur le comportement de la clientèle, mais occasionne aussi des frais supplémentaires pour

réduire les retards, pour l'entretien technique plus difficile des emprises ferroviaires, et un surcroît de mise en œuvre de personnel et de véhicules.

Même au moyen des nombreuses mesures techniques d'amélioration réalisées au fil des ans, telles que espacement plus serré des signaux, block automatique, technique de poste à touches d'itinéraire, augmentation des voies d'évitement, on n'arrive pas à réduire durablement la surcharge de la ligne, ni à éliminer les restrictions qualitatives.

Ces données initiales ont finalement abouti à la décision de construire une ligne nouvelle, dans le but d'éliminer les inconvénients qualitatifs par des vitesses plus élevées et de ménager un délestage efficace de l'ensemble du corridor.

B. Couloir du Rhin

La situation est analogue pour ce qui est du débit des deux lignes rhénanes et de la ligne Ruhr-Sieg, laquelle est à considérer dans son ensemble comme couloir. La ligne *gauche* du Rhin mène de Cologne via Bonn, Coblenz à Mayence, où elle bifurque en direction de Bâle/Stuttgart (Munich) et de Francfort (M). La ligne *droite* du Rhin mène également de Cologne via Wiesbaden à la région Mayence/Francfort (M), où elle bifurque dans les différentes directions du sud de l'Allemagne.

À Coblenz, la ligne en direction de Trèves-Luxembourg, ligne particulièrement importante pour le trafic de marchandises, est reliée aux deux lignes rhénanes. Les franchissements du Rhin à Cologne, Coblenz et Mayence permettent d'obtenir un spectre étendu de variations au niveau de la conception des horaires et des méthodes d'exploitation, notamment en cas d'irrégularités d'exploitation. Les lignes rhénanes relient le bassin de la Ruhr, la Belgique et les Pays-Bas au sud de l'Allemagne, à la Suisse, l'Autriche et l'Italie. Leur importance au niveau du trafic n'a cessé d'augmenter au fil des ans et continuera d'augmenter étant donné l'étroite interconnexion avec les ports à l'embouchure du Rhin.

De même que pour la ligne Nord-Sud, la capacité de ces deux lignes ne peut être augmentée. En vue d'accroître la capacité, mais aussi pour des raisons en liaison avec le tracé, l'on a déjà introduit une séparation nette des trafics à grande et à petite vitesse en faisant circuler les trains rapides en prépondérance sur la ligne gauche du Rhin.

Un certain délestage des deux lignes rhénanes a été obtenu particulièrement pour le trafic de marchandises dans ce couloir en empruntant également la ligne dite ligne Ruhr-Sieg menant du bassin de la Ruhr (Hagen) en direction du sud via Gießen à Francfort (M) et à la région Nuremberg/Munich. Cependant, cette ligne comporte de par son tracé de faibles rayons et de fortes pentes dans l'étroite vallée de la Sieg.

Les diagrammes du débit des deux lignes rhénanes sont fort différents, et ce tant pour les courbes journalières, hebdomadaires, que pour les courbes annuelles. La séparation entre les trafics voyageurs et marchandises s'y fait très nettement ressentir. Il convient de signaler dans ce contexte un problème d'exploitation supplémentaire, à savoir l'écoulement d'un trafic de banlieue important, en partie un réseau express régional, dans la zone des grands nœuds que constituent Cologne, Mayence et Francfort (M), et ce sur les mêmes voies.

II. Planification du programme d'exploitation

Les plannings d'exploitation relatifs à une ligne nouvelle, un couloir de trafic ou le réseau même sont liés directement à la réalisation technique de l'infrastructure et à la circulation du matériel roulant. La charge et le programme d'exploitation sont fonction des pronostics faits pour le trafic voyageurs et marchandises, lesquels sont également déterminés de manière décisive par les orientations envisagées sur le plan qualitatif.

A. Données déterminant la planification

Dans le trafic voyageurs, les éléments principaux de qualité sont la durée de parcours (vitesse de marche, rapidité), la fréquence de desserte (autonomie), le prix de transport et le confort. La sécurité et la ponctualité sont requises au chemin de fer comme étant une évidence.

Le temps nécessité pour aller à et de la gare s'élève pour le chemin de fer, par rapport à la durée totale de parcours, à environ 17 % en moyenne, et ne peut généralement pas être amélioré, ou seulement légèrement. Il convient donc de raccourcir la durée de parcours entre les gares d'arrêt. La durée de parcours étant déterminée en premier lieu par la vitesse de marche, et des raccourcissements ne pouvant être réalisés, étant donné la situation topographique du réseau de lignes existant, que pratiquement dans une mesure insignifiante, un relèvement de la vitesse de parcours ne peut être obtenu que sur des lignes nouvelles. La vitesse moyenne de parcours du réseau n'était en 1984 pour les trains IC par exemple, que de 104 km/h.

En raison des interconnexions de lignes, les heures de correspondance jouent un rôle particulier à la DB, mais elles ne peuvent pas ou ne peuvent que légèrement être augmentées par des mesures constructives, et ne peuvent pas l'être dans la mesure nécessaire par des dispositions prises au niveau des horaires et de l'organisation.

La vitesse de parcours doit, si le Réseau doit opérer avec succès, être établie entre la vitesse de parcours de la voiture particulière et celle de l'avion. La vitesse de parcours de l'automobile peut alors être estimée à environ 90 à 100 km/h pour des distances d'une certaine importance, le chemin à parcourir pour aller à et de la gare étant sans objet pour l'utilisateur d'une voiture particulière. Pour compenser l'avantage de l'automobiliste, le temps de parcours en chemin de fer doit être majoré d'un supplément d'au moins 30 à 50 minutes.

Les mesures devant être réalisées d'ici à 1990, avec l'achèvement de la ligne nouvelle, permettront alors par exemple sur la relation Francfort (M)-Hanovre, par rapport à aujourd'hui, de réduire la durée de parcours de 3 heures 10 minutes à 2 heures 15 minutes, sur la relation Francfort (M)-Stuttgart de 2 heures 10 minutes à 1 h 25 minutes. Lorsque la ligne nouvelle à l'état de projet Cologne-Rhin/Main sera réalisée, la durée de parcours par exemple de Cologne à Francfort (M) se réduira de 2 h 10 minutes à 1 h 5 minutes.

De tels raccourcissements de la durée de parcours entraînent évidemment un supplément de trafic sur les lignes à grande vitesse, qui nécessitent de prévoir une multiplicité de trains supplémentaires.

Pour le trafic marchandises, il est prévu que le volume de trafic de l'an 2000 atteindra le niveau de l'année 1979. Différentes hypothèses d'améliorations du réseau et des lignes peuvent cependant modifier ces chiffres.

B. Système d'exploitation

Une ligne nouvelle à grande vitesse peut en principe être envisagée pour deux systèmes différents d'exploitation : soit pour un trafic à grande vitesse purement voyageurs, soit pour une exploitation mixte avec des trains de voyageurs et de marchandises à grande vitesse.

La décision de savoir quel système d'exploitation doit être retenu est déterminée entre autres choses par les taux d'accroissement et le degré nécessaire de délestage, ainsi que par le besoin de trafic en raison de la connexion avec le réseau existant, de même que le taux d'utilisation envisagé du matériel roulant sur la nouvelle ligne.

Ces facteurs ont une influence déterminante sur l'infrastructure, par exemple déclivité de la ligne, espacement et nombre des gares de dépassement, points de transition, et connexions avec le réseau existant, système de signalisation et bien d'autres encore.

Il est hors de doute que le franchissement d'une ligne nouvelle par des rames homogènes est une source d'avantages pour l'infrastructure et l'exploitation, tous les trains circulant avec les mêmes propriétés de dynamique de marche. Une telle forme d'exploitation permet d'obtenir le débit maximal d'une ligne.

Ces réflexions ont finalement abouti à la décision de construire et d'exploiter la ligne à grande vitesse Hanovre-Würzburg dans le couloir Nord-Sud comme ligne à exploitation mixte, alors que la ligne à grande vitesse Cologne-Rhin/Main à l'état de projet sera affectée uniquement au trafic voyageurs.

III. Ligne à grande vitesse Hanovre-Würzburg

La ligne à grande vitesse Hanovre-Würzburg est liée en tant d'endroits aux lignes existantes de la DB que, eu égard à la nécessité de leur délestage dans le couloir, il s'avère indispensable de l'exploiter en tant que ligne mixte et non par exemple exclusivement avec des trains spéciaux. C'est en effet la seule possibilité d'exploiter à fond les avantages des durées de parcours plus courtes pour les trafics voyageurs et marchandises. Ceci apparaît nettement au regard des entrecroisements déjà mentionnés à Hanovre, Kassel, Fulda et Würzburg. Les villes situées sur la ligne présentent un potentiel de trafic devant être absolument pris en compte ; d'un autre côté, le volume de trafic des terminus n'est pas élevé au point de pouvoir faire circuler exclusivement des trains directs. Par ailleurs, par exemple à Kassel, des trains en provenance de la région de Dortmund et Münster peuvent passer sur la ligne nouvelle en direction du sud ; il en est sensiblement de même pour l'utilisation partielle de cette ligne dans son ensemble, par exemple avec des transitions à Göttingen, Fulda, ou en amont de Gemünden-sur-le-Main. Même les trains internationaux avec un parc de véhicules différent pourront emprunter la nouvelle ligne, même si les voitures ne sont pas aptes à la vitesse de 200 km/h. Une courbe de jonction passant au sud de Hanovre raccorde en plus la région de Brunswick à la ligne à grande vitesse.

Etant donné que le niveau de vitesse des lignes à aménager devant y être raccordées sera relevé dans la mesure du possible à 200 km/h, une multiplicité de voyageurs bénéficiera ainsi des durées de parcours plus courtes, ce qui permet de s'attendre à un accroissement considérable du trafic voyageurs.

La situation est analogue en ce qui concerne le trafic de marchandises. Là, l'ensemble du couloir doit être délesté, principalement dans les heures de nuit. Le débit horaire de la ligne Nord-Sud, avec jusqu'à 10 à 12 trains par heure et par direction, est aujourd'hui d'un niveau tel que de nombreux trains de marchandises doivent être détournés sur d'autres lignes, avec les prolongations de durées de parcours qui en découlent. La ligne nouvelle sera fréquentée par des trains rapides de marchandises (TEEM, Trans-Europ-Express-Marchandises, trains ICG, trains du trafic combiné).

Une vitesse de parcours de 250 km/h a été retenue, même pour la première phase d'exploitation.

En conséquence, le programme d'exploitation de la ligne nouvelle Hanovre-Würzburg se présente comme suit :

250 km/h :	HGZ (trains à grande vitesse)
200 km/h :	trains IC d'une charge pouvant atteindre 600 t
160 km/h :	trains rapides d'une charge pouvant atteindre 700 t
100/120 km/h :	TEEM/trains rapides de marchandises d'une charge pouvant atteindre 1 500 t.

Tandis que des éléments automoteurs seront mis en circulation pour les HGZ, les trains IC et rapides circuleront en rames, avec les locomotives existantes des séries 103 et 111 ; on utilise pour les trains de marchandises la locomotive série 151. Il est envisagé d'utiliser la locomotive à courant triphasé de conception nouvelle de la série 120 pour le trafic rapide voyageurs, mais aussi pour le trafic des marchandises, dès que les conditions requises seront remplies.

Dans un premier temps, c'est-à-dire au moment de la mise en service des lignes nouvelles, en 1988 et 1990, les trains de marchandises circuleront à la vitesse de 100 km/h. La charge remorquée ne sera dans la majorité des cas que de 1 200 t. Un fort pourcentage de wagons de la DB sont cependant aptes à circuler à 120 km/h, de sorte qu'au moment voulu, la vitesse pourrait être augmentée au besoin, après avoir vérifié certaines conditions techniques marginales (par exemple charge de 22,5 t par essieu). Les longueurs de train, en conformité avec le reste du réseau, seront au maximum de 400 m pour les trains de voyageurs et de 700 m pour les trains de marchandises.

Nous considérons que la ligne nouvelle Hanovre-Würzburg sera franchie dans la journée principalement par des trains rapides de voyageurs, dans la nuit en contre-partie principalement par des trains rapides de marchandises. Il faudra cependant s'attendre à une importante interférence de ces deux modes de trafic aux premières heures de la journée ainsi que tard dans la soirée. Le nombre total de trains devrait se situer selon toute probabilité entre 200 et 250 trains par jour.

La capacité de la nouvelle ligne, mais principalement son débit horaire, est fonction des proportions de trains y circulant, c'est-à-dire du pourcentage de trains rapides et de trains lents.

IV. Ligne à grande vitesse Cologne-Rhin/Main

La planification est fondamentalement différente pour la ligne à grande vitesse Cologne-Rhin/Main à l'état de projet. La nouvelle ligne passe à droite du Rhin, de Cologne en direction de Limburg, en grande partie parallèlement à l'autoroute Cologne-Francfort (M) vers la région Rhin/Main. Ce tracé a son origine dans la considération que cette ligne établit la plus courte liaison entre Cologne et la région Rhin/Main avec prolongation vers la région Rhin/Neckar (raccordement avec la ligne à grande vitesse Mannheim-Stuttgart) et vers Bâle/Munich. Un tracé plus rapide qu'aujourd'hui ne serait réalisable au bord du Rhin que dans des conditions topographiques difficiles.

Le taux d'occupation des trains de voyageurs entre Cologne et la région Rhin/Main est l'un des plus élevés en Allemagne fédérale. Toutes les études entreprises ont fait apparaître que cette ligne permet d'escompter une augmentation très importante du chiffre de voyageurs, qui devrait avoisiner 70 %.

La nouvelle ligne entraînera un délestage des lignes rhénanes où le trafic de marchandises doit rester en raison de la jonction à Coblenze avec la Sarre et le Luxembourg, et entre autres à cause des installations du trafic de marchandises localisées dans la région de Cologne. La possibilité se présente donc a priori – ainsi qu'il a déjà été dit – d'exploiter la ligne à grande vitesse uniquement pour le trafic voyageurs. Grâce aux jonctions prévues à Cologne et aux lignes aboutissant dans la région Rhin/Main, tous les trains rapides directs du trafic voyageurs circuleront sur la nouvelle ligne. Les paramètres de ligne peuvent par conséquent être entièrement ajustés sur le trafic rapide voyageurs.

Cependant, un certain nombre de trains de voyageurs à circulation rapide devront rester sur la ligne gauche actuelle du Rhin. Ces derniers desservent Coblenze, nœud de communication important présentant d'intenses relations à changement de trains ainsi qu'un propre volume de trafic, et les autres villes de moindre importance situées sur le bord du Rhin. Sans doute les trains typiques « sightseeing » tels que le TEE « Rheingold » circuleront-ils également sur l'ancienne ligne.

La nouvelle ligne effleure sur la totalité de son parcours uniquement certaines lignes ferroviaires plus ou moins insignifiantes, de sorte qu'elle ne comportera pas d'interconnexions de réseau dans des proportions comparables à celles rencontrées sur la ligne Hanovre-Würzburg.

Une multiplicité de courants de trafic voyageurs européens et allemands s'entrecoupent et se réunissent en gare centrale de Cologne. La région de Cologne est le facteur déterminant de la conception des horaires et de la fluidité de l'exploitation dans l'ensemble de l'ouest de l'Allemagne. La capacité de la gare voyageurs de Cologne est en corrélation étroite avec le taux d'occupation des voies à quai et du pont du Rhin à quatre voies.

Le cours du tracé de la ligne à grande vitesse passant par la rive droite du Rhin permettra aux trains directs, sans changement du sens de marche en gare centrale de Cologne, de poursuivre leur marche en direction d'Aix-la-Chapelle - Bruxelles et via Neue Dusseldorf également en direction du bassin de la Ruhr et de Hambourg/Hanovre. Pour la poursuite directe vers le bassin de la Ruhr via Düsseldorf, un changement du sens de marche est prévu en gare centrale de Cologne.

Une gare d'arrêt sera aménagée dans la région de Siegburg afin de permettre aux voyageurs en provenance de la région de Bonn, notamment ceux y accédant avec leur automobile, de joindre par une voie directe les trains de la ligne à grande vitesse.

Dans la région du Rhin/Main, des liaisons avantageuses sont établies par les lignes existantes avec les nœuds ferroviaires et les villes de Mayence, Wiesbaden et Francfort (M), ce qui donne la possibilité d'intégrer également Nuremberg, Stuttgart, Munich et Bâle au concept de desserte. Pareillement, l'aéroport de Francfort (M) peut favorablement être associé de cette façon à la liaison rapide en question.

V. Éléments d'infrastructure

A. Pourcentages de rampe

Des études approfondies – simulations effectuées à l'aide de l'informatique – ont révélé que les rampes d'une ligne en régime mixte, même lorsqu'elle est empruntée par des trains de marchandises plus légers à vitesse élevée, ne devaient pas dépasser 12,5 %. Sinon, l'on assiste à des différences considérables de durée de parcours entre les trains roulant vite et ceux roulant lentement, ayant de très longs temps de démarrage et dont les espacements sont importants. Les valeurs déterminantes pour la traction deviennent très défavorables.

Compte tenu des proportions de trains de voyageurs et de marchandises sur la ligne nouvelle Hanovre-Würzburg, une rampe maximale de 12,5 % a donc été retenue. Ainsi, la charge limite au démarrage, pour la locomotive s'élève à 1 200 t, pour la série 151 à 1 580 t, de sorte que le programme d'exploitation est entièrement couvert. La charge limite du crochet de traction, pour une rampe de 12,5 %, est de 2 035 t ; on pourrait remorquer en double traction même des trains de 2 000 t, ce qui toutefois n'est pas prévu. L'utilisation de locomotives à courant triphasé aura une incidence favorable sur le secteur de la traction.

En revanche, pour la ligne destinée uniquement au trafic voyageurs Cologne-Rhin/Main, la valeur à retenir pour la pente maximale peut être nettement plus élevée, en utilisant des éléments auto-moteurs. Elle se montera à 25 %. Des études de génie civil ont révélé que pour une inclinaison supérieure à 25 % les frais d'ouvrage ne se réduisent pas ou seulement légèrement. De plus, l'inclinaison de 25 % permet encore d'utiliser les engins moteurs existants, encore que partiellement en double traction.

B. Voies d'évitement, aiguillages de transition

Pour la ligne à grande vitesse Hanovre-Würzburg, des simulations faites en retenant une proportion donnée de trains rapides et de trains lents ont donné un espacement des voies d'évitement de 20 à 25 km, lequel a donc été retenu dans la réalisation. Les gares de dépassement sont d'une conception très simple, avec chacune une voie d'évitement sur le bon côté, et servent également à y garer provisoirement des engins de la voie, des véhicules d'entretien de la voie, de la ligne aérienne, etc. Etant donné qu'il faut s'attendre à des pannes des installations et du matériel roulant, il convient

de retenir pour le fort débit de ligne escompté d'environ 120 à 130 trains par voie un nombre suffisant de possibilités d'évitement.

De plus, des points de transition seront aménagés environ tous les 7,5 km, permettant à la vitesse de 100 km/h, en partie de 130 km/h, de passer de la bonne voie à la voie opposée. Pour la phase initiale d'exploitation en 1988, la construction de certains points de transition sera cependant reportée provisoirement. Les points de transition permettent en outre de réaliser à peu de frais l'entretien des emprises de la voie dans la journée, lorsque, en utilisant les diagonales, une voie directe peut être évacuée ou un train peut contourner une section fermée, pour une courte durée. Les deux voies directes peuvent être franchies en banalisation dans les mêmes conditions et sans restriction.

Lorsqu'une section de ligne de par exemple 12 km de long est fermée, ceci entraîne une perte de durée de parcours d'au moins 5 minutes, dans une situation d'horaire beaucoup plus défavorable. Plus la section de voie fermée est longue, plus le nombre de trains par heure circulant sur une section de ligne sera réduit. Ainsi, pour un débit horaire sur une section à une voie d'environ 8 trains par exemple en exploitation mixte, le débit journalier ne devrait être que d'environ 50 trains par direction. Plus la section fermée est longue, plus les répercussions augmenteront également pour les trains perturbés.

La ligne à grande vitesse Cologne-Rhin/Main est soumise à d'autres lois. Nous comptons que le tonnage des trains sera inférieur à celui de la ligne Hanovre-Würzburg. Etant donné qu'il s'agit en l'occurrence par surcroît de trains similaires ou ne différant du moins pas beaucoup probablement dans leur comportement, l'espacement des points de transition devrait pouvoir être étendu à 15 à 20 km. Il n'y aura plus en ce cas de « gares de dépassement » au sens usuel du terme, mais des gares comportant des voies d'évitement destinées à recevoir des trains en cas de dérangements ou des engins d'entretien.

C. Système de signalisation, commande du mouvement

La DB dispose d'un système de signalisation dit à *signaux principaux et à signaux d'avertissement* avec un espacement par la distance d'arrêt de 1 000 m. Ce système est apte à des vitesses pouvant atteindre 140 km/h, 160 km/h pour les trains de voyageurs équipés du frein électromagnétique sur rail. Sur les lignes à aménager, par exemple Hanovre-Hambourg ou Hanovre-Dortmund, l'on superpose à ce système de signalisation la commande automatique continue de la marche des trains qui permet, comme commande continue de la marche des trains avec transmission de la vitesse admissible au poste de conduite, d'atteindre une vitesse supérieure à 160 km/h allant jusqu'à 200 km/h et, lorsque les conditions de la ligne le permettent, des vitesses supérieures.

Aussi était-il conséquent de prévoir cette disposition également sur les lignes nouvelles, ceci permettant de créer un réseau étendu avec la possibilité de faire circuler des trains de marchandises équipés de la commande automatique continue de la marche des trains, en régime de freinage G à des vitesses supérieures à 90 km/h également sur les lignes existantes dotées de ladite disposition.

C'est pourquoi il a été décidé de mettre en œuvre systématiquement la signalisation de cabine avec commande automatique continue de la marche des trains comme système de signalisation sur les lignes nouvelles. Seuls les gares et points de bifurcation vers les lignes existantes recevront des signaux d'entrée et de sortie ou signaux de protection, mais non les points de transition. Avec une telle solution, les trains, dans le cas d'une défaillance de la conduite automatique continue, peuvent poursuivre leur marche à la vitesse de 160 km/h, et même les trains non équipés de ce dispositif peuvent passer sur la nouvelle ligne, devant alors circuler toutefois à un intervalle de block d'environ 20 km.

L'entretien des emprises ferroviaires devant pratiquement avoir lieu pendant l'exploitation courante, il sera indispensable d'équiper également au moins un certain nombre d'engins d'entretien, lesquels peuvent circuler en partie à 120 km/h, de la conduite automatique continue de la marche des trains.

Ce dispositif sera mis en œuvre comme système de signalisation également sur la ligne à grande vitesse Cologne-Rhin/Main à l'état de projet, puisque ce système, étant donné la transmission ininterrompue des consignes relatives à la marche du train et de l'information en retour est à considérer comme un système d'avenir et qu'il permet une commande des circulations de trains depuis une centrale.

La commande et la surveillance de l'exploitation des trains s'effectuera sur la ligne à grande vitesse Hanovre-Würzburg depuis deux postes centraux de régulation ayant leur siège à Hanovre et Francfort (M). La marche de chacun des trains est suivie par l'intermédiaire du numéro de train, et transmise aux centrales sous forme de courbes temps-distance apparaissant sur des écrans de visualisation. Le régulateur peut constater, sur une avance programmée d'environ 30 minutes sur le moniteur, par le recoupement des courbes temps-distance, si des conflits pourraient survenir en raison de trains circulant à des vitesses différentes. Il peut ainsi intervenir à temps et prendre les dispositions utiles, de sorte qu'un optimum de conduite de l'exploitation peut être obtenu.

Parallèlement, un « tableau de lignes » apparaissant sur un moniteur révèle les voies de gare occupées et libres, de sorte que le régulateur peut se faire une idée généralisée de l'état d'exploitation dans son ensemble. Etant donné les nombreuses jonctions avec d'autres lignes, le régulateur, au poste de régulation, relève automatiquement sur le moniteur également l'afflux en provenance d'autres lignes.

Le poste de régulation peut contacter individuellement par radio sol-train chaque mécanicien de locomotive et lui donner le cas échéant l'ordre d'adapter son mode de conduite aux conditions d'exploitation données. La radio sol-train permet également de donner des informations aux voyageurs, soit directement de la part du poste de régulation, soit de la part du mécanicien ou du chef de train. Bien entendu, le poste de régulation peut également être contacté à tout moment depuis le train.

Les locomotives à très grande vitesse sont équipées d'une commande automatique de marche et de freinage permettant, en liaison avec la conduite automatique continue de la marche des trains, une circulation largement automatisée.

Les postes d'aiguillage de la ligne nouvelle Hanovre-Würzburg sont par exemple pour les grands nœuds que constituent Hanovre, Göttingen, Würzburg, des postes à touches d'itinéraire. On examine pour l'heure s'il sera possible dès 1988 d'équiper les points de transition de postes d'aiguillage entièrement électroniques. Les chefs de sécurité de ces postes d'aiguillage centraux sont responsables de la sécurité du déroulement de l'exploitation des trains, pendant que les postes de régulation surveillent la circulation des trains sur de grandes surfaces et sont amenés au besoin, par exemple en cas de perturbations, à intervenir et à prendre les dispositions utiles.

VI. Mise en service

La ligne à grande vitesse Hanovre-Würzburg sera mise en service en 1988 pour sa section méridionale et en 1990/91 pour son ensemble, d'après le calendrier actuel. Son débit n'atteindra pas encore dans la première phase d'exploitation le niveau pronostiqué ; néanmoins, la nouvelle ligne sera franchie dès le début par tous les trains IC et les trains rapides de marchandises, notamment les trains de marchandises « Intercargo » (ICG). Pour la ligne à grande vitesse Cologne-Rhin/Main, les études sont actuellement en cours et visent à obtenir son insertion dans le plan fédéral des voies de communication pour 1985.

En réalisant ces programmes, la DB peut apporter une contribution remarquable et positive en matière d'économie nationale et de gestion industrielle et commerciale, à la solution des problèmes de circulation sur le territoire de la république fédérale d'Allemagne, et partant à un aménagement judicieux des espaces ainsi qu'à la protection de l'environnement.

Les projets français de TGV, éléments d'un réseau européen à grande vitesse

MM. Marcillet, Walrave

FRANCE

Société nationale des chemins de fer français

Il semble évident de dire que le chemin de fer classique en Europe, en tant que transport de voyageurs, est fortement concurrencé par les autres modes de transport, qu'ils soient terrestres ou aériens, et que sa part de marché a constamment diminué depuis deux ou trois décennies.

Cela est vrai même pour les axes sur lesquels il assure une excellente qualité de service, qualité qui n'a d'ailleurs pas cessé de s'améliorer au fil des années.

Pour illustrer mon propos je prendrai deux exemples français qui me paraissent particulièrement significatifs : Paris-Bordeaux et Paris-Lyon.

1. *Paris-Bordeaux* : 581 km par voie ferrée, un temps de trajet minimal de 4 heures 3 minutes et une fréquence moyenne de 8 allers et retours par jour. Une autoroute relie ces deux villes depuis quelques années et la relation est desservie par Air Inter en 1 heure de vol avec une fréquence moyenne

de 8 allers et retours par jour. L'évolution des divers modes de transports a été la suivante sur les dix dernières années :

– le fer est resté globalement constant, avec quelques hauts et quelques bas, entre 650 et 700 000 voyageurs par an ;

– l'avion, pour sa part, n'a cessé de voir croître sa clientèle à un taux annuel dépassant 10 %. Le nombre de passagers a été, en 1983, supérieur à 850 000, chiffre plus élevé que le chiffre ferroviaire correspondant – bien qu'en stricte rigueur non directement comparable puisqu'un aéroport draine évidemment une région bien plus vaste qu'une simple gare, fut-elle celle d'une métropole régionale : mais ces chiffres ont cependant valeur d'exemple.

2. *Paris-Lyon* : 512 km par voie ferrée classique, un temps de trajet minimal de 3 heures 46 minutes avant TGV et une fréquence moyenne de 10 allers et retours par jour. Une autoroute relie ces deux villes et la relation est desservie par Air Inter en 1 heure de vol avec une fréquence moyenne de 9 allers et retours par jour. L'évolution des divers modes de transports a été la suivante sur les dix dernières années :

— le fer a vu régulièrement augmenter sa clientèle à un rythme moyen d'augmentation annuelle de 3 %, et a dépassé le million de voyageurs en 1980 ;

— l'avion a par contre vu son nombre de passagers augmenter sur la même période de 8 % par an en moyenne, pour atteindre presque le million en 1980. Ici encore on remarque le même phénomène que sur Paris-Bordeaux : la ligne aérienne atteint facilement les niveaux de trafic du ville-à-ville fer.

Or, que constate-t-on pour Paris-Lyon après la mise en service de l'ensemble de la ligne TGV Paris - Sud-Est ? Une distance ferroviaire raccourcie de près de 20 %, un temps de trajet minimal abaissé à 2 heures de gare à gare et une fréquence moyenne portée à 18 allers et retours directs.

L'ensemble de ces caractéristiques a conduit, comme vous le savez, à une forte augmentation du trafic ferroviaire qui a atteint les 2,2 millions de voyageurs en 1983 et dépasse à ce jour les 140 %, alors que l'avion diminuait fortement : en 1983, ses passagers n'étaient plus que 750 000.

Ces résultats, que nos modèles avaient prévus dans leur principe mais qui se trouvent cependant plus forts que ceux que nous attendions strictement, nous confortent dans l'idée que le chemin de fer peut vivre une véritable mutation qui peut maintenir et, a fortiori, développer sa place dans le transport de personnes à moyenne distance en Europe.

Cette mutation s'effectuera, à notre avis, à l'aide d'un chemin de fer résolument moderne,

— empruntant dans une proportion importante une ou plusieurs lignes nouvelles à grande vitesse, spécialisées dans le trafic voyageurs,

— restant un chemin de fer totalement compatible avec le chemin de fer classique et par conséquent interconnectable et interconnecté avec les autres lignes du réseau dans le but d'amplifier ses effets bénéfiques.

Je vais développer ces derniers points en m'appuyant sur les enseignements concrets fournis par les projets français et européens existants et à venir, et tout particulièrement le TGV Paris - Sud-Est et le TGV Atlantique.

En ce qui concerne tout particulièrement le TGV Sud-Est, il conviendra de remarquer que la première année complète d'exploitation de l'ensemble de la ligne ne sera que 1984 et que, par conséquent, les premiers enseignements que nous sommes d'ores et déjà capables d'en tirer ne sont encore que partiels ; ils sont cependant déjà particulièrement révélateurs de tendances de fond que les résultats complets ne sauraient démentir.

I. Enseignements du TGV Paris - Sud-Est

Je noterai tout d'abord qu'il s'agit là d'un *véritable succès commercial* : les chiffres qui permettent de caractériser ce succès sont désormais bien connus. Rappelons en un mot que la totalité du trafic en rames TGV et en trains classiques de l'axe Paris - Sud-Est représente actuellement un trafic supérieur de près de 48 % du trafic qui aurait existé sans TGV.

Je noterai ensuite que *le TGV Paris - Sud-Est a accru la mobilité des populations concernées*. Un panel de 2 000 ménages, constitué avec l'aide de la SOFRES de manière à être aussi représentatif que possible, permet à la SNCF d'étudier le comportement de ses clients potentiels. Bien que les enquêtes dépouillées à ce jour ne prennent en compte que les effets de la première étape d'exploitation du TGV Paris - Sud-Est, elles sont cependant fort instructives. Elles montrent par exemple que sur l'axe Paris-Rhône-Alpes, entre septembre 1981 et septembre 1982, l'accroissement de la mobilité des populations concernées, tous modes de transports confondus, a été de 9 %, nettement plus marquée en région Rhône-Alpes qu'en région parisienne. Cela laisse entrevoir que sur un axe reliant deux pôles l'amélioration des relations ne profite pas nécessairement de façon prééminente au pôle dominant.

Mais pourquoi ce succès, cet accroissement de mobilité des populations concernées ?

A. La spécialisation de la ligne aux voyageurs

On peut attribuer ce succès, en dehors des habituelles appréciations sur l'augmentation de la qualité du service, à un véritable effet de « boule de neige » entre différentes caractéristiques.

Tout d'abord, les caractéristiques géométriques de la ligne – raccourcissement sensible de la distance, vitesse élevée dans la gamme des 300 km/h malgré des rampes importantes – sont rendues possibles et homogènes grâce à la spécialisation de la ligne aux voyageurs.

Ces caractéristiques induisent ainsi une forte diminution des temps de trajet, qui entraîne de ce fait une augmentation du trafic attendu.

A son tour, l'augmentation de trafic conduit à une augmentation du nombre de circulations, cette augmentation rendant à son tour possible une diminution du nombre d'arrêts par circulation, laquelle diminution réagit de son côté plus favorablement encore sur les temps de trajet.

De même, l'augmentation de trafic conduit à une augmentation des fréquences rendues possible et souhaitable par la capacité des rames, plus faible que celles des trains classiques, ainsi que par les réserves de capacité de la ligne nouvelle, dues à la grande vitesse et à l'homogénéité des sillons permise par la spécialisation aux voyageurs.

L'effet de « boule de neige » provient alors de la réaction favorable de l'amélioration de la qualité offerte (temps de trajet-fréquences) sur le trafic qui, augmentant les perspectives de recettes, permet à son tour d'augmenter la qualité, et ainsi de suite – le tout à un prix pour la clientèle égal à celui du trajet par ligne classique.

B. L'absence des ruptures de charge

Rappelons tout d'abord que le TGV, pour atteindre les villes qu'il dessert, emprunte les pénétrations urbaines existantes, ce qui est source d'évident gain de temps, ce qui permet, lors de la construction de lignes nouvelles

de ne pas toucher au tissu urbain et qui est, par conséquent, source d'économies financières importantes.

Le TGV ensuite met clairement en évidence l'importance que la clientèle accorde aux ruptures de charge. La comparaison des augmentations de trafic entre la relation Paris-Chambéry assurée par des rames TGV directes et la relation Paris-Grenoble qui comporte, pour un an encore, une correspondance à Lyon, s'établit respectivement à + 64 % et à + 35 % si l'on compare les périodes d'octobre à mai 80-81 et 83-84 ; elle permet de mesurer l'effet de pénalité lié au changement de train et confirme une fois de plus l'importance de la compatibilité du TGV avec le réseau actuel.

Ce qui est vrai à une extrémité de la ligne TGV Sud-Est l'est bien entendu à l'autre et c'est dans un esprit tout à fait analogue que nous venons d'ouvrir une relation directe en TGV entre Lille et Lyon. Il est certes trop tôt pour connaître l'impact de cette nouvelle desserte sur le volume du trafic, mais il est important d'observer qu'elle ouvre des perspectives nouvelles, notamment en matière de relations directes de province à province d'excellente qualité via la région parisienne.

C. La possibilité de construction par phases

Comme vous le savez, la ligne nouvelle Paris - Sud-Est a été construite en deux temps, le tronçon sud mis en service en septembre 1981 et le tronçon nord en septembre 1983. Bien entendu, de telles mises en service décalées n'auraient pas été possibles s'il n'y avait pas eu compatibilité totale entre les rames à grande vitesse et les lignes classiques.

De façon plus générale, l'ampleur des investissements en cause en matière d'infrastructure de transports rend financièrement indispensable une construction échelonnée dans le temps : ainsi la compatibilité entre chemin de fer classique et lignes nouvelles TGV permet-elle, en hâtant l'exploitation – même partielle – des infrastructures réalisées, de rapprocher la date où des recettes sont perçues et par conséquent de minimiser les impacts négatifs sur le compte d'exploitation des entreprises exploitantes.

D. Effet « frontière »

Avec Paris-Genève d'abord, Paris-Lausanne ensuite, le TGV a inauguré les premières relations internationales à grande vitesse. Les résultats obtenus sont spectaculaires. Sur Paris-Genève, le trafic journalier moyen enregistré au cours des six premiers mois de 1984 est de 1 700 voyageurs, deux sens réunis, alors qu'avant TGV ce trafic n'était que de 400 voyageurs. Sur la relation Paris-Lausanne, à laquelle il convient de rattacher également Paris-Berne, le trafic quotidien moyen a été de 2 100 voyageurs à partir de janvier 1984 alors qu'en 1983 la moyenne s'établissait à 1 300. Ces accroissements de trafic sont supérieurs à ceux relatifs aux relations intérieures dont les caractéristiques de distance et de temps sont semblables. Il s'agit là d'un fait important car il s'inscrit à l'encontre de certaines idées parfois avancées sur « les effets inhibiteurs des traversées de frontières ».

II. Le TGV Atlantique

A. Je rappellerai tout d'abord en quelques mots ce qu'est le TGV Atlantique

La SNCF s'est trouvée progressivement confrontée, sur ses lignes desservant, à partir de Paris, l'Ouest et le Sud-Ouest de la France, à des problèmes d'insuffisance de capacité et de saturation. Confortée par le succès du TGV Sud-Est, notre établissement a ainsi proposé au gouvernement français – qui l'a acceptée – la construction d'une ligne nouvelle à grande vitesse vers l'Ouest et le Sud-Ouest baptisée TGV Atlantique.

La déclaration d'utilité publique du projet a été prononcée au mois de mai dernier, et les premiers travaux de construction commencent dès cette année. La mise en service aura lieu en deux étapes, en 1989 et 1990.

Très succinctement, ce projet consiste à créer une ligne nouvelle en forme d'Y comportant au départ de Paris un tronc commun qui éclate en deux branches, l'une vers l'Ouest jusqu'au Mans, l'autre vers le Sud-Ouest jusqu'à Tours.

Le TGV Atlantique permettra d'améliorer significativement la desserte d'une trentaine de villes importantes avec des gains de temps de l'ordre d'une heure et de substantiels accroissements de fréquences.

Comme pour le Sud-Est, le TGV Atlantique entraînera une mutation complète de l'offre et aura des répercussions sensibles sur le comportement de la population vis-à-vis du voyage. Le trafic attendu en 1990, après la mise en service complète, est de l'ordre de 20 millions de voyageurs, supérieur à celui du TGV Sud-Est.

B. Particularités du TGV Atlantique

On peut dès aujourd'hui dire que le TGV Atlantique apportera, par rapport à son prédécesseur, des nouveautés parmi lesquelles un certain nombre me paraissent intéressantes vis-à-vis des problèmes qui nous occupent aujourd'hui.

L'une concerne le matériel roulant qui bénéficiera des progrès techniques considérables accomplis depuis dix ans. A bien des égards il s'agit en fait d'une génération nouvelle, plus performante, et plus économique, susceptible d'accroître sensiblement l'efficacité du système TGV.

A titre d'illustration, je citerai simplement quelques chiffres :

– avec deux bogies moteurs en moins, les rames du TGV Atlantique offriront 100 places assises de plus que les rames Sud-Est et elles pourront rouler à 300 km/h ;

– la technique adoptée pour la motorisation des rames du TGV Atlantique, à savoir le moteur synchrone autopiloté, permettrait de construire des rames capables d'accepter des déclivités de 50 % ce qui permet d'envisager la possibilité de construire des lignes TGV en terrain accidenté sans travaux d'infrastructure exorbitants.

Ces exemples montrent à l'évidence que le TGV français tout en restant fidèles à ses grandes options de base, *est capable de s'adapter à des conditions de géographie et de desserte très diverses et d'intégrer les progrès les plus récents de la technique.*

C. Ainsi que je l'ai dit il y a un instant, la ligne nouvelle du TGV Atlantique doit être mise en service en deux étapes :

1989 et 1990. Ici, comme pour le TGV Sud-Est et toutes proportions gardées, une telle mise en service par étapes n'est rendue possible que *grâce à la compatibilité du TGV avec le chemin de fer classique.*

D. Le TGV Atlantique, début d'un réseau de lignes nouvelles à grande vitesse

Une autre nouveauté réside dans l'interconnexion entre les deux lignes nouvelles du Sud-Est et de l'Atlantique, via la grande ceinture de Paris entre Massy-Palaiseau, Pont-de-Rungis et Villeneuve-Saint-Georges. Cette interconnexion est évidemment la conséquence de la compatibilité du système. Elle illustre la possibilité de réaliser progressivement un véritable réseau de lignes à grande vitesse ; elle permet d'envisager la création éventuelle de points d'arrêt en région parisienne, aux points nœuds des transports collectifs et individuels.

Cette interconnexion transforme la France vue de la province !

En effet, la proportion du territoire français atteinte de Paris en moins de 5 heures par fer avant TGV Sud-Est est d'environ 76 %. Après la mise en service du TGV Paris - Sud-Est cette proportion passe à 87 %, puis à 93 % après mise en service du TGV Atlantique, multiplication par un coefficient égal à 1,22.

Mais si l'on examine maintenant la proportion du territoire atteinte dans le même temps depuis Nantes on s'aperçoit que l'amélioration proportionnelle est beaucoup plus forte que pour Paris, non pas grâce à la seule existence du TGV Atlantique mais grâce à la possibilité de créer des *relations directes empruntant successivement les deux infrastructures nouvelles* : le coefficient multiplicateur est ici de 1,75 entre la situation après TGV Sud-Est + Atlantique et la situation avant tout TGV.

En un mot, la transformation des temps de trajet est plus spectaculaire vue de la province que de Paris, car à Paris les effets de chaque infrastructure se juxtaposent alors que, depuis la province, les effets peuvent s'additionner.

III. Perspectives d'avenir

A titre de perspectives d'avenir, je rappellerai tout d'abord qu'au cours du premier semestre de 1984, le groupe tripartite réunissant la France, la Belgique et l'Allemagne, chargé d'étudier la liaison rapide Paris-Bruxelles-Cologne, a déposé son rapport.

Le 12 juillet dernier, les ministres chargés des transports des trois pays ont pris acte des résultats de cette étude, qui leur ont paru suffisamment assurés pour mettre en évidence l'intérêt économique et social d'une telle liaison. Pour les trois ministres, ce projet commun d'une ligne à grande vitesse européenne constitue un pas important vers la coopération des chemins de fer en Europe et la constitution d'un véritable réseau de transport étudié et conçu dans une perspective européenne. Aussi, les trois ministres ont-ils demandé au groupe de travail tripartite d'approfondir les études, de rechercher les meilleurs résultats dans les domaines technique, économique, financier, social et juridique et de préparer pour la fin de 1985 un nouveau rapport qui sera remis aux gouvernements des trois pays afin que ceux-ci puissent prendre les décisions utiles.

Pour être complet, il convient de ne pas omettre de mentionner le projet bien connu du tunnel sous la Manche, sur lequel le cadre de cet exposé ne permet pas de s'étendre. Signalons enfin la demande des pouvoirs publics français, faisant écho aux souhaits exprimés par les régions et les collectivités locales, d'étudier une liaison TGV vers l'Est de la France en direction de l'Allemagne.

L'extension progressive du réseau à grande vitesse, à l'intérieur du réseau national, mais également au-delà des frontières, devrait, ici aussi, modifier sensiblement la perception des distances entre les métropoles et, à terme, bouleverser les habitudes de transport. Une idée de ce changement peut être perçue en examinant les cartes des courbes isochrones au départ de quelques villes, à diverses dates marquant des étapes progressives de réalisation de ce réseau à grande vitesse et de son interconnexion :

- hier, c'est-à-dire avant le TGV Sud-Est : en 1980,
- aujourd'hui, c'est-à-dire avec le TGV Sud-Est : en 1985,
- demain, c'est-à-dire avec le TGV Sud-Est et le TGV Atlantique : en 1990,
- à très long terme et en rêvant un peu, avec la liaison rapide Paris-Bruxelles-Cologne, le tunnel sous la Manche, le TGV Est et le prolongement vers le sud du TGV Paris - Sud-Est.

Cartes des 4 réseaux, isochrones Paris, isochrones Lyon, isochrones Nantes, isochrones Lille, isochrones Bruxelles

L'examen de ces courbes isochrones est instructif à bien des égards. Je me contenterai de souligner deux constatations qui me paraissent essentielles.

- La première concerne la transformation fondamentale qu'apporterait dans les relations entre les métropoles de l'Europe de l'Ouest la réalisation d'un réseau TGV interconnecté. La carte au départ de Bruxelles est à cet égard très représentative ; elle montre en effet que, dans l'hypothèse du réseau TGV à long terme, un trajet en chemin de fer inférieur à 5 heures permettrait de relier la capitale de la Belgique à la plupart des métropoles du nord-ouest européen.

- La seconde, plus centrée sur la France, porte sur la comparaison des effets du TGV pour Paris et pour la province. Comme j'ai eu déjà l'occasion de le souligner à propos du cas particulier de Nantes, à mesure que se développe le réseau radial de lignes à grande vitesse, se tisse en même

temps un réseau de grandes transversales, si bien que le changement est encore plus spectaculaire pour les villes de province que pour la capitale.

La France vue de Nantes, Lille ou Lyon se trouve ainsi, à terme, plus profondément modifiée par le TGV que la France vue au départ de Paris. Il en est de même pour l'Europe du Nord, vue de Bruxelles.

Ainsi apparaît un phénomène jusqu'ici peu mis en lumière : le réseau à grande vitesse est un puissant moyen d'amélioration des liaisons transversales, relations sur lesquelles le trafic est bien souvent insuffisant pour justifier des investissements importants susceptibles de produire des effets comparables.

Bien entendu, ce maillage conduira progressivement à améliorer les interconnexions entre les lignes nouvelles, notamment en région parisienne. Il n'est pas interdit de penser qu'à l'image de l'interconnexion SNCF/RATP établie pour la banlieue une interconnexion grandes lignes soit établie au travers de Paris et transforme la capitale en gare de passage...

IV. A plus long terme

Si l'on veut réfléchir à plus long terme encore, il convient par exemple de se pencher sur une carte de l'Europe du Nord-Ouest sur laquelle on aura reporté les populations de quelques grands ensembles urbains.

Et si l'on admet l'hypothèse simplificatrice qu'une loi de type gravitaire – c'est-à-dire proportionnelle au produit des populations concernées et inversement proportionnelle au carré des distances à vol d'oiseau – régit le potentiel des échanges entre métropoles, alors :

- si le potentiel entre Paris et Bruxelles est de 1,
- entre Paris et Londres il est de 1,7, entre Bruxelles et les Pays-Bas de 1,6, et entre la région de Cologne et les Pays-Bas de 1,2,
- alors qu'entre Paris et Lyon, il n'est que de 0,3...

Je n'exploiterai pas plus avant ces chiffres, quelque peu hasardeux, mais laisserai à chacun le soin d'en tirer les conclusions qu'il désire sur ce que pourrait être un réseau Nord-Ouest européen de lignes ferroviaires à grande vitesse, bien entendu interconnectées et compatibles avec le chemin de fer classique.

En conclusion, de cet exposé je voudrais souligner à nouveau la dimension nouvelle que confère au chemin de fer la grande vitesse, dimension nouvelle qui ne peut prendre son plein effet que si se crée, comme je l'ai montré à travers plusieurs exemples, un véritable réseau interconnectant les différentes lignes nouvelles entre elles et avec le réseau existant.

De telles interconnexions auront alors pour effet :

- d'éliminer les effets négatifs des ruptures de charges ou des trajets terminaux grâce aux pénétrations urbaines ou à la traversée de grandes agglomérations par les lignes classiques existantes,
- de permettre des réalisations par étapes et des utilisations partielles des infrastructures nouvelles, sources de plus rapide utilisation des capitaux immobilisés,

tout cela sans trop redouter, au moment où l'Europe continue à se faire, les effets négatifs que l'on attribue peut-être un peu vite à la traversée des frontières nationales.

Or, quels sont les véritables enjeux des choix qui s'imposeront tôt ou tard en matière de transports européens à moyenne distance ?

– Des enjeux en matière de coût d'exploitation : je rappelle que les coûts du TGV français (bien connus puisque basés sur l'expérience de la ligne nouvelle Paris - Sud-Est) sont particulièrement modestes :

. modestes en matière de coût d'établissement (de l'ordre de 18 MF actuels au kilométrage de ligne, inférieurs à 150 000 F actuels au siège offert) ;

. modestes en matière de coût d'exploitation (inférieurs à 10 centimes actuels par voyageur-km pour l'ensemble des coûts techniques roulants et des coûts techniques au sol).

– Des enjeux en matière de tarif proposé à la clientèle : je rappelle que le TGV Paris - Sud-Est dégagera dès cette année un résultat positif tout en appliquant les mêmes tarifs que ceux demandés antérieurement pour les trains classiques.

– Des enjeux en matière de bilan énergétique : je rappelle que la consommation spécifique au voyageur-kilomètre du TGV Sud-Est est de 3 à 4 fois inférieure à celle de l'avion ou de l'automobile, et que la totalité de ses coûts techniques directs ne représente qu'environ la moitié du seul coût énergétique du transport aérien.

Face à ces enjeux, un véritable réseau interconnecté de lignes ferroviaires à grande vitesse parcouru par des trains rapides européens est bien une réponse moderne et compétitive, conforme aux aspirations des hommes et leur apportant des avantages spécifiques indéniables.

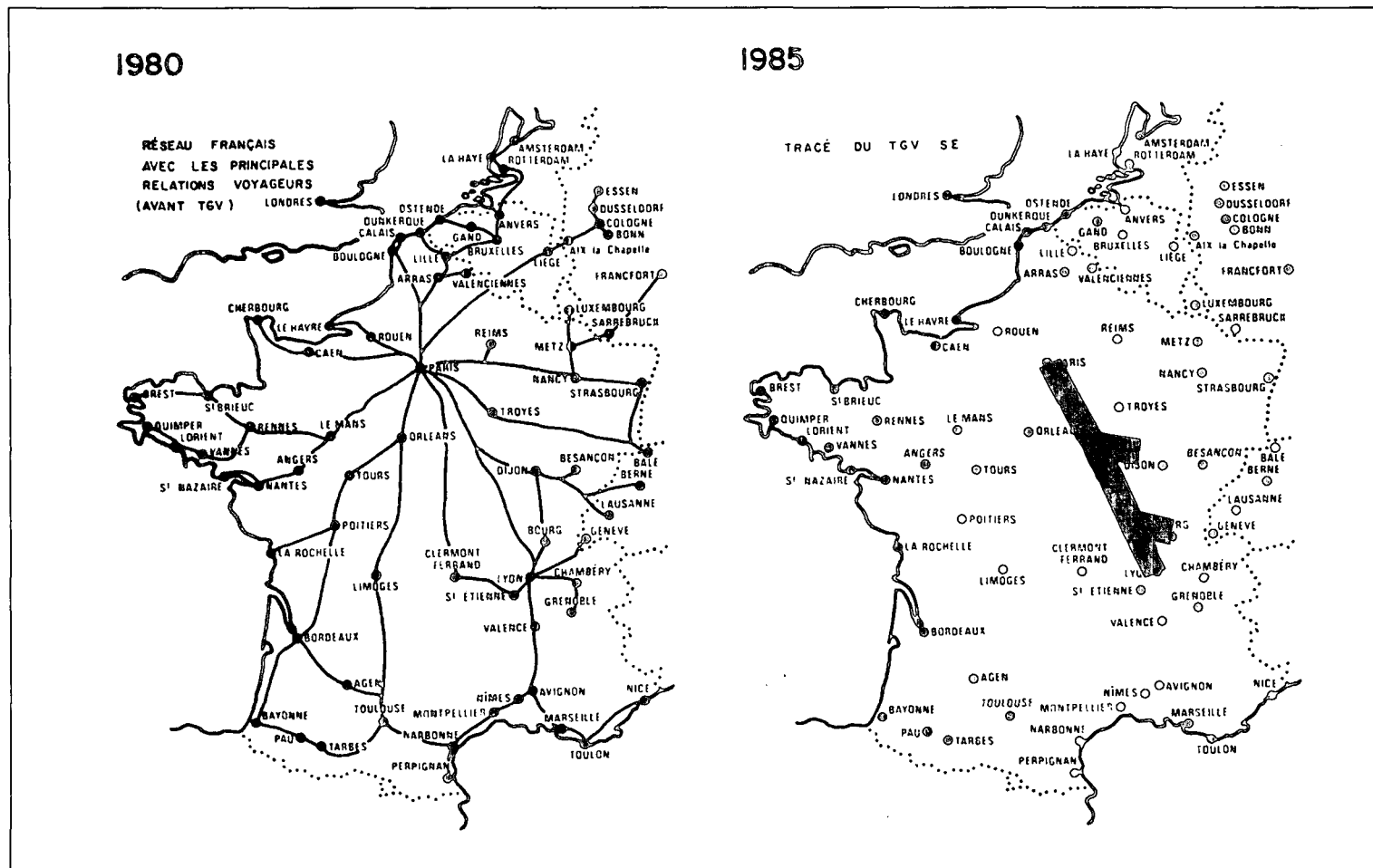
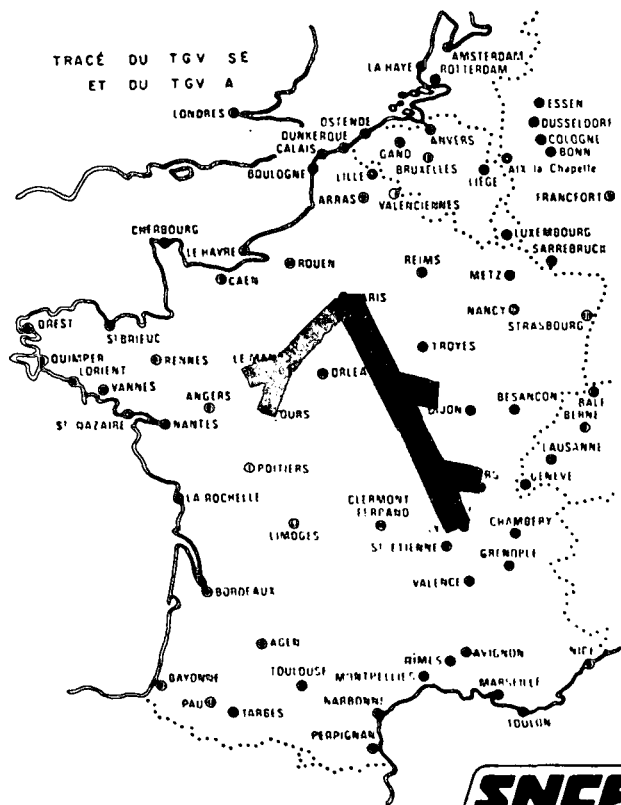
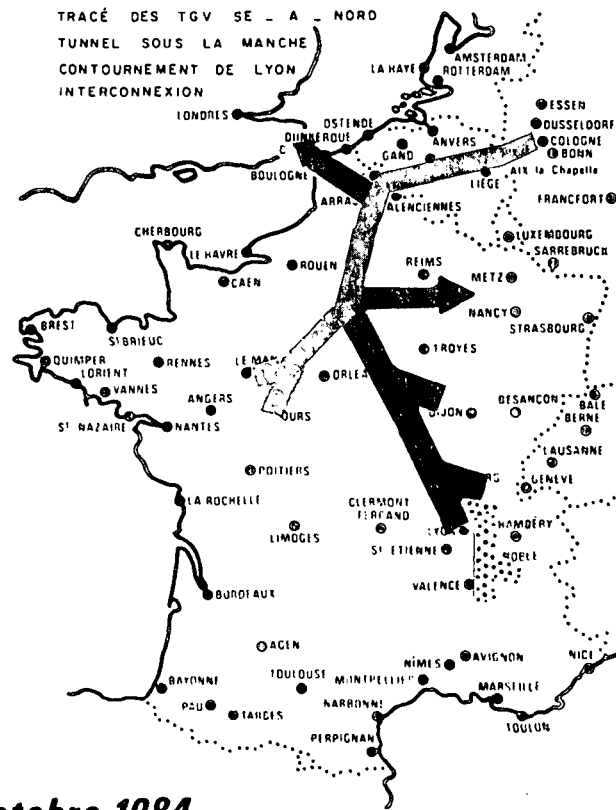


Figure 1. Scénario d'extension d'un réseau TGV interconnecté.

1990



Grand avenir



SNCF octobre 1984

Figure 2. Scénario d'extension d'un réseau TGV Interconnecté.

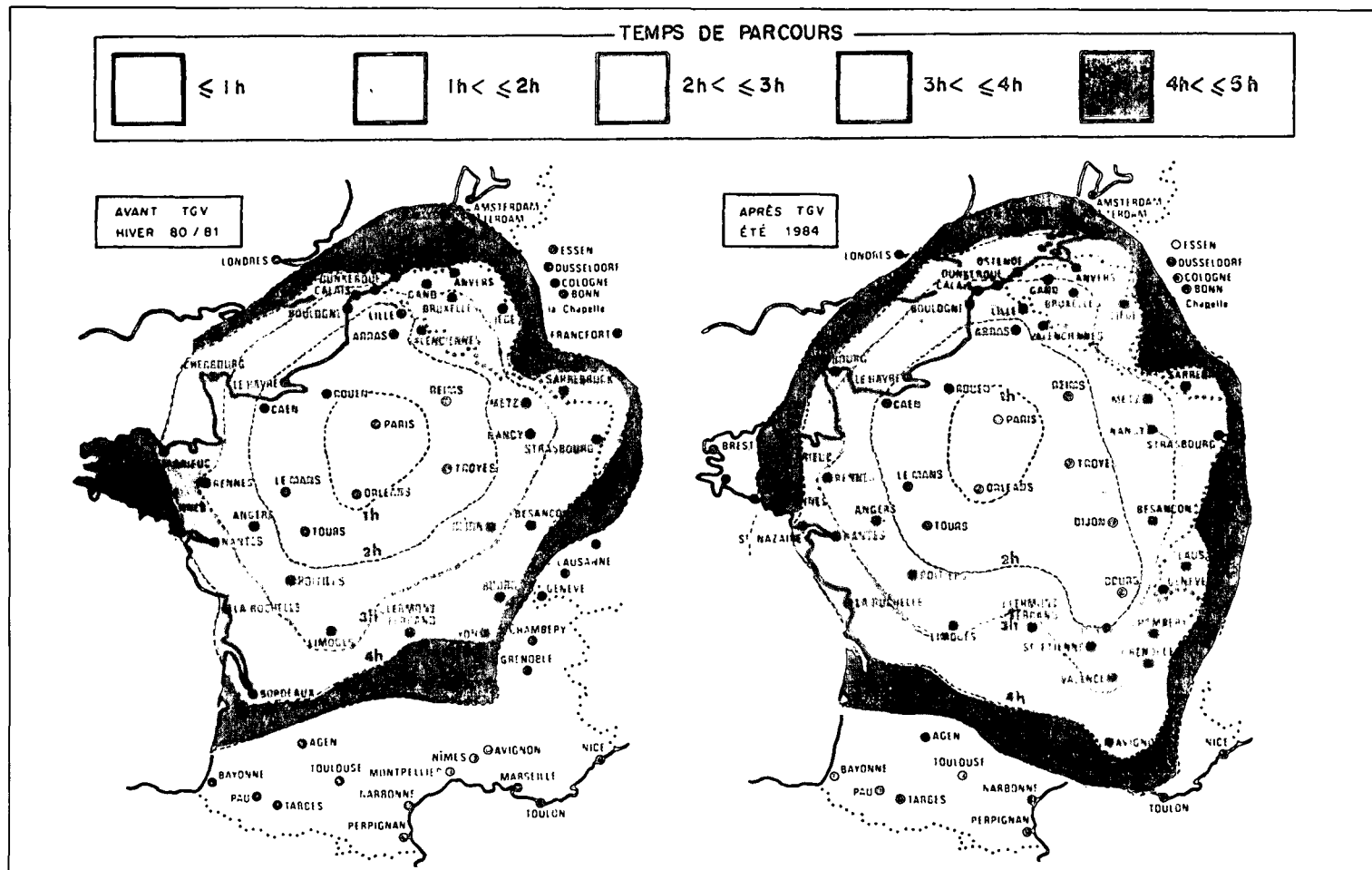


Figure 3. Courbes isochrones au départ de Paris (meilleur temps).

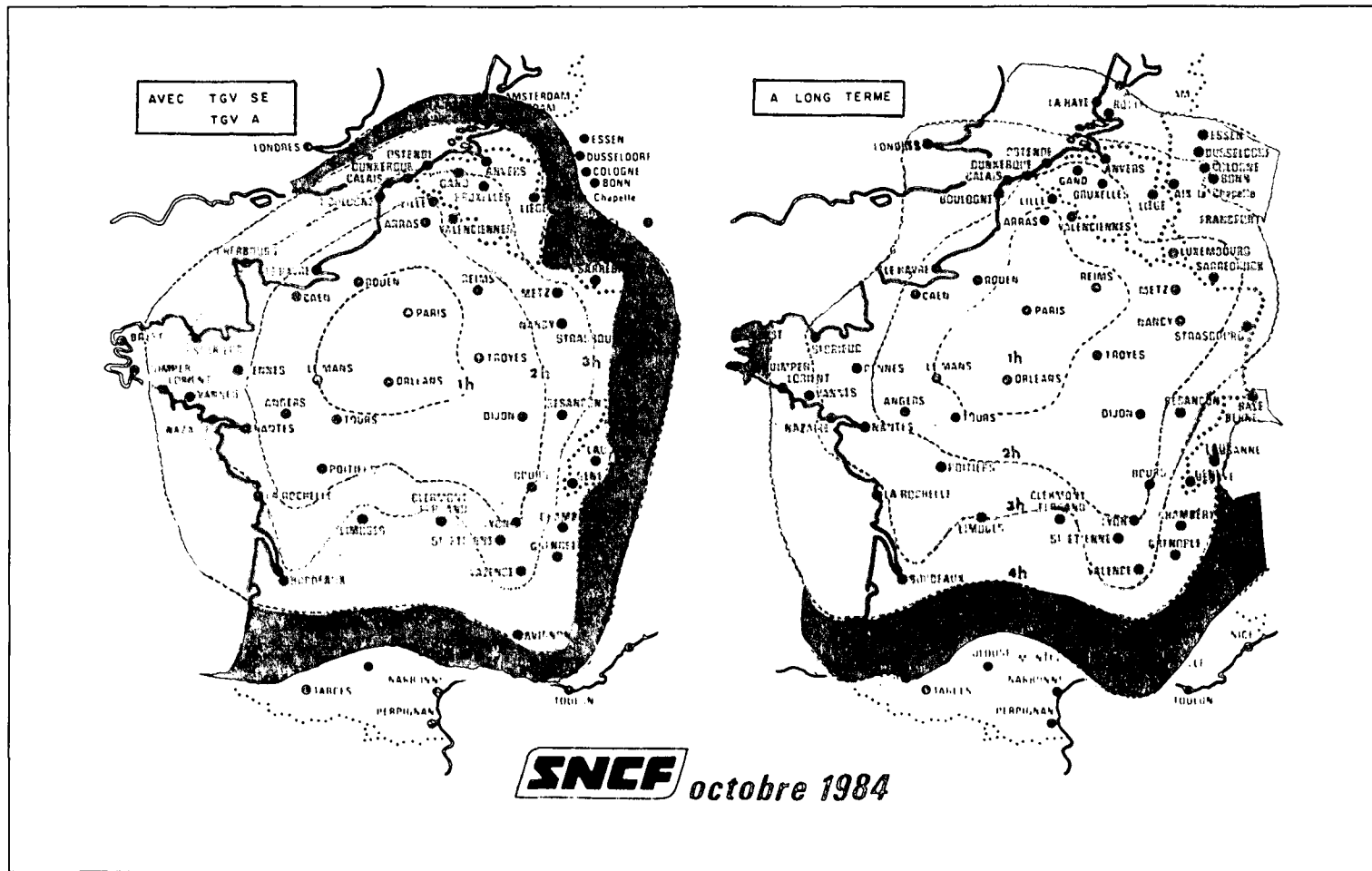
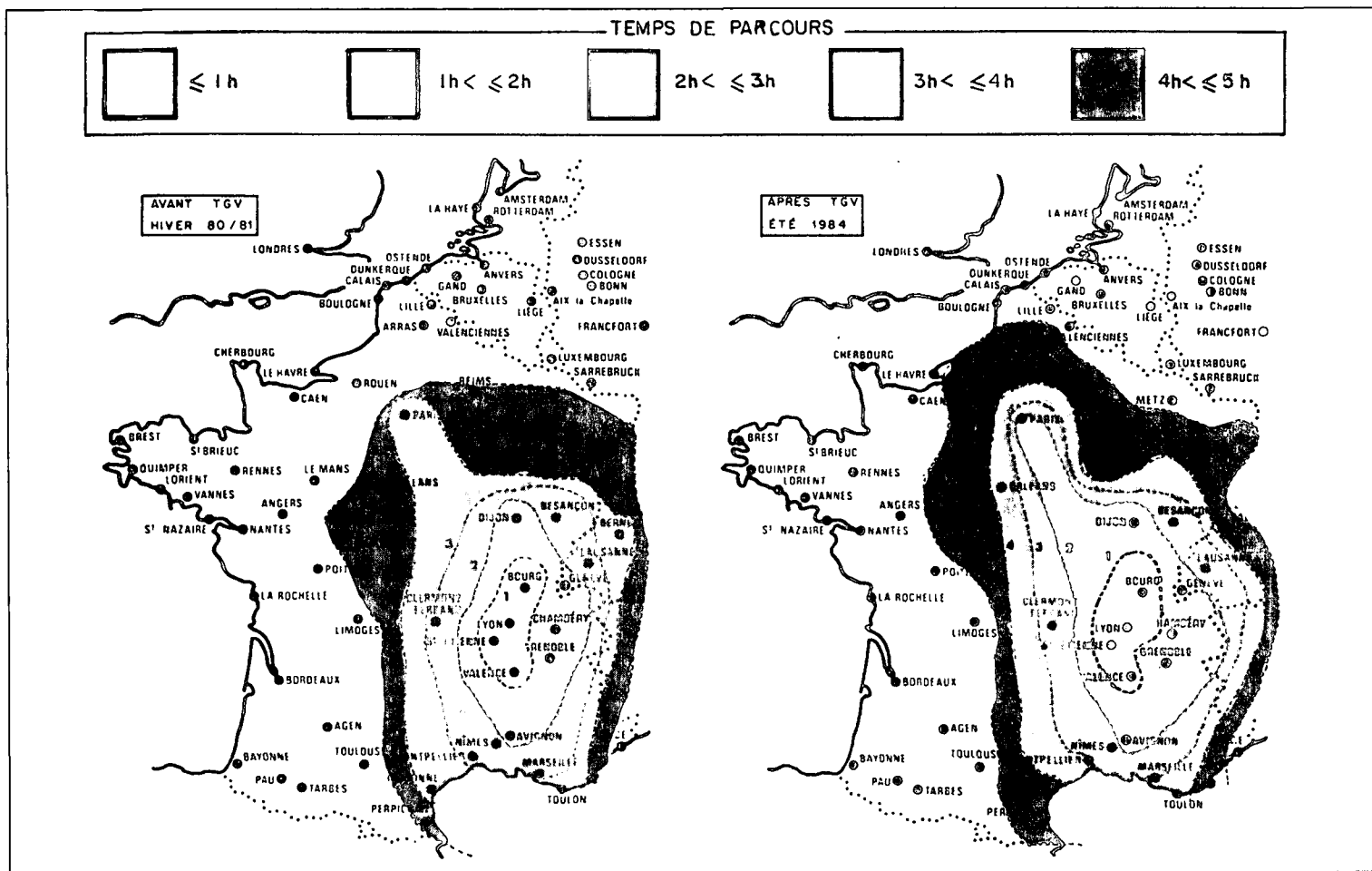
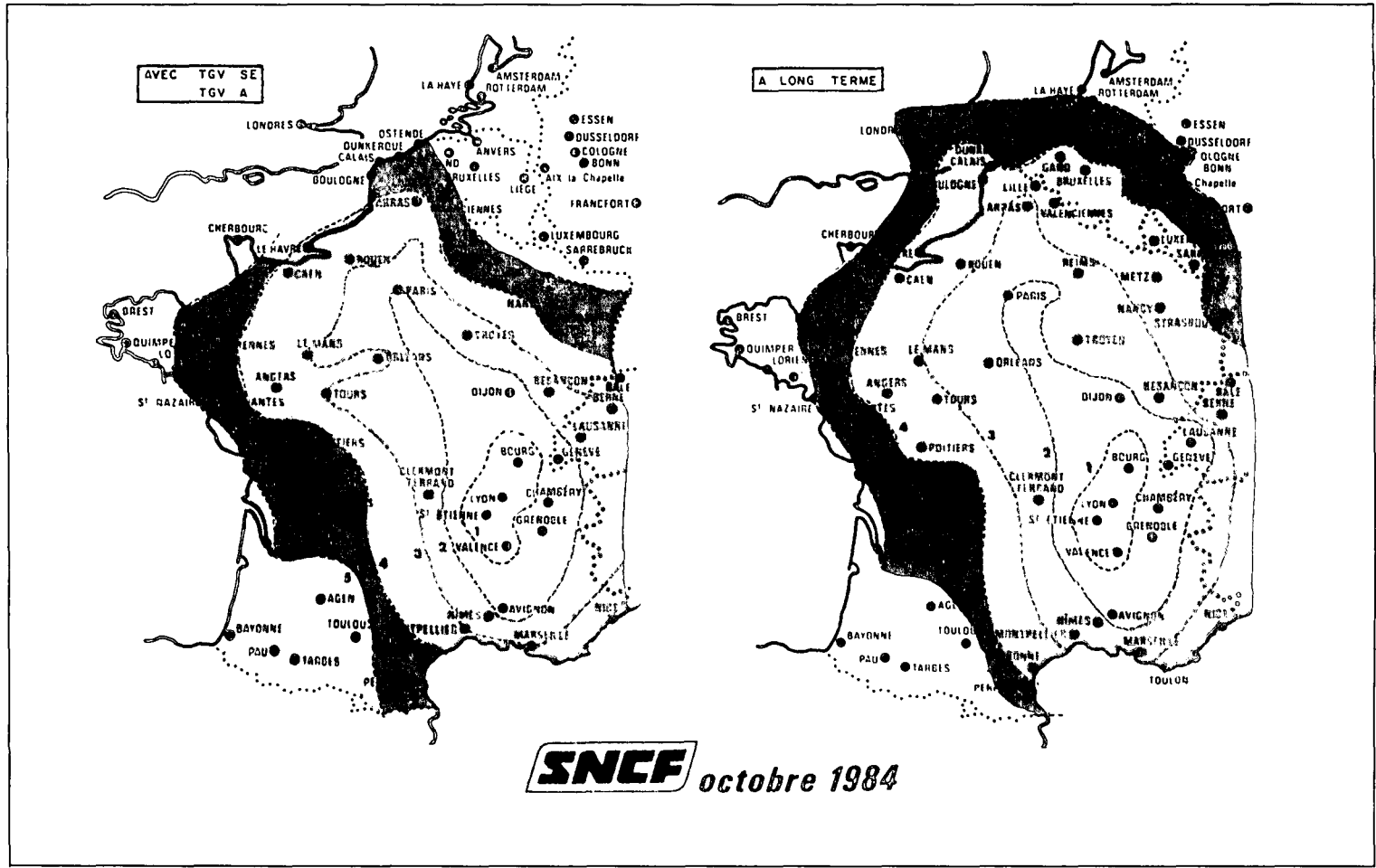


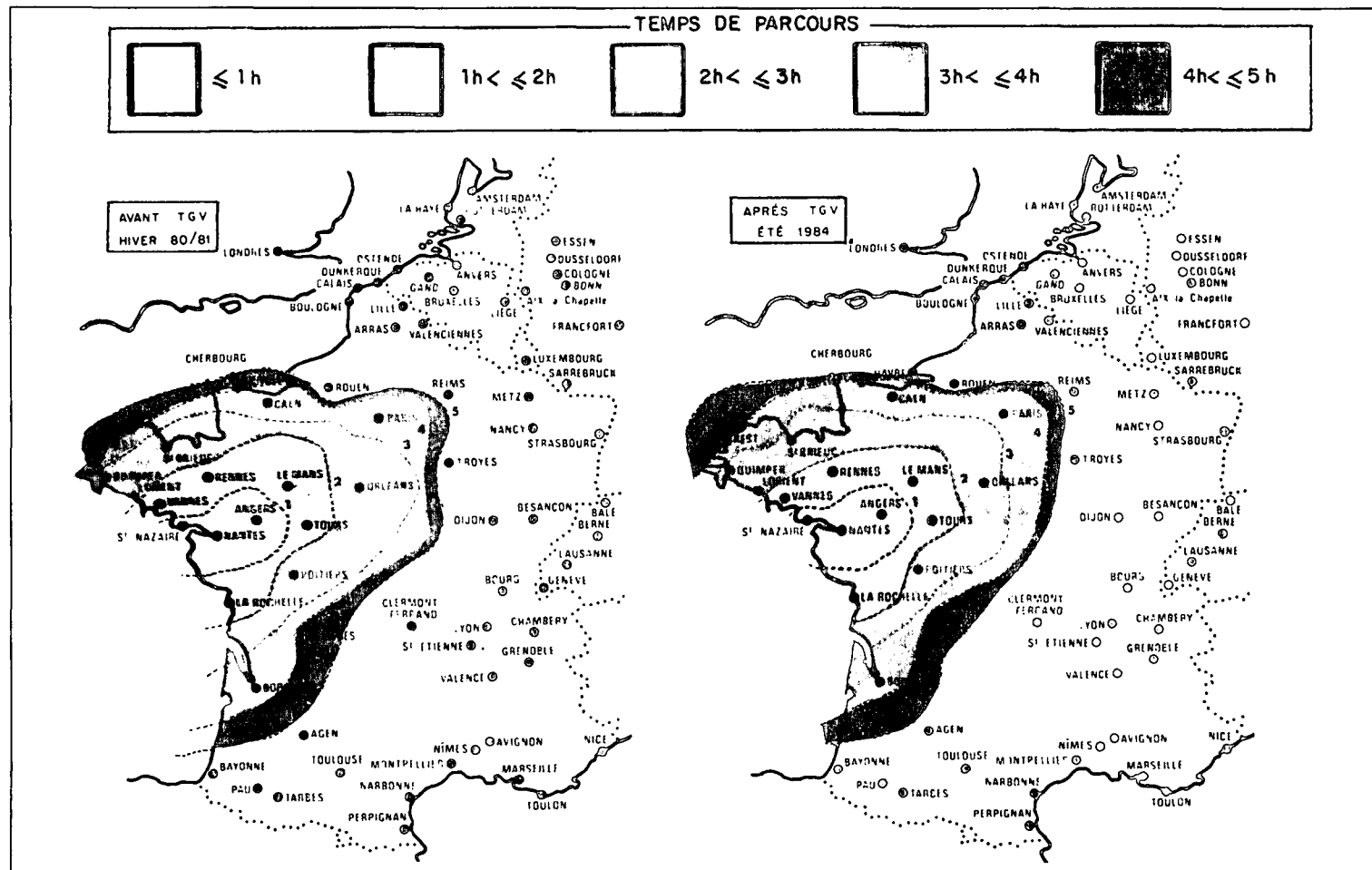
Figure 4. Courbes isochrones au départ de Paris (meilleur temps).





SNCF octobre 1984

Figure 6. Courbes isochrones au départ de Lyon.



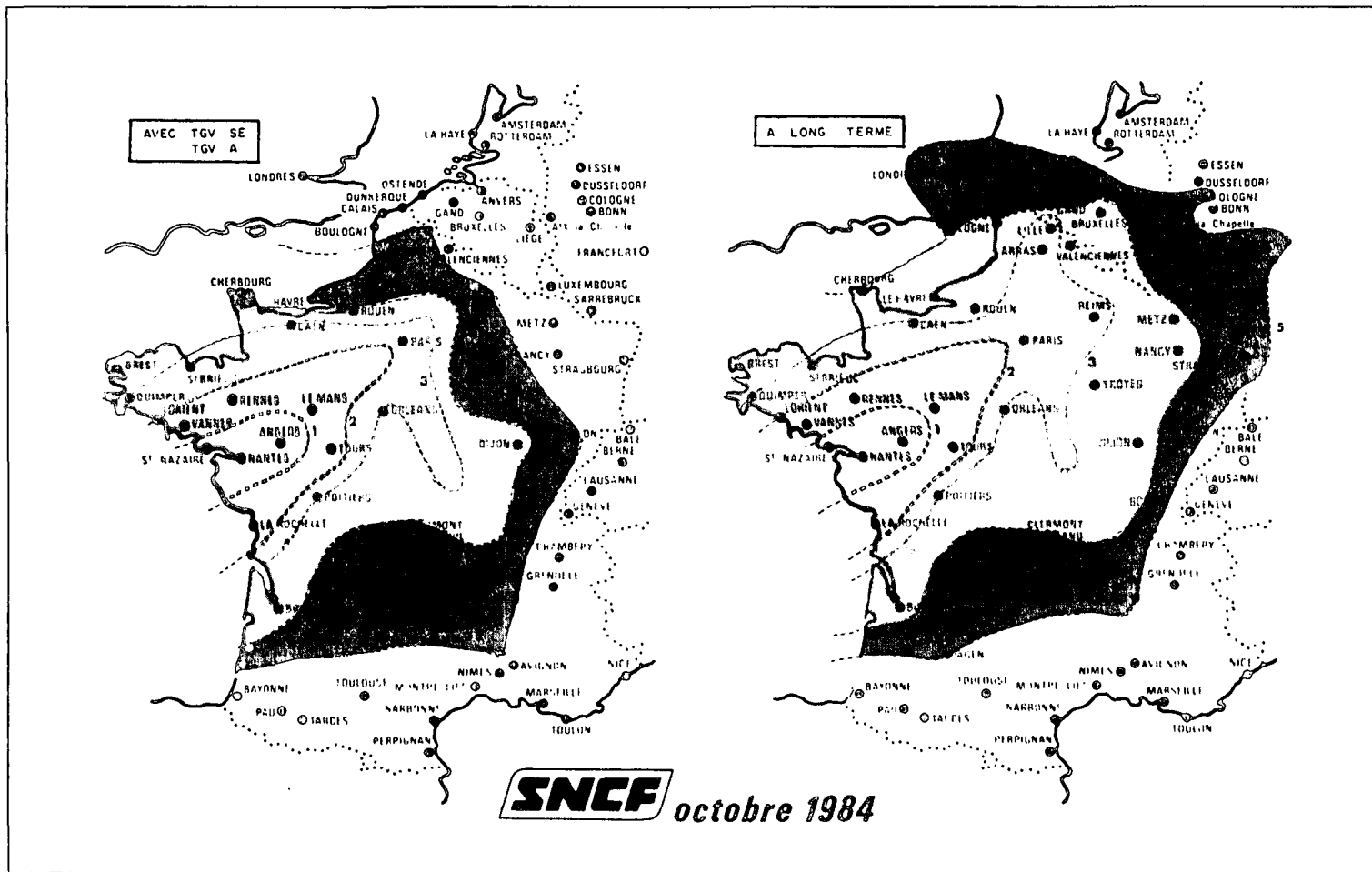
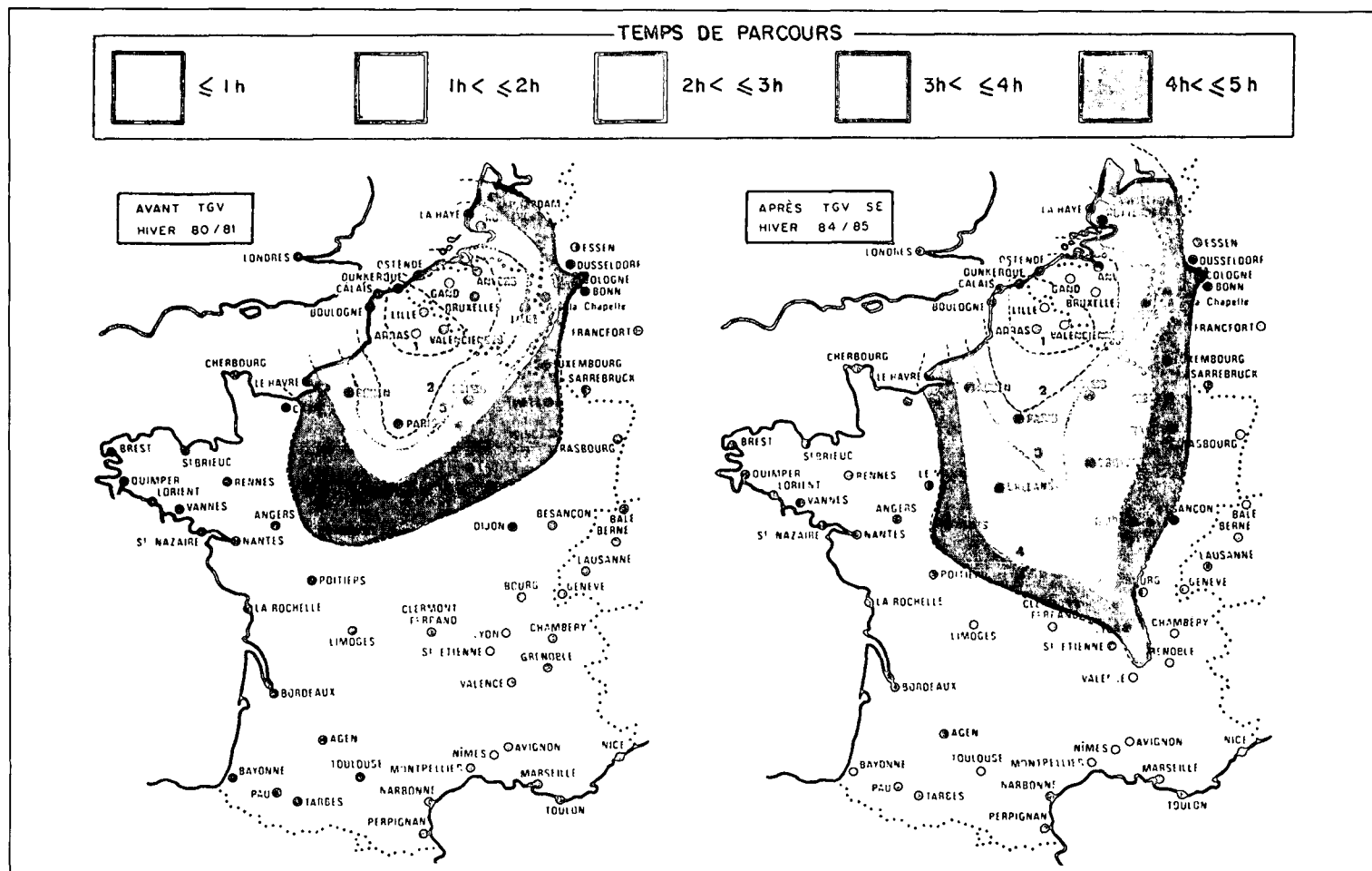
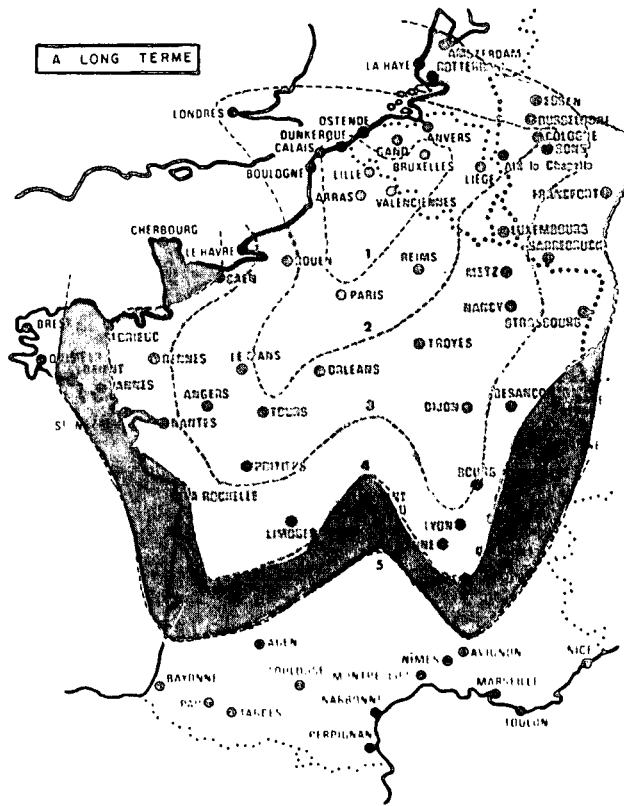
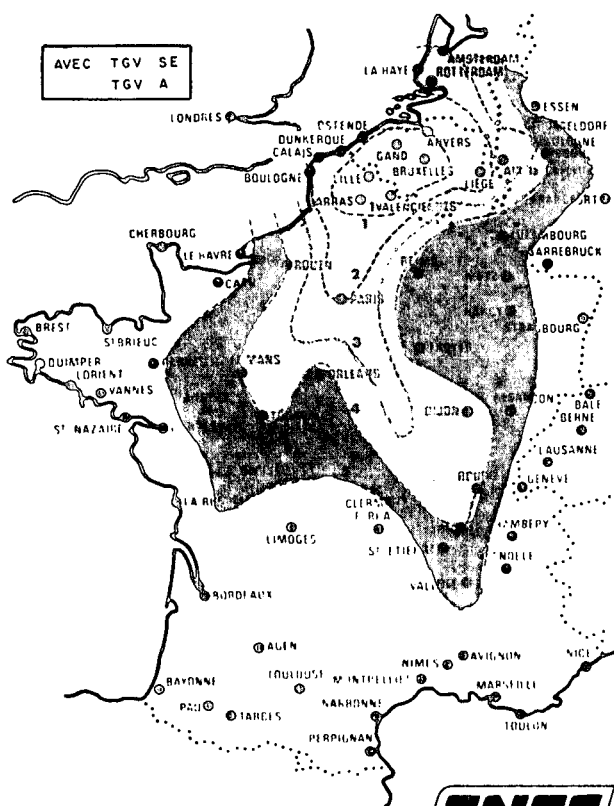


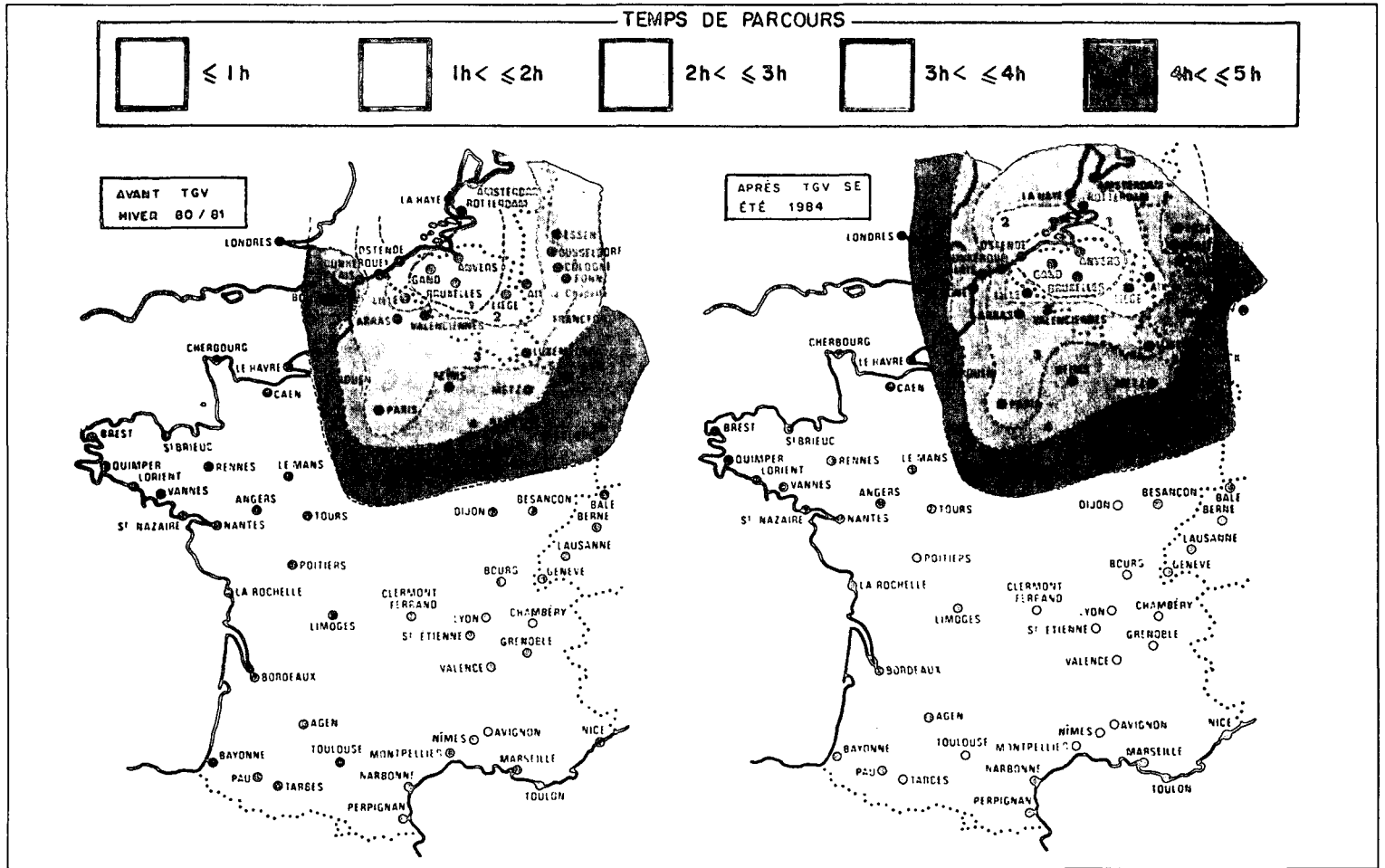
Figure 8. Courbes isochrones au départ de Nantes.





SNCF octobre 1984

Figure 10. Courbes isochrones au départ de Lille.



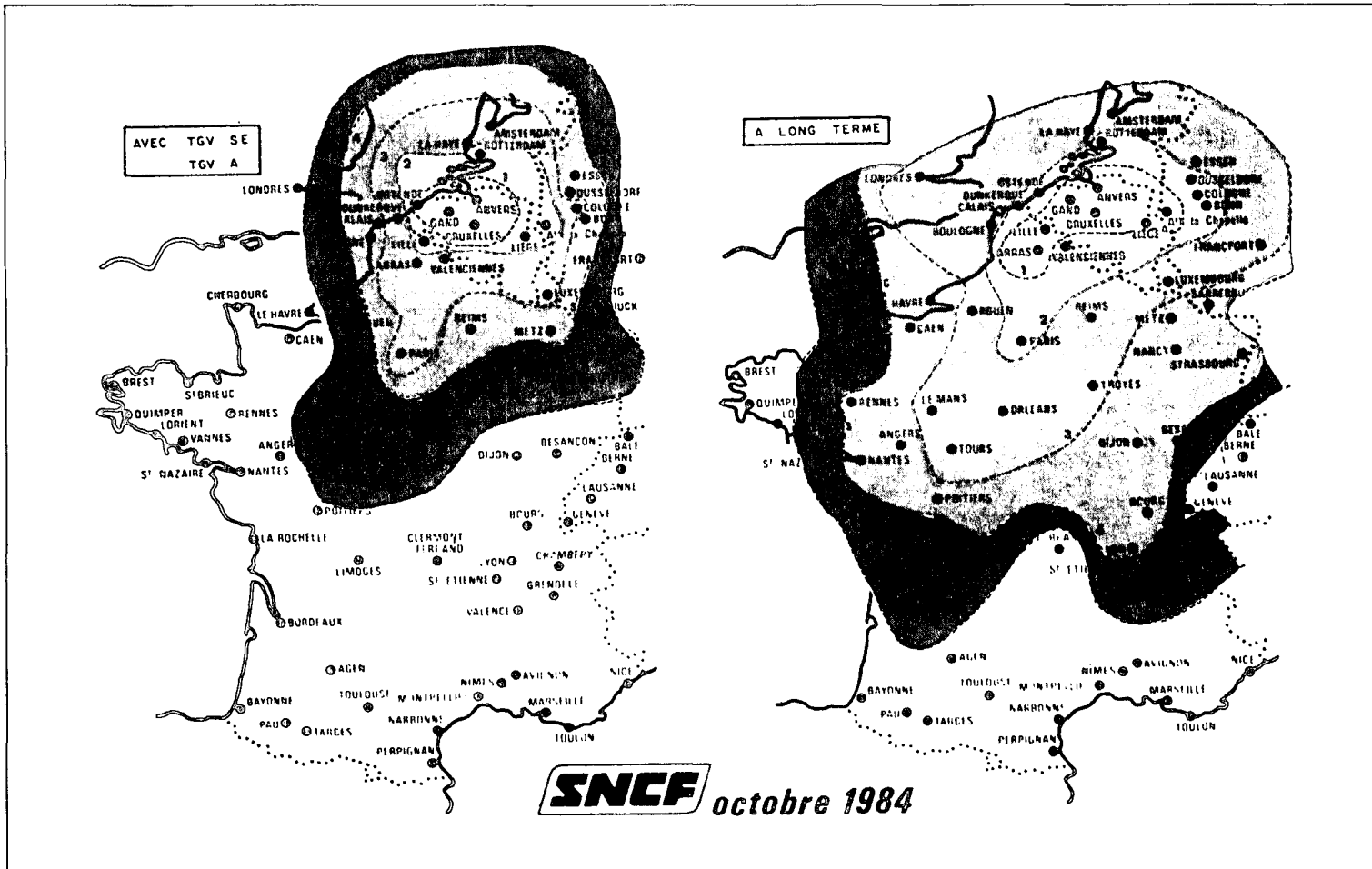


Figure 12. Courbes isochrones au départ de Bruxelles.