

Atelier 4 .

Situation de référence, investissements érudés et hypothèses alternatives

Exposés introductifs:

- Les scénarios alternatifs considérés dans l'évaluation de l'autoroute ferroviaire en franchissement alpin: A. Sauvart, Direction des Transports Terrestres
- Evaluation de projet et situation de référence: P. Domergue, SNCF

Conclusions et recommandations de l'atelier

ATELIER
SITUATION DE REFERENCE, INVESTISSEMENTS ELUDES
ET HYPOTHESES ALTERNATIVES

LES SCENARIOS ALTERNATIFS CONSIDERES
DANS L'EVALUATION DE L'AUTOROUTE FERROVIAIRE
EN FRANCHISSEMENT ALPIN

Alain Sauvart
Chargé du bureau Recherche et Prospective, DTT

1) Définition d'une situation de référence

" L'évaluation repose sur une comparaison avec une situation de référence."

" Le statu quo est rarement la situation de référence la plus adaptée. En effet, des investissements seront souvent nécessaires, en l'absence du projet, pour maintenir la qualité de service à un niveau raisonnable : dans ce cas, ils doivent constituer des éléments de la situation de référence."

" Tout projet dont la probabilité de réalisation avant le projet est forte, et dont l'influence sur ce dernier est notable, doit faire partie de la situation de référence. Celle-ci doit donc inclure parfois des infrastructures d'autres modes."

Application :

Définition d'une situation de référence à l'horizon 2010 explicitant :

- des investissements nouveaux :

Routiers

Autoroute de Maurienne et de Suze
Dôle Ambérieu Grenoble Sisteron
Traversée autoroutière de Chambéry (1er tube)

Ferroviaires

Ligne TGV Voyageurs Lyon Montmélian
Tunnel de base à 2 * 35 m (voyageurs + fret classique et combiné)
Tunnel sous Belledonne (voyageurs seulement)
Ligne nouvelle voyageurs Busseleno-Turin

- des hypothèses de cadrage macro-économique

croissance économique

évolution des coûts et prix de transport

croissance des trafics routiers et ferroviaires (2 hypothèses donc 2 situations de référence)

(voyageurs et fret)

2) Scénarios alternatifs

" Une réflexion préalable approfondie est souvent nécessaire pour bien définir les situations que l'on comparera."

" Lors de cette réflexion préalable, il convient de ne pas resserrer trop tôt l'éventail des possibles."

" L'univers des possibles peut inclure des projets d'un autre mode ; il peut consister aussi en une modification de la tarification lorsqu'une telle modification est pertinente."

" Il convient de comparer des situations qui en sont à un stade homogène d'étude."

Application :

Définition de 6 scénarios alternatifs, par différence par rapport à la situation de référence

Ces scénarios sont décrits en termes de :

investissements supplémentaires en infrastructures et matériel roulant
coûts d'exploitation supplémentaires ou éludés
tarification supplémentaire pour certains usagers sur certaines infras

conséquences sur les trafics par rapport à la situation de référence

Ces scénarios doivent chacun avoir leur cohérence interne. Ainsi les scénarios qui ne prévoient pas de contournement ferroviaire de Chambéry incluent un contournement routier de cette ville sous la forme d'un 2eme tube.

Chaque investissement supplémentaire par rapport à la situation de référence est chiffré et chaque coût d'exploitation et avantage pour les acteurs sont également chiffrés.

On notera qu'il convient également de délimiter le champ géographique du chiffrage: on a retenu les coûts et les avantages sur le territoire français.

Les scénarios considérés sont :

- le projet d'autoroute ferroviaire dans ses deux versions

Montmélian Turin

Ambérieu Turin

et dans deux hypothèses de tarification des PL aux tunnels routiers du Mont Blanc et du Fréjus

- une alternative de développement du fret ferroviaire classique et combiné

- un scénario routier de doublement du tunnel routier du Fréjus

Pour chaque situation de référence (hypothèse haute et basse de croissance des trafics), des calculs de surplus par MF investi, aux horizons 2010, 2020 et 2030 ont été effectués.

2. Hypothèses de cadrage

2.1. Horizon retenu : 2010

Un éclairage sera donné aux horizons 2020 et 2030.

2.2. Hypothèses économiques

- croissance économique,
- évolution des coûts et des prix du transport,
- croissance des trafics routiers et ferroviaires

En s'appuyant sur les travaux des groupes I et V, le groupe VI a établi deux hypothèses contrastées de croissance des trafics à l'horizon 2010, qui intègrent les fourchettes d'évolution économique et de tarification des transports.

Trafic marchandises	(TMJA équivalent PL)		1988	2010 (bas)	2010 (haut)
Routier	Mont-Blanc	VL	2747	4828	5680
		PL	1781	2715	3620
	Fréjus	VL	1139	2541	2990
		PL	1173	2966	3955
	Total	VL	3886	7370	8670
		PL	2954	5475	7300
Ferroviaire au tunnel de base	Mont-Cenis	tonnage	7,2 Mt	14,0 Mt	15,1 MT
		Eq PL	1315	2560	2760
Total	route + fer (Equivalent PL)		4269	8260	10060

Hypothèse de calcul : Hypothèse moyenne 2005 6400 PL/TMJA
du trafic routier Hypothèse moyenne 2010 7200 PL
(+ 4,5 % en base 1990)
Hypothèse haute 2010 7900 (+ 10 %)
Hypothèse basse 2010 6100 (- 15 %)

Ces hypothèses 2010 sont diminuées de 600 PL/j compte tenu d'un report possible sur le combiné dû à une amélioration de la liaison ferroviaire (non prise en compte par l'étude SETEC).

Les hypothèses de trafic pour 2020 et 2030 figurent en annexe.

2.3. Scénario de référence SO

On considère que seront en service à l'horizon 2010 :

▫ *Investissements routiers*

- Autoroutes de Maurienne et de Suze,
- Dôle-Ambérieu-Grenoble-Sisteron,
- Traversée autoroutière de Chambéry (1^{er} tube).

▫ *Investissements ferroviaires*

- Ligne T.G.V. voyageurs Lyon-Montmélian,
- Tunnel de base à 2 x 35 m² (voyageurs + fret classique ou combiné),
- Tunnel sous Belledonne (voyageurs seulement) 1 tube de 71 m²,
- Ligne nouvelle voyageurs Busseleno-Turin.

3. Définition des scénarios alternatifs

Ces scénarios ont été définis par différence avec le scénario de base SO. Ils prennent en compte la totalité des investissements ajoutés ou érudés, tant en France qu'en Italie.

Scénario S1 : fret ferroviaire classique

Ce scénario ajoute des investissements de capacité ferroviaire destinés à utiliser les 20 sillons disponibles du tunnel de base à l'horizon 2010.

▪ *Investissements supplémentaires :*

- 3 ^{ème} voie de Aix-Montmélian	1130 M.F.
- Traversée de Dijon-Périgny	1500 M.F.
	Total 2630 M.F.

▪ *Conséquences :*

Trafic fret classique + combiné : 20 sillons/jour/sens en 2010 supplémentaires, soit, sur la base de 20 Eq PL/train, 800 PL/jour transférés de la route sur le fer.

En 2020, il ne subsiste que 11 sillons /jour/sens soit 440 PL/jour, et 1 sillon/jour/sens en 2030 soit 40 PL/jour, à cause de l'augmentation du trafic voyageurs.

Scénario S2 : navette ferroviaire Montmélian-Turin

Ce scénario ajoute au scénario de référence les investissements supplémentaires nécessaires au fonctionnement d'une navette ferroviaire fret entre Montmélian et Turin.

Investissements supplémentaires : hors Matériel Roulant

Ferroviaires

- augmentation du gabarit du tunnel de base (2 x 43 m ² au lieu de 2 x 35 m ²)	1800 M.F.
- réalisation de 2 tubes de 43 m ² sous Belledonne (au lieu de 1 tube de 71 m ²)	2950 M.F.
- supplément moteurs chauds	250 M.F.
- aménagement des lignes existantes entre St.-Jean de Maurienne et le tunnel sous Belledonne	1650 M.F.
- terminaux de Turin et Montmélian	1060 M.F.
- Avantage actualisé dû à la section élargie	-100 M.F.
Total	7610 M.F.

Routiers

- contournement autoroutier de Chambéry, 2 ^{ème} tube	1000 M.F.
Total ferroviaire + routier	8610 M.F.

Matériel roulant 1973 à 2255
. 29 à 33 rames BB en 2010 soit M.F.

Conséquences (2010)

- sur le fret classique ou combiné = néant
- sur le service de navettes ferroviaires = capacité utilisée de 40 à 50 trains par jour/sens, soit 3500 à 4000 PL/jour (2 sens) enlevés à la route (à raison de 40 PL par train)
- la concentration des PL par la Cluse de Chambéry nécessite la réalisation du 2^{ème} tube autoroutier.

Les trafics transférés de la route vers la navette ferroviaire en 2020 et 2030 figurent en annexe F, ainsi que des estimations du matériel roulant nécessaire.

Scénario S2 bis :

Même scénario que S2, mais avec une forte augmentation des tarifs PL aux tunnels du Mont Blanc et de Fréjus, destinée à utiliser en totalité la capacité résiduelle du tunnel de base pour la navette ferroviaire Montmélian-Turin.

Investissements supplémentaires hors matériel roulant

Scénario S2 8 610 M.F.

+ renforcement des terminaux de Montmélian et Turin

Total 8 610 M.F.

Matériel roulant

45 à 55 rames BB en 2010 soit 3086 à 3749 M.F.

Conséquences (2010)

Une augmentation d'environ 50% de la clientèle de la navette ferroviaire, soit 5475 à 6650 PL au lieu de 4000 PL dans le scénario S2 enlevés à la route.

Les trafics détournés en 2020 et 2030 figurent en annexe F.

Scénario S3 : navette ferroviaire Ambérieu-Turin

Ce scénario prévoit, en sus des investissements à réaliser entre Turin et Montmélian (scénario S2), la réalisation d'une ligne nouvelle à gabarit fret entre Ambérieu et Montmélian.

Investissements supplémentaires hors matériel roulant

-investissements ferroviaires du scénario S2 (hors moteurs chauds)	8360 M.F.
-liaison nouvelle fret Roussillon-Montmélian	12 200 M.F.
Total	20 560 M.F.

Matériel roulant

- 38 à 45 rames BB soit 2 563 à 3 075 M.F.

Conséquences : (2010)

3500 à 4200 PL transférés de la route sur la navette ferroviaire, depuis Ambérieu ce qui permet d'éviter la réalisation du 2ème tube de la traversée autoroutière de Chambéry.

Les trafics détournés en 2020 et 2030 figurent en annexe F.

Scénario S3 bis :

Même scénario que S3, avec une forte augmentation des tarifs PL aux tunnels du Mont-blanc et du Fréjus

Investissements supplémentaires hors matériel roulant

Scénario S3	Total	20 560 M.F
-------------	--------------	-------------------

Matériel roulant

59 à 72 rames BB soit 4 009 à 4 869 M.F

Conséquences (2010)

Transfert de 6000 PL de la route sur la navette ferroviaire Ambérieu-Turin au lieu de 3500/4200 dans le scénarios S3
Les trafics détournés en 2020 et 2030 figurent en annexe F.

Scénario S4 : doublement du tunnel routier du Fréjus

Ce scénario prévoit une augmentation de la capacité routière par l'intérieur de la Maurienne avec le doublement du tunnel routier de Fréjus.

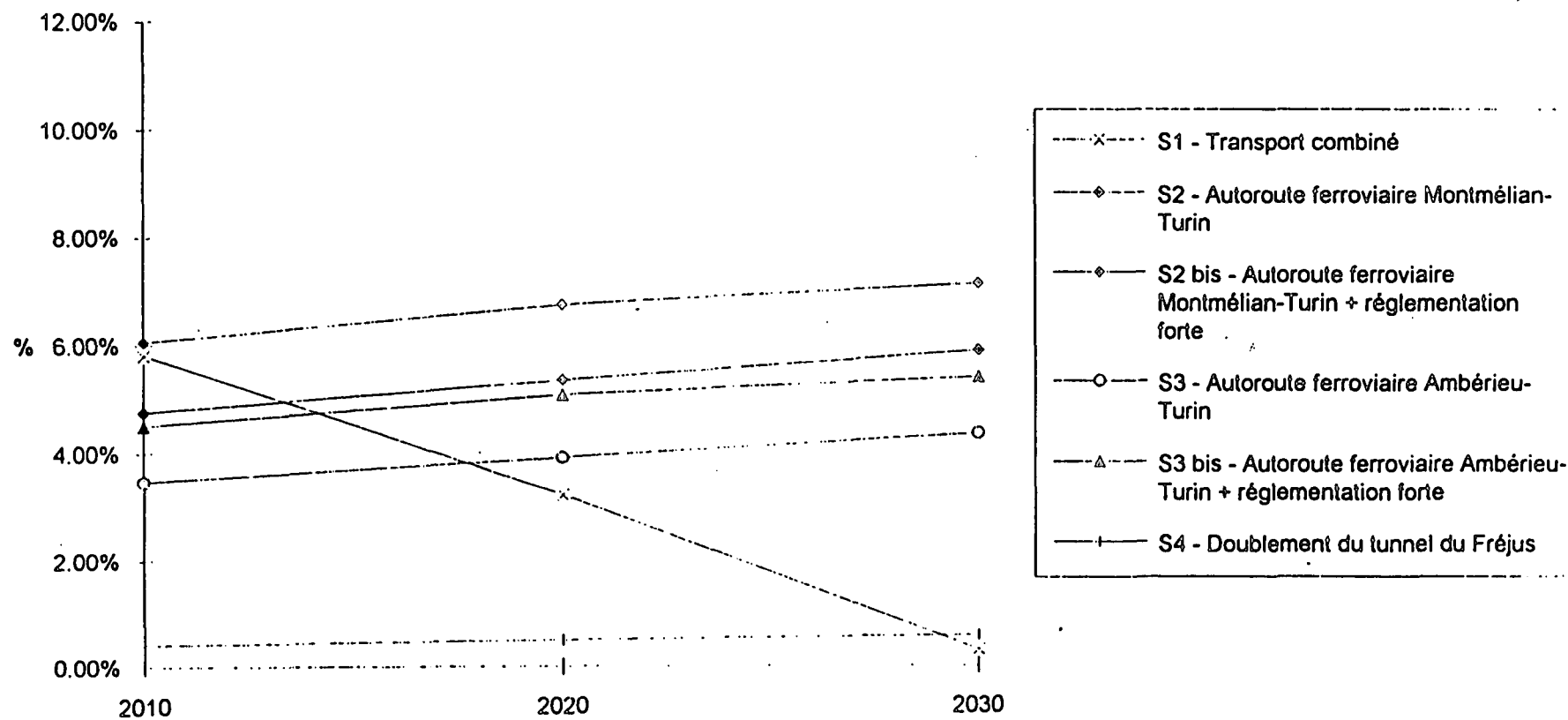
▫ *Investissement supplémentaires*

- 2 ^{ème} tunnel du Fréjus		3000 M.F.
- aménagement des accès		
	côté français	500 M.F.
	côté italien	200 M.F.
	2 ^{ème} tube St-Michel Frenet	1000 M.F.
- traversée autoroutière de Chambéry, 2 ^{ème} tube		1000 M.F.
	Total	5700 M.F.

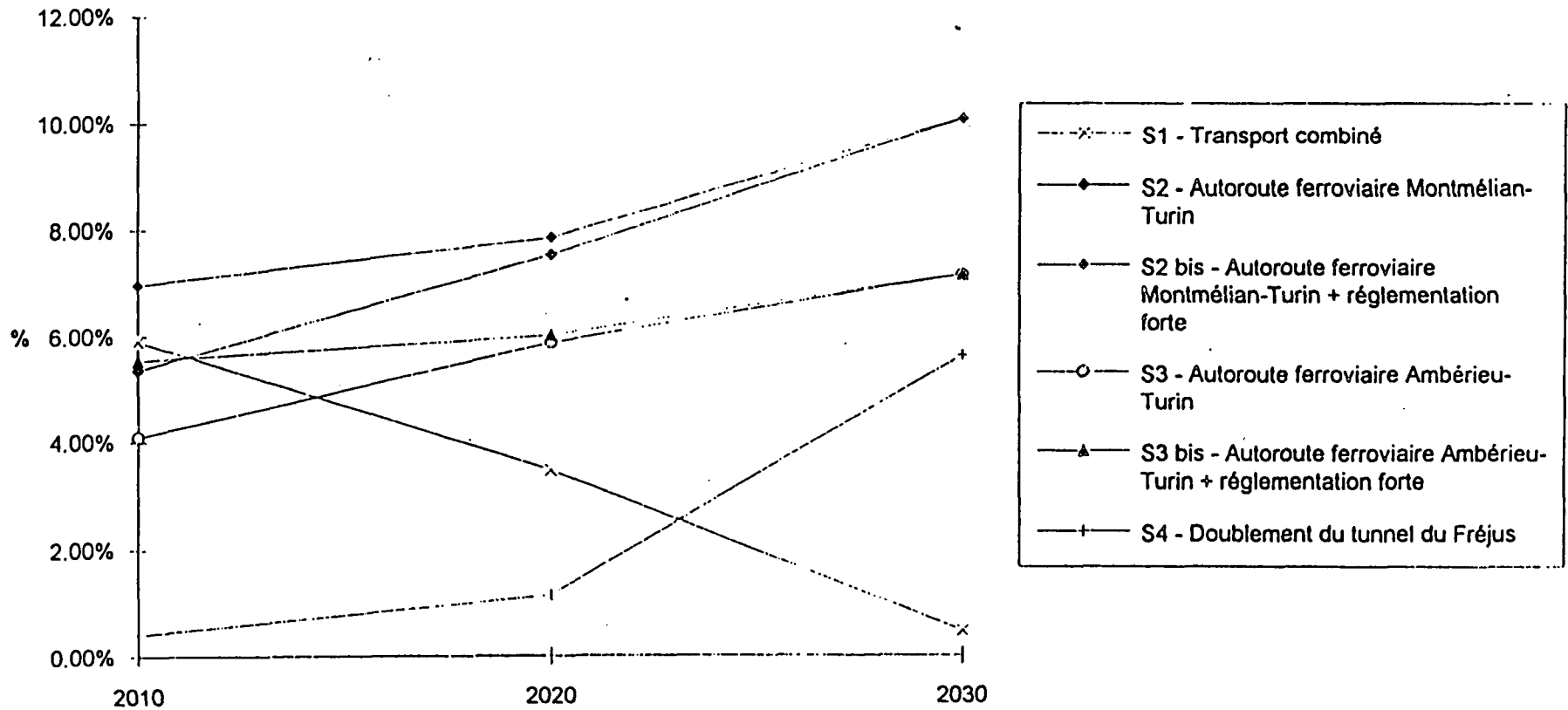
▫ *Conséquences*

- report sur le Fréjus de l'essentiel de la croissance du trafic routier de l'ensemble des deux tunnels,
- concentration du trafic PL dans la Cluse de Chambéry, nécessitant l'aménagement du 2^{ème} tube de la traversée autoroutière de cette agglomération.

Surplus par MF investi - Hypothèse basse



Surplus par MF investi - Hypothèse haute



EVALUATION DE PROJET ET SITUATION DE REFERENCE

*Canevas de l'exposé de M. Philippe DOMERGUE,
Adjoint du département Stratégies de la SNCF
aux Journées Techniques sur les Etudes Interurbaines des 6/7 avril 1995*

Les numéros renvoient aux copies des transparents utilisés qui sont joints.

① ETUDE D'UN PROJET TGV

A partir d'une situation de base (actuelle), deux situations sont décrites et comparées : référence et projet qui concernent aussi l'ensemble de l'univers concurrentiel. Les deux situations sont optimisées (noter par exemple les rétroactions offre/demande, temps/moyens, fréquences/parcs...)

② EVALUATION ECONOMIQUE

Elle est réalisée par un calcul différentiel actualisé

- ↘ soit des avantages de l'entreprise : c'est le bilan économique ou financier ;
- ↘ soit des avantages pour la collectivité française (ou européenne...) : c'est le bilan socio-économique pour l'ensemble des acteurs concernés.

③ ET ④ PREVISIONS DE TRAFIC EN REFERENCE ET EN PROJET

La situation de référence du trafic est construite à partir de la base de trafic soit par modèle tendanciel (③) soit par modèle introduisant déjà une offre en rupture (④).

Ce deuxième cas est par exemple celui des prévisions du TGV Méditerranée Valence/Marseille/Montpellier évalué par rapport au prolongement du TGV Sud-Est jusqu'à Valence.

⑤ BILAN D'UN PROJET : INVESTISSEMENTS DU PROJET ET INVESTISSEMENTS ELUDES

L'investissement élué (élué dans le projet) apporte un avantage à la référence (augmentation de trafic = triangle rayé) qui doit être optimisée.

Dans le bilan, si l'investissement est pris en différentiel, le trafic également.

A noter la faible influence des investissements élués dans les bilans des TGV du schéma directeur, surtout après actualisation (voir ⑦).

⑥ PROJET TGV : ETAPES ET CONCERTATION

Le processus d'étude est long (circulaires 91-61 et 92-71) : en moyenne au moins 7 années entre le feu vert de l'étude d'un projet et le début de la réalisation (qui elle-même dure en moyenne 5 ans) d'où l'importance de :

⑦ L'ECHELLE DU TEMPS ET LE POIDS DE L'ACTUALISATION

ETUDE D'UN PROJET TGV

SITUATIONS

MOYENS

OFFRE

DEMANDE

ACTUELLE

RESEAU ACTUEL

OFFRE ACTUELLE

BASE DE TRAFIC

AVANT

RESEAU DE REFERENCE

OFFRE AVANT
* Prix
* Temps
* Fréquences

TRAFICS AVANT
* Fer
* Air
* Route

APRES

LIGNE NOUVELLE
(Rampe, Rayons...)
+
PAYS TGV
(Capacité, Puissance...)

OFFRE APRES
* Prix
* Temps
* Fréquences

TRAFICS APRES
* Fer
* Air
* Route



97

1

EVALUATION ECONOMIQUE

BENEFICE DIFFERENTIEL ACTUALISE (pour 20 ans d'exploitation)

$$BA(a) = - \sum_{m=-c}^{-1} \frac{\Delta Inv_m}{(1+a)^m} + \sum_{m=0}^{19} \frac{-\Delta Inv_m + \Delta R_m - \Delta Dep_m}{(1+a)^m} + \frac{\Delta VR}{(1+a)^{20}}$$

période C
de construction 20 ans
d'exploitation

ΔInv_m = différentiel annuel d'investissement (infrastructures, matériel roulant)

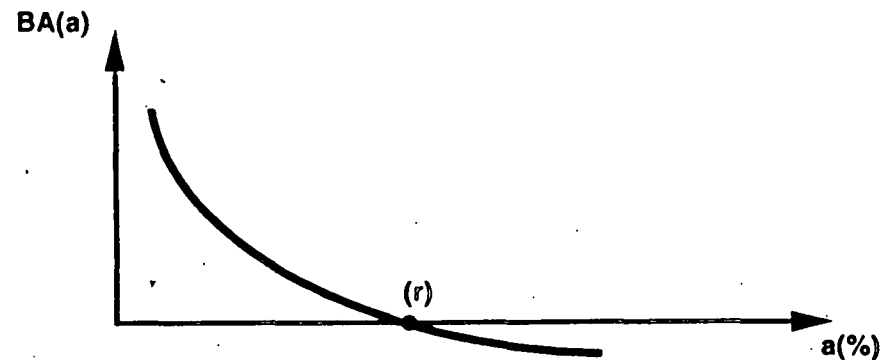
ΔR_m = différentiel annuel de recettes (ou d'avantages positifs)

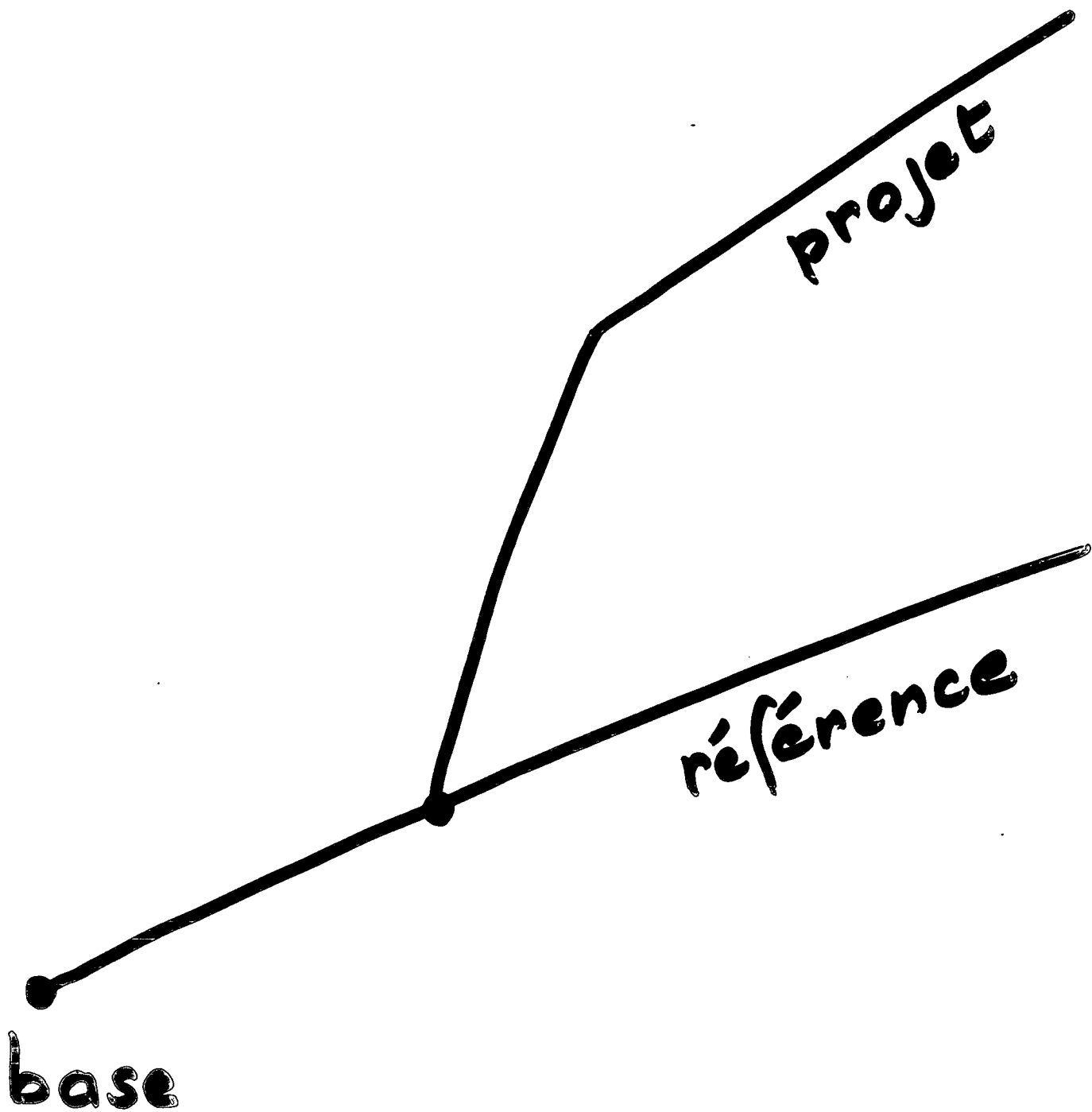
ΔDep_m = différentiel annuel de dépenses (ou d'avantages négatifs)

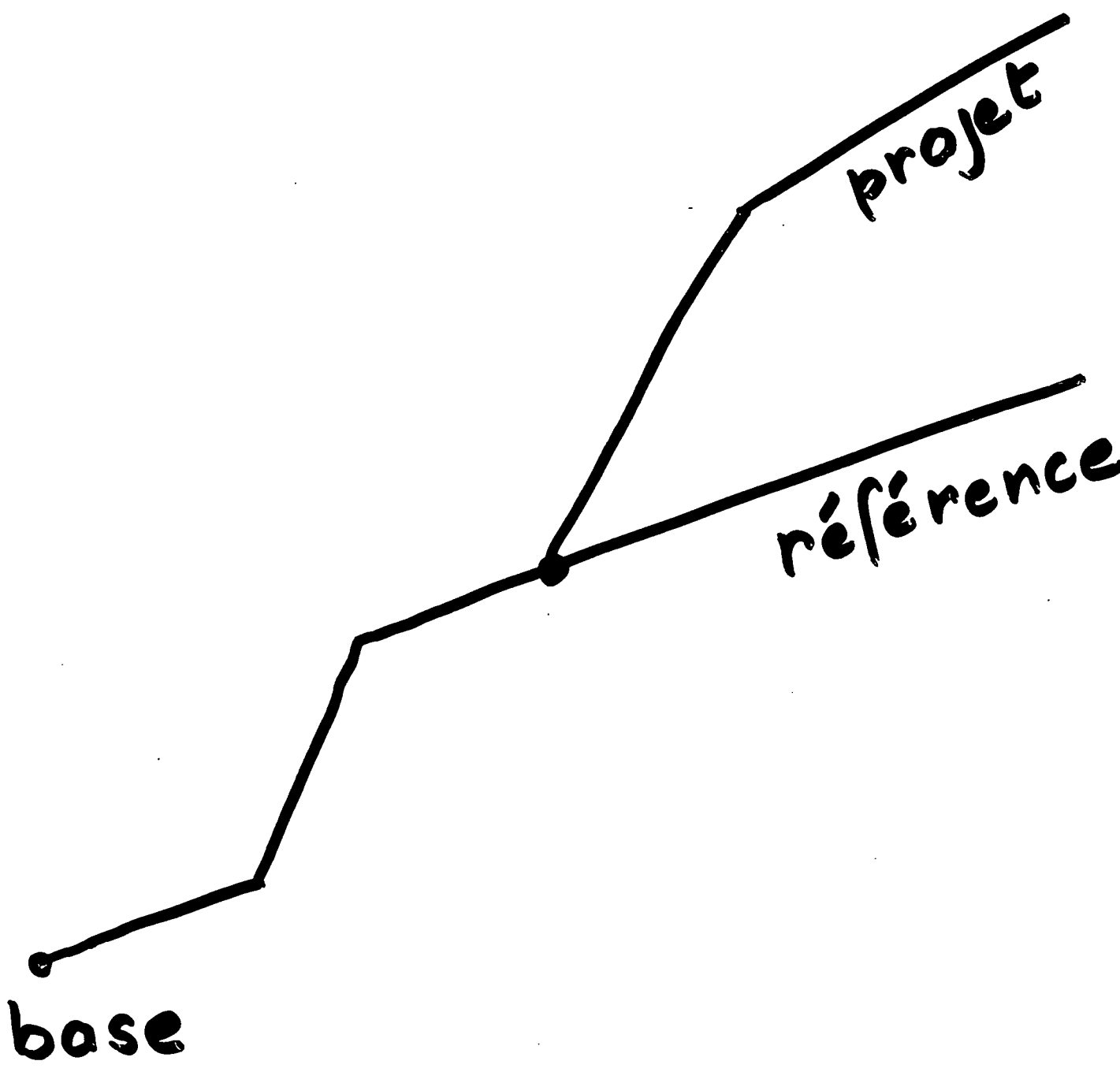
ΔVR = différentiel des valeurs résiduelles au terme des 20 ans d'exploitation

a = taux d'actualisation

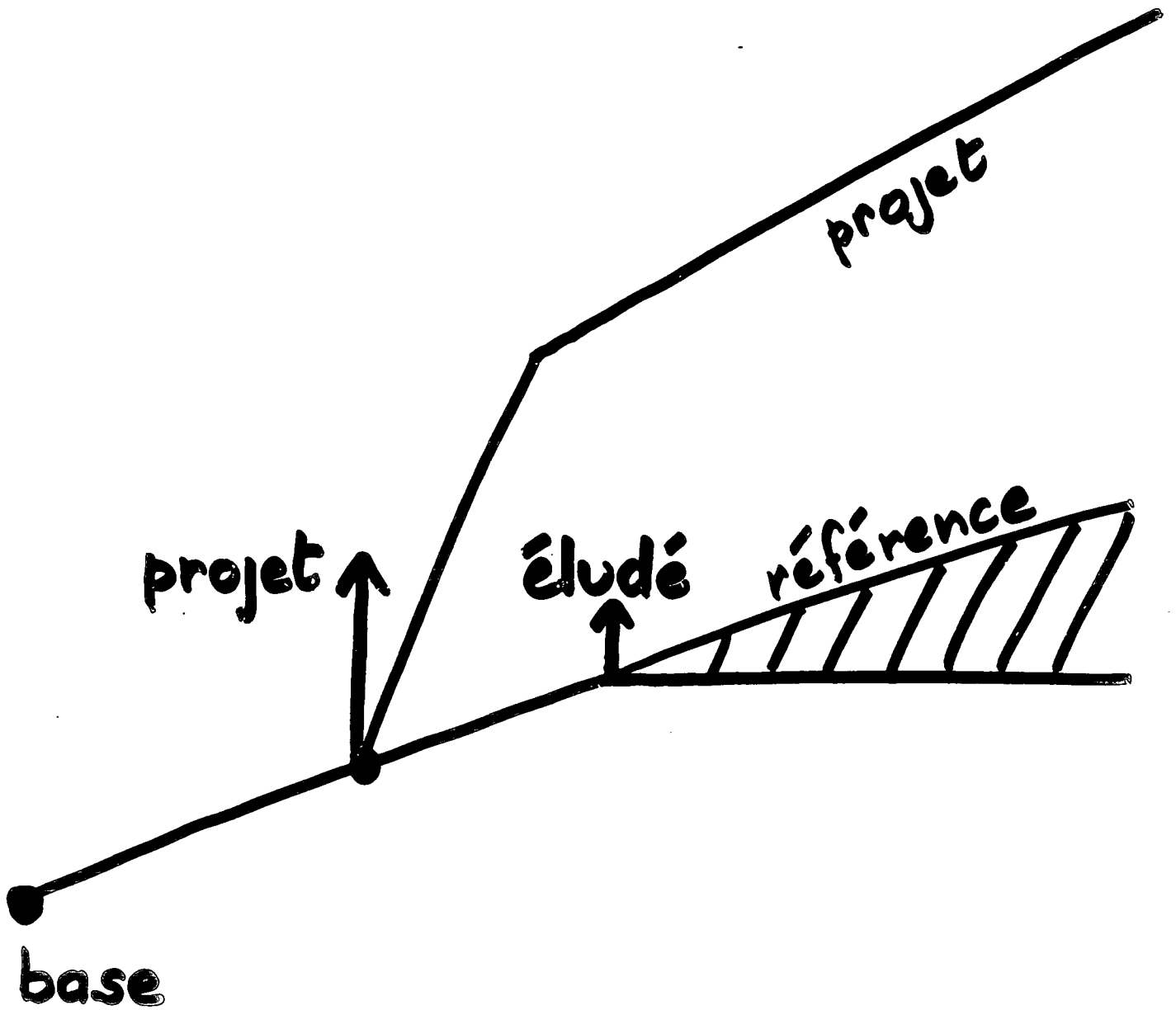
TAUX DE RENTABILITE INTERNE $BA(r) = 0$





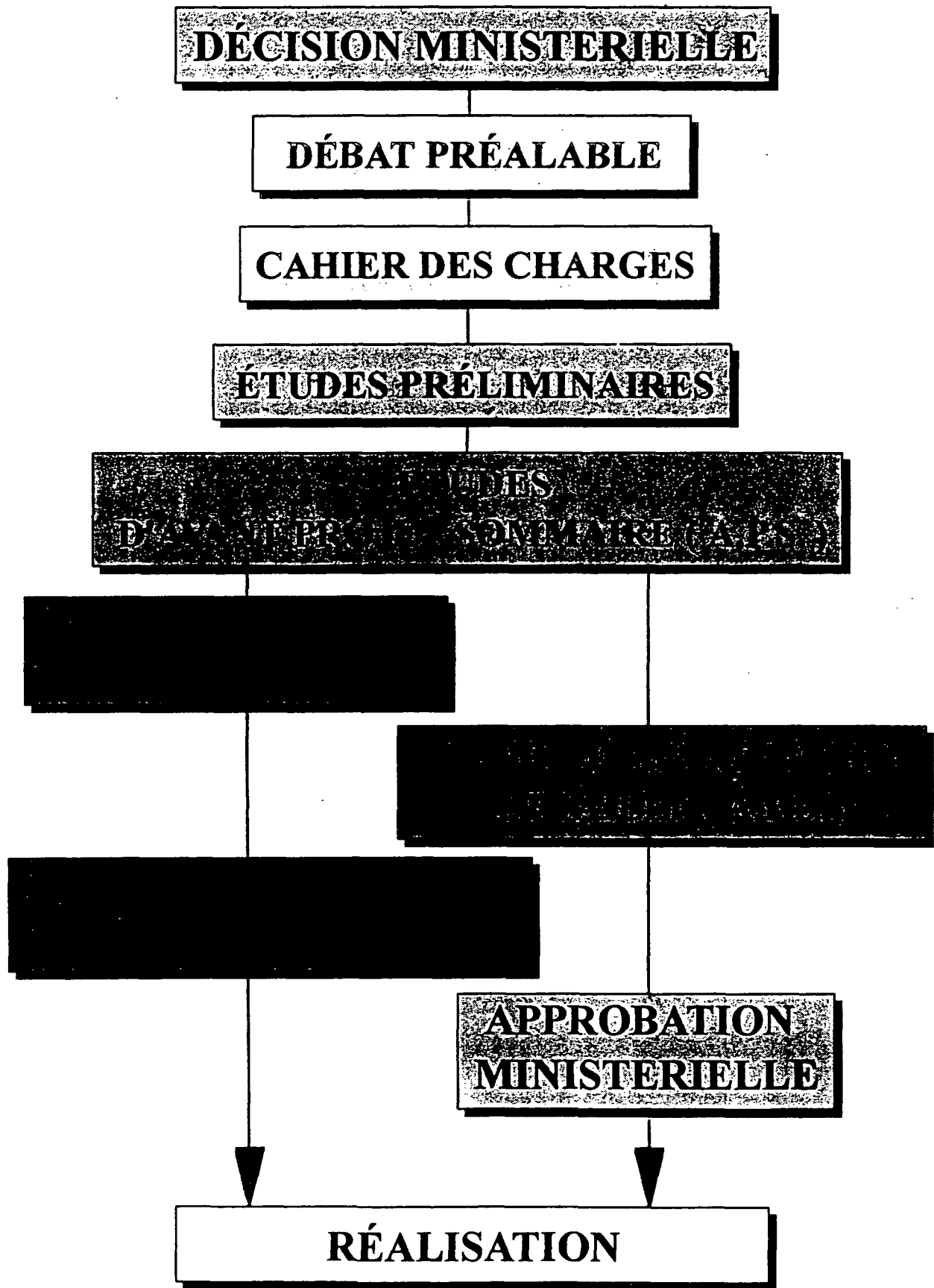


bilan d'un projet⁵

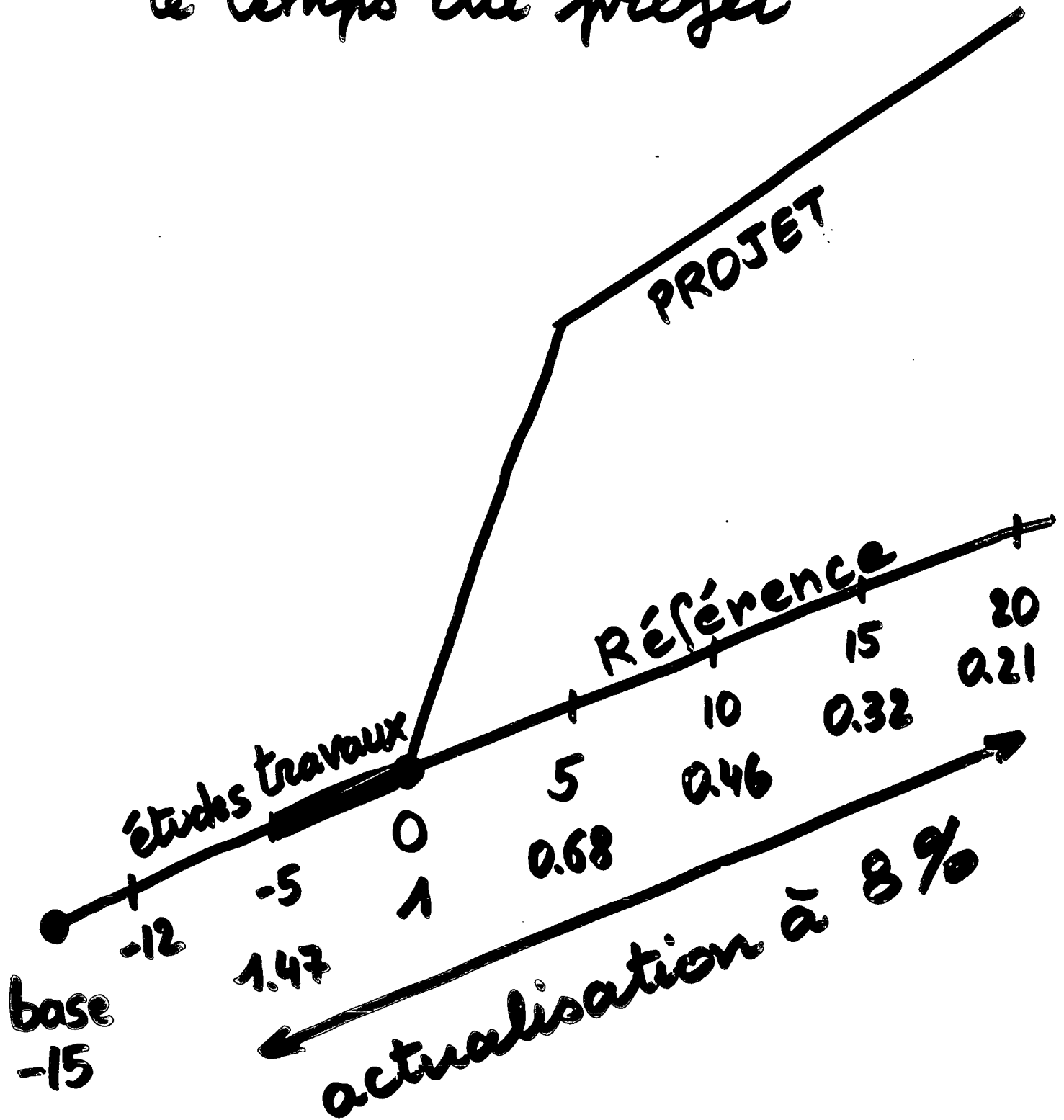


PROJET TGV

ÉTAPES ET CONCERTATION



de la base au bilan ± 35 ans⁷
 le temps du projet



Atelier n°4 : Situation de référence Conclusions et recommandations

Le rapport Boiteux rappelle que l'évaluation d'un projet, quel qu'il soit, se fait toujours par rapport à une situation de référence future qu'il convient de définir avec grand soin. Cette situation doit servir de base à la comparaison entre eux de tous les projets répondant à un même type de besoins. Cette recommandation de caractère général mérite donc d'être explicitée.

Les exposés ont illustré les problèmes pratiques rencontrés dans la mise au point de la situation de référence. Pour conclure les travaux de l'atelier, on peut dresser la liste des erreurs à ne pas commettre ainsi que des règles de base qui concourent "au grand soin à apporter à la définition de la situation de référence".

I. Erreurs à ne pas commettre

- Mal évaluer la situation de référence qui couvre une période étendue, celle pendant laquelle l'investissement sera "utile".
 - Ne pas expliciter les hypothèses économiques générales retenues.
 - Ne pas s'interroger sur des perspectives économiques et de trafic peu réalistes, ou différentes de celles utilisées dans des études comparables.
 - Ne pas chercher à appréhender l'impact de la technologie et de l'évolution des modes de vie et d'organisation des activités sur la demande et l'offre futures de transport.
- Occulter des éléments fondamentaux pour le calcul de la rentabilité des projets ou pour la comparaison des différentes solutions répondant à un même type de besoins.
 - Omission de la prise en compte de projets influant sur l'utilité et la rentabilité de l'opération : cet oubli conduit généralement à surestimer la rentabilité, mais il peut également la sous-estimer dans le cas de l'omission d'un projet induisant du trafic.
 - Absence de prise en compte de la réactivité des autres modes aux plans quantitatif, qualitatif, tarifaire et de la stratégie commerciale.
- Surestimer les investissements pouvant être éludés ;
- Négliger les possibilités offertes par les mesures tarifaires ou d'exploitation, de même pour les investissements autres qu'infrastructuraux.
- Considérer la situation de référence donnée une fois pour toute et ne pas y intégrer des éléments importants et non prévus initialement.
- Inversement, il y a lieu de s'interroger sur la remise en cause des éléments qui paraissent d'ores et déjà acquis ou plus ou moins engagés.

./...

II. Les principes fondamentaux à respecter

Un cadre général cohérent et réaliste intégrant la dimension prospective et autorisant la comparaison avec des projets d'autres modes

- Définir correctement l'horizon, nécessairement lointain (2005-2025 à plus ou moins 5 ans) de la situation de référence, correspondant à la période sur laquelle l'investissement, une fois réalisé, produit ses effets.
- S'appuyer sur un cadrage économique explicite et si possible commun pour rendre possibles les comparaisons des rentabilités des projets.
- Asseoir la vraisemblance de l'évolution de la demande du trafic de référence, s'assurer de la cohérence globale des prévisions de trafic des différents modes. Bâtir pour ce faire un éventail des évolutions possibles présentant un sens.
- Intégrer les effets des évolutions à long terme des modes de vie, de l'organisation des activités, des technologies, de la réglementation.

Une situation de référence «optimisée et épurée» la plus probable en l'absence de la réalisation du projet permettant la comparaison entre eux de tous les projets répondant à un même besoin. Le choix de la situation de référence doit permettre de comparer le plus large éventail des solutions possibles

- Définir soigneusement le périmètre d'étude.
- Montrer en quoi le statu-quo est ou non réaliste.
- Veiller à ce que la situation de référence soit optimisée par :
 - la prise en compte des possibilités réalistes de modulations tarifaires et d'exploitation susceptibles d'améliorer la situation de référence ;
 - l'exclusion de la situation de référence des investissements qui constituent des variantes du projet étudié par rapport à leur objectif commun.
- Intégrer dans la situation de référence tout projet dont la probabilité de réalisation avant le projet est forte, et dont l'influence sur ce dernier est notable. A cet effet, prendre en compte les autres projets du mode quel que soit le maître d'ouvrage ainsi que ceux des autres modes, sous trois aspects :
 - ce qu'il est prévu de faire ;
 - ce qui est susceptible de se faire (ou de ne pas se faire) ;
 - la réactivité des autres modes.
- Lorsqu'il y a des options possibles pour retenir ou non un projet dans la situation de référence, celles-ci doivent être explicitées et leur influence sur les résultats indiquée.
- S'assurer du caractère financièrement réaliste de la situation de référence.

La situation de référence n'est pas figée une fois pour toute

- Actualiser la situation de référence et les taux de rentabilité qui en résultent lorsque celle-ci est substantiellement modifiée. A cet effet, évaluer l'influence sur des projet dont la réalisation est envisagée et non décidée et de ceux qui, pour paraître décidés, n'en sont pas pour autant nécessairement irréversibles.

Atelier 5

Les déterminants des prévisions de trafic

Exposés introductifs:

- L'incidence de la croissance économique et des prix:
M. Girault, OEST
- Les prévisions d'évolution des coûts et des prix effectuées dans l'étude Corridor Nord: P. Dumon, DTT
- Evaluation des effets sur le transport des marchandises des scénarios de politique des transports dans le Corridor Nord:
M. Belmain, DTT

Conclusions et recommandations de l'atelier

Les déterminants des prévisions de trafic :

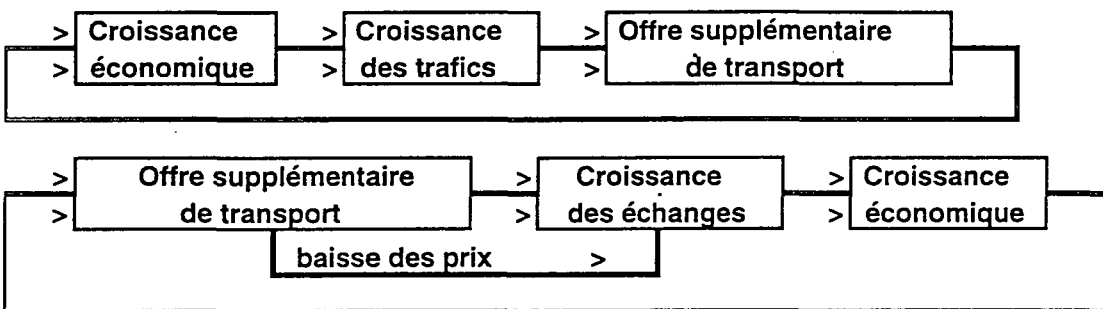
l'incidence de la croissance économique et des prix

Introduction:

Les choix des pouvoirs publics en matière de nouvelles infrastructures et de politique des transports sont liés à l'évolution de la demande, qui elle-même dépend des investissements réalisés, de la politique menée, de la croissance économique et de l'évolution des prix.

On peut noter en particulier que les baisses de prix passées ont aussi contribué à la croissance des échanges et à la croissance économique.

Croissance économique et développement des échanges:



Le problème: chiffrer ces différents effets avec des modélisations qui peuvent paraître bonnes mais qui sont imparfaites par manque de prise en compte de certains déterminants, par exemple la qualité de service.

I Les trafics de marchandises:

La période 1975-1985 est marquée par une stagnation des trafics avec une diminution en 1980-85, alors que le PIB augmente: plus qu'une croissance tirée par les services qui ne génèrent pas de trafic, ceci s'explique par le recul du BTP et des industries lourdes, ainsi que par le programme électronucléaire.

Les modèles désagrégés par produit de l'OEST font apparaître une élasticité apparente au PIB variable de 0,1 ; 0,6 ; 0,7 (alors qu'un modèle global a une élasticité constante et un trend négatif). Ils prennent en compte la dynamique de l'international pour les échanges bilatéraux et le transit (par un modèle spécifique des trafics internationaux)

Une hausse des prix de transport infléchirait-elle le trafic total généré ?

Pas de réponse économétrique. Il y aurait probablement une diminution (limitée?).

Des hausses de prix sont envisagées dans certains scénarios en rupture avec la tendance de long terme à la baisse.

... / ...

Les prix jouent surtout sur le partage modal

Les prix routiers sont directeurs.

Pour le TRM, l'élasticité aux prix routiers est de -0,6 à -0,7 dans une modélisation globale, elle semble plus faible dans une modélisation désagrégée.

Pour le fer, l'élasticité au prix routier est voisine de 0,7 (ou 1 dans les modèles SNCF).

Le développement du réseau autoroutier a un impact réel sur la croissance des trafics (reports et induction) notamment en permettant une plus grande vitesse des véhicules et en élargissant les aires d'échanges. Mais au delà, dans une modélisation qui ne fait intervenir que la croissance économique, les prix et la longueur du réseau autoroutier, cette dernière est aussi un indicateur de la qualité de service obtenue par ailleurs (gains sur les manutentions et le chargement du véhicule, suivi informatique ...).

II Les trafics de voyageurs:

Il est difficile de mesurer distinctement l'effet croissance économique et l'effet offre notamment en transport routier et aérien: les trafics passés ont augmenté une à deux-trois fois plus que la croissance économique (moins pour le ferroviaire).

La mobilité tous modes a davantage augmenté que le PIB.

Air Inter a su créer de nouvelles offres et attirer de nouveaux voyageurs.

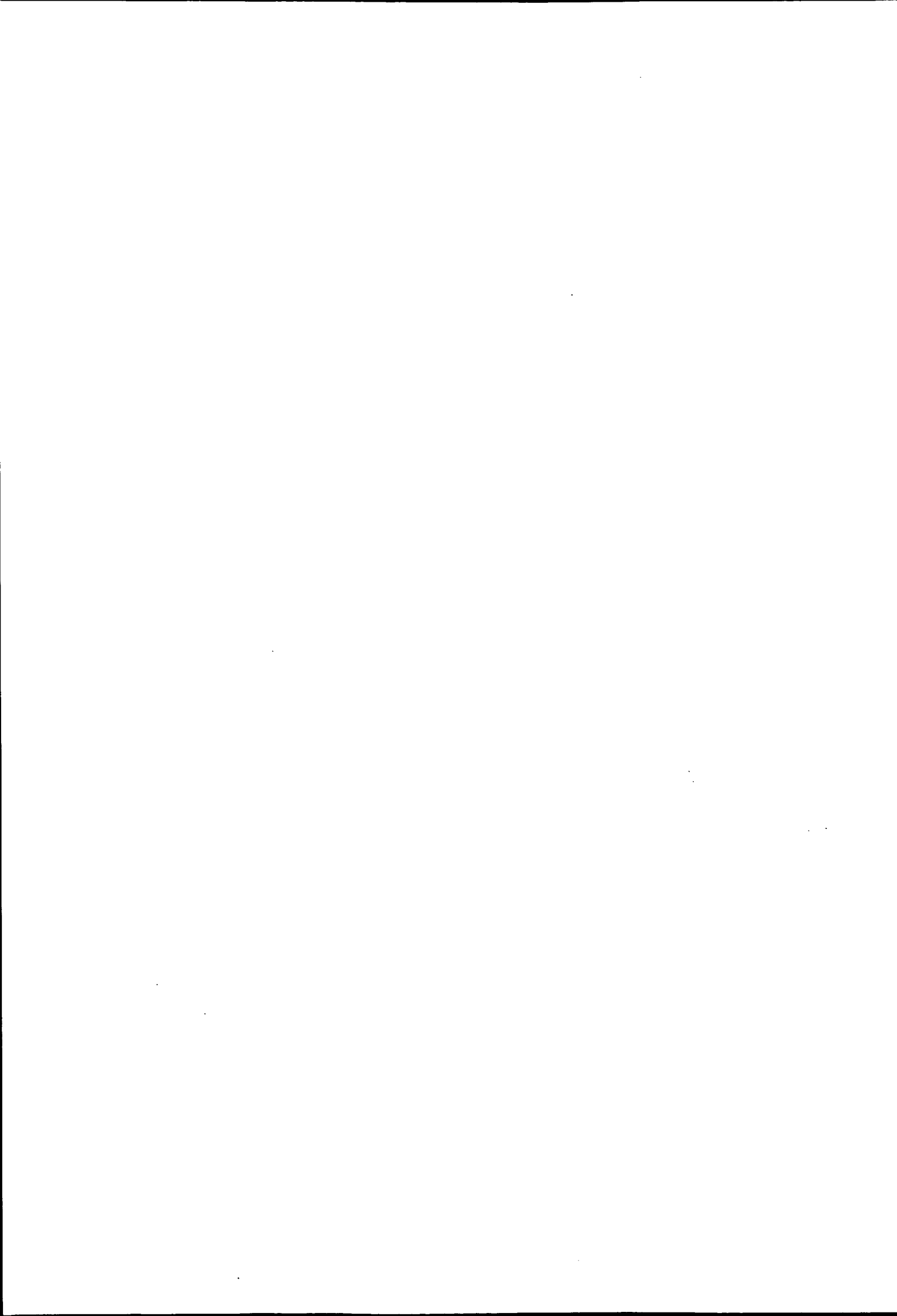
Pour les autoroutes, l'effet d'offre se traduit par des gains de temps et de sécurité confort.

Indépendamment de la croissance économique, le vieillissement de la population va ralentir l'évolution de la circulation (cf modèles démographiques CREDOC-INRETS)

Une sensibilité aux prix très différenciée selon les modes:

Le trafic routier présente une élasticité au prix des carburants de -0,1 à -0,3 (-0,4 pour les parcours sur autoroutes).

L'élasticité aux tarifs est plus forte
pour la SNCF (-0,4 à -0,8) et Air Inter (-0,5 à -1,2)



JOURNEES TECHNIQUES SUR LES ETUDES INTERURBAINES

Vendredi 7 Avril 1995

Atelier 8 : Les déterminants des prévisions de trafic

Les prévisions d'évolution des coûts et des prix effectuées dans l'étude Corridor Nord.

P.DUMON Chargé d'études D.T.T.

Les objectifs poursuivis

① Définir, pour le transport de marchandises, un ensemble cohérent de projections des prix du transport à l'horizon 2010 servant à "alimenter" les outils de prévisions de trafic des différents intervenant de l'étude (opérateurs de transport, organismes d'étude....).

② Permettre d'évaluer l'impact relatif sur les prix de transport des différents modes de la mise en oeuvre de politiques alternatives en matière de transport.

Les principes de la méthode

Les principes de la méthode mise en oeuvre pour effectuer des prévisions d'évolution des coûts et des prix dans l'étude Corridor Nord sont communs à tous les modes de transport.

Il s'agit tout d'abord d'isoler dans les structures de coûts des différents modes de transport deux postes qui représentent généralement une part importante de ces coûts: les charges de personnel et les dépenses énergétiques (1). Pour ces deux postes, le BIPE a déterminé dans le cadre de l'étude Corridor Nord des fourchettes d'évolution à l'horizon 2010 (2). Ces fourchettes et une évaluation des gains de productivité que l'on pourrait attendre définissent les évolutions des coûts correspondants. L'évaluation de ces gains, baisses des consommations unitaires ou augmentation de la productivité du travail, résultent généralement de l'observation du passé (3).

Ensuite, pour les autres postes regroupés en deux catégories, frais fixes et frais kilométriques, deux types d'hypothèses ont été faites en fonction de la richesse des informations statistiques disponibles: poursuite des tendances observées pour la route (en fonction des observations faites par la D.T.T. dans son enquête annuelle sur les conditions d'exploitation et prix de revient dans le transport routier de marchandises à longue distance), stabilité pour les autres modes.

A partir des variations de coûts qui résultent du calcul précédent, on fait l'hypothèse volontairement réductrice que les prix du transport connaissent les mêmes évolutions que les coûts en supposant notamment que les marges des différents opérateurs restent constantes dans une situation de concurrence modale forte.

D'autres évolutions propres à chaque mode ont aussi été prises en compte

Pour les voies navigables

- La réforme de la loi de 1941 (tour de rôle) et son impact en terme d'augmentation potentielle du nombre de voyages effectué par une unité.
- La construction du canal à grand gabarit Seine-Nord et ses effets sur la recomposition de la flotte, sur l'augmentation de la capacité d'emport, sur l'accélération des rotations et sur la diminution des retours à vide.

Pour le ferroviaire

- Une redéfinition de l'offre ferroviaire en faveur du transport combiné et au détriment en partie du wagon isolé.
- La construction de chantiers de transbordement rapide de type COMMUTOR.

Des exemples pratiques des étapes de la méthode (transparents)

Pour la route

- ⇒ projections des coûts kilométriques de personnel (4)
- ⇒ projections des coûts de carburant (5)

Pour les voies navigables

- ⇒ projections des coûts en situation de référence sans Seine-Nord et avec Seine-Nord pour deux types de bateaux (Freycinet et canal du Nord) (6)

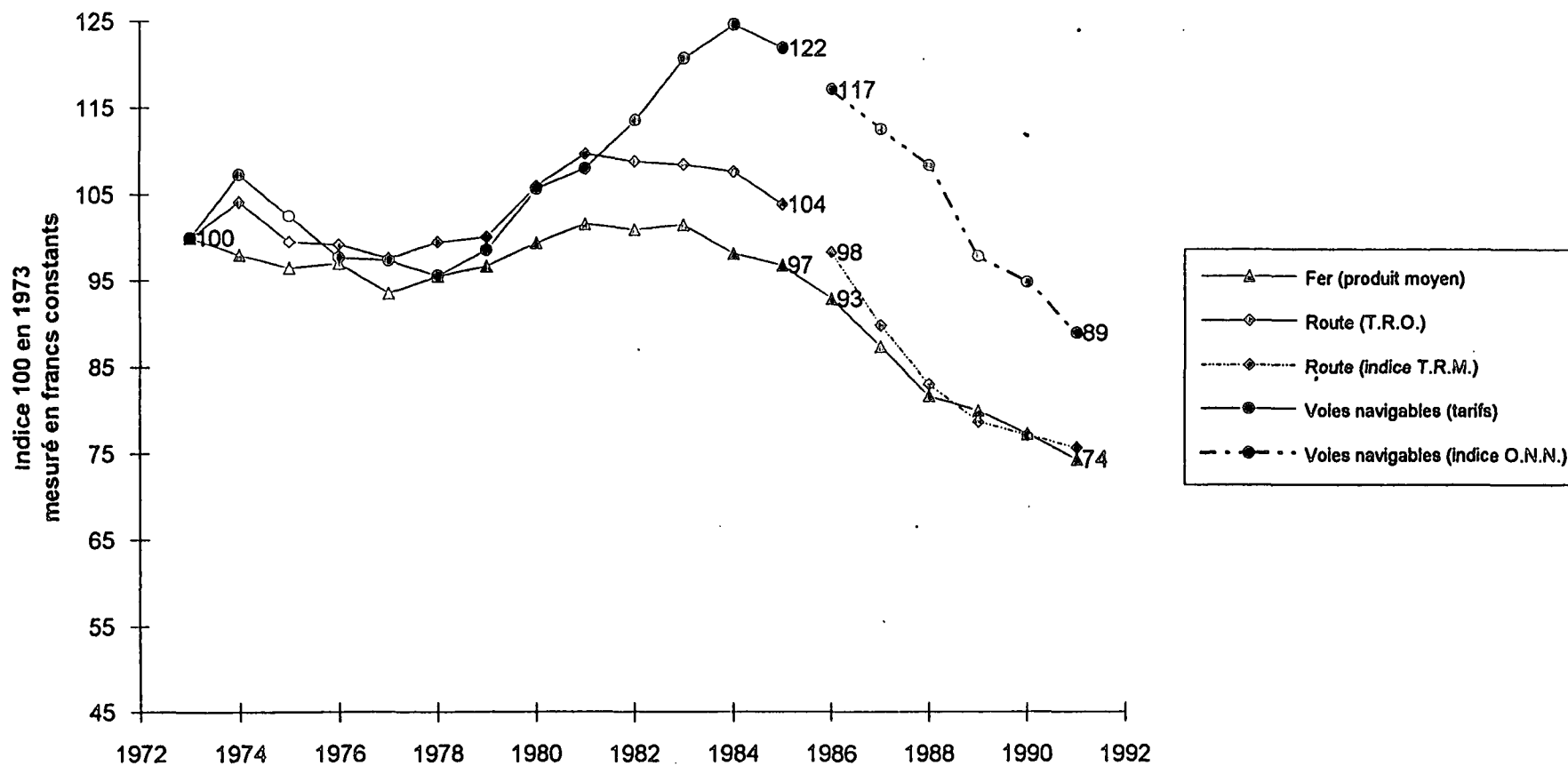
Pour le ferroviaire

- ⇒ recomposition de l'offre ferroviaire (7)

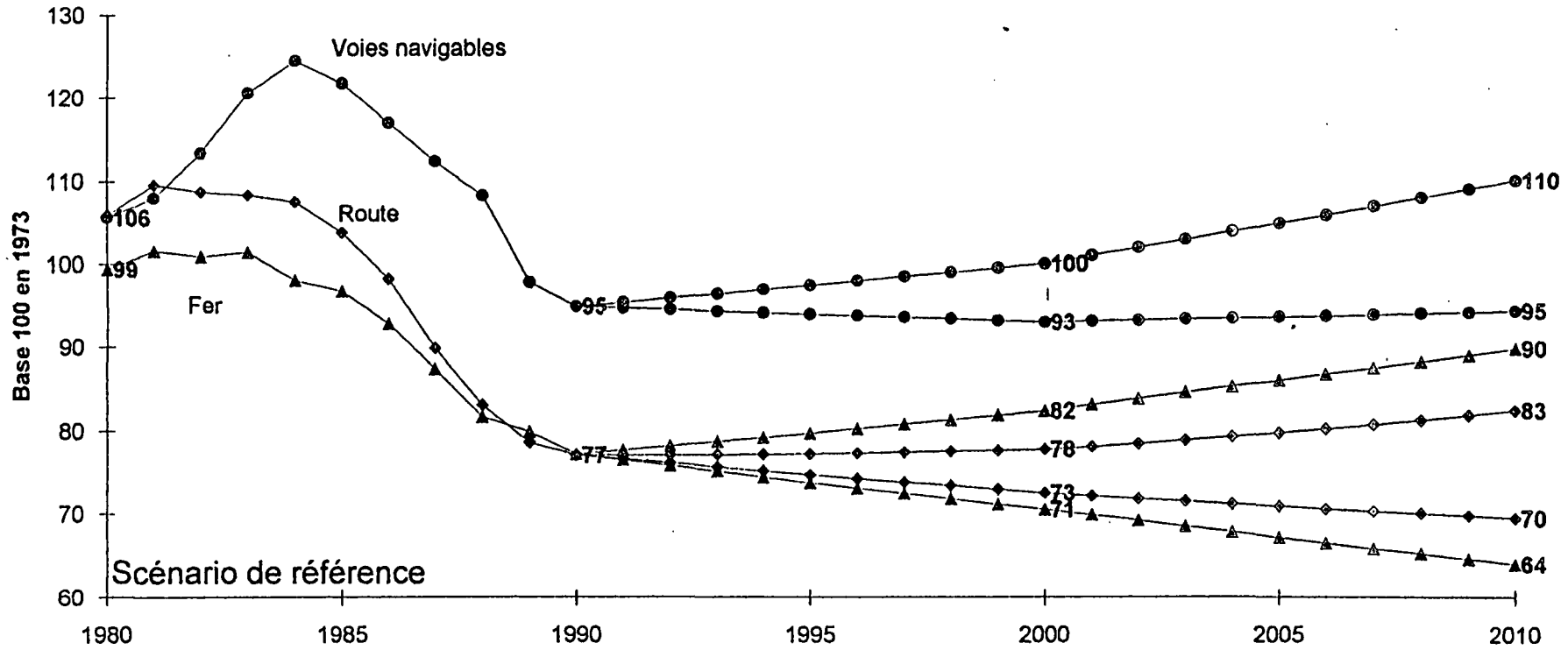
Les principaux résultats de la méthode (transparents)

- ⇒ les évolutions passées d'indices de prix du transport de marchandises (8)
- ⇒ une projection d'indice de prix en situation de référence (9)
- ⇒ une projection d'indice de prix en situation "d'offre nouvelle": avec Seine-Nord et avec une recomposition de l'offre ferroviaire (10)

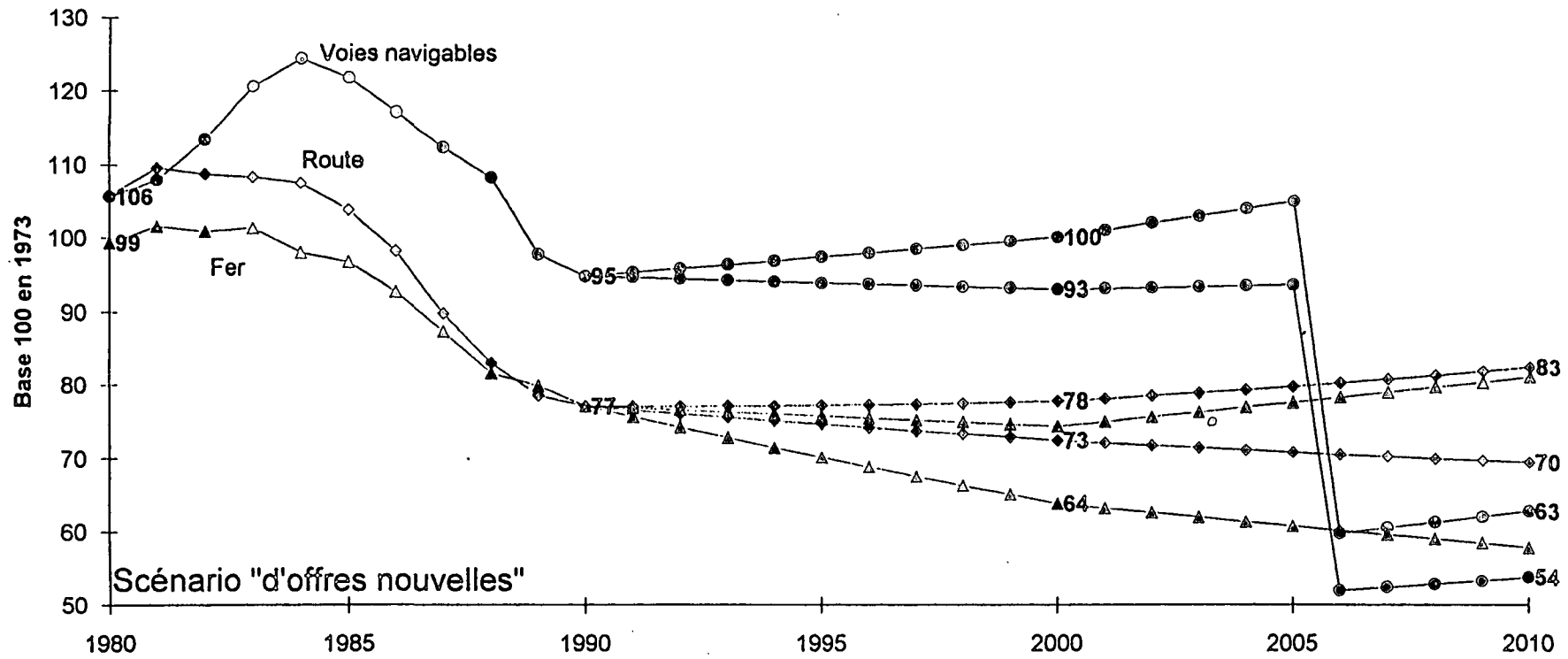
Évolutions d'indices de prix du transport de marchandises



Projections d'indice de prix du transport de marchandises



Projections d'indice de prix du transport de marchandises



7 7 7

5. Synthèse à l'horizon 2000.

En valeurs absolues (écarts entre les prix dans le scénario de référence et dans les scénarios de politique des transports), les trois scénarios de politique des transports du Corridor Nord s'évaluent pour chaque mode de la manière suivante à l'horizon 2000:

Impact des scénarios de politique des transports sur les prix Situation en 2000 - Hypothèse basse de variation des prix (centimes 90/t.km)			
Mesures	Scénario A	Scénario B	Scénario C
Principe de tarification et évaluation des coûts externes (hors effet de serre)			
Route	+0,0	+0,0	+0,8
Fer	+0,0	+0,0	+0,1
Voies navigables	+0,1	+0,0	+0,0
Mesures de lutte contre l'effet de serre			
Route	+0,0	+0,0	+0,9
Fer	+0,0	+0,0	+0,1
Voies navigables	+0,0	+0,0	+1,0
Respect de la réglementation du transport routier de marchandises			
Route	+0,0	+0,8	+1,6
Normes techniques du transport routier de marchandises			
	non évalué	non évalué	+0,0
Total			
Route	+0,0	+0,8	+3,3
Fer	+0,0	+0,0	+0,2
Voies navig.	+0,1	+0,0	+1,0

Impact des scénarios de politique des transports sur les prix Situation en 2000 - Hypothèse basse de variation des prix (pourcentage par rapport au scénario de référence)			
Mesures	Scénario A	Scénario B	Scénario C
Route	+0,0%	+2,1%	+8,6%
Fer			
Variante 1	+0,0%	+0,0%	+0,6%
Variante 2	+0,0%	+0,0%	+0,7%
Voies navig.			
Sans Seine-Nord	+0,2%	+0,0%	+3,3%
Avec Seine-Nord	+0,2%	+0,0%	+3,1%

Impact des scénarios de politique des transports sur les prix Situation en 2000 - Hypothèse haute de variation des prix (centimes 90/t.km)			
Mesures	Scénario A	Scénario B	Scénario C
Principe de tarification et évaluation des coûts externes (hors effet de serre)			
Route	+0,0	+0,0	+0,8
Fer	+0,0	+0,0	+0,1
Voies navigables	+0,1	+0,0	+0,0
Mesures de lutte contre l'effet de serre			
Route	+0,0	+0,0	+0,9
Fer	+0,0	+0,0	+0,2
Voies navigables	+0,0	+0,0	+1,0
Respect de la réglementation du transport routier de marchandises			
Route	+0,0	+1,4	+2,7
Normes techniques du transport routier de marchandises			
	non évalué	non évalué	+0,0
Total			
Route	+0,0	+1,4	+4,4
Fer	+0,0	+0,0	+0,3
Voies navig.	+0,1	+0,0	+1,0

Impact des scénarios de politique des transports sur les prix Situation en 2000 - Hypothèse haute de variation des prix (pourcentage par rapport au scénario de référence)			
Mesures	Scénario A	Scénario B	Scénario C
Route	+0,0%	+3,2%	+10,5%
Fer			
Variante 1	+0,0%	+0,0%	+0,9%
Variante 2	+0,0%	+0,0%	+1,0%
Voies navig.			
Sans Seine-Nord	+0,2%	+0,0%	+3,1%
Avec Seine-Nord	+0,2%	+0,0%	+3,1%

6. Synthèse à l'horizon 2010.

En valeurs absolues (écarts entre les prix dans le scénario de référence et dans les scénarios de politique des transports), les trois scénarios de politique des transports du Corridor Nord s'évaluent pour chaque mode de la manière suivante à l'horizon 2010:

Impact des scénarios de politique des transports sur les prix Situation en 2010 - Hypothèse basse de variation des prix (centimes 90/t.km)			
Mesures	Scénario A	Scénario B	Scénario C
Principe de tarification et évaluation des coûts externes (hors effet de serre)			
Route	+0,0	+0,0	+7,9
Fer	+0,0	+0,0	+0,9
Voies navigables	+0,4	+0,0	+0,0
Mesures de lutte contre l'effet de serre			
Route	+0,0	+0,0	+0,4
Fer	+0,0	+0,0	+0,1
Voies navigables	+0,0	+0,0	+1,0
Respect de la réglementation du transport routier de marchandises			
Route	+0,0	+1,6	+3,3
Normes techniques du transport routier de marchandises			
	non évalué	non évalué	+0,0
Total			
Route	+0,0	+1,6	+11,6
Fer	+0,0	+0,0	+1,0
Voies navig.	+0,4	+0,0	+1,0

Impact des scénarios de politique des transports sur les prix Situation en 2010 - Hypothèse basse de variation des prix (pourcentage par rapport au scénario de référence)			
Mesures	Scénario A	Scénario B	Scénario C
Route	+0,0%	+4,4%	+31,4%
Fer			
Variante 1	+0,0%	+0,0%	+4,4%
Variante 2	+0,0%	+0,0%	+4,8%
Voies navig.			
Sans Seine-Nord	+1,5%	+0,0%	+3,3%
Avec Seine-Nord	+2,5%	+0,0%	+3,5%

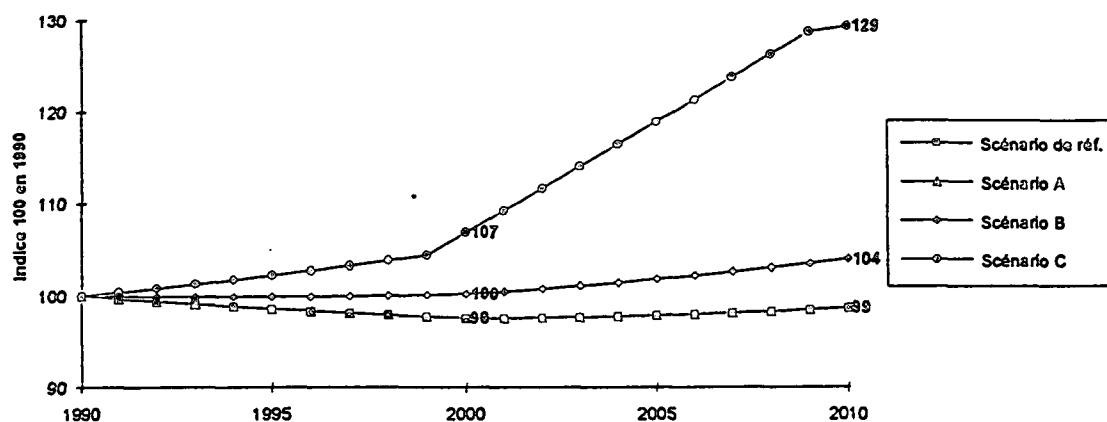
Impact des scénarios de politique des transports sur les prix Situation en 2010 - Hypothèse haute de variation des prix (centimes 90/t.km)			
Mesures	Scénario A	Scénario B	Scénario C
<i>Principe de tarification et évaluation des coûts externes (hors effet de serre)</i>			
Route	+0,0	+0,0	+7,9
Fer	+0,0	+0,0	+0,9
Voies navigables	+0,4	+0,0	+0,0
<i>Mesures de lutte contre l'effet de serre</i>			
Route	+0,0	+0,0	+0,3
Fer	+0,0	+0,0	+0,1
Voies navigables	+0,0	+0,0	+1,0
<i>Respect de la réglementation du transport routier de marchandises</i>			
Route	+0,0	+2,7	+5,3
<i>Normes techniques du transport routier de marchandises</i>			
	non évalué	non évalué	+0,0
<i>Total</i>			
Route	+0,0	+2,7	+13,5
Fer	+0,0	+0,0	+1,0
Voies navig.	+0,4	+0,0	+1,0

Impact des scénarios de politique des transports sur les prix Situation en 2010 - Hypothèse haute de variation des prix (pourcentage par rapport au scénario de référence)			
Mesures	Scénario A	Scénario B	Scénario C
Route	+0,0%	+6,1%	+30,9%
Fer			
Variante 1	+0,0%	+0,0%	+3,2%
Variante 2	+0,0%	+0,0%	+3,6%
Voies navig.			
Sans Seine-Nord	+1,5%	+0,0%	+2,8%
Avec Seine-Nord	+2,5%	+0,0%	+3,0%

7. Synthèse par mode.

Les courbes suivantes retracent, par mode, l'impact des scénarios de politique des transports sur l'évolution des indices de prix dans une hypothèse médiane de variation de ces prix (moyenne des hypothèses hautes et basses). Pour le ferroviaire, la variante 2 désigne un calcul fait dans l'hypothèse d'une montée en puissance du transport combiné dans la production de transport de la S.N.C.F.

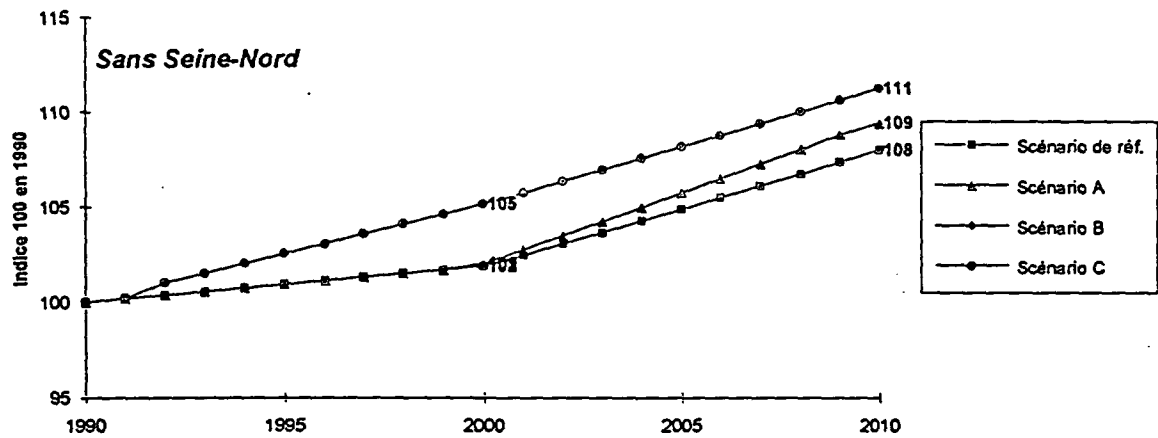
Projections d'indice de prix
du transport routier de marchandises
- Hypothèse médiane -



**Projections d'indice de prix
du transport ferroviaire de marchandises
- Hypothèse médiane -**



**Projections d'indice de prix
du transport fluvial de marchandises
- Hypothèse médiane -**



ATELIER N° 5 : Les déterminants des prévisions de trafic.

Conclusions et recommandations.

Problématique :

Comme le souligne le rapport « Boiteux », la prévision de trafic sur longue période apparaît comme l'élément clé des calculs de rentabilité, mais c'est aussi un élément de fragilité car il faut être capable premièrement, d'évaluer l'effet des déterminants de la demande sur son niveau et deuxièmement de pouvoir prévoir ces déterminants à un horizon pertinent pour l'infrastructure.

Très globalement, il existe deux grands types de déterminants des trafics, ou demande de transport, les déterminants de la mobilité et les déterminants de la compétitivité du mode considéré.

1) les déterminants de la mobilité.

11) Sous la rubrique déterminants de la mobilité, on peut distinguer deux catégories de variables, les variables sociétales définissant les attitudes face à la mobilité (caractéristiques d'âge ou de catégorie socio-professionnelle de la population) et des caractéristiques technologiques (développement de la grande vitesse). Ces variables évoluent souvent lentement (sauf scénarios de rupture), ce qui facilite leur prévision, mais le lien entre ces variables (supposées bien définies) et la mobilité n'est pas facile à déterminer. Ces variables vont fixer ce que l'on pourrait qualifier le contenu en mobilité de la croissance.

12) Deuxième catégorie de déterminants, les variables macroéconomiques (PIB, production industrielle, consommation des ménages,...) ; le lien entre ces variables et les trafics est en général plus facile à mettre en évidence avec les méthodes économétriques classiques dans la mesure où la variabilité temporelle de cette catégorie de déterminants est forte. La difficulté tient, en général, ici à l'inexistence de projections aux horizons pertinents pour le domaine des transports ; les macroéconomistes se limitent souvent à des projections de court-moyen terme. La pratique de l'actualisation ne pallie que partiellement ce problème.

2) la compétitivité modale.

Traditionnellement, les économistes distinguent la compétitivité prix et la compétitivité structurelle, cette distinction semble également pertinente pour les infrastructures de transport.

21) Par compétitivité prix on entend les arbitrages que les chargeurs ou les voyageurs peuvent faire entre modes alternatifs pour effectuer un même parcours. Les difficultés de projection sont ici de plusieurs ordres :

- mesurer les liaisons de long terme entre les prix et la demande ; les élasticités de court et de long terme risquent d'être très différentes et les méthodes économétriques classiques sont mieux à même d'estimer les élasticités de court terme.

- l'économétrie tend à reproduire les comportements passés, or cela peut poser problème dans des secteurs où du fait de la déréglementation la détermination des prix et les réactions des acteurs aux prix sont susceptibles de se modifier.

- il s'agit, enfin, de savoir comment les décisions de la politique de tarification de l'usage des infrastructures de transport sont susceptibles de se répercuter dans les prix du service de transport et en conséquence comment projeter les variables de prix.

22) Concernant la compétitivité structurelle, il s'agit de cerner les caractéristiques qualitatives de la compétitivité entre modes : vitesse, sécurité, fiabilité, absence de rupture de charge, confort, adaptation du mode à certains segments de trafic, capillarité du réseau,... et de déterminer l'importance de ces facteurs sur le partage modal. Comme toujours s'agissant de compétitivité structurelle, ces déterminants jouent souvent un rôle capital mais très difficile à mesurer. Cette influence peut, par ailleurs, s'accroître lorsqu'existent des effets boule de neige notamment au moment où un réseau tend à acquérir une position dominante.

Ceci pose la question de l'introduction des variables d'offre dans les équations de trafic: elles peuvent intervenir explicitement ou elles peuvent modifier les coefficients de variables traditionnelles. Un exemple permet d'illustrer le propos : un plus grand maillage des réseaux de transport confère plus de possibilités d'arbitrages aux usagers et il peut en résulter une augmentation tendancielle de l'élasticité prix sans véritable changement de comportement usagers mais simplement par multiplication des opportunités.

L'état de l'art au ministère.

Au delà de la problématique générale, les exposés ont également permis de préciser l'état de l'art en matière de projection des trafics tel qu'il est pratiqué dans le ministère.

De façon très synthétique, la modélisation des trafics de voyageurs apparaît moins robuste que celle des marchandises ; notamment l'articulation entre la modélisation de la mobilité générale et celle des trafics modaux y est moins bien assurée. En matière de modélisation des trafics de marchandises, une approche désagrégée par produit semble devoir s'imposer.

Concernant la compétitivité des modes, outre la difficulté d'estimation des effets à long terme de la compétitivité prix, la modélisation de la compétitivité structurelle apparaît assez embryonnaire. Il apparaît, en particulier, difficile d'obtenir des estimations robustes de l'impact de chaque composante de l'offre sur la compétitivité d'ensemble.

Les exposés ont permis de prendre acte de nets progrès dans la confection de projections à l'occasion de l'opération dite « Corridor Nord ».

S'agissant de la projection des prix et des coûts, les travaux menés dans ce cadre ont permis la mise en oeuvre d'approches unifiées pour chacun des modes avec des hypothèses de contexte extérieur communes. Ces approches segmentent de façon pertinente les différents types de coûts, elles segmentent également l'offre lorsque ceci apparaît nécessaire et elles

identifie l'impact de projets particuliers (cas de la liaison Seine Nord). Ces travaux fournissent une visibilité de long terme, jusqu'à présent absente, dans les secteurs considérés.

Les travaux effectués dans le cadre de l'opération « Corridor Nord » ont également permis de progresser dans la construction de scénarios de politique des transports intégrant les dimensions tarification de l'usage des infrastructures, respect de la réglementation, édicition de normes, internalisation des coûts environnementaux en s'appuyant sur les recommandations du rapport « Brossier » et sur celles connues à l'époque du rapport « Boiteux ».

Recommandations.

Nous distinguerons les recommandations portant sur la modélisation des trafics et celles portant sur la confection des scénarios et dans chaque cas en essayant d'isoler des mesures susceptibles d'apporter des améliorations à court terme de celles traçant plutôt des pistes d'investigation longue.

1) Modélisation des trafics

Le rapport « Boiteux » prend acte du fait qu'il n'existe pas de modèle unique en matière de modélisation des trafics, mais une diversité de modèles adaptés à la problématique de chaque mode. Cette situation, aisément compréhensible, comporte cependant un risque, celle d'être de moins en moins bien adaptée à un contexte où les arbitrages intermodaux sont croissants. L'intermodalité, c'est d'abord la possibilité d'arbitrage des usagers ; elle concerne la demande mais elle est permise par les progrès de l'offre.

11) Propositions pour le court terme:

a) S'assurer de la complétude des différents modèles (et de l'absence de redondances) et de leur cohérence partielle. Il s'agit d'abord d'un souci de transparence : présentation systématique des mécanismes et des résultats des différents modèles, comparaison de leurs caractéristiques et de leurs propriétés avec les modèles équivalents existants à l'étranger, examen des performances explicatives des modèles et des résultats de travaux coordonnés de simulation. L'ensemble de ces travaux pourrait s'effectuer au sein d'un séminaire ou d'un club des modélisateurs ainsi que cela a pu être suggéré dans les discussions du groupe « Rousselot ». Il faudrait également voir s'il est nécessaire de compléter les instruments disponibles par d'autres faisant défaut (ex outil de projection de matrices O/D multimodales suggéré par la DR) et examiner, avec les détenteurs d'informations, les conditions de communication et d'utilisation de ces données, permettant à l'administration de jouer pleinement son rôle sans préjudice pour le secret commercial des entreprises publiques.

b) Engager un programme d'études économétriques sur la mesure des élasticités prix de court et de long terme des trafics en utilisant des séries infra-annuelles (cf. travaux déjà entamés à l'OEST sur données trimestrielles).

12) Propositions pour le plus long terme:

a) Poursuivre, parallèlement à l'examen des modèles existants, un programme de construction de modèles multimodaux (voyageurs et marchandises) selon les orientations du programme de travail de l'INRETS. L'examen d'avancement de ces travaux et des résultats de

simulations harmonisées pour les blocs disponibles pourraient être examinés au sein du club des modélisateurs suggérés plus haut.

b) Engager un programme de recherche sur les déterminants de la compétitivité structurelle modale, à la fois par une approche pragmatique (enquêtes de comportement auprès des utilisateurs) et plus théorique (recours aux instruments de l'économie des réseaux). Ceci permettrait d'éviter de raisonner sur des marchés potentiels définis en fonction de la seule considération d'adaptation de chaque mode à des segments particuliers du marché ; approche qui, dans le passé, s'est montrée incapable d'expliquer les évolutions de parts modales

2) Constitution de scénarios :

21) Proposition de court terme :

Mettre en place, conjointement entre le ministère, le CGP et le ministère de l'Economie une procédure de mise au point périodique d'un jeu de scénarios macroéconomiques et sectoriels de long terme nécessaire à la confection de projections de trafics économiquement cohérentes. Il en résulterait un double progrès : un pas vers la cohérence externe des projections faites avec les différents outils, une reconnaissance interministérielle des scénarios de cadrage.

La cohérence des scénarios macroéconomiques devrait inciter le ministère à leur associer des scénarios de politique des transports qui, par rapport à la pratique actuelle, permettraient de mieux distinguer les exercices de scénarios des variantes de sensibilité. Les premiers se caractérisent par la cohérence économique du corps d'hypothèses, les seconds par l'examen de la robustesse des projections aux valeurs prises par une variable explicative particulière. Les scénarios « transport » devraient également mieux distinguer ce qui constitue les véritables variables de politique sectorielle des hypothèses de comportement d'acteurs nationaux ou étrangers.

22) Proposition pour le plus long terme :

Engager des travaux explicatifs de la formation des prix du transport, afin d'éviter la projection de scénarios erronés. En effet, par exemple, si l'on suppose la concurrence en prix très forte sur le transport terrestre de marchandises, la bonne démarche consiste à chercher les déterminants des prix du mode dominant (la route), à supposer l'alignement des prix des autres modes sur celui du mode dominant (situation dite de « price-taker »), enfin à examiner la compatibilité des évolutions de prix et de coûts des différents modes. Faute de tels travaux, la démarche spontanée peut consister à projeter l'évolution des coûts et à appliquer un taux de marge pour chaque mode, approche justifiée seulement si le mode contrôle son marché (situation dite de « price-maker »).

C'est dans ce cadre qu'il faudrait procéder à l'examen des conséquences de mise en place de possibilités d'évolution des règles de tarification de l'usage des infrastructures de transport et de leurs conséquences sur la détermination des prix des services de transport.

Texte servant de base à l'exposé de M. BELMAIN
lors des journées sur les études interurbaines
des 6 et 7 Avril

EVALUATION DES EFFETS SUR LE TRANSPORT DES MARCHANDISES
 DES SCENARIOS DE POLITIQUE DES TRANSPORTS
 DANS LE CORRIDOR NORD

1. Rappel du contenu des scénarios.

Mesures	Scénario A	Scénario B	Scénario C
Principe de tarification			
Route	Equilibre budgétaire sur autoroute. Couverture du coût marginal d'usage sur le reste du réseau	Equilibre budgétaire sur autoroute. Couverture du coût marginal d'usage sur le reste du réseau	Couverture du coût marginal social sur tout le réseau
Fer	Equilibre budgétaire sur les L.G.V. Couverture du coût marginal d'usage sur le reste du réseau	Equilibre budgétaire sur L.G.V. Couverture du coût marginal d'usage sur le reste du réseau	Couverture du coût marginal social sur tout le réseau
Voies navigables	Equilibre budgétaire sur les canaux à grand gabarit	Couverture du coût marginal d'usage sur tout le réseau	Couverture du coût marginal d'usage sur tout le réseau
Aérien	Equilibre budgétaire	Equilibre budgétaire	Equilibre budgétaire
Evaluation des coûts externes (hors effet de serre)			
	Pas de valorisation des coûts externes	Pas de valorisation des coûts externes	Valorisation selon les premier travaux du Commissariat au Plan (Boiteux)
Mesures de lutte contre l'effet de serre			
	Aucune	Aucune	Ecotaxe de 10\$ par baril
Respect de la réglementation du transport routier de marchandises			
	Identique au niveau actuel	Meilleur respect de la réglementation	Respect total de la réglementation
Normes techniques du transport routier de marchandises			
	Passage du poids maximum à 44 t	Passage du poids maximum à 44 t	Maintien du poids maximum à 40 t

Atelier 6

Les études de sensibilité et les données intermodales nécessaires aux projeteurs

Exposés introductifs:

- Les tests de sensibilité du projet d'autoroute ferroviaire:
Y. Huart, OEST
- Propositions méthodologiques concernant la prévision des
trafics globaux et celle de la répartition modale: B. Picard,
SETEC-Economie
- L'utilisation du modèle MATISSE pour les tests de
sensibilité: O. Morellet, INRETS

Compte rendu des débats de l'atelier

JOURNEES des 6 et 7 AVRIL 1995

sur les ETUDES INTERURBAINES

Les tests de sensibilité du projet d'autoroute ferroviaire

Yves HUART, Observatoire Economique et Statistique des Transports

Les paramètres que l'on a fait varier et le mode de calcul de leur incidence :

- . La croissance économique :
 - la base des hypothèses
 - les relations économétriques utilisées pour en chiffrer l'incidence.
- . Les coûts et prix routiers :
 - l'évolution hors incidence de la tarification et du respect de la réglementation (pas de test de sensibilité)
 - l'évolution du respect de la réglementation
 - les hypothèses sur l'évolution de la tarification routière générale (en fonction notamment des coûts d'environnement)
 - les hypothèses sur l'évolution des péages des tunnels routiers et des autoroutes
 - l'hypothèse de parallélisme des évolutions de coûts et de prix
 - le mode de calcul de l'incidence des prix sur les trafics (tests de sensibilité sur les valeurs des élasticités)
- . Les tarifs de l'autoroute ferroviaire.

Les combinaisons des hypothèses sur chacun des paramètres :

Outre les calculs faits avec variation d'un seul des paramètres, on a pris en considération la variation concomitante de plusieurs d'entre eux. Toutes les combinaisons possibles n'ont pas été retenues, par manque de temps et pour ne pas compromettre la lisibilité des résultats.

La problématique que l'on peut retirer de cette démarche :

Les paramètres sur lesquels des tests de sensibilité seraient souhaitables sont nombreux. Outre ceux que l'on a fait effectivement varier, des hypothèses alternatives auraient été utiles sur les coûts d'investissements et d'exploitation, sur l'évolution des coûts routiers hors incidence de la tarification

...

voire sur la valeur de l'heure, les coûts d'insécurité routière, les coûts d'environnement ferroviaires, le taux d'actualisation, la période d'évaluation (date de mise en service et durée de la période d'évaluation)....

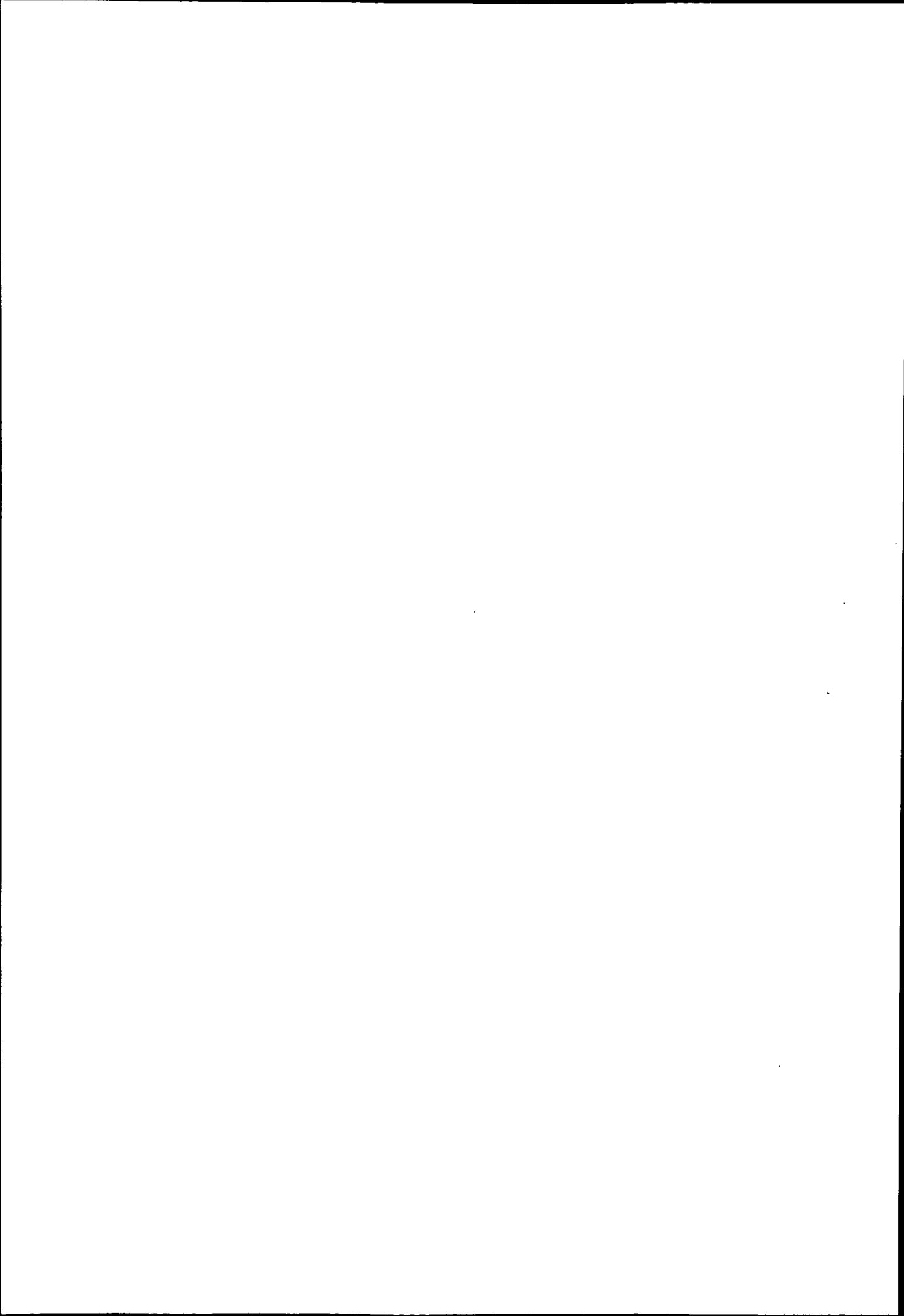
En fait tous les paramètres intervenant dans les calculs économiques, et ils sont nombreux, sont entachés d'une incertitude plus ou moins grande.

Présenter des tests de sensibilité en faisant varier successivement chacun des paramètres est déjà très lourd (pour la conduite des calculs et leur présentation).

Effectuer toutes les combinaisons entre variations de paramètres indépendants est inextricable. En outre, le résultat risque d'être que la rentabilité peut varier presque de 0 à l'infini, ce qui est peu éclairant pour le décideur.

Comment s'en sortir ?

- . Identifier les relations de dépendance entre paramètres ?
- . Identifier les paramètres les plus sensibles, soit par la marge d'incertitude correspondante, soit par leur incidence sur les résultats
- . Faire une sorte de calcul d'erreurs par rapport à une hypothèse centrale (mais les variations des paramètres ne sont pas forcément marginales) ?
- . Ne retenir que quelques combinaisons d'hypothèses, par exemple la combinaison d'hypothèses centrales (c'est parfois critiqué), et d'hypothèses "raisonnablement extrêmes" ?



**PROPOSITIONS METHODOLOGIQUES
CONCERNANT LA PREVISION DES TRAFICS GLOBAUX
ET CELLE DE LA REPARTITION MODALE**



SETEC ECONOMIE

58, Quai de la Rapée 75583 Paris Cedex 12

Tél : (1) 40 04 61 75

Fax: (1) 43 45 87 81

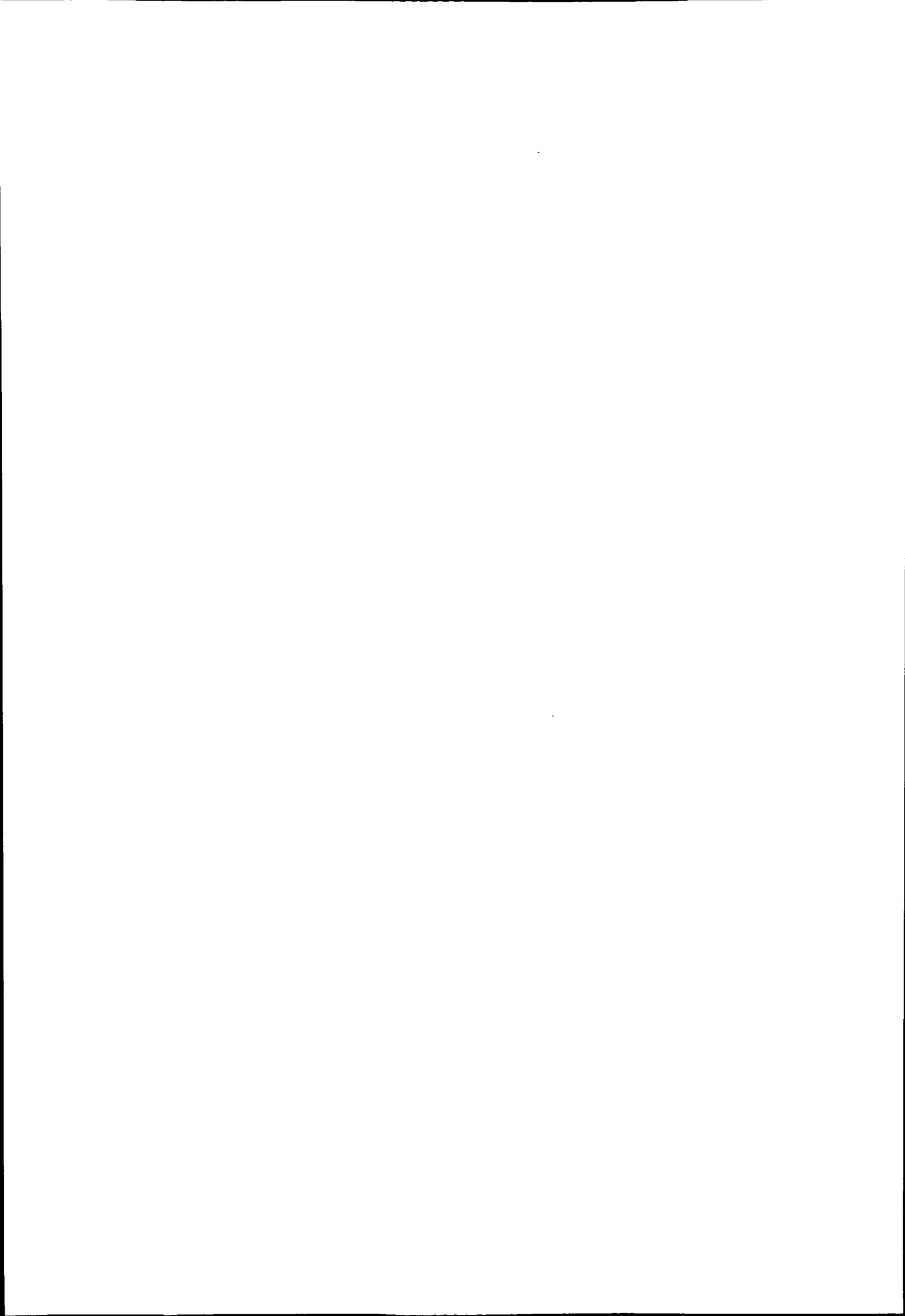
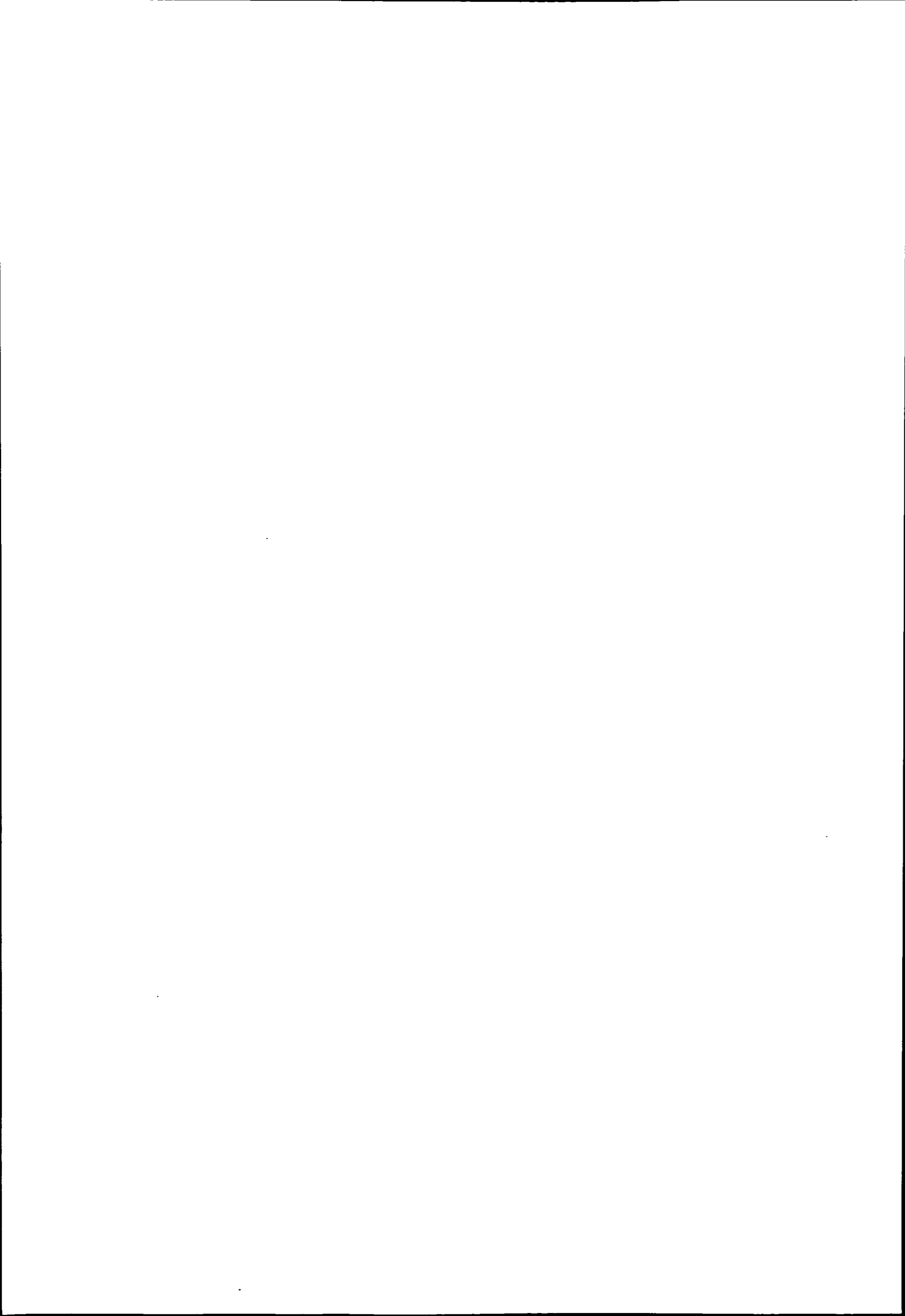


TABLE DES MATIERES

	Page
1. CONTEXTE DES PROPOSITIONS	1
2. LES BASES DE DONNEES POUR LA MODELISATION DES TRAFICS	1
2.1 Considérations générales sur les bases de données disponibles en France pour la modélisation des trafics	1
2.2 Les besoins statistiques pour la prévision des trafics de passagers	2
2.3 La structure modale des flux de passagers	3
3. MODELISATION ET PREVISION DE LA DEMANDE GLOBALE	3
3.1 Aspects modaux de la prévision de la demande globale	3
3.2 Modélisation de la demande globale de trafic routier	4
3.3 Demande globale pour les autres modes	6
3.4 La prévision des matrices origine-destination	7
4. AFFECTATION DES TRAFICS DE PASSAGERS	10
4.1 Affectation des véhicules routiers par itinéraire (modèle Ariane)	10
4.2 Affectation modale des passagers entre l'avion, le mode ferroviaire et le mode routier	12
5. AFFECTATIONS MODALES DES TRAFICS DE MARCHANDISES	16
5.1 Affectation des poids lourds sur un réseau routier	16
5.2 Affectation modale des trafics de marchandises	16
6. SCENARIOS DE PREVISION	18
7. CONCLUSION	19



PROPOSITIONS METHODOLOGIQUES CONCERNANT LA PREVISION DES TRAFICS GLOBAUX ET CELLE DE LA REPARTITION MODALE

1. CONTEXTE DES PROPOSITIONS

Les propositions méthodologiques qui sont présentées ci-après sont issues d'une étude réalisée pour le compte du Ministère des Transports par SETEC-ECONOMIE dont l'objectif était de faire l'audit de la plupart des études de trafic réalisées sur les divers projets de l'axe Nord (c'est-à-dire les relations entre la région parisienne et la Picardie, la région Nord, la Grande-Bretagne et les pays du Bénélux essentiellement). En pratique, les suggestions qui sont faites ici sont plus générales et ne se rapportent pas nécessairement aux projets considérés sur l'axe Nord.

(i) Nous traiterons successivement :

- des bases de données pour la modélisation des trafics,
- de certains problèmes posés par la modélisation de la demande globale,
- de l'affectation des trafics de passagers,
- de l'affectation des trafics de marchandises,
- des scénarios de prévision,
- des enseignements généraux que l'on peut tirer de la revue des thèmes précédents.

(ii) En ce qui concerne plus particulièrement les problèmes d'affectation des usagers, on notera qu'il convient de distinguer trois niveaux de modélisation :

- un premier niveau où l'on peut considérer que la demande sur un mode est fixée et qu'il s'agit en fait uniquement de répartir cette demande par itinéraire (en pratique et par commodité c'est souvent ce qui est fait pour le mode routier) ;
- un deuxième niveau où l'on se pose le problème de la concurrence modale, c'est-à-dire en fait de l'affectation des trafics entre les divers modes en concurrence ;
- un troisième niveau qui consiste à développer des modèles effectuant simultanément l'étude de la concurrence modale (y compris routière) et les reports d'itinéraires pour les trafics routiers (et éventuellement ceux affectés à d'autres modes).

2. LES BASES DE DONNEES POUR LA MODELISATION DES TRAFICS

2.1. Considérations générales sur les bases de données disponibles en France pour la modélisation des trafics

Il existe naturellement de nombreuses données concernant les trafics. Néanmoins, la situation est assez variable par mode, et également différente selon qu'il s'agit de passagers ou de marchandises lorsqu'on s'attache notamment à la description des flux origine-destination.

- (i) Au niveau modal la situation, brièvement résumée, est la suivante :

Pour le mode routier, les éléments constitués (notamment par le SETRA et les CETE) fournissent des informations assez détaillées sur l'affectation des trafics routiers sur le réseau (pour les axes principaux). L'information est disponible annuellement pour le trafic total en nombre de véhicules, mais le pourcentage de poids lourds n'est mis à jour que de façon beaucoup plus espacée. Il existe aussi des enquêtes périodiques réalisées notamment par l'OEST sur les trafics de marchandises.

Pour le trafic aérien, des données sont disponibles au niveau des aéroports. Le trafic par ligne, est généralement disponible, mais naturellement les flux d'origine à destination (et non plus d'aéroport à aéroport) sont beaucoup moins accessibles.

En ce qui concerne le trafic ferroviaire, la SNCF dispose de données détaillées pour les passagers et les marchandises. Pour les passagers, il existe maintenant une exploitation des titres de transport « gare à gare » ; néanmoins, ces données sont généralement tenues confidentielles.

- (ii) Au niveau des flux O-D, il est à remarquer que :

La banque de données SITRAM fournit une description détaillée des flux par code NST et de département à département (ou pays pour l'étranger), ce qui constitue une base de données très satisfaisante (et disponible au niveau annuel depuis longtemps). Le transport combiné constitue par ailleurs l'une des positions de la nomenclature « produit ». En revanche, les données concernant le transit paraissent beaucoup plus ténues.

La situation pour les passagers est beaucoup moins avancée du fait que les flux O-D ne peuvent résulter que d'enquêtes spécifiques, et en raison également d'une plus grande confidentialité qui semble s'attacher aux données les concernant, par opposition aux flux de marchandises bien connus grâce au fichier SITRAM.

2.2 Les besoins statistiques pour la prévision des trafics de passagers

Il existe clairement des besoins non satisfaits actuellement en termes de flux de trafics d'origine à destination, à la fois pour les flux intérieurs français et également pour les flux entre la France et les pays étrangers et les flux de transit, *en ce qui concerne les passagers*.

Pour s'en tenir dans un premier temps aux flux intérieurs de passagers, il serait particulièrement utile, pour une année de référence, de disposer des matrices origine-destination des flux globaux.

Un premier niveau qui présenterait de l'intérêt serait le niveau de région à région. *Une procédure de désagrégation des flux régionaux en flux départementaux fondée sur des indicateurs démographiques ou macro-économiques pourrait ensuite être mise au point.*

Naturellement, ceci ne dispenserait pas, pour les études ponctuelles, d'effectuer des enquêtes pour vérifier ou compléter les informations disponibles, par exemple au niveau des motifs de déplacement, mais ceci fournirait néanmoins un cadre très utile pour tous les travaux de planification des infrastructures.

2.3 La structure modale des flux de passagers

Le travail précédent devrait, selon nous, être prolongé en termes de structure modale. *En pratique d'ailleurs, la constitution des matrices O-D de demande globale ne peut guère se concevoir autrement que comme une agrégation des flux O-D de chaque mode. Il y aurait lieu de distinguer évidemment les trois modes principaux de transport de passagers* (voiture particulière, transport ferroviaire et transport aérien), et également d'estimer les flux des déplacements en autocars, qui seront susceptibles de s'accroître de façon importante dans le futur compte tenu de la déréglementation envisagée.

Il est clair que la constitution de bases de données de ce type fournirait pour les passagers un cadre de référence très utile pour toutes les études de prévision de trafic. Ceci se heurte sans doute au problème de confidentialité des données au niveau modal, même peut-être à un niveau limité de désagrégation géographique (région à région par exemple). Le problème, nous semble-t-il, mérite toutefois d'être posé et des solutions recherchées.

3. MODELISATION ET PREVISION DE LA DEMANDE GLOBALE

3.1 Aspects modaux de la prévision de la demande globale

La prévision de la demande globale pourrait en principe être faite pour l'ensemble des modes. Si l'on dispose, pour l'année de référence, d'un modèle d'affectation modale suffisamment bien ajusté, on pourrait envisager a priori de prévoir la demande globale tous modes et d'utiliser le modèle d'affectation modale pour répartir cette demande future entre les modes. En pratique, on procède rarement ainsi, car les modèles d'affectation modale n'incorporent pas suffisamment, en règle générale, les facteurs dynamiques qui permettraient de les utiliser pour prévoir, *au fil de l'eau*, l'évolution de la répartition modale dans le futur. En effet, l'évolution de la valeur du temps en termes réels, pour les passagers ou pour les marchandises, ne suffit pas, le plus souvent, à expliquer complètement l'évolution des parts modales à moyen ou long terme.

La prévision de la demande globale est donc généralement effectuée mode par mode, pour les problèmes d'affectation de passagers aussi bien que pour ceux concernant le fret.

A ce sujet, deux méthodes peuvent a priori être utilisées : l'analyse de coupes instantanées ou celle de séries chronologiques. Néanmoins, l'analyse des coupes instantanées et l'explication des flux origine-destination à l'aide, par exemple, du revenu par tête dans chaque zone et des populations, ne constitue qu'un pis-aller et doit être systématiquement abandonnée au profit de la modélisation des séries chronologiques lorsque cela est possible. *En effet, seules les séries chronologiques incorporent véritablement la dynamique de l'évolution modale, et elles seules permettent, en principe, de choisir le type de formulation à adopter pour la prévision, ce qui est essentiel dans les études à long terme.*

3.2 Modélisation de la demande globale de trafic routier

3.21 Modélisation du trafic routier de voitures particulières

- (i) L'étude que nous avons faite sur l'Axe Nord nous a conduit à analyser les procédures utilisées par la Direction des Routes pour prévoir la demande globale de trafic routier de voitures particulières. En pratique, on a vu que cette prévision était fondée sur une étude du CREDOC. L'étude du CREDOC elle-même a mis en oeuvre deux types de modèles :
- un modèle démographique pour le parc automobile,
 - un modèle économétrique classique pour la circulation.
- (ii) Lors de l'analyse des études de l'Axe Nord, nous avons indiqué que le modèle du CREDOC, notamment celui fondé sur le modèle démographique et les séries économétriques, semblait reposer sur des principes satisfaisants pour la prévision à moyen et long termes du trafic.

Nous ajouterons simplement quelques indications complémentaires.

- Il nous paraît souhaitable de disposer de séries de taux de motorisation ou de parcours annuels moyens aussi longues que possibles. Peut-être est-il envisageable de rétroprolonger la série en amont pour l'allonger d'un certain nombre d'années. D'autre part, il convient naturellement de l'enrichir régulièrement des valeurs correspondant aux années les plus récentes.
- *Il serait souhaitable de ne pas se limiter aux lois linéaires et log-log (élasticité constante) et de tester également d'autres lois (par exemple semi-log ou log-inverse). Plus généralement, il peut être intéressant de recourir à la technique de Box-Cox qui généralise encore plus complètement les formulations envisageables.*
- Enfin, il pourrait être intéressant également de faire apparaître à la fois :
 - l'élasticité de la circulation automobile en fonction du taux de motorisation d'une part et du revenu disponible d'autre part (ce qui est clairement indiqué dans l'étude du CREDOC),
 - et également l'élasticité totale au revenu disponible puisque le taux de motorisation est lui-même fonction, dans une certaine mesure, de l'évolution des revenus.

3.22 Trafic routier de poids lourds

- (i) Il peut être nécessaire, pour certaines études routières, comme l'ont montré les diverses études effectuées sur l'Axe Nord, d'être en mesure d'effectuer une prévision du trafic de poids lourds sur l'axe étudié (indépendamment de toute modélisation de l'évolution de la demande globale de transport de marchandises tous modes sur l'axe considéré).

- (ii) Il n'existe pas, à proprement parler, d'équivalent du modèle du CREDOC pour la circulation automobile qui permettrait de prévoir la circulation des PL. En général, ces études sont faites sur chaque axe en fonction de l'évolution des trafics des PL sur l'axe ; à défaut, la circulaire suggère de reprendre le même taux que celui des VL.
- (iii) Pour développer un modèle spécifique de croissance du trafic poids lourds en France, il faudrait tout d'abord constituer une série chronologique suffisante. Or, dans ce domaine, il existe une difficulté fondamentale qui est que le pourcentage de poids lourds sur chaque axe n'est recueilli (par la Direction des Routes et le SETRA) que périodiquement (tous les cinq ans) et non pas chaque année comme le trafic routier total. Il y a donc une difficulté à constituer une série chronologique. Néanmoins, avec les points disponibles, il serait peut-être possible d'interpoler convenablement en utilisant d'autres indicateurs et l'on pourrait alors constituer une série chronologique suffisamment longue du trafic PL.
- (iv) Si cette série chronologique pouvait être élaborée, il serait particulièrement intéressant de la modéliser avec des formulations économétriques classiques et des variables explicatives telles que le PIB, la structure du PIB par branche (dont on a vu, à partir des études de l'OEST, qu'elle jouait un grand rôle), ainsi que d'autres variables à imaginer et à estimer.
- (v) *Il y aura lieu aussi de se poser la question de la segmentation du trafic poids lourds.* En effet, on a vu que le trafic poids lourds était constitué de trois sous-segments qui évoluent actuellement à des taux très différents, à savoir :
- le trafic national,
 - le trafic international,
 - le trafic de transit.

Pour le trafic national, une série spécifique pourrait peut-être être construite avec les enquêtes annuelles régulières de l'OEST concernant le transport routier de marchandises. Pour les deux autres types de trafic, il conviendra de mettre en place un observatoire permettant de les appréhender année par année.

- (vi) Au stade actuel, si l'on disposait d'une série chronologique pour le trafic national d'une part (source OEST) et le trafic total d'autre part (par utilisation des séries chronologiques du SETRA), il serait peut-être possible, par solde (bien que ceci présente un certain risque statistique), de constituer également une série concernant le total du trafic international et du trafic de transit.

3.23 *Analyse spécifique par axe*

La Direction des Routes recommande d'analyser aussi, de façon spécifique, le trafic sur l'axe sur lequel un projet est étudié. Il est clair en effet que la croissance du trafic routier (VL ou PL) n'est pas nécessairement homogène sur tout le territoire. Au contraire, les taux de croissance ont tendance à varier d'un axe à l'autre. Il est donc souhaitable, chaque fois que cela est possible, de recadrer les évolutions pour tenir compte de la spécificité de l'axe sur lequel le projet que l'on considère est censé s'inscrire.

3.3 Demande globale pour les autres modes

Nous traitons en fait ci-dessous de la demande globale de passagers, mais on pourrait transposer certaines de ces recommandations au cas des marchandises.

La SNCF, dans ses prévisions de demande globale pour les TGV (ou pour son plan d'entreprise) effectue des prévisions de demande globale de trafic de passagers qui sont fondées sur une modélisation des séries chronologiques. En pratique, la SNCF effectue ses prévisions mode par mode (mode ferroviaire et mode aérien notamment).

De façon générale, la modélisation du trafic global de passagers sur un axe pourrait se dérouler selon les principes suivants :

(i) Elaborer des séries chronologiques de la demande globale :

- par mode,
- et en disposant, le cas échéant, d'une sous-segmentation complémentaire (ceci n'est pas toujours possible mais est souhaitable), par exemple, au niveau des motifs.

(ii) Effectuer une analyse économétrique des divers segments et sous-segments permettant de relier la croissance de ceux-ci aux variables économétriques classiques que sont :

- le revenu par tête,
- le taux de motorisation,
- certains prix de transport comme le prix du carburant, ou des indices d'évolution des prix par mode,
- *les indices de prix relatifs s'il s'agit de trafic international,*
- ...

(iii) Formulations économétriques.

De la même façon que nous avons suggéré de ne pas se reposer uniquement sur une formulation linéaire ou à élasticité constante pour l'évolution du trafic routier, nous pensons, pour les autres modes, qu'il convient de tester systématiquement plusieurs types de lois, ou d'utiliser les techniques de Box-Cox qui généralisent l'éventail des formulations possibles.

On doit en effet remarquer que, selon le type de loi choisi (par exemple une loi semi-log ou une loi log-log), les écarts d'une prévision à long terme (par exemple de l'ordre de vingt ans) peuvent être considérables. Le choix de la meilleure formulation est donc essentiel dans cette perspective.

3.4 La prévision des matrices origine-destination

Qu'il s'agisse de matrices globales ou de matrices correspondant au trafic relatif à un mode donné, le problème de la prévision des matrices origine-destination est un sujet qui n'est pas toujours traité de façon détaillée comme il serait souhaitable. En effet, l'étude des projets d'infrastructures fait intervenir non seulement la croissance globale du trafic dans la zone considérée (et pour le mode considéré en particulier), mais aussi les déformations futures de la matrice par rapport à la situation actuelle. Cette modification des structures matricielles au cours du temps peut s'étudier selon plusieurs techniques, qui peuvent différer, notamment, selon qu'il s'agit de trafics de passagers ou de trafics de marchandises.

3.41 La prévision des matrices de trafics de passagers

La prévision des matrices de trafics de passagers peut s'obtenir, de façon assez satisfaisante, par une analyse sur la coupe instantanée de l'année de référence. En effet, cette analyse sur coupe instantanée n'est plus alors destinée à prévoir le trafic global, ce qui généralement n'est pas une technique adéquate pour cela. Elle a pour but, le trafic total étant prévu par ailleurs (à l'aide de la modélisation de séries chronologiques), de mettre en évidence l'évolution de la structure des flux O-D à niveau de trafic total constant.

Il existe a priori deux grandes familles de modèles qui sont les suivantes :

- (i) Une première approche repose sur une modélisation explicite, de type gravitaire, prenant pour coefficient d'émission ou d'attraction de chaque zone un certain nombre de paramètres socio-économiques tels que la population totale, la population active, l'emploi, le revenu par tête, le taux de motorisation,...

Dans ces modèles figure au dénominateur une fonction du coût généralisé du transport (par exemple sous la forme du coût généralisé élevé à une certaine puissance), formule qui permettra d'apprécier notamment l'engendrement résultant de la réalisation d'une infrastructure nouvelle (par le biais de la baisse du coût généralisé de transport).

On remarquera que le coût généralisé peut faire intervenir non seulement le coût et le temps, mais aussi par exemple la fréquence ou d'autres paramètres comme le nombre de ruptures de charge (voir à ce sujet les modèles développés par la SNCF).

- (ii) Une autre approche possible est constituée par une estimation implicite de la formulation gravitaire sous la forme $P_{ij} = A_i B_j f(C_{ij})$.

Cette procédure itérative, lorsqu'on dispose de la matrice de l'année de base et des données concernant les coûts de transport entre les zones i et j permet (programme développé par SETEC-ECONOMIE) d'estimer numériquement les fonctions A_i , B_j et $f(C_{ij})$.

Cette procédure est utile en particulier lorsque l'on cherche principalement la fonction $f(C_{ij})$ qui relie le trafic au coût généralisé du transport. En effet, on peut alors ne pas rechercher les paramètres explicatifs des trafics émis par les zones i et j .

De toute façon, si les paramètres A_i (coefficient d'émission), B_j (coefficient d'attraction), et la fonction de coût $f(C_{ij})$ sont numériquement déterminés, il est possible ensuite :

- d'expliciter les coefficients d'émission A_i en fonction des paramètres habituellement retenus pour ce genre de facteur (paramètres cités précédemment : population, revenus par tête,...),

- d'estimer les coefficients d'attraction B_j par des procédures analogues à celles évoquées ci-dessus pour A_i ,
- d'ajuster sur la fonction $f(C_{ij})$ des fonctions de type classique (par exemple loi-puissance ou loi exponentielle).

Lorsque les modèles sont ainsi explicités, on peut alors effectuer une prévision de la matrice si le scénario d'évolution socio-économique est bien défini et fournit les valeurs des paramètres explicatifs pour le futur. Naturellement, ensuite, on recadrera le total du trafic estimé pour la matrice sur la valeur déterminée par ailleurs lors de l'étude de la demande globale à l'aide de la modélisation des séries chronologiques.

3.42 *Prévision des matrices origine-destination de marchandises*

3.421 *Considérations générales*

La prévision des matrices origine-destination de marchandises peut être envisagée selon des procédures analogues à celles décrites précédemment pour les passagers. Néanmoins, il est possible d'utiliser un modèle développé par SETEC-ECONOMIE qui rend mieux compte de l'intégration des flux de marchandises dans le processus de production par le biais des consommations intermédiaires et des consommations finales, de la production ainsi que des importations et des exportations. A priori, cette méthode est bien adaptée pour la prévision des trafics globaux tous modes. Ensuite, pour la prévision des matrices origine-destination par mode, il faudra sous-décomposer la matrice obtenue par des procédures complémentaires.

3.422 *Description d'un modèle de prévision des matrices origine-destination de marchandises*

3.4221 *Principe du modèle*

- (i) Nous traitons ci-dessous brièvement d'un modèle qu'il est possible d'utiliser lorsque l'on se pose la question de prévoir le trafic global de marchandises au niveau national (c'est-à-dire au niveau de l'ensemble d'un pays). *L'un des avantages de ce modèle est de pouvoir prendre en compte les aspects régionaux dans l'évolution des trafics. En pratique, ce modèle permettrait de projeter des matrices de trafic au niveau régional (21 x 21) et par branche et d'inclure aussi dans la projection les trafics engendrés par le commerce extérieur français.*

Ce modèle, conçu par SETEC-ECONOMIE, a déjà été utilisé à plusieurs reprises dans le cadre d'études de plan directeur des transports.

- (ii) Le modèle est fondé sur les relations inter-industrielles qui existent entre les diverses régions ou entre les pays étrangers et les régions françaises (par le biais des importations et des exportations).

Il fait donc appel notamment à la technique des tableaux d'input-output de Léontieff.

Tout modèle de génération des trafics intérieurs de marchandises doit, en effet, pour présenter des garanties de validité suffisantes, respecter les équilibres fondamentaux de l'économie, c'est-à-dire les relations existant entre production, consommation finale, consommation intermédiaire et échanges extérieurs. Le modèle de génération doit aussi être ajusté sur la structure des trafics au cours de l'année de base. Par conséquent, la détermination des trafics futurs de marchandises, au niveau national, doit être fondée :

- *d'une part, sur la mise en oeuvre d'un modèle de projection de l'économie du pays considéré,*
- *d'autre part, sur l'utilisation des flux origine-destination obtenus par une enquête générale de trafic.*

Le modèle mis au point repose sur la projection des agrégats économiques intervenant dans les équations d'équilibre ressources-emplois. Deux catégories de relations sont utilisées : celles exprimant les équilibres par branche de production et celle correspondant à l'équilibre pour l'ensemble de l'économie nationale.

(iii) Le principe du modèle est que les flux origine-destination de marchandises recensés par l'enquête dans la zone d'étude peuvent être examinés sous les deux optiques ressources et emplois.

- Dans l'optique ressources, les marchandises émises par une zone donnée peuvent avoir été :
 - . soit produites dans cette zone,
 - . soit importées dans cette zone, où elles ont alors transité.
- Dans l'optique emplois, les marchandises arrivant dans une zone sont destinées :
 - . soit à la consommation intermédiaire dans une des branches de production,
 - . soit à la consommation finale, privée ou des administrations,
 - . soit à la FBCF ou au stockage,
 - . soit enfin à l'exportation.

On peut ainsi distinguer des zones de production et des zones importatrices - qui correspondent aux origines des produits dans le pays considéré - et d'autre part, des zones de consommation et des zones exportatrices qui correspondent aux destinations de ces mêmes produits dans ce pays.

(iv) La méthode de prévision des trafics consiste alors pour chaque branche de produits :

- à distinguer dans les flux origine-destination issus de l'enquête les parts respectives des différents agrégats intervenant dans l'équilibre ressources-emplois ;
- à projeter ensuite ces agrégats en se fondant sur les projections des équilibres ressources-emplois évoqués au paragraphe (ii).

3.4222 Utilisation du modèle

Les données concernant les trafics de marchandises contenues dans les fichiers SITRAM pourraient permettre d'effectuer une projection des matrices marchandises de département à département par grande catégorie NST ainsi qu'une projection du commerce extérieur français (dans le croisement département x pays).

Cette projection pourrait ensuite être décomposée par mode à partir de modélisations modales et/ou de scénarios, ce qui fournirait dans la situation au « fil de l'eau » (ou de référence) une base de données particulièrement utile pour toutes les études d'infrastructure concernant les marchandises à l'échelle nationale (par exemple l'autoroute ferroviaire Lille/Avignon).

4. AFFECTATION DES TRAFICS DE PASSAGERS

4.1 Affectation des véhicules routiers par itinéraire (modèle Ariane).

Bien que le modèle Ariane soit un modèle unimodal de prévision des trafics routiers par itinéraire, il mérite, compte tenu de sa large diffusion, une description et quelques commentaires.

4.11 Etudes a posteriori

Le SETRA a effectué des études a posteriori de l'application du modèle Ariane pour la prévision des trafics sur les autoroutes. Le document élaboré par le SETRA montre que, en général, la prévision pour les diverses autoroutes qui ont été étudiées est assez fiable.

Autoroute par autoroute, il existe naturellement des écarts parfois assez importants, mais qui ne paraissent pas de nature à remettre en cause le modèle utilisé.

Nous abordons dans les paragraphes suivants quelques points spécifiques concernant le modèle Ariane qui seraient, nous semble-t-il, susceptibles de développements ou qui justifieraient des modifications.

4.12 Problème de la croissance des trafics sur les routes et sur les autoroutes fournie par le modèle Ariane

Ce problème se pose avec acuité dans le modèle Ariane. En effet, si l'on affecte les matrices de trafics routiers sur les réseaux avec le modèle, pour un ou plusieurs horizons, on trouve généralement des taux de croissance relativement voisins pour les trafics routier et autoroutier. Or, on sait que ces taux de croissance sont manifestement différents.

La solution à ce problème serait, nous semble-t-il, de faire évoluer au cours de la période de prévision (c'est-à-dire entre l'année de référence de la circulaire et les années horizons de l'étude) deux des paramètres importants du modèle Ariane, à savoir :

- les bonus autoroutiers (ou les malus routiers, ce qui est équivalent),
- les valeurs du temps des véhicules (voitures particulières et également poids lourds).

Il est très probable en effet que ces valeurs du temps ne sont pas fixes, c'est-à-dire qu'elles évoluent en termes réels.

Ainsi, par exemple, la SNCF pense avoir démontré dans le cadre de ses études TGV que, la valeur du temps des passagers, en termes réels, évoluait comme le revenu par tête. On a toutes raisons de penser que ceci est également le cas pour les valeurs du temps à attribuer aux automobilistes. On peut également se poser la question de l'évolution des valeurs du temps des poids lourds qui devraient également, nous semble-t-il, croître dans le temps en termes réels.

Si la circulaire de la Direction des Routes proposait une telle évolution des valeurs du temps (et une évolution également des bonus autoroutiers), le modèle Ariane fournirait tout naturellement des taux de croissance des trafics sur routes et sur autoroutes nettement différenciés, ce qui rejoindrait l'observation courante effectuée au cours des dernières années.

4.13 Loi d'affectation des trafics par itinéraire (loi d'Abraham)

Actuellement, le modèle Ariane utilise un exposant -10 comme élasticité des trafics par rapport aux coûts généralisés sur deux itinéraires concurrents.

Les études que nous avons été amenés à réaliser sembleraient suggérer que :

- cette élasticité de -10 est effectivement un ordre de grandeur vraisemblable pour les affectations sur les itinéraires reliant un même couple O-D.
- *cet exposant est peut-être trop élevé en valeur absolue pour les affectations sur les différentes branches d'un élément. Il nous semble qu'une valeur de l'ordre de -3 à -5 serait plus conforme à l'observation.*

Le point qui précède (élasticité dans les éléments) est aussi suggéré par les applications que l'on peut faire du modèle Ariane pour des ouvrages à péage (pont ou tunnel). Pour de tels ouvrages, l'utilisation de l'élasticité -10 dans l'élément comportant l'ouvrage, conduit à des estimations des trafics en fonction du péage dont l'élasticité au péage paraît trop élevée.

4.14 Codification automatique du réseau

Enfin, le modèle Ariane implique la codification manuelle du réseau. Il s'agit là d'un travail considérable pour chaque étude routière. D'autre part, la façon dont le projeteur codifie le réseau n'est pas totalement neutre sur les résultats obtenus.

Une procédure de codification automatique permettrait d'éviter le problème mentionné précédemment. Notons d'ailleurs à ce sujet que tous les logiciels d'affectation en site urbain utilisent une procédure automatique de constitution des itinéraires.

En fait, l'élaboration automatique des itinéraires est un problème très difficile dans la logique Ariane qui introduit également la notion d'élément, mais il semble néanmoins que ce problème puisse être résolu.

4.15 L'ajout des reports modaux à la procédure Ariane

En pratique, si l'on pense qu'un projet routier (une autoroute par exemple) est susceptible de capter du trafic en provenance d'un autre mode (ferroviaire par exemple), on n'a d'autre possibilité, dans le cadre de l'utilisation d'Ariane, que d'estimer ce trafic par ailleurs (par exemple par un modèle de répartition modale type TRIP ou MATISSE pour les passagers) et de l'ajouter aux trafics déjà estimés par Ariane en ce qui concerne le report du trafic routier en provenance d'itinéraires concurrents du projet étudié.

Cette procédure est un peu primaire et peu satisfaisante sur le plan méthodologique, mais compte tenu du niveau généralement limité des reports modaux (par rapport au trafic routier reporté d'autres itinéraires), nous ne pensons pas qu'elle soit source d'erreurs importantes. Encore faut-il disposer, pour la mettre en oeuvre, d'un bon modèle de report modal.

4.16 Autres approches possibles dans le cas des autoroutes à péage

Dans les problèmes d'affectation entre itinéraires sans péage, l'approche d'Ariane est certainement bien adaptée. Dans le cas où l'on étudie la concurrence entre le réseau national et une autoroute à péage, le fait d'assimiler le péage à un élément parmi d'autres du coût généralisé du déplacement est un peu « réducteur ». En effet, on ne peut tout à fait mettre sur le même plan le péage d'une part, les coûts d'exploitation des véhicules d'autre part et les éléments non purement monétaires que sont les gains de temps et le bonus autoroutier.

Dans le contexte décrit précédemment, les enquêtes de préférences déclarées modélisées à l'aide de formulations logit peuvent donner d'utiles enseignements et des moyens alternatifs d'estimer les trafics et les recettes de l'autoroute. Cette méthodologie, qui a été utilisée récemment par SETEC-ECONOMIE, permet également de prendre en compte l'influence de la longueur totale du trajet sur le niveau d'affectation des trafics à l'autoroute toutes choses égales d'ailleurs.

4.2 Affectation modale des passagers entre l'avion, le mode ferroviaire et le mode routier

4.21 Contexte et objectif des modèles d'affectation modale de passagers

Les modèles considérés dans ce paragraphe sont ceux qui permettent d'affecter une demande globale par mode sur un axe ou dans une zone donnée. En pratique, c'est typiquement le genre de modèle que la SNCF a développé pour estimer le trafic de passagers de ses nouveaux services TGV, ou celui développé par l'INRETS sous le nom de MATISSE.

C'est aussi le type de modèle qui a été développé pour estimer l'ensemble des reports modaux résultant de la mise en service du tunnel sous la Manche (modèle développé par SETEC-ECONOMIE).

Pour revenir au modèle de la SNCF pour les études de TGV, les études analysées par SETEC-ECONOMIE ont montré que :

- ces modèles semblaient bien calés sur les observations maintenant disponibles (TGV Sud-Est et TGV Atlantique),
- ces modèles étaient intégrés à un programme d'exploitation des rames TGV, ce qui permet de lier l'offre de transport et la réponse de la demande à cette offre d'une façon détaillée. Ceci est un atout considérable des modèles de la SNCF.

Nous indiquons ci-dessous quelques directions dans lesquelles ces modèles pourraient être encore développés ou affinés.

4.22 Problèmes concernant les données routières et l'affectation du trafic routier aux TGV

Le modèle SNCF général traite en fait simultanément :

- de l'engendrement de trafic,
- du report modal routier (nota : La SNCF utilise aussi dans certains cas des modèles plus détaillés, fonctionnant sur des données d'enquêtes dans l'aire d'étude, et qui permettent dans ce cas d'étudier plus finement les reports modaux. Néanmoins, nous n'avons pas eu à connaître de ces modèles sur l'Axe Nord).

Le problème rencontré en France lors des études d'affectation modale de passagers est le manque de données concernant le mode routier. En effet, en général, lorsque la SNCF effectue des études liées à la grande vitesse, elle ne dispose pas de données très détaillées concernant les trafics routiers de voitures particulières (par couple origine-destination et par motif éventuellement) qui pourraient être détournés vers le train dans l'hypothèse de l'amélioration des services ferroviaires, et surtout dans l'hypothèse de la création d'un nouveau TGV.

C'est ce manque de données routières qui explique les modalités généralement utilisées par la SNCF pour prévoir les trafics détournés de la route et s'affectant sur ses TGV.

4.23 Suggestion méthodologique

Il serait souhaitable d'être en mesure de scinder le modèle gravitaire *en ses deux composantes principales*, à savoir :

- le trafic détourné du mode routier,
- le trafic engendré.

Comme indiqué au paragraphe précédent, ceci ne pourra être réalisé que dans l'hypothèse où les données relatives au mode routier dans l'aire d'étude seront suffisamment bien connues (*ce*

qui renforce l'intérêt des propositions faites au début de cette note en ce qui concerne le développement d'une base de données comportant des matrices O-D de passagers au niveau départemental).

4.24 Mode autocars

Actuellement, il n'existe pratiquement pas en France de ligne régulière d'autocars, au moins en trafic intérieur. Néanmoins, ce mode existe sur les trajets internationaux d'une part, et d'autre part ce mode pourrait également se développer en France, si les recommandations de la Commission de Bruxelles concernant la libéralisation des transports sont suivies d'effets.

Il y aura donc lieu de se préoccuper aussi, à l'avenir, de la concurrence avec le mode autocar.

C'est donc en fait une affectation quadrimodale qui devra être envisagée dans le cas le plus général entre :

- la voie aérienne,
- la voie ferroviaire,
- le mode VP,
- le mode autocar.

4.25 Recours à la modélisation "désagrégée"

La modélisation "désagrégée" signifie que les modèles fonctionnent sur des variables discrètes. En d'autres termes, on ne cherche plus à prévoir le trafic modal en tant que part du trafic total sur chaque couple origine-destination. On dispose au contraire d'un échantillon de voyageurs et l'on cherche à affecter, en probabilité en général (*option méthodologique à notre avis très préférable à une affectation par tout ou rien, même dans les modèles désagrégés*), ces voyageurs sur les divers modes possibles compte-tenu des attributs de chacun de ces modes. Ces modèles permettent en particulier de tenir compte dans l'affectation des caractéristiques particulières des usagers (c'est-à-dire des variables socio-économiques qui correspondent à chaque usager modélisé).

Ces modèles offrent également l'avantage que les coûts et les temps de transport (éventuellement) peuvent être estimés au niveau de l'individu et non plus seulement au niveau global. Ils permettent aussi d'exclure du mode routier certains individus qui ne disposent pas de voiture particulière et ne devraient en aucun cas être affectés au mode VP.

Dans le même ordre d'idées, les usagers, en trafic intérieur français, disposent assez souvent de réductions sur les parcours ferroviaires pour des raisons diverses (âge (carte vermeil), famille nombreuse, abonnement,...). Les modèles désagrégés permettent, au moins en principe, d'en tenir compte car ils font intervenir les caractéristiques de chaque usager dans l'estimation du prix qu'il doit acquitter sur chaque mode. Il est possible en effet d'estimer, au niveau individuel, les prix que l'utilisateur devrait acquitter sur chacun des modes s'il les utilisait sur l'axe, non seulement pour le mode que l'individu a effectivement utilisé dans l'échantillon qui sert à la modélisation, mais également pour les modes que l'individu aurait pu utiliser, mais sur lesquels il ne s'est pas effectivement affecté lorsque l'enquête a été effectuée.

Les modèles désagrégés offrent donc la possibilité de prendre en compte de multiples facteurs, aussi bien en ce qui concerne l'offre de transport que les caractéristiques socio-économiques des usagers potentiels. De ce point de vue, ce type de modèle constitue une avancée considérable par rapport aux modèles macroéconomiques classiques. En particulier, ces modèles sont bien adaptés à la modélisation des affectations modales de passagers. Leur utilisation, de préférence à des modèles agrégés, dépendra surtout de la nature et de la qualité des données disponibles pour effectuer la modélisation et la prévision.

4.26 Forme des modèles

La forme des modèles, c'est-à-dire la loi d'affectation, est naturellement importante. Néanmoins ceci n'est peut-être pas le facteur primordial des affectations modales de passagers.

En pratique, il existe trois grandes catégories de formulations des affectations possibles (si l'on omet les affectations par tout ou rien qui sont peu recommandables) :

- les formulations par des fonctions puissance (type loi d'Abraham) qui sont fréquemment jumelées avec ce qu'on appelle des modèles prix-temps (ou Probit),
- les modèles Logit linéaires (qui font appel à des fonctions exponentielles et dans lesquelles on introduit une utilité qui est l'équivalent du prix généralisé pour les modèles prix-temps),
- les modèles Logit non linéaires qui généralisent les précédents (et qui font appel aux techniques de Box-Cox).

Ces divers modèles sont bien adaptés aux modélisations sur des variables discrètes à partir d'un échantillon d'usagers potentiels sur l'axe considéré. Ils fournissent en sortie, de façon automatique, les reports modaux.

4.27 Utilisation des techniques de préférences déclarées

- (i) Les techniques de préférences déclarées ont été développées dans les pays anglo-saxons depuis quelques années. En pratique, ces techniques font appel à des enquêtes (dites de "stated preference"). Ces enquêtes comportent ce qu'on appelle des "jeux", construits selon certains principes (carrés latins ou gréco-latins) permettant d'assurer une certaine orthogonalité des variables étudiées dans l'échantillon.
- (ii) Les jeux consistent à placer l'individu en situation de choix en lui indiquant les caractéristiques d'un trajet par des modes conventionnels et les caractéristiques du trajet par le mode que l'on étudie. Ces caractéristiques sont les variables classiques : prix du voyage, durée du voyage, fréquence, et d'autres que l'on peut aussi introduire éventuellement (ce qui permet d'étendre le champ des variables explicatives)...
- (iii) L'un des avantages de ces techniques est de fournir ce qu'on appelle les "constantes modales" qui sont en fait une estimation du bonus ou du malus du projet étudié. Il est clair que, a priori, une telle estimation est intéressante dans la mesure où il n'est pas toujours évident que l'on peut faire abstraction d'une telle variable. Et s'agissant de modes de transport assez nouveaux (par opposition aux autoroutes qui constituent un mode traditionnel et bien connu pour lequel une estimation du bonus autoroutier a été

possible), la détermination d'un bonus ou d'un malus, notamment pour l'affectation des usagers à court terme, pose un problème difficile auquel les techniques de préférences déclarées apportent, au moins en principe, une solution.

- (iv) *Il convient toutefois d'utiliser ces techniques avec précaution. En effet, les estimations des constantes modales auxquelles ces techniques conduisent peuvent, dans certains cas, s'avérer peu vraisemblables. Il est donc nécessaire de faire preuve de jugement dans l'utilisation des techniques de préférences déclarées, comme en fait dans l'utilisation de tous les types de modèles, quel que soit leur degré de sophistication. Ceci ne signifie pas, a contrario, que les nouvelles méthodes disponibles ne comportent pas de nombreux aspects positifs et leur utilisation devrait selon nous être systématiquement envisagée pour les modes de transport que l'on peut considérer comme réellement nouveaux.*

5. AFFECTATIONS MODALES DES TRAFICS DE MARCHANDISES

5.1 Affectation des poids lourds sur un réseau routier

Pour cela, on se reportera à ce qui a été dit précédemment concernant le modèle Ariane. On notera brièvement quelques points particuliers au trafic de poids lourds :

- (i) Il paraît nécessaire de procéder à l'estimation de bonus autoroutiers pour les PL (il semblerait qu'il n'existe pas dans le modèle Ariane de bonus pour cette catégorie de véhicules).
- (ii) Le bonus autoroutier pour les PL est sans doute fonction de la longueur du trajet. Mais introduire une relation de ce type serait de nature à remettre en cause le principe même du fonctionnement d'Ariane. Il n'est donc pas certain qu'il faille s'engager dans cette voie dans le contexte du modèle Ariane.
- (iii) Le bonus autoroutier est peut-être également fonction du type de trafic (national, international ou transit). Néanmoins ici encore, ceci pose des problèmes pour la mise en oeuvre dans le cadre du modèle Ariane, sauf si l'on disposait de matrices spécifiques pour chacun des trois sous-segments de trafic PL, ce qui sera rarement le cas. *Ici encore, on retrouve donc la nécessité d'affiner les bases statistiques disponibles pour la modélisation et la prévision dans le domaine des transports.*

5.2 Affectation modale des trafics de marchandises

Dans l'analyse des études de l'Axe Nord que nous avons effectuée, et pour le trafic intérieur, on a pu constater qu'il existait peu de modèles d'affectation modale des trafics de marchandises. En pratique, le seul modèle que nous avons trouvé est celui de l'étude Seine-Nord. Néanmoins, ce modèle appelle un certain nombre de réserves.

5.21 Développement d'un modèle d'affectation modale des marchandises

Il s'agit naturellement d'un modèle qui concernerait principalement ce qu'on appelle les lots unitaires (c'est-à-dire des trafics pouvant circuler en conteneurs, en caisses mobiles, ou par camion ou wagon complet), par opposition aux trafics de vrac dont l'affectation modale relève de techniques différentes (mais pour lesquels on pourrait aussi envisager une modélisation).

Le modèle pourrait être en fait un peu analogue au modèle Ariane pour les affectations des trafics routiers par itinéraire. En d'autres termes, certains itinéraires reliant les origines et destinations de la matrice correspondraient à un mode particulier (par exemple le mode routier ou le mode combiné, ou encore éventuellement le mode ferroviaire de bout en bout pour les clients qui sont embranchés).

Plusieurs itinéraires pour chacun des modes pourraient être envisagés, notamment pour le mode routier (par exemple : itinéraire autoroutier ou voie routière). SETEC-ECONOMIE a développé un tel modèle à plusieurs reprises (Prévisions de trafic du tunnel sous la Manche ou d'un lien fixe à travers le Détroit de Gibraltar par exemple).

5.22 Estimation d'une loi de répartition

La loi de répartition modale ou par itinéraire pourrait être fondée sur un principe analogue au modèle Ariane (loi d'Abraham). Toutefois, l'exposant doit être considéré comme l'un des paramètres du modèle et non pas fixé à une valeur a priori (par exemple -10).

Le modèle comporterait d'autres paramètres parmi lesquels :

- la valeur du temps des marchandises,
- des fonctions permettant de calculer les prix de transport selon les modes (en tenant compte notamment des ruptures de charges pour le transport combiné),
- éventuellement des facteurs de calage complémentaires qui seraient en quelque sorte des constantes modales (le transport combiné, compte tenu de son niveau actuel de développement, alors que ses prix sont assez compétitifs, devant naturellement être affecté d'une constante modale, le transport ferroviaire entre embranchements également).

5.23 Fonctionnement du modèle

Le modèle devrait en principe fonctionner simultanément en affectation par itinéraire et affectation modale. C'est de cette manière que fonctionne le modèle de prévision des trafics d'Eurotunnel (évoqué au paragraphe précédent et développé par SETEC-ECONOMIE) qui affecte simultanément les trafics au mode routier, au mode ferroviaire, et aux divers itinéraires de franchissement de la Manche. Précisons d'ailleurs, dans ce cas, que l'affectation modale se fait séparément sur le Continent et en Grande-Bretagne, ce qui est indispensable compte tenu du faible développement du transport ferroviaire de marchandises du côté britannique.

6. SCENARIOS DE PREVISION

- (i) *Les scénarios de prévision ont une importance fondamentale pour la planification des transports en France. C'est naturellement au Ministère des Transports qu'il appartient de fixer les scénarios de prévision, sans doute en liaison avec d'autres organismes tels que le Plan.*
- (ii) Les scénarios de prévision devraient permettre de fournir les valeurs à considérer à moyen et long termes pour les principaux déterminants de la demande globale de transport et de son affectation. En particulier, les variables qui pourraient constituer le cadre des scénarios seraient :
- l'évolution du produit intérieur brut en France,
 - l'évolution de la population en France,
 - l'évolution du revenu par tête (ou du revenu disponible des ménages) en France,
 - l'évolution du prix du carburant en France,
 - un indicateur de la croissance économique dans les autres pays européens (PIB par exemple).
- (iii) En matière d'affectation modale, il serait utile que le scénario de prévision indique également, pour les transports de passagers et les transports de marchandises séparément, l'évolution probable, en termes réels, des prix moyens de transport sur chaque mode :
- mode aérien (pour les passagers),
 - mode routier,
 - mode ferroviaire,
 - voie d'eau (pour les transports de marchandises).
- (iv) Enfin, il serait souhaitable que l'Administration propose à la fois un scénario central (qui serait considéré comme le plus probable), et deux scénarios encadrant le scénario central (l'un vers le haut, l'autre vers le bas).

Il serait ainsi possible, lorsque des études sont faites sur des projets particuliers, de recadrer les prévisions effectuées, dans l'hypothèse où l'évolution économique n'est pas, au cours des premières années de la prévision, exactement conforme à celle prévue dans le scénario central.

7. CONCLUSION

En conclusion de cette revue assez générale des problèmes de modélisation, nous ferons plusieurs recommandations.

- (i) Améliorer et compléter les bases de données. En effet, bien qu'il existe en France d'importantes bases de données en matière de transport, les données qui sont véritablement nécessaires pour les problèmes de modélisation ne sont pas toujours disponibles. De façon générale, nous pensons qu'il serait souhaitable de développer des bases de données, orientées spécifiquement vers les besoins de modélisation, qui recouvriraient deux aspects :
 - *les séries chronologiques* d'évolution des trafics par mode sur des périodes aussi longues que possible, et même en reconstituant les chiffres pour des années assez anciennes pour lesquelles ils ne seraient pas immédiatement disponibles,
 - *les matrices de flux de trafic passagers* entre zones d'origine et de destination aux niveaux régional et départemental, selon des procédures à définir pour chacun des modes de transport.
- (ii) Valider tous les modèles par des tests. Les modèles de trafic (demande globale ou affectation) doivent *systématiquement faire l'objet d'un ajustement sur la situation de référence pour être crédibles*. Si les paramètres généraux des modèles ne permettent pas de reconstituer convenablement la structure modale ou la structure par itinéraire connue pour l'année de référence, il faut les modifier pour aboutir à un ajustement satisfaisant. Dans certaines études de l'Axe Nord que nous avons analysées, cet ajustement n'a pas été effectué. Dans le même ordre d'idées, la validité des ajustements économétriques ne peut être appréciée qu'à la lumière des tests économétriques classiques (t de Student, coefficients de corrélation R et $Rbar$, valeur de Fisher F et degrés de liberté correspondants).
- (iii) Généraliser les études de demande globale à l'occasion de chaque étude de faisabilité des infrastructures de transport en adoptant généralement une démarche en deux temps fondée sur :
 - *la mise au point d'un modèle de croissance* (ou l'utilisation de modèles proposés par le Ministère des Transports (exemple : prévision du trafic routier de voitures particulières actuellement)), ces modèles de croissances reposant sur l'analyse de séries chronologiques ;
 - *l'ajustement de modèles de répartition* des flux par couple origine-destination fondés sur des modélisations de type gravitaire, implicite ou explicite comme indiqué précédemment dans cette note.
- (iv) *Développer des scénarios suffisamment explicites de prévision de la demande globale*, c'est-à-dire fixant sans ambiguïté :
 - le contexte macroéconomique dans lequel vont s'insérer les prévisions à moyen et long termes,

- le contexte spatial en ce qui concerne les évolutions démographique et socio-économique au niveau des zones.
- (v) *Préciser également les scénarios d'affectation modale*, c'est-à-dire les caractéristiques de l'offre de transport sur chacun des modes en concurrence dans les diverses situations « projets ».
- (vi) *Développer des modèles d'affectation modale* dans les situations où il existe actuellement des lacunes à cet égard, par exemple :
- affectation des passagers entre la voiture particulière et l'utilisation des trains rapides, ou encore modèles d'affectation modale des marchandises générales selon les principaux modes (routier, ferroviaire, transport combiné),
 - ou encore affectation modale lorsque la voie d'eau est l'un des modes envisageables (affectation entre le mode routier, le mode ferroviaire et la voie d'eau).
- (vii) *Faire appel plus fréquemment aux enquêtes de préférences déclarées et aux modélisations logit de ces enquêtes*, en particulier lorsqu'on a à traiter de modes ayant un caractère reconnu « de nouveauté ». Ceci en vue de mieux estimer les principaux paramètres de l'affectation que sont les valeurs du temps des usagers et les bonus attribués aux modes nouveaux.
- (viii) *Attacher plus d'importance au phénomène de la montée en charge des trafics*, notamment pour les infrastructures à péages. Développer pour cela les recherches dans deux directions :
- les analyses rétrospectives sur des ouvrages ayant été mis en service dans le passé,
 - les modèles de développement des marchés (s'apparentant aux modèles concernant les taux de pénétration des produits nouveaux sur un marché) pour mieux apprécier la vitesse à laquelle les trafics atteindront leur « régime de croisière » (c'est-à-dire le niveau stabilisé pour lequel les modèles d'affectation traditionnels doivent fournir la bonne réponse), et être en mesure de prendre en compte les principaux déterminants de la montée en charge (parmi lesquels, pour les ouvrages à péages, figure l'ensemble des facteurs incitatifs traditionnels de la demande).
- (ix) Enfin, sans aller dans le détail des analyses coût/avantage (c'est-à-dire des bilans économiques) qui n'entraient pas dans le cadre de cette présente note, il paraît important de souligner que les surplus des usagers, qui constituent une part importante des avantages économiques de tout nouveau projet, dépendent des lois de demande. *Il est donc souhaitable d'assurer une bonne cohérence entre la formulation des surplus et les lois d'affectation et de génération qui ont été effectivement utilisées lors de la modélisation.*

L'UTILISATION DU MODÈLE M.A.T.I.S.S.E. POUR LES TESTS DE SENSIBILITÉ (Olivier MORELLET, INRETS)

Développé par l'INRETS, le modèle M.A.T.I.S.S.E.¹ permet d'estimer comment réagit la demande de transport à une modification du contexte économique général ou de l'offre plurimodale de transport.

La vocation première du modèle est de produire les résultats de trafic et de recettes nécessaires à l'évaluation d'un projet de transport ou, plus généralement, de mesures de politique des transports (notamment au plan tarifaire).

Mais, dans le cadre de l'étude du projet ou de la politique considérée, on peut bien-sûr utiliser le même modèle pour faire ce que l'on appelle couramment des "tests de sensibilité", qui reviennent à estimer dans quelle mesure le résultat de l'évaluation peut varier en fonction de modifications marginales apportées aux hypothèses de l'étude.

On trouve un exemple de tests de sensibilité réalisés avec M.A.T.I.S.S.E. (ainsi qu'avec le modèle d'INTRAPLAN, bureau d'étude allemand associé à l'INRETS pour l'occasion) dans l'étude "Trafic et rentabilité du réseau ouest-européen de trains à grande vitesse", réalisée pour le compte de la Communauté des Chemins de Fer Européens et de la Commission des Communautés Européennes.

Dans cette étude, différentes variantes d'extension du réseau de trains à grande vitesse en Europe de l'Ouest sont évaluées à l'horizon 2010 par rapport à une situation de référence qui, pour l'Europe de l'Ouest, est très proche de la situation réelle de 1988 pour ce qui concerne l'offre ferroviaire.

¹ Modèle d'Analyse du Transport Interrégional pour des Scénarios de Services en Europe

L'évaluation est faite dans un premier temps dans le cadre d'un scénario que nous dirons "de base", puis dans quatre autres scénarios dérivés marginalement du premier en modifiant certaines hypothèses de contexte économique ou d'offre générale de transport :

- (i) Dans le scénario de base, l'élasticité moyenne de la mobilité au P.I.B. est supposée rester approximativement à son niveau de 1988 jusqu'à l'horizon 2010 et "l'effet-frontière" décroître plus vite que ce qui a été observé dans le passé. On admet que les tarifs aériens restent au même niveau qu'en 1988. Les conditions d'usage de la voiture particulière se dégradent (baisse des vitesses de 5 % à infrastructure inchangée, accroissement de 10 % du coût kilométrique moyen d'usage de la voiture, augmentation des contraintes de pénétration et de sortie des agglomérations sous la forme d'un supplément de 10 mn en termes de temps et de 2 ECU 1988 en termes de prix). Enfin, les différents tarifs ferroviaires des pays de la C.C.F.E. se rapprochent et le tarif entre deux gares est supposé d'autant plus fort que la qualité de service (vitesse, confort) offerte par les trains est bonne sur la liaison considérée.
- (ii) Le deuxième scénario (ou premier test de sensibilité) est dérivé du scénario de base en supposant que les tarifs aériens baissent de 10 % par rapport à leur niveau de 1988.
- (iii) Le troisième scénario est dérivé du scénario de base en supposant que les conditions d'usage de la voiture particulière restent celles de 1988.
- (iv) Le quatrième scénario est dérivé du scénario de base en supposant que les tarifs ferroviaires restent ceux de 1988.
- (v) Le cinquième scénario est dérivé du scénario de base en supposant que l'élasticité de la mobilité au P.I.B. diminue sensiblement d'ici 2010 et que "l'effet-frontière" ne décroît pas plus vite que ce qui a été observé dans le passé.

Le tableau ci-après récapitule les résultats obtenus en termes de voyageurs x kilomètres pour le trafic de chaque moyen de transport (ou d'ECU 1988 pour les recettes ferroviaires), selon que le réseau de trains à grande vitesse est ou non réalisé. Le réseau considéré ici est celui qui correspond à la variante d'extension maximale envisagée dans l'étude.

On indique également l'écart de trafic (ou de recettes) entre les situations avec réseau à grande vitesse et sans réseau à grande vitesse, les deux situations étant considérées dans le cadre du même scénario.

On mentionne enfin la rentabilité financière de la réalisation du réseau à grande vitesse pour les compagnies de chemin de fer.

état de l'offre	voiture particulière (milliards de voy x km)	train (milliards de voy x km)	(recettes ferroviaires) (milliards d'ECU 88)	avion (milliards de voy x km)	total (milliards de voy x km)
scénario de base (taux de rentabilité interne du réseau G.V. = 6,4 %)					
sans G.V.	934	197	(13,2)	284	1415
avec G.V.	877	339	(26,5)	239	1456
variation	- 57	+ 142	(+ 13,3)	- 45	+ 41
scénario de baisse des tarifs aériens (taux de rentabilité interne du réseau G.V. = 6,2 %)					
sans G.V.	924	192	(12,8)	306	1422
avec G.V.	871	330	(25,8)	260	1461
variation	- 53	+ 138	(+ 13,0)	- 46	+ 39
scénario de non dégradation des conditions d'usage de la voiture particulière (taux de rentabilité interne du réseau G.V. = 6,1 %)					
sans G.V.	1065	179	(11,9)	280	1524
avec G.V.	1005	319	(24,8)	238	1562
variation	- 60	+ 140	(+ 12,9)	- 42	+ 38
scénario d'absence de lien entre tarif et qualité de service ferroviaire (taux de rentabilité interne du réseau G.V. = 4,3 %)					
sans G.V.	939	191	(12,2)	286	1416
avec G.V.	871	374	(23,4)	239	1484
variation	- 68	+ 183	(+ 11,2)	- 47	+ 68
scénario de croissance moins forte de la mobilité (taux de rentabilité interne du réseau G.V. = 5,8 %)					
sans G.V.	816	188	(12,7)	235	1239
avec G.V.	765	315	(24,7)	196	1276
variation	- 51	+ 127	(+ 12,0)	- 39	+ 37

**Effet de la réalisation du réseau de trains à grande vitesse (G.V.)
sur le trafic à longue distance en Europe de l'Ouest à l'horizon 2010,
dans différents scénarios de contexte économique ou d'offre générale de transport**
(Pour la définition détaillée des scénarios et du champ couvert, se reporter au document : "Trafic et rentabilité du réseau ouest-européen de trains à grande vitesse", Étude réalisée pour le compte de la C.C.F.E. et de la C.C.E., INTRAPLAN - INRETS, décembre 1993)

Il apparaît que les variables caractérisant le contexte économique ou l'offre des moyens de transport concurrents du train ont assez peu d'influence sur la rentabilité financière du réseau à grande vitesse. En revanche, le choix de la politique de tarification des trains à grande vitesse est déterminant pour la rentabilité de ces derniers.

De la même façon, le dispositif d'application de M.A.T.I.S.S.E. prévu dans le cadre de la convention O.E.S.T. - INRETS pour le cas du réseau de transport interrégional français permet de procéder à une très grande variété de modifications marginales des caractéristiques des projets, de la politique générale de transport ou du contexte socio-économique.

Au plan méthodologique, ces tests sont menés avec les mêmes équations et sur la base des mêmes matrices de trafic origine-destination que celles qui servent à l'estimation du trafic et des recettes pour le projet et le scénario de base. Ce qui présente un double avantage :

- (i) Il y a totale cohérence entre résultats de base et résultats de sensibilité.
- (ii) Les calculs de sensibilité sont traités à l'échelle des différentes relations origine-destination, avec des élasticités qui sont propres à chacune d'elles et varient selon différents facteurs, tels la distance origine-destination, le contexte de concurrence plurimodale, la structure en motifs de déplacement, etc.

Atelier sur les études de sensibilité et les données intermodales nécessaires aux projeteurs.

Compte rendu des débats.

I - Introduction

Le présent compte rendu fait une synthèse des idées échangées sur trois thèmes complémentaires : maîtrise des modèles et des données, études de sensibilité, et présentation des résultats. Il regroupe dans une conclusion les propositions opérationnelles de l'atelier.

S'exprimant très librement, les participants ont balancé entre la recherche d'une plus grande sophistication des analyses et un réalisme qui les conduisait finalement à des propositions très mesurées, en accord avec les conclusions du rapport Boiteux. Ces conclusions, qui ont donc été bien accueillies, peuvent être résumées ainsi :

- les données intermodales nécessaires à toutes les évaluations devraient :
 - avoir en commun un cadrage macro-économique global (PIB, revenu disponible brut des ménages...), et l'évolution prévisible des prix des carburants et des prix des transports ferroviaire, aérien, collectif urbain ;
 - prendre en compte la concurrence intermodale et donc les conditions d'offre (infrastructures, qualité et niveau de service, tarification) ;
- Il faudrait aussi procéder à des études de sensibilité aux hypothèses pour repérer les marges de sécurité offertes aux décideurs et déterminer les facteurs les plus sensibles vis à vis de l'investissement.

III - Maîtrise des modèles et des données

Le besoin s'est d'abord fait sentir de bien séparer les données contextuelles ou de politique des transports de celles qui relèvent effectivement des opérateurs et de l'observation de leur domaine d'action.

Pour les premières, il faut que le ministère définisse un cadrage global ou des scénarios communs à tous les modes, en tenant compte des contraintes internationales.

.../...

Cet objectif est en passe d'être atteint pour les évolutions macro-économiques, mais plus problématique en ce qui concerne, par exemple, la tarification. Celle-ci dépend non seulement des modifications de la réglementation ou du taux de taxes comme la TIPP, mais aussi de la stratégie des opérateurs et de leur réactivité qui est particulièrement forte dans le transport aérien pour lequel des prévisions à long terme ne peuvent être avancées.

Des travaux récents ont par ailleurs chiffré l'impact sur le coût du transport routier d'un meilleur respect de la réglementation et d'un passage de 40 à 44 tonnes du poids total en charge autorisé.

Au niveau des opérateurs et de l'observation, des progrès sont nécessaires pour que les données existantes soient partagées par tous, et donc pour surmonter les confidentialités d'ordre commercial.

Une étape importante, et qui ne paraît pas hors d'atteinte, consisterait à produire des matrices de flux de trafic par origine-destination compatibles entre modes.

La finesse et la pertinence des données disponibles conditionne largement celle des modèles de prévision ou d'affectation des trafics. De nombreux perfectionnements ont été envisagés : meilleure prise en compte des fluctuations horaires et annuelles, valeurs du temps liées aux segments de marché, lois d'affectation adaptées aux configurations locales.

Les débats ont montré qu'il faudrait rechercher un équilibre entre des ambitions, à priori légitimes, et le coût des études, la lisibilité ou la comparabilité des résultats. C'est ce qui a été fait dans le domaine routier où pour ces trois raisons des valeurs moyennes ont été préférées pour la valeur du temps et l'élasticité des trafics aux coûts alors que des études anciennes avaient montré que la première dépend de la longueur des parcours et la seconde des infrastructures mises en concurrence.

Il convient en outre de retenir que les études sont affinées pour tous les modes au fur et à mesure que les projets se précisent et qu'il faut donc se garder d'attendre un même degré de précision dans les phases d'étude amont et aval.

Enfin, l'atelier a considéré que le choix des modèles revient aux opérateurs qui doivent néanmoins produire des résultats comparables d'un mode à l'autre, et pour un même mode d'une infrastructure à l'autre. Ce libre choix n'est acceptable que si la transparence des démarches suivies est bonne et si les tutelles se dotent d'une capacité d'audit.

.../...

III - Sensibilité aux hypothèses

Les études de sensibilité sont menées très régulièrement par les opérateurs ou les tutelles. Les études récentes concernaient par exemple :

- l'autoroute ferroviaire pour laquelle ont été explorés des scénarios de croissance économique, de tarification du service, d'évolution des coûts et des prix routiers ;
- le TGV, avec le modèle MATISSE qui retenait des jeux d'hypothèses sur le prix, la vitesse, le coût d'utilisation et la réglementation pour les trois modes concurrents - air, fer, route ;
- Les autoroutes A7 et A9, avec l'évaluation de l'incidence d'offres alternatives routières, ferroviaires et fluviales, ou de mesures d'exploitation des réseaux routiers.

On peut également citer l'étude des liaisons fluviales à grand gabarit Rhin - Rhône et Seine - Nord ou les pratiques courantes qui consistent à retenir des hypothèses haute et basse d'évolution des trafics résultant, par exemple, dans le cas routier, de cadrages macro-économiques et d'hypothèses d'évolution du prix des carburants contrastés.

Parmi les voies des progrès à explorer, l'idée controversée, de probabiliser l'ensemble des avenir possibles a été émise. Cela permettrait d'introduire le calcul des probabilités dans les estimations et de clarifier l'expression des résultats, le cas la plus probable étant présenté avec des intervalles de confiance.

Une telle démarche est à rapprocher de l'analyse du risque mentionnée dans le rapport Boiteux. Le futur y est décrit par des états du monde « raisonnablement vraisemblables » pour lesquels un bilan des projets en concurrence est dressé. Le choix final est basé sur des techniques de maxi-min, mini-max-regret, probabilités subjectives.

Plusieurs participants ont souligné l'extrême difficulté qu'il y aurait à probabiliser les « états du monde ». L'idée avancée relève plutôt selon ceux du domaine de la recherche.

On retiendra toutefois, au plan opérationnel, qu'a ainsi été posée la question de la vraisemblance des scénarios ou des cadrages macro-économiques, et celle du danger qu'il y aurait à n'examiner que des hypothèses extrêmes. Les situations les plus probables doivent en fait être privilégiées dans les études.

.../...

Au titre des idées nouvelles, on note aussi qu'a été ressenti le besoin de bien définir des politiques générales de transport et de les évaluer en se dotant pour cela d'outils appropriés. Le modèle MATISSE, pour les voyageurs, fournit l'exemple d'un tel outil. Le ministère envisage de confier à l'INRETS le développement d'un modèle de même nature pour les marchandises.

Quant à la sensibilité des trafics et des évaluations économiques aux différents modèles élaborés ici ou là, l'atelier a estimé préférable de s'en tenir à une recherche de transparence et de développer, comme indiqué plus haut, une capacité d'audit. Il serait en particulier dommageable que chaque projet d'infrastructures soit étudié avec un modèle différent sous prétexte de mieux rendre compte des spécificités locales. L'application à toute une gamme de projets de modèles robustes, reconnus, calés sur de nombreux cas, favorise les contre-expertises et surtout les comparaisons qui servent à classer les projets entre eux.

Si l'atelier reconnaît l'utilité des études de sensibilité, il relève finalement trois effets pervers dont il faut se garder :

- Noyer le décideur sous une avalanche de chiffres (ainsi avec seulement 10 paramètres ayant une hypothèse haute et une hypothèse basse on arrive à 1000 cas différents) ;
- croire que l'on peut accepter une carence des données de base si l'on fait varier très largement les paramètres correspondants ;
- fournir des résultats pour des hypothèses haute et basse improbables, sous le prétexte qu'elles encadrent tous les futurs possibles. Ceci revient souvent à laisser le soin au décideur de faire lui-même la moyenne entre ces résultats improbables. Moyenne qui n'a évidemment aucune raison de correspondre aux résultats qui seraient obtenus pour les avenir les plus vraisemblables.

IV - Présentation des résultats

Si les études de sensibilité sont indispensables puisqu'elles permettent d'apprécier le degré de confiance à accorder aux résultats, il convient de les traiter différemment dans les rapports techniques et dans les rapports destinés aux décideurs ou à un large public.

Les documents techniques peuvent, comme l'admet le rapport Boiteux, avoir une certaine complexité et les résultats y être présentés dans le détail.

Pour les autres documents, il convient au contraire de privilégier la clarté et de ne présenter que des résultats significatifs.

.../...

V - Liste des propositions de l'atelier

Pour les modèles et les données :

- élaborer au niveau interministériel des scénarios macro-économiques, si possible en univers probabilisé ;
- constituer des bases de données désagrégées compatibles entre modes de transport ; en particulier des matrices de flux de trafic par origine-destination ;
- faire un audit de la sensibilité des modèles aux variables exogènes pour :
 - alerter les utilisateurs sur les paramètres importants ;
 - améliorer la connaissance de ces paramètres ;
 - ne pas investir trop sur les variables à faible sensibilité.
- doter le ministère d'une capacité d'audit des évaluations des opérateurs.

Pour les orientations de politique générale des transports :

- fonder toute évaluation de projet sur un ou plusieurs scénarios explicites de politique des transports. Les variables seront ici les moyens d'action des pouvoirs publics (taxation, réglementation, offre d'infrastructures...);
- évaluer au niveau du ministère les politiques alternatives ;
- développer des instruments (ex modèle MATISSE) d'évaluation des politiques.

Pour la présentation des résultats dans les documents publics :

- donner autant de résultats qu'il y a de scénarios de politique générale des transports ;
- produire des fourchettes de dates optimales de mise en service pour traduire les aléas sur la croissance économique ;
- fournir le résultat le plus probable pour les autres aléas.

