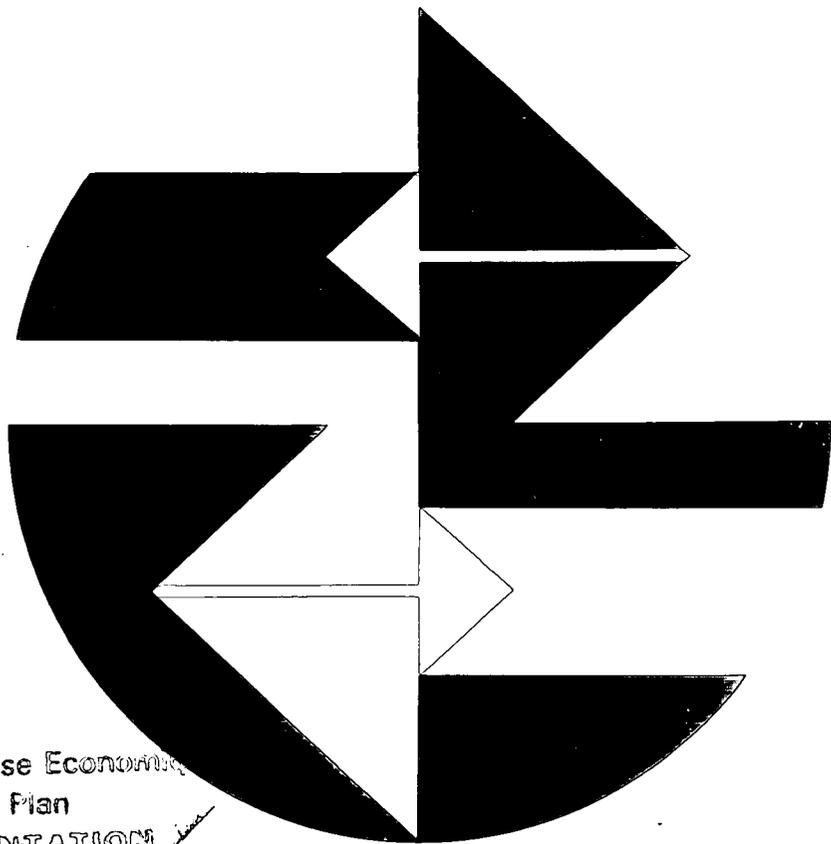


# Manche: quelles liaisons ?

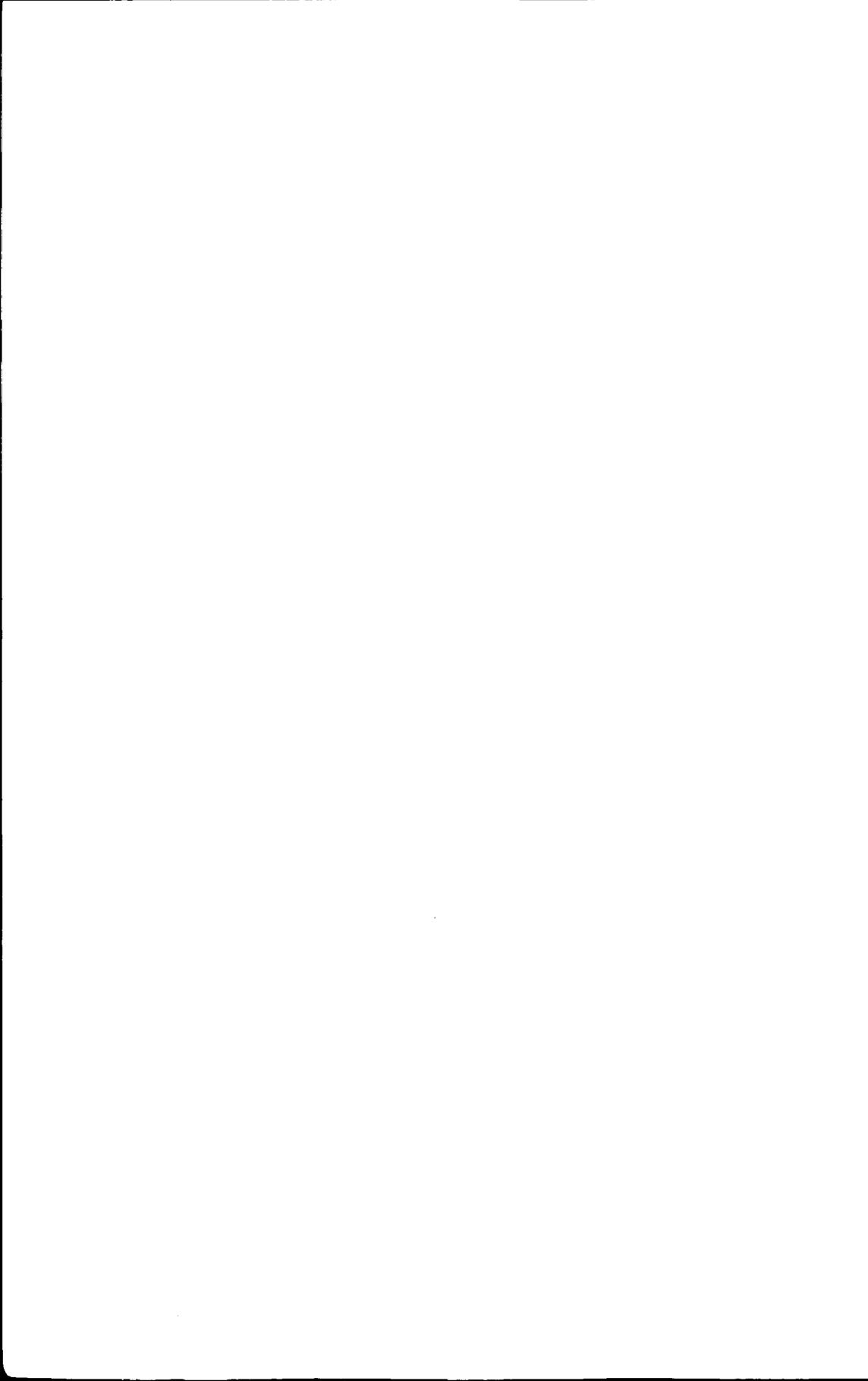
rapport du groupe de travail  
franco-britannique  
sur la liaison transmanche



d'Analyse Economique  
et du Plan  
DOCUMENTATION  
réf. n°

6940

LA DOCUMENTATION FRANÇAISE



# **Manche: quelles liaisons ?**

rapport du groupe de travail  
franco-britannique  
sur la liaison transmanche

LA DOCUMENTATION FRANÇAISE

© La Documentation Française - Paris, 1982  
ISBN : 2-11-000899-7

# Sommaire

	Page
1 - Introduction .....	7
2 - Développement récent du trafic transmanche .....	8
3 - Les différents types de liaison fixe envisagés .....	11
4 - Evaluation technique des différents types de liaison fixe .....	12
5 - Infrastructures terrestres nécessaires .....	19
6 - Développement des services existants .....	21
7 - Prévisions de trafic .....	23
8 - Evaluation économique .....	26
9 - Autres aspects .....	30
10 - Conclusions .....	33

## ANNEXES

Annexe A : Développement des services portuaires et maritimes .....	41
Annexe B : Ponts .....	44
Annexe C : Tunnels immergés .....	51
Annexe D : Solutions composites .....	56
Annexe E : Tunnels forés .....	59
Annexe F : Capacité des divers ouvrages et des réseaux auxquels ils sont connectés .....	66
Annexe G : Impact sur l'emploi .....	77
Annexe H : Implication des accords internationaux dans les projets de ponts et de tunnels immergés .....	83
Annexe J : Prévisions de trafic .....	86
Annexe K : Comparaison économique des diverses solutions .....	103
Annexe L : Impacts locaux .....	133



23.04.1982

*Monsieur le ministre d'Etat,*

*Lors du sommet franco-britannique qui s'est tenu à Londres en septembre dernier, les deux gouvernements ont décidé de confier à un groupe d'experts des deux pays le soin d'étudier les aspects techniques et économiques de la construction éventuelle d'une liaison fixe transmanche.*

*Ce groupe a tenu six réunions plénières, ainsi que de nombreuses séances de travail sur des problèmes particuliers. Nous tenons à souligner l'importance et la qualité des efforts fournis par ceux qui ont participé à ces travaux et qui ont approfondi, dans les délais brefs qui leur étaient impartis, des problèmes nombreux et difficiles. Nous avons également le plaisir de dire que ces travaux et ces réunions se sont déroulés constamment dans un climat de coopération loyale et amicale, qui nous a permis de parvenir à des conclusions communes.*

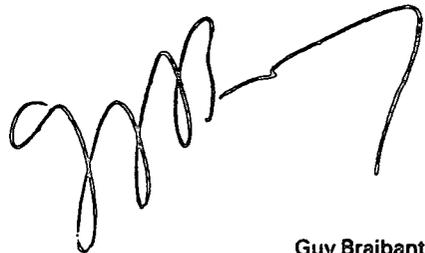
*Nous avons l'honneur de vous remettre le rapport qui exprime les analyses et les propositions du groupe d'experts, ainsi que les annexes qui l'accompagnent.*

*En espérant que ce rapport pourra aider les deux gouvernements à définir leur position, nous vous prions d'agréer, monsieur le ministre d'Etat, l'expression de notre respectueuse considération.*

---

Andrew G. Lyall  
Under Secretary  
International Transport



Guy Braibant  
Chargé de mission auprès du ministre d'Etat,  
ministre des Transports



# 1

## Introduction

1.1. Lors de la réunion au sommet franco-britannique des 10 et 11 septembre 1981, les ministres des Transports des deux pays ont convenu de confier à des experts une étude commune sur les liaisons fixes possibles à travers la Manche et sur leur portée, qui tient compte des intérêts du transport maritime, afin de faire savoir aux deux gouvernements si un projet de liaison fixe à travers la Manche était acceptable et dans l'intérêt des deux pays.

1.2. L'intérêt d'une liaison fixe a été remis en lumière en 1979 lorsque les chemins de fer britanniques et français ont rendu public un projet de tunnel ferroviaire. En mars 1980 le secrétaire d'Etat aux Transports britannique invita d'autres groupes à lui proposer des projets. Il en reçut huit, en plus de celui présenté par les deux compagnies de chemin de fer. Le gouvernement britannique a commencé leur examen avant que ne soient mises en route les études conjointes.

1.3. Un groupe d'étude conjoint fut constitué au sein des ministères des transports et tint sa première réunion le 27 septembre 1981. Il a procédé à l'étude approfondie des aspects technique et économique de la construction et de l'exploitation d'une liaison fixe.

1.4. Le présent rapport expose les analyses effectuées, les résultats obtenus et dresse les conclusions auxquelles le groupe d'étude est parvenu.

## 2

### Développement récent du trafic transmanche

2.1. Le groupe d'étude a entamé ses travaux en une période où le trafic sur la Manche se développe rapidement et régulièrement.

#### *Passagers*

2.2. Le trafic total transmanche (maritime et aérien) a crû, en moyenne sur la période 1973 - 1980, à un rythme annuel de 5 %. Il est intéressant de noter que, parmi ce trafic, celui empruntant la voie maritime a crû à un rythme voisin de 10 % tandis que le trafic aérien ne se développait qu'au rythme de 1 % par an.

2.3. Le tableau 2.1. ci-dessous retrace les taux d'augmentation au cours de la période 1962 - 1973, les prévisions faites à l'époque pour la période 1973 - 1980 — au moment où une liaison à travers la Manche était également envisagée — et l'augmentation réelle observée au cours de cette même période.

2.4. Les taux de croissance observés sont sensiblement supérieurs aux taux qui avaient été prévus. C'est notamment le cas des passagers avec véhicule (automobile ou autocar), dont le trafic, en 1980, se trouve être, en volume, 30 % au-dessus des prévisions. Cela est dû, pour partie, au très rapide développement du trafic par autocar (+ 19 % par an, contre + 7 % pour les passagers avec automobile). Les premiers résultats de 1981 suggèrent la poursuite de ce rythme élevé de croissance. Sur les détroits belge et français, le trafic total passagers a crû de 13 % l'an dernier (passagers avec automobile : + 10 %, passagers en autocar : + 40 %).

#### *Marchandises*

2.5. Le trafic de marchandises entre le Royaume-Uni et le reste de la Communauté européenne a augmenté à un rythme annuel de près de 8 % par an au cours des années 1970, bien que cette augmentation ait eu lieu, pour l'essentiel, avant 1974. En 1980, ce trafic, hors produits pétroliers, mais non compris les échanges avec la République irlandaise et le Danemark, atteignait 29,5 millions de tonnes.

**Tableau 2.1.**  
(en millions de passagers)

	Taux de croissance annuel (en %)			Volume de trafic en 1980	
	1962/1973 (observé)	1973/1980 (prévu)	1973/1980 (observé)	(1)	(2)
<i>Voies Maritimes</i>					
— Passagers avec voiture ou en autocar	12,0	6,4	9,7	9,2	6,6
— Passagers sans véhicule	5,4	4,2	9,1	9,0	6,5
— Total	8,0	5,3	9,5	18,2	13,1
<i>Voies aériennes</i>					
— Vols réguliers	9,1	2,5	3,0	11,9	5,6
— Vols affrétés	19,2	2,9	— 0,9	7,9	0,2
— Total	12,6	2,7	1,3	19,8	5,8
<b>Total tous trafics</b>	<b>10,9</b>	<b>3,6</b>	<b>4,7</b>	<b>38,0</b>	<b>18,9</b>

*Observations :*

(1) toutes voies confondues.

(2) voies de surface du Pas-de-Calais uniquement ; pour les voies aériennes, ces chiffres sont ceux du trafic aérien entre le Royaume-Uni et la France, la Belgique et les Pays-Bas, le total pour Londres-Paris/Bruxelles étant de 2,4 millions.

2.6. Dans ce total, cependant, le trafic par charge complète (marchandises qui ne sont pas en vrac, seul trafic susceptible d'utiliser une liaison fixe) a évolué de façon plus complexe, ainsi que le reflète le tableau 2.2. :

**Tableau 2.2.**  
**Trafics, par charge complète, entre les ports britanniques**  
**et l'ensemble des ports français, belges et néerlandais (en millions de tonnes)**

	1971	1974	1980 (observé)	1980 prévu en 1975
Transport routier	2,7	6,9	12,0	10,6
Wagons complets	0,7	0,7	1,4	0,7
Autres conteneurs	3,1	4,0	4,4	3,8
<b>Total</b>	<b>6,5</b>	<b>11,6</b>	<b>17,8</b>	<b>15,1</b>

**Tableau 2.2. (suite)**

Croissance annuelle sur la période (en %)	1971-1974	1974-1980 (observé)	1974-1980 (prévu en 1975)
Transport routier	37,4	9,6	7,3
Wagons complets	— 2,3	12,1	0,5
Autres conteneurs	8,9	1,2	— 0,8
<b>Total</b>	<b>21,3</b>	<b>7,3</b>	<b>4,5</b>

2.7. Sur 10 ans, entre 1970 et 1980, ce trafic par charge complète s'est accru, en moyenne, de 12 % par an. Le trafic routier s'est même développé au rythme de 18 % par an, sa part du trafic total passant de 40 % à 70 %. Le trafic relativement modeste de wagons complets acheminés par ferry a doublé au cours de la période. Le reste du trafic (conteneurs) s'est simplement maintenu en volume.

2.8. Le tableau 2.2. permet également une comparaison entre les trafics observés en 1980 et ceux qui avaient été prévus au moment de l'abandon du précédent projet en 1975. Il montre une croissance du trafic routier supérieure d'un tiers aux prévisions, tandis que la chute du trafic par conteneurs a été plus faible que prévue. La croissance remarquable du trafic par wagon complet n'avait pas été anticipée, mais la part de marché de ce type de transport atteint à peine 8 %.

### *Croissance future*

2.9. Les considérations précédentes doivent inciter à une grande prudence dans l'élaboration de prévisions de trafic. Le groupe a donc examiné une large gamme d'hypothèses. Le trafic a été décomposé par itinéraire et les taux de détournement au profit du lien fixe ont été estimés. Ses conclusions figurent au chapitre 7 et le détail de l'analyse fait l'objet de l'annexe J. Globalement on peut dire ici que le trafic total transmanche devrait doubler avant la fin du siècle.

### 3

## Les différents types de liaison fixe envisagés

3.1. Remplissant la mission qui lui avait été confiée de prendre en considération les intérêts du trafic maritime, le groupe d'étude, en même temps qu'il examinait les divers types possibles de liaison fixe, a étudié aussi le parti consistant à ne pas construire de liaison fixe et à continuer de s'en remettre au développement des services maritimes et aériens (voir le chapitre 6 et l'annexe A).

3.2. Les gouvernements britannique et français ont reçu des propositions pour tous les types de liaison, venant de divers groupes promoteurs, mais le groupe souligne qu'il n'a pas entrepris de juger ces propositions en tant que telles. Il les a seulement utilisées comme sources de renseignements techniques, financiers et économiques facilitant l'appréciation des partis possibles en ces matières.

3.3. Les types de liaison fixe qui ont été pris en considération peuvent être classés comme suit :

- a) *les ponts* : ces ouvrages livrent passage à des voies routières exclusivement,
- b) *les tunnels immergés* : ces ouvrages peuvent livrer passage à des voies routières et/ou à des voies ferrées,
- c) *les ouvrages composites* : un tel ouvrage consiste en une combinaison des deux types d'ouvrages précédents, destinée à recevoir des voies ferrées en tunnel et des voies routières empruntant des ponts sur une partie au moins de la traversée,
- d) *les tunnels forés* : ces ouvrages livrent passage à une ou deux voies ferrées et selon leur gabarit permettent ou non la circulation de rames navettes transportant les véhicules routiers entre deux terminaux situés aux extrémités de la liaison ; divers phasages de construction sont envisagés.

## 4

# Evaluation technique des différents types de liaison fixe

4.1. Le groupe de travail technique a examiné les divers partis sous l'angle de la construction et de l'exploitation : leurs coûts, leur sécurité, leur capacité, les investissements qu'ils exigent pour les infrastructures terrestres correspondantes ; il a pris en considération leurs effets sur l'emploi tant pendant la construction que pour l'exploitation. Des rapports succincts annexés traitent :

- Annexe B : des ponts ;
- Annexe C : des tunnels immergés ;
- Annexe D : des solutions composites ;
- Annexe E : des tunnels forés ;
- Annexe F : de la capacité des liaisons fixes et des infrastructures concernées de part et d'autre ;
- Annexe G : des effets sur l'emploi, d'une part des divers types de liaison fixe, et d'autre part du développement des services maritimes si toute liaison fixe est exclue ;
- Annexe H : de l'implication des accords internationaux dans les projets de ponts et de tunnels immergés.

4.2. Le présent chapitre résume les analyses techniques qui ont été menées sur les différentes liaisons fixes possibles.

## Tunnels forés

4.3. Il s'agit de tunnels uniquement ferroviaires creusés dans la craie environ 40 m sous le fond de la mer ; en raison des difficultés de leur ventilation et de leur faible section ils ne conviennent pas au trafic routier.

Les projets envisagés comportent une galerie de service et un ou deux tunnels principaux à voie unique, chacun des ouvrages ayant une section circulaire. Le diamètre minimum d'un tunnel principal pouvant livrer passage au matériel ferroviaire continental (gabarit UIC) (1) est de l'ordre de 6 m ; le système de rames-navettes tel que projeté en 1973-74, comportant des wagons à double étage pour les voitures particulières, et des wagons-plateaux pour les camions, autocars, et caravanes, nécessite un gabarit un peu supérieur et un diamètre de l'ordre de 7 m. D'autre part, c'est seulement dans cette dernière hypothèse qu'on a envisagé de reprendre le projet de 1974 comportant deux tunnels principaux et une galerie de service commune.

Suivant l'usage qui s'est établi, on dénommera :

4.4 « Tunnel unique de 6 m » une solution, dont le tunnel principal unique est utilisable seulement par des trains classiques ;

« Tunnel unique de 7 m » une solution où le tunnel principal est accessible aussi aux rames-navettes ;

« Tunnel double de 7 m » la solution comportant deux tunnels principaux à voies uniques accessibles tous deux aux rames-navettes ;

étant bien précisé que ces diamètres nominaux ne doivent pas être adoptés comme des valeurs exactes, celles-ci devant être déterminées seulement, comme le diamètre de la galerie de service d'ailleurs, à la suite d'études complémentaires plus détaillées. Enfin divers phasages de réalisation sont possibles avec les tunnels de 7 m, du fait que les navettes nécessitent la réalisation de terminaux importants de part et d'autre du tunnel pour les opérations de chargement et de déchargement, et sont elles-mêmes constituées d'un matériel roulant spécifique représentant un investissement notable ; on a envisagé, notamment pour l'étude économique :

- l'exploitation uniquement ferroviaire classique d'un tunnel unique de 7 m ;

- l'exploitation avec navettes du même tunnel unique de 7 m ;

- un mode de réalisation du tunnel double de 7 m en trois phases, les deux hypothèses ci-avant constituant les 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> phases, et les ouvrages du tunnel unique ayant ménagé la possibilité de creuser le second tunnel en 3<sup>e</sup> phase ;

- un mode de réalisation du tunnel double de 7 m, en deux phases, en sautant la 2<sup>e</sup> des phases ci-avant, c'est-à-dire en mettant des navettes en services seulement lors du doublement du tunnel principal ;

- un autre mode de réalisation du tunnel double de 7 m en deux phases en sautant la 1<sup>re</sup> des phases ci-avant, c'est-à-dire en mettant des navettes en service dans le tunnel unique de 7 m dès son ouverture.

4.5. Les études entreprises de 1965 à 1975 comprenaient une analyse des problèmes techniques et une reconnaissance du terrain assez détaillées et concluaient que le projet considéré était faisable et sûr ; ce parti offre en

---

(1) UIC : Union internationale des chemins de fer.

outre l'avantage de pouvoir éviter tout impact sur le milieu marin. Les seules questions techniques qui n'étaient pas complètement tirées au clair étaient celles posées par la ventilation, le refroidissement et l'effet de piston. Le groupe a réexaminé ces questions et recueilli des avis d'experts de plusieurs côtés. Il a reconnu qu'il existe des solutions de principe ne conduisant pas à modifier de façon sensible les coûts annoncés. Il est cependant nécessaire et urgent de bien expliciter les normes et les conditions d'exploitation, puis d'atteindre un degré minimum d'élaboration des solutions afin d'estimer précisément les coûts de construction et d'exploitation qui s'y attachent en vue de choisir la plus avantageuse. Les études, d'un coût relativement modeste, devront être poursuivies, en relation avec l'étude des capacités des tunnels.

4.6. Un tunnel unique devra être exploité en alternant des « batteries » de trains circulant dans chacun des sens ; ceci limitera la souplesse du service et la capacité du tunnel.

4.7. Un tunnel unique de 6 m a une capacité suffisante pour écouler la totalité du trafic ferroviaire classique. Il peut éventuellement écouler, grâce à l'introduction de wagons plats équipés de petites roues, un trafic de navettes pour véhicules automobiles et petits camions. Des wagons à deux étages, pour les voitures, et des wagons plateaux permettant le transport des plus gros camions, nécessitent un diamètre supérieur, de l'ordre de 7 m. Cependant les contraintes de capacité (voir annexe F) d'une exploitation à voie unique limitent le volume du trafic de navettes, ce qui a des conséquences économiques importantes.

4.8. Le tunnel double comportant deux voies ferrées exploitées chacune dans un sens a une capacité quadruple du tunnel unique ; avec des tunnels de 7 m admettant le trafic de navettes cette capacité suffit pour écouler tout le trafic ferroviaire classique envisagé et autant de navettes qu'il en faut pour transporter tous les véhicules routiers susceptibles d'être détournés des services maritimes concurrents.

4.9. Le groupe s'est également penché sur les questions de sécurité. La convention franco-britannique n° 2 de novembre 1973 (relative au projet de double tunnel de 7 m, abandonné en 1975) comprenait des dispositions normatives relatives à la sécurité de l'exploitation. Ces normes avaient été fixées après une analyse détaillée, par les experts britanniques et français, de l'ensemble des problèmes de sécurité (accidents, feu). Elles devraient pouvoir s'appliquer à tout schéma de tunnel double (sous réserve de mises à jour compte tenu des expériences récentes). Ces normes ont été adaptées par l'Inspection britannique des chemins de fer au cas des tunnels simples. Elle considère que les risques d'incendie dûs au transport de véhicules sur des rames-navettes n'est pas très différent de celui présenté par le transport par mer. BR (British Rail) et la SNCF les ont également étudiées pour leur propre schéma et considèrent qu'elles peuvent être respectées. Tous les autres projets de tunnel — cela s'applique également aux tunnels ferroviaires immergés — devront bien sûr aussi les respecter. En 1975 certains problèmes restaient en suspens. En fait le problème de la sécurité

est indissociable de celui de l'aération et du refroidissement ; les dispositions correspondantes, et au premier chef celles destinées à extraire les fumées et à les empêcher d'envahir des parties de tunnel qui recueillent les personnes fuyant ou venant combattre l'incendie, doivent donc faire partie des éléments du projet sur lesquels porteront les études évoquées au paragraphe 11 de l'annexe E. Sur ce point également le groupe ne doute pas que des solutions convenables puissent être définies rapidement dès lors que les études seraient entreprises avec des moyens assez importants et menées avec diligence.

4.10. Le groupe d'étude considère que l'élaboration des projets a atteint un stade tel que, si les études détaillées étaient reprises immédiatement et menées activement, le chantier d'un tunnel foré pourrait commencer courant 1984 et s'achever en 1991. Il considère aussi que, compte tenu des études approfondies et de la grande expérience disponible en matière de souterrain les estimations sont raisonnablement fiables.

## **Autres partis**

### **Généralités**

4.11. L'avantage majeur des autres types examinés — ponts, tunnels immergés, projets composites — est qu'ils offrent tous une liaison routière sans discontinuité, et peuvent lui associer un tunnel ferroviaire. En outre, ils ont une capacité telle qu'ils peuvent recevoir tout le trafic prévisible, y compris un trafic induit important. Cependant, les camions transportant des matières dangereuses ne devraient pas être admis dans des tunnels routiers et il est possible qu'on doive interdire aussi à certains d'entre eux l'accès d'un grand pont par mesure de sécurité pour celui-ci.

4.12. Tous les projets routiers nécessitent l'implantation d'ouvrages fixes en mer : piles de pont, puits de ventilation des tunnels ; ces ouvrages doivent être protégés contre les chocs accidentels de bateaux même s'ils sont implantés hors des chenaux de navigation.

A cet égard, si des dispositifs novateurs peu encombrants et économiques ont été proposés à l'état d'esquisses, seul le principe d'île artificielle en remblais peut aujourd'hui être pris en considération, et il faut alors escompter a priori pour de telles îles des dimensions importantes (plateforme de largeur 40 à 60 m entourant l'ouvrage à défendre) et des talus de faible pente (1/3 à 1/5) protégés contre l'érosion.

4.13. Du point de vue de la gêne apportée à la navigation, l'espacement de ces obstacles et la flexibilité de leur implantation varient selon les partis, mais aucun projet n'évite totalement qu'il en soit implanté dans un chenal principal de navigation.

Pour tous ces partis des dispositions doivent donc être prises pour maintenir la liberté et la sécurité de la navigation pendant les reconnaissances, les travaux et (à l'égard des ouvrages définitifs) la phase d'exploitation.

Certes il incomberait à la France et à la Grande-Bretagne d'élaborer ces dispositions, mais une consultation des autres pays devrait être entreprise par le canal des instances internationales appropriées pour établir que les droits de passage en transit seront respectés, notamment sous l'angle de la sécurité. Le groupe considère que certaines des études techniques évoquées dans le présent chapitre doivent être menées à bien avant que les deux pays puissent entreprendre l'élaboration des dispositions correspondantes. Par conséquent, le délai nécessaire pour cette tâche, et pour la consultation internationale, devrait s'ajouter au délai nécessaire pour les études en question, et le démarrage de l'un quelconque de ces projets ne pourrait se situer avant la seconde moitié de la décennie.

## **Ponts**

4.14. Le seul type de pont envisageable est un pont suspendu à travées multiples.

Le groupe a considéré que les technologies éprouvées pourraient être extrapolées sans risque excessif d'aboutir à une impossibilité pour projeter des travées d'environ 2 km de portée (1) ; cette portée correspond à une largeur minimale admissible pour les passes offertes à la navigation afin que les plus gros navires puissent normalement passer entre les îles artificielles sans ralentir ni manœuvrer. Le pont comporterait ainsi environ 15 piles en pleine mer, dont trois ou quatre dans chacun des chenaux principaux. Toutefois, d'une part la réalisation d'une succession de grandes travées suspendues en continuité est une caractéristique du projet encore plus innovante que la longueur de chaque travée, d'autre part de nombreux points particuliers tels que la stabilité aérodynamique, la mise en place des câbles, etc. appellent des études approfondies avant que le projet atteigne un degré de fiabilité suffisant.

4.15. Il convient de signaler également que compte tenu des profondeurs dans le détroit, la construction d'îles artificielles y est susceptible de provoquer des changements dans l'hydrologie du détroit (modification des courants pouvant déplacer les bancs de sable), laquelle doit donc être étudiée sur un modèle hydraulique.

A l'issue de ces études longues et coûteuses il resterait encore sans aucun doute quelques risques à courir à la réalisation.

4.16. La maintenance serait difficile et coûteuse. Le groupe n'est pas convaincu que dans les dures conditions atmosphériques du détroit on pourrait appliquer assez rigoureusement des règles d'entretien appropriées et garantir à l'ouvrage une durée de vie raisonnable.

---

(1) La plus grande travée suspendue construite à ce jour à une portée de 1,4 km

## **Tunnels immergés**

4.17. Ces ouvrages sont constitués de caissons tubulaires préfabriqués immergés bout à bout dans une souille creusée à la drague dans le fond de la mer. On peut concevoir en principe un tunnel immergé pour n'importe quelle combinaison de voies routières et ferrées ; en pratique ce type d'ouvrage ne s'envisage que pour réaliser un franchissement comportant deux chaussées routières unidirectionnelles et deux voies ferrées. Outre l'emploi des espaces ferroviaires pour répartir l'air frais dans les espaces routiers, le projet nécessite la réalisation d'un puits de ventilation tous les 6 km environ.

4.18. Le groupe considère qu'il n'y a pas d'empêchement technique insurmontable à la réalisation d'un tunnel immergé. Cependant, on n'a pas l'expérience du dragage d'une souille aux profondeurs règnant dans le détroit, ni de pose de caissons à cette profondeur et en pleine mer ; les études correspondantes restent à mener à bien, et les matériels à réaliser. Une grande campagne de reconnaissance du tracé serait nécessaire pour établir le meilleur profil en long du tunnel, ainsi éventuellement qu'une étude hydrologique sur modèle pour élucider les effets d'un tunnel immergé dans la mesure où celui-ci serait posé en saillie sur le fond et non ensouillé. Les autres problèmes propres aux tunnels immergés sont les dangers encourus par la navigation lors du remorquage et de la mise en place des caissons, et l'effet sur l'écologie du dragage de la craie et de son réemploi en remblais sous-marins, avec la mise en suspension dans l'eau de grandes quantités de craie.

## **Solutions composites**

4.19. Dans ce type de projet, le trafic routier franchit les zones côtières sur des viaducs, et accède grâce à de grandes îles artificielles à un tunnel immergé mixte rail-route, les voies ferrées étant de bout en bout dans des tunnels immergés. Les projets composites (pont-tunnel immergé - pont) ont pour avantage de réduire les obstacles créés par les ouvrages fixes émergeant en surface dans les chenaux de navigation ; mais les grandes îles artificielles par lesquelles le trafic routier accéderait au tunnel immergé constituant la section médiane comporteraient par elles-mêmes des risques potentiels, et des îles artificielles supplémentaires seraient nécessaires pour la ventilation. Au point de vue hydraulique les mêmes problèmes que pour les ponts se poseraient et une étude hydrologique analogue serait nécessaire ; les autres problèmes propres aux tunnels immergés se poseraient tels que mentionnés ci-dessus.

4.20. Par rapport à un pont suspendu franchissant tout le détroit, des ponts dans les zones côtières, dans la mesure où ils seraient constitués de travées plus courtes, non suspendues, ne poseraient pas les mêmes problèmes de structure et de maintenance mais seraient plus dangereux pour la navigation (et seraient eux-mêmes plus en danger de son fait) ; ils

entraveraient les mouvements des navires de gros tonnage qui utilisent la zone côtière. De ce fait il pourrait s'avérer nécessaire d'augmenter les portées et de revenir à des travées suspendues, soulevant, bien qu'à un moindre degré, les types de problèmes évoqués ci-dessus.

4.21. La liaison routière procurée par un projet composite comporte deux points singuliers difficiles constitués par les rampes permettant de passer du niveau du pont à celui du tunnel. Pour que les îles ne deviennent pas prohibitives quant à l'encombrement et au coût, ces jonctions auront une forte pente (on peut imaginer jusqu'à 8 %) et seront lovées sur elles-mêmes avec des rayons relativement faibles (de l'ordre de 125 m).

## Résumé

4.22. A la lumière de cette analyse technique le groupe conclut que seuls les *projets de tunnels forés* permettent, sous réserve que certaines études complémentaires bien définies soient entreprises immédiatement, un démarrage rapide des travaux.

4.23. Les *projets de ponts* nécessitent 3 ans d'études pour éprouver les techniques de construction en jeu, pour élucider les effets sur le régime des eaux du détroit, pour élaborer les dispositions propres à prévenir le choc des navires contre les piles, et pour s'assurer que la maintenance de l'ouvrage est praticable et son coût supportable. Ce délai s'applique vraisemblablement aussi aux projets composites.

4.24. Pour les partis de tunnels immergés des études et expérimentations sont nécessaires sur le dragage et les caissons, et sur les effets hydrologiques et écologiques du projet.

4.25. Pour ces deux types de partis, et pour les partis composites, les dispositifs de maintien de la sécurité et de la liberté de navigation doivent être élaborés et agréés par les organismes internationaux une fois que l'étude du projet aura été suffisamment avancée, et on ne peut être assuré que l'issue de la négociation sera favorable quel que soit le projet.

## 5

### Infrastructures terrestres nécessaires

5.1. La capacité des réseaux ferroviaires et routiers desservant la liaison fixe a été étudiée. Les résultats de cette étude figurent à l'annexe F.

5.2. Côte britannique, les liaisons routières sont en général satisfaisantes sous réserve de l'achèvement des aménagements prévus, comme la réalisation de l'autoroute M 20 entre Maidstone et Ashford. Aucun problème de capacité routière n'est à craindre dans le cas de tunnels. Le trafic induit par les projets prévoyant une continuité routière pourrait provoquer quelques embarras de circulation, localisés, pendant la période d'été. L'aménagement de la A 20 entre Folkestone et Douvres est déjà programmé. Si l'écoulement du trafic continuait à se faire par les voies maritimes ou aériennes, en l'absence de liaison fixe, l'aménagement de la A 20 entre Folkestone et Douvres ainsi que l'amélioration de la voirie de la ville de Douvres devraient être envisagés.

5.3. En France, la concentration du trafic transmanche sur la liaison fixe se fera essentiellement sentir dans la région de Calais, au débouché de la liaison. La poursuite de l'autoroute A 26 jusqu'à Calais et son raccordement au tunnel sera l'élément principal de l'amélioration des conditions de circulation en direction de Paris, de l'est et du sud de la France.

Parallèlement, la construction d'une « voie express » (route aux caractéristiques autoroutières) entre Boulogne et la frontière belge facilitera la liaison entre le lien fixe, l'ensemble du littoral et le Bénélux.

Toutefois, l'hypothèse d'une liaison fixe assurant la continuité routière (pont ou solution composite) devrait engendrer un trafic sensiblement supérieur. La saturation des axes principaux du réseau routier du nord de la France (en particulier l'autoroute A 1 Paris - Lille) atteindra un degré critique à un horizon plus rapproché.

5.4. Contrairement au projet abandonné en 1975, la construction d'une voie ferrée nouvelle à grande vitesse entre Londres et la côte est exclue. Comme la région Sud (British Rail) est une région ferroviaire utilisée principalement pour la desserte urbaine, des problèmes de capacité, aux heures de pointe,

se posent près de Londres. British Rail estime cependant que le réaménagement de la gare de Waterloo, (terminus des trains desservant le tunnel) ainsi que des améliorations des voies et de la signalisation entre Londres et Folkestone devraient apporter une solution satisfaisante et qu'il sera en mesure d'écouler les trains prévus dans la proposition BR/SNCF. Le groupe d'étude n'a pas étudié avec les compagnies de chemin de fer les éventuels problèmes de capacité que l'on rencontrerait si 40 trains de passagers par sens devaient être programmés un jour moyen (pour écouler le trafic d'été, ainsi que le montre l'annexe F). Les contraintes liées à l'exploitation d'un tunnel unique pourraient conduire à des difficultés importantes. De telles difficultés n'apparaîtraient pas avec un double tunnel, à moins que le trafic ne dépasse sensiblement les prévisions.

5.5. Le matériel roulant continental, aux normes UIC, ne peut circuler sur le réseau britannique du fait de ses largeur, longueur, hauteur, ainsi que d'autres caractéristiques géométriques qui le rendent incompatible avec le gabarit britannique (passage dans les tunnels, inscription en courbe, etc.). Le matériel continental ne pourra donc circuler que jusqu'à l'entrée britannique du tunnel. Les trains directs entre le continent et Londres devront être composés de voitures spécialement conçues et changer de locomotive à l'extrémité anglaise du tunnel.

5.6. Le réseau ferroviaire français sera capable d'écouler les trafics prévus à l'horizon de l'an 2000. Comme du côté anglais, un certain nombre d'aménagements sont cependant nécessaires, en particulier l'électrification d'un itinéraire entre le débouché du tunnel et le réseau électrifié de la région Nord (SNCF).

5.7. La durée du trajet ferroviaire par train direct (gare à gare) entre Paris et Londres serait alors de 4 heures et demie. Ainsi que le montre l'annexe F, cette durée peut être réduite à quatre heures, moyennant un certain volume supplémentaire d'investissement ferroviaire.

Le groupe n'a pas étudié la possibilité d'aller au-delà dans la réduction des temps de transport, grâce à l'utilisation de trains à grande vitesse. L'intérêt économique d'une liaison fixe ferroviaire n'en est pas dépendante, mais serait sans doute renforcée dans la mesure où une durée de transport de l'ordre de trois heures entre Londres et Paris ou Londres et Bruxelles concurrencerait l'avion de façon bien plus importante et induirait un trafic conséquent.

## 6

### Développement des services existants

6.1. Le groupe a étudié avec soin la solution consistant à ne pas construire de liaison fixe et à confier aux modes existants l'écoulement du trafic tel qu'il a été prévu, jusqu'à la fin du siècle.

#### *Services maritimes*

6.2. La plupart des arguments visant à démontrer l'aptitude des ports et des services maritimes à faire face aux trafics envisagés émanent des exploitants eux-mêmes. En particulier, le rapport d'un groupe de travail animé par le port de Douvres a été étudié avec attention.

6.3. L'annexe A analyse en détail ce rapport. Il y est affirmé que tout le trafic prévu, jusqu'au-delà de l'an 2000, peut être écoulé par les voies maritimes, et ce à un coût très sensiblement inférieur au coût actuel. Le raisonnement repose sur les arguments suivants : mise en service de navires de plus grande capacité et plus rapides ; étalement des pointes annuelles de trafic ; et donc amélioration sensible des taux moyens de chargement et baisse des prix de revient.

6.4. Le groupe estime ce raisonnement, pour partie, fondé. Aussi, l'évaluation économique (chapitre 8) prend en compte une amélioration sensible de la productivité des services maritimes. Cependant le groupe n'estime pas réaliste d'aller aussi loin dans la rationalisation des services, et pense que les chiffres avancés par le port de Douvres sont exagérés ; les atteindre suppose une répartition du marché entre les exploitants (cartel), hypothèse qui serait inacceptable. Pour cette raison, les conclusions du groupe, sur ce point, sont les suivantes :

- en l'absence de la liaison fixe, les services maritimes sont effectivement capables de répondre à tout le trafic prévisible ;
- les coefficients de chargement des navires seront en hausse et les prix de revient du transport maritime pourront baisser ;
- mais il est invraisemblable qu'ils puissent chuter au point de mettre en doute l'issue d'une comparaison avec la plupart des types de liaison fixe.

### *Services aériens*

6.5. Le nombre de passagers aériens susceptibles d'être détournés vers le rail (via une liaison fixe ferroviaire) représentent une très faible proportion des trafics totaux aériens français et britanniques. Aussi la mise en service d'une liaison fixe ne devrait poser aucun problème de sur-capacité des aéroports ou des flottes aériennes.

L'impact d'une telle liaison affecterait principalement les lignes Paris-Londres et Bruxelles-Londres, qui perdraient près de 30 % de leur trafic. Les capacités aériennes et aéroportuaires alors disponibles seraient facilement transférables et pourraient être affectées à d'autres lignes aériennes en expansion. On peut donc créditer, au profit d'une liaison fixe, les économies résultant de cette diminution des services aériens : essentiellement les coûts d'exploitation (y compris amortissement) auxquels il faut ajouter quelques dépenses liées à l'utilisation des infrastructures aéroportuaires.

6.6. Le groupe a été amené à faire des hypothèses sur l'évolution des coûts du transport aérien court-courrier. Sur la base des chiffres 1981, une estimation prudente (pour le lien fixe) à l'horizon 1990 conduit à une réduction de 10 % (en francs constants) du prix de revient par passager transporté (généralisation des nouveaux avions plus économes en carburant, gains de productivité pouvant compenser les hausses du prix des carburants). Une autre vue de l'avenir incluant une dérégulation du trafic aérien en Europe peut conduire à une baisse plus sensible des coûts sur les lignes Paris-Londres et Bruxelles-Londres. Aussi, dans les calculs économiques, une fourchette (0, - 30 %) par rapport aux coûts actuels a été utilisée.

## 7

### Prévisions de trafic

7.1. Le groupe d'étude n'a pas élaboré son propre modèle de trafic. Il s'est appuyé sur une lecture critique des nombreux documents disponibles. L'incertitude liée à tout exercice de prévision a conduit le groupe à présenter ses estimations pour le trafic futur à l'intérieur de fourchettes, larges mais non invraisemblables. L'annexe J précise les hypothèses utilisées et les raisons de leur choix.

7.2. Les tableaux 7.1. et 7.2. ci-après résument, pour le point central de la fourchette, les prévisions de trafic (passagers et marchandises) sur les détroits français et belge. La récente croissance du trafic, due pour partie à l'entrée de la Grande-Bretagne dans le Marché commun et au bas niveau tarifaire engendré par la sur-capacité du transport maritime, devrait vraisemblablement ralentir d'abord en 1990 puis en 2000. Même avec cette hypothèse, le volume de trafic à l'horizon 2000 devrait plus que doubler par rapport à 1980.

7.3. Cette croissance globale recouvre des disparités importantes selon les différentes natures de trafic. L'importance croissante du trafic de tourisme se traduit par un fort développement (6 à 7 % par an) du trafic d'autocar et d'excursionnistes, tandis que le trafic classique de passagers et le trafic aérien progressent beaucoup plus modérément (2 à 3 % par an). Le trafic marchandises croît au rythme de 4 % par an, la part routière se développant plus rapidement.

7.4. Les différents schémas de liaison fixe auront des impacts variables selon les classes de trafic et selon les itinéraires. Les prévisions concernant les coefficients de détournement sont précisées dans l'annexe J. Trois scénarios contrastés ont été bâtis.

7.5. Une liaison ferroviaire devrait détourner environ la moitié des passagers à pied (non excursionnistes) et près d'un tiers des passagers aériens entre Londres et Bruxelles/Paris. Les excursionnistes n'utiliseraient

**Tableau 7.1.**  
**(scénario central) (en millions de passagers)**

Trafic Transmanche	1980	2000 (hypothèse centrale)	Taux de croissance 1980-2000 (en moyenne annuelle)
Passagers à pied ordinaires « Excursionnistes » (1)	6,4 <u>2,6</u>	11,2 <u>8,2</u>	2,8 % <u>5,9 %</u>
<b>Total</b>	<b>9,0</b>	<b>19,4</b>	<b>3,9 %</b>
Passagers avec automobile Passagers en autocar	6,1 3,1	14,1 11,4	4,2 % 6,7 %
Total du trafic maritime Passagers aériens	18,2 2,4	44,9 3,5	4,6 % 1,9 %
<b>Total général</b>	<b>20,6</b>	<b>48,4</b>	<b>4,4 %</b>

(1) Les excursionnistes sont des passagers à pied qui font l'aller et retour en moins de 60 ou 72 heures (selon les lignes) et bénéficient, en général, de tarifs spéciaux. La grande majorité d'entre eux effectuent l'aller et le retour dans la journée.

**Tableau 7.2.**  
**Trafic de marchandises par charge complète  
entre la Grande-Bretagne et le continent**

(en millions de tonnes)	1980	2000 (hypothèse centrale)	Taux de croissance 1980-2000 (en moyenne annuelle)
Transport routier (par roulage)	10,2	28,1	5,2 %
Wagons	1,4	2,4	2,5 %
Conteneurs	4,3	7,1	2,5 %
<b>Total</b>	<b>15,9</b>	<b>37,6</b>	<b>4,2 %</b>

*Nota sur les tableaux :*

- Les trafics de passagers comprennent, pour le maritime, tous les échanges entre les ports britanniques situés entre Southampton et Felixstow et tous les ports du continent, pour l'aérien tous les échanges entre Londres et Paris/Bruxelles à l'exception des voyageurs en transit.
- Pour les marchandises par charge complète, on a considéré les mêmes itinéraires que pour les passagers maritimes, à l'exception du trafic de conteneurs qui, faute de données détaillées, comprend tous les échanges de la Grande-Bretagne avec la France, la Belgique et les Pays-Bas.
- Les taux de croissance 1980-2000 sont des taux moyens. Il a été pris en compte une croissance plus forte de 1980 à 1991 que de 1991 à 2000.

vraisemblablement le tunnel que si des services adaptés leur étaient offerts (arrêts des trains aux deux extrémités du tunnel par exemple). Sans navettes pour véhicules, il attirerait certainement une grande part (environ 70 %) des marchandises utilisant aujourd'hui le train et le bateau, mais ne détournerait à lui qu'une faible proportion du trafic routier et du trafic de conteneurs,

de même qu'un nombre négligeable d'automobiles (trains auto-couchettes par exemple).

7.6. L'adjonction d'un service de navettes pour véhicules automobiles concurrencerait beaucoup plus fortement l'activité maritime. En particulier un double tunnel devrait attirer près de la moitié du trafic de passagers et d'automobiles et environ un tiers du trafic de marchandises par charge complète. Toutefois, même avec de tels coefficients de détournement, les services maritimes peuvent s'attendre à devoir transporter, à la fin du siècle, un volume de trafic au moins égal à ce qu'il est aujourd'hui, compte tenu de la croissance du marché total.

7.7. Cependant ces coefficients de détournements seront plus importants sur les lignes courtes du détroit où l'impact sur les activités maritimes sera plus sévère, pouvant conduire, à la fin du siècle, à une situation toujours en retrait par rapport à la situation présente.

7.8. Dans les solutions uniquement routières, si le nombre de passagers classiques détournés de l'avion ou du train est faible, la quasi totalité du trafic routier (automobiles, autocars, transports routiers de marchandises) abandonnera la mer sur les lignes courtes. Les liaisons sur la Belgique et les Pays-Bas seraient moins sévèrement touchées. Au demeurant, toute liaison offrant la continuité routière, jumelée ou non avec une liaison ferroviaire, ne laisserait que très peu de trafic sur les liaisons maritimes courtes.

7.9. Le groupe, dans ses calculs, a fait l'hypothèse que les tunnels ferroviaires n'induiraient que très peu de trafic supplémentaire (déplacements qui ne se seraient pas faits en son absence). Dans les solutions offrant la continuité routière, le trafic induit serait plus conséquent. Il a été estimé à environ 10 % du trafic total prévu (voyageurs seulement). De telles estimations sont subjectives et le groupe a préféré prendre ces hypothèses, délibérément basses, dans un souci de prudence.

## Evaluation économique

8.1. La question première posée au groupe d'experts est celle de l'opportunité d'une liaison fixe : il est en général admis que les services offerts actuellement, de par leur variété (avion, hovercraft, ferries), leur fréquence (environ 300 liaisons par jour) et leur situation de concurrence offrent aux différents usagers une bonne qualité de service à un coût acceptable. Aussi faut-il appréhender aussi soigneusement que possible les divers avantages procurés par chacune des options de liaison fixe et les comparer, d'une part à l'investissement qu'elle suppose, d'autre part aux perturbations économiques et sociales qu'elle entraîne.

On regroupe en général sous le vocable d'étude économique, un certain nombre de considérations visant à évaluer et à calculer les avantages d'un projet par rapport à une solution dite de référence. Le grand nombre des paramètres qui interviennent dans ces calculs (coûts, trafic, etc.), leur incertitude sur une grande période de temps (50 ans), la mauvaise connaissance du comportement des usagers (quelle concurrence à l'avion ? par exemple), la complexité des enjeux conduisent à la faible probance de ce type de calcul. Le projet de liaison fixe transmanche n'échappe pas à la règle, d'autant plus que le transport maritime subit actuellement de profondes modifications, dues à l'introduction de navires plus performants.

8.2. Néanmoins, une approche économique reste indispensable. Mais il serait vain de vouloir intégrer la totalité des aspects dans une même approche et il est préférable d'effectuer d'abord un calcul économique simple pour le situer ensuite dans un cadre plus vaste, celui d'un véritable bilan économique et social. La démarche retenue a été la suivante : par rapport à la poursuite et au développement du transport par voies maritime et aérienne (solution de référence), quels avantages, mesurés en termes monétaires, chacune des options de liaison fixe permet-elle d'espérer ? Connaissant l'investissement nécessaire, il est alors possible de dégager un taux de rentabilité.

Afin d'éviter les écueils mentionnés plus haut (faible probance des calculs), le groupe s'est attaché à prendre en compte une large fourchette pour chacun des principaux paramètres et d'évaluer les conséquences sur les

taux de rentabilité de la modification de tel ou tel paramètre (tests de sensibilité). En combinant l'ensemble des hypothèses basses (défavorables à la liaison fixe), on construit un scénario appelé scénario « C » (par exemple, accroissement des coûts et des délais de construction, baisse sensible des coûts d'exploitation maritime, etc.) ; en combinant l'ensemble des hypothèses hautes (favorables à la liaison), on construit le scénario « A ». Ces deux scénarios sont certes, l'un très pessimiste, l'autre très optimiste. Ils sont cependant tous les deux non-invraisemblables.

8.3. Une telle approche est cependant loin d'épuiser l'ensemble des aspects économiques d'une liaison fixe. Ainsi elle se limite aux seuls coûts directs de transport, sans prendre en compte, par exemple, les conséquences pour les deux réseaux de chemin de fer d'un transfert route-rail dans le cas de tunnel ferroviaire. De même la nouvelle répartition, entre régions ou entre pays, des coûts et des avantages des différentes solutions n'a pas été ici étudiée.

Certains de ces points sont abordés au chapitre suivant et dans les annexes G (emploi) et L (impacts locaux). Il reste que l'approche retenue, pour limitée qu'elle soit, fournit des éléments pertinents, permettant d'orienter les deux gouvernements dans le choix qui sera fait.

8.4. Chacun des scénarios, haut (A), bas (C) et central (B), sont décrits en détail dans les annexes J pour ce qui concerne les trafics, K pour ce qui concerne les autres facteurs. On peut résumer ces scénarios en donnant les pourcentages d'écart, sur chacun des facteurs, avec le scénario central :

	(C)	(A)
— Trafic de la liaison fixe		
● passagers	- 50 %	+ 50 %
● marchandises	- 30 %	+ 25 %
— Durée de construction		
● tunnels forés	+ 1 an	- 1 an
● autres projets	+ 2 ans	- 1 an
— Investissements		
● tunnels	+ 20 %	- 10 %
● autres projets	+ 50 %	- 20 %
— Coûts du transport maritime		
● prix de revient (par unité de trafic)	- 20 %	+ 15 %
● taux d'utilisation des navires	+ 20 %	- 20 %
● date d'introduction des navires de 600 UVP (1)	1 990	—
— Coût du transport aérien	- 20 %	+ 10 %

(1) UVP : Unité véhicule particulier.

On doit souligner que ces chiffres sont des écarts avec les hypothèses prises pour le scénario central et non avec les valeurs actuelles. Le scénario central suppose déjà, par exemple, une baisse du coût unitaire de traversée maritime (- 10 à - 20 %) ou aérienne (- 10 %).

8.5. Le tableau K.13 de l'annexe K donne la sensibilité du taux de rentabilité interne à chacun des facteurs. Les trafics, les durées de construction et le coût des services maritimes sont les facteurs auxquels le taux de rentabilité est le plus sensible. Le coût du transport aérien, par contre, est moins important. Il est intéressant de noter que le classement des différentes options de liaison fixe n'est pas, en général, modifié par un changement dans les hypothèses.

8.6. Les résultats figurent dans le tableau 8.1, pour les trois scénarios évoqués plus haut. La traduction en termes monétaires des gains de temps suppose l'adoption d'un taux de conversion. Il diffère dans les deux pays (voir annexe K). Les taux de rentabilité, calculés avec les valeurs du temps françaises sont de 1 à 2 points supérieurs à ceux calculés avec les valeurs britanniques. Les taux pour les scénarios haut et bas diffèrent des taux du scénario central de 3 à 7 points.

Tableau 8.1  
Taux de rentabilité interne  
des diverses options de liaison fixe (en pourcentage)

		Tunnel de 6 m	Tunnel simple de 7 m sans navettes	Tunnel simple de 7 m avec navettes	Double tunnel de 7 m	Liaison routière	Liaison routière et ferrée
Valeurs du temps françaises	Scénario A	10,7	10,0	7,0	13,4	15,0	13,2
	Scénario B	6,8	6,2	5,1	8,1	9,1	8,0
	Scénario C	2,5	2,0	1,7	3,0	0,7	0,6
Valeurs du temps britanniques	Scénario A	9,1	8,5	6,1	12,3	13,9	12,0
	Scénario B	5,4	5,0	4,0	7,3	8,4	7,1
	Scénario C	1,6	1,2	1,0	2,4	0,3	0,0

**Nota important :**

Le tunnel simple de 7 m avec navettes a été étudié dans la perspective d'un doublement ultérieur. Le coût total des infrastructures terminales liées aux navettes a été affecté au projet, faute d'avoir étudié en détail quels aménagements pourraient être différés. Si les études montraient qu'on peut se contenter pour un trafic limité de navettes (inconnu, car lié à la capacité d'un tunnel à une voie), de la moitié des montants totaux le taux de rentabilité de cette solution serait accru d'un point.

8.7. Les principales conclusions qui peuvent être tirées de ces analyses paraissent être les suivantes :

a) L'ensemble des résultats est très sensible aux hypothèses adoptées. L'évolution des coûts d'exploitation des navires sur le transmanche est sans

doute le facteur le plus important. Le niveau des trafics qui emprunteront la liaison fixe, sur lequel de nombreuses incertitudes demeurent (évolution du marché total et coefficients de détournement, liés pour une part importante, à la politique tarifaire qui sera suivie), aura également une incidence majeure sur la rentabilité de l'ouvrage.

b) Toutes les solutions dégagent, dans le scénario central, des taux de rentabilité compris entre 4 % et 8,4 % (valeurs du temps britanniques) ou entre 5 % et 9,1 % (valeurs du temps françaises). Ces valeurs sont à rapprocher du taux de 7 %, utilisé pour le choix des investissements de transport en Grande-Bretagne, ou recommandé en France pour les investissements publics.

c) Les solutions présentent toutes un taux de rentabilité supérieur voire très supérieur dans le scénario haut (A), très inférieur dans le scénario bas (C) : aucun schéma ne peut donc être considéré comme rentable en toute hypothèse. Il faut cependant remarquer que le scénario central est extrêmement prudent dans le choix des valeurs numériques adoptées pour les principaux paramètres (pas de trafic induit, productivité importante sur le maritime, etc.).

d) Les tunnels ferroviaires comportant des navettes pour véhicules automobiles dégagent une meilleure rentabilité que ceux qui ne prévoient pas ce type de service.

e) Le calcul économique ne peut départager les différentes solutions de double tunnel phasé. Seule une analyse plus fine, portant notamment sur le volume d'investissement nécessaire pour la première phase (trafic limité de navettes) et sur la capacité maximale d'un tunnel à voie unique permettra une comparaison économique.

f) Les ouvrages uniquement routiers, sans lien ferroviaire, présentent les meilleurs taux de rentabilité. L'investissement initial, plus élevé que dans les autres projets, est compensé par les plus faibles coûts d'exploitation et par les économies alors réalisées sur les deux réseaux de chemin de fer. Il faut cependant noter que de tels ouvrages ne peuvent être mis en service que 3 ans plus tard, ce qui réduit de façon importante le bénéfice actualisé. Il faut également se rappeler l'incertitude plus grande concernant les coûts. Il n'en demeure pas moins que si les problèmes juridiques, techniques et financiers pouvaient être résolus, une telle solution pourrait être un bon investissement.

## Autres aspects

9.1. Il est clair que l'opportunité de réaliser un tel ouvrage ne sera pas appréciée uniquement au vu d'une analyse technique et économique. D'autres considérations, notamment les impacts sociaux, politiques et psychologiques seront primordiaux. Le groupe de travail a estimé cependant qu'il appartenait à chacun des deux pays de développer, sur ces points, sa propre vision. Toutefois, trois aspects méritaient d'être traités dans le cadre de l'étude conjointe car ils pouvaient faire l'objet d'un examen technique :

- Le bilan énergétique des différents types de liaison fixe ;
- Les conséquences sur l'emploi ;
- L'impact sur l'environnement.

### Energie

9.2. Le groupe a essayé d'évaluer l'ordre de grandeur de la consommation d'énergie liée à l'acheminement des trafics prévus à travers la Manche dans le cas où serait créée une liaison fixe.

Trois types de solutions ont été retenus pour cet exercice : tunnel ferroviaire simple (6 m) ; double tunnel de 7 m avec navettes ; pont routier seul.

Chacune de ces solutions a été comparée à la situation de référence, pour laquelle le trafic continue d'être acheminé par les moyens classiques actuels.

Nous nous sommes placés en 1991, dans le scénario central.

Il ressort des calculs que chacune des trois solutions présentent par rapport à la solution de référence, un bilan largement positif.

La consommation annuelle d'énergie est diminuée dans un rapport de 1 à 4 (tunnel de 6 m), de 1 à 1,5 (2 fois 7 m avec navettes) et 1 à 2,3 (ponts). Ces calculs reposent pourtant sur des hypothèses très favorables aux modes existants (diminution de 50 % de la consommation unitaire des ferries due à un meilleur remplissage et à de meilleurs bateaux ; prise en compte des allongements de parcours routiers pour le trafic détourné vers le tunnel).

Cette économie provient, pour l'essentiel, du meilleur rendement énergétique du train par rapport à l'avion et, pour les véhicules, de la continuité routière par rapport aux ferries. En valeur absolue, les gains de consommation annuelle ne dépassent cependant pas 60 000 Tep (tonnes équivalent pétrole) et le facteur énergétique ne devrait donc pas peser fortement dans le choix entre telle ou telle solution.

## Emploi

9.3. La mesure des conséquences sur l'emploi d'un tel ouvrage est un sujet beaucoup plus difficile : d'une part, il faut distinguer soigneusement les secteurs d'activité et les lieux géographiques qui verront des réductions ou des créations d'emplois, d'autre part, l'acuité du problème est fonction de l'horizon auquel on se situe.

L'annexe G donne le détail des études qui ont été menées sur ce sujet. Le groupe en tire les conclusions suivantes :

— Pendant la phase de construction, l'impact du projet sur l'emploi est naturellement positif. Les emplois directs, sur le chantier, varient entre 2 500 (tunnels simples) et 5 500 (projet composite) de chaque côté de la Manche, pendant la phase active de construction. Un nombre à peu près équivalent d'emplois (de chaque côté de la Manche, également, à supposer que la quasi totalité des fournitures proviennent des deux pays) seraient générées par les branches industrielles concernées par le projet. Un investissement de cette ampleur devrait également produire un effet multiplicateur de type keynesien, mais qui dépendra fortement du contexte économique général des années 1984-1990.

— Quelques années plus difficiles suivront l'ouverture de l'ouvrage : d'une part, parce que l'achèvement d'un grand chantier provoque toujours quelques problèmes (sauf dans le cas des projets de doubles tunnels phasés, pour lesquels les travaux pourraient s'étaler sur une dizaine d'années. C'est un argument à retenir pour ce type de solution) ; d'autre part, parce que l'activité liée au transport maritime devrait sensiblement baisser ; pour le côté français, de 700 à 3 000 emplois selon les projets. Certes les emplois induits par la liaison fixe (directs et indirects) devraient atténuer ces chiffres. Mais des problèmes de reconversion, toujours difficiles, se poseront. Du côté anglais, environ 9 000 emplois sont directement concernés à Douvres par les activités transmanche, soit en gros un tiers des emplois de Douvres. A Folkestone, le nombre d'emplois concernés est de quelques centaines. En l'absence de lien fixe, ces chiffres devraient augmenter avec le trafic, mais pas de façon proportionnelle dans la mesure où des gains de productivité sont attendus. L'impact sur l'emploi portuaire et maritime des différents projets découlera de la baisse d'activité telle qu'elle est décrite au chapitre précédent. Ces pertes d'emplois seront, comme du côté français, en partie compensées par les emplois que le tunnel créera. Bien qu'aucune estimation solide n'ait été encore faite, on peut avancer le chiffre de 1 000 personnes pour le personnel nécessaire, côté britannique, à l'exploitation d'un tunnel simple sans navette (en dehors des services de douane et d'immigration).

— Au-delà, le bilan sera très vraisemblablement positif : les prévisions de trafic montrent que le trafic maritime retrouvera, à la fin du siècle son niveau d'aujourd'hui. Par ailleurs, — pour la France — il est clair que le volume de trafic transitant par la France (liaison fixe + liaison maritime) sera, et ce dès l'ouverture, supérieur à ce qu'il serait sans liaison fixe. On peut donc raisonnablement penser que ce trafic supplémentaire engendra un certain nombre d'activités sur le sol français, comparables à celles existantes (activités liées aux transports, hôtellerie, restauration, commerce, tourisme, etc.). Et ce n'est pas être très optimiste que de croire qu'une telle concentration de trafic international favorisera l'implantation dans le département du Pas-de-Calais, d'activités industrielles importantes. Côté britannique, des emplois indirects devraient être également générés par une liaison fixe, bien qu'il ne soit pas possible de les quantifier avec précision. Le Kent restera, inévitablement, le couloir de transport pour la plupart du trafic international, en croissance. Mais à la différence du département du Pas-de-Calais, l'introduction du lien fixe ne devrait pas accroître de façon notable ce trafic. Il y a des contraintes d'environnement pour installer de nouvelles activités industrielles dans le Kent. De toute façon, on espère que les avantages d'un meilleur accès au reste de l'Europe seront ressentis à travers tout le pays.

# 10

## Conclusions

10.1. Le groupe suggère que les options qui s'offrent aux ministres sont les suivantes :

- a) décider de compter sur le développement des services aériens et maritimes, sans le complément d'une liaison fixe,
- b) différer la décision jusqu'à ce que les solutions de liaison fixe autres que les tunnels forés aient fait l'objet d'études complémentaires,
- c) prendre la décision de principe qu'une liaison fixe sous forme d'un ou de tunnels forés est souhaitable.

10.2. Il ne fait pas de doute que les services portuaires et maritimes pourraient être développés de façon à satisfaire la croissance du trafic prévue jusqu'à l'an 2000 et au-delà.

Comme cela est expliqué dans les chapitres 6 et 8 du rapport, on peut estimer que les services maritimes obtiendront de grandes améliorations dans l'efficacité par rapport à leurs performances actuelles. Mais il est apparu improbable que les exploitants puissent atteindre des réductions dans les coûts unitaires aussi importantes qu'ils l'indiquent ou que les réductions de coût unitaire réellement atteintes permettent de réduire les tarifs comme ils le supposent.

10.3. L'analyse indique que le taux de rentabilité économique des divers schémas de tunnel varie entre 5 % et 9 % dans le scénario central. Le double tunnel de 7 m comprenant des navettes pour véhicules automobiles avec ou sans phasage, présentent des rentabilités approchant ou dépassant les taux de rentabilité normalement requis pour les investissements du secteur public dans les deux pays. Ces évaluations sont entachées d'incertitude. La rentabilité pourrait être plus basse tout en restant positive. Elle pourrait être considérablement plus élevée. L'appréciation devra s'exercer entre ces deux limites. Le cas central représente la meilleure estimation du groupe sur le revenu le plus probable.

10.4. Les résultats de l'analyse économique des diverses liaisons routières ou rail/route ne donnent pas en eux-mêmes une réponse claire à la question de savoir si une décision devrait être différée jusqu'à ce que des

études complémentaires aient été menées en ce qui concerne les solutions de liaison fixe autres que les tunnels forés. Bien que les analyses tendent à montrer que le pont ou les solutions mixtes pourraient offrir des perspectives de rentabilité plus élevées que les tunnels, les incertitudes sur la faisabilité, le coût, le trafic et les recettes sont telles que le groupe doit souligner que les résultats sont sujets à des marges d'erreurs beaucoup plus larges que dans le cas des analyses concernant les tunnels.

10.5. Pour les liaisons routières sans rupture de charge de nombreuses autres considérations doivent être prises en compte. L'évaluation technique indique que :

- a) l'aboutissement de toutes ces solutions est incertain,
- b) doivent être menées des études prolongées et coûteuses dans de nombreux domaines tant en ce qui concerne la construction que l'exploitation,
- c) des délais supplémentaires seraient nécessaires pour mettre au point des schémas de sécurité de la navigation durant les deux phases de construction et d'exploitation et pour engager la consultation internationale sur ces solutions,
- d) pour toutes ces solutions, il resterait sans aucun doute des risques qui devraient être acceptés.

10.6. Il n'y a pas de doute qu'offrant un service sans rupture de charge, de telles liaisons attireraient les usagers. Il est probable que si elles se révélaient techniquement faisables, elles détourneraient le trafic des services maritimes à un point tel que ceux-ci auraient des difficultés à continuer leur exploitation sur une base financièrement viable. Au cas où un accident interromprait la liaison fixe, il n'y aurait pas de solution de remplacement immédiatement disponible. De plus les conséquences sociales de la mise en service d'une liaison sans rupture de charge pourraient être brutales et dramatiques, provoquant de graves problèmes de reconversion. Il y aurait une tendance compréhensible à sous-investir dans les services maritimes durant la période précédant la mise en service, ce qui serait cause d'autres problèmes. Les investissements existant dans les ports et les navires deviendraient brusquement inutiles lors de la mise en service de la liaison.

10.7. Cependant tous ces problèmes pourraient être étudiés et des solutions trouvées. Il n'est pas possible de conseiller aux ministres d'écarter les solutions sans rupture de charge. Pour les raisons exposées au paragraphe 10.4., il est improbable que la réalisation d'une solution de ce type puisse être entreprise avant un certain nombre d'années ; par conséquent on disposerait d'un long délai pour étudier les problèmes qui ont été mis en évidence et y chercher une solution. D'un autre point de vue, différer la décision du délai nécessaire pour aboutir à des conclusions aurait pour effet de créer une incertitude qui aurait des conséquences dommageables dans le court et le long terme. C'est aux ministres à prendre en compte et pondérer ces considérations.

10.8. En ce qui concerne les tunnels forés, les résultats de l'analyse économique sous forme de taux de rentabilité ne peuvent pas être considérés, étant donné les incertitudes, comme permettant un choix entre les diverses solutions. Cependant le groupe conclut au rejet d'un tunnel de 6 m uniquement ferroviaire et au choix d'un tunnel double de 7 m, dont la construction serait éventuellement phasée, l'introduction de navettes pour véhicules routiers se faisant au moment le plus opportun en fonction des circonstances observées.

10.9. La viabilité du tunnel de 6 m, n'accueillant que le trafic ferroviaire classique serait très dépendante de la réalisation des prévisions de trafic établies. Si ce trafic ne se réalisait pas, la ou les compagnies exploitant le tunnel n'auraient aucune possibilité de recours à un autre type de trafic. Il est probable que ceci se traduirait par une réticence des marchés financiers à fournir les capitaux nécessaires, si ce n'est sur la base d'un transfert du risque sur les compagnies ferroviaires dans des proportions inacceptables. Pour ces raisons et compte tenu d'une rentabilité plus faible, un tunnel de 6 m apparaît comme devant être écarté.

10.10. Un tunnel unique de 7 m exploité par « rafales » de trains, alternativement dans une direction puis l'autre aurait une capacité limitée. Si les prévisions de trafic ferroviaire classique étaient atteintes ou dépassées, la capacité restante du tunnel pourrait être insuffisante pour justifier l'investissement dans des installations terminales et dans le matériel roulant spécialisé nécessaire pour exploiter des services de navette pour véhicules. Si, à l'opposé, le trafic ferroviaire classique était inférieur à celui prévu, un tunnel simple de 7 m aurait la flexibilité nécessaire pour permettre d'autres sources de recettes. De ce point de vue, un tel tunnel donnerait une plus grande assurance de viabilité financière et, sur ce critère, apparaîtrait comme une proposition plus séduisante pour les marchés financiers. Il a un plus grand potentiel de développement. A la lumière de l'expérience acquise lors de l'exploitation, des moyens pourraient être trouvés pour augmenter la capacité (exprimée en nombre de trains qui pourraient passer par jour) au-delà des estimations prudentes qui ont été prises en compte.

10.11. La capacité d'un tunnel double de 7 m serait d'environ quatre fois celle d'un tunnel simple de 7 m. Il pourrait faire face à toute la demande de trafic (passagers et fret), y compris le trafic routier, prévu pour l'an 2000 et au-delà. Mais sa viabilité serait assurée par la captation de la moitié seulement du trafic total, ce qui laisserait aux services maritimes un trafic comparable à celui qu'ils assurent actuellement. Il y aurait des incertitudes sur la manière dont le trafic se répartirait et donc sur l'importance des investissements portuaires et maritimes à mettre en œuvre. Par suite, il y aurait des incertitudes, notamment du point de vue financier sur l'opportunité de construire immédiatement les deux tunnels. D'un point de vue social, la mise en service simultanée des deux tunnels vers le début de la prochaine décennie pourrait nécessiter de rapides reconversions avec des effets éventuellement inacceptables.

10.12. Il serait probablement plus difficile de mettre en confiance le marché financier pour un double tunnel de 7 m non phasé. Avant d'engager le capital nécessaire au doublement, les institutions financières désireront probablement constater l'achèvement sans problème de la construction du premier tube et l'existence d'un trafic croissant et rentable fournissant un revenu de base qui justifierait la mise en place de nouveaux capitaux privés.

10.13. En conséquence, le groupe aboutit à la conclusion et tel est l'avis qu'il donne aux ministres, que si les ministres prennent une décision en faveur d'un tunnel, la décision devrait être, en principe, la construction phasée d'un double tunnel de 7 m.

Les décisions sur les modalités précises du phasage seraient réservées jusqu'à ce que les personnes morales franco-britanniques qui seraient responsables de la construction et de l'exploitation de la liaison soient mises en place et puissent faire connaître leur point de vue. Le groupe est également d'avis que, quelle que soit la stratégie choisie, des procédures d'examen collectif devraient être prévues pour savoir si, quand et comment, il conviendrait de passer à la phase suivante.

## Résumé des conclusions

10.14. Le groupe aboutit aux conclusions suivantes :

a) bien qu'il ne puisse pas conseiller aux ministres d'exclure de différer une décision jusqu'aux résultats d'études complémentaires des solutions routières sans rupture de charge, le groupe pense cependant que la période d'incertitude qui découlerait d'une telle position pourrait être dommageable et que les reconversions qui seraient nécessaires, une fois une telle liaison en service, pourraient être inacceptables de divers points de vue, notamment du point de vue social,

b) en effet, le groupe considère qu'il est important d'éliminer l'incertitude aussitôt que possible et de prendre la décision, soit de compter sur le seul développement des services maritimes, soit de compléter ceux-ci par une liaison fixe (tunnel foré) susceptible d'être mis en service dès le début de la prochaine décennie.

c) pour l'ensemble des raisons développées ci-dessus, le groupe pense que l'analyse conduit à conseiller la construction d'un double tunnel ferroviaire foré, avec navette pour véhicules automobiles, phasé si besoin est. Cette solution offre un intérêt économique certain pour les deux pays ; la sécurité de la traversée serait accrue et le bilan énergétique amélioré. L'impact sur l'emploi apparaît comme globalement positif à terme.

d) le groupe a pris note de l'intention des deux gouvernements de voir les financements nécessaires recherchés sur les marchés financiers. A la lumière des études financières qui ont été menées en complément à l'analyse économique, le groupe pense que l'approche recommandée en c) ci-dessus est la plus susceptible de retenir l'attention des marchés

financiers. Le groupe souligne que la confiance de ces marchés suppose que l'intérêt des deux gouvernements pour une liaison fixe soit nettement affirmé et que ceux-ci s'engagent à ne pas augmenter les risques du projet. e) le groupe suggère aux ministres que la seule décision qu'ils puissent prendre dans l'immédiat, en faveur d'une liaison fixe est une décision de principe. Des deux côtés de la Manche la mise en œuvre du projet est subordonnée à la possibilité de lever les capitaux nécessaires sur les marchés financiers dans des conditions acceptables pour les deux gouvernements.

10.15. L'opinion du groupe est que la meilleure solution pour les deux pays, serait celle qui combinerait une liaison fixe du type proposé avec le maintien des activités maritimes qui pourrait traiter un trafic aussi important voire supérieur au trafic actuel, dans des conditions de concurrence saine et constructive.

10.16. Le groupe a pris note du grand intérêt exprimé par l'Assemblée parlementaire des Communautés européennes pour l'idée d'une liaison fixe à travers la Manche et plus particulièrement de la résolution du 8 mai 1981. Il note également que la Commission des Communautés européennes a commandé des études en vue d'établir l'intérêt communautaire d'une telle liaison. Le groupe recommande que dans les cas où les ministres prendraient une décision favorable à une liaison fixe, les deux gouvernements informent la Commission, afin de préciser la prise en considération de l'intérêt communautaire et la portée possible d'un engagement de la Communauté.

