An aerial view of France with a semi-transparent topographic map overlaid. The map is color-coded by elevation, with greens and yellows for lower elevations and browns for higher elevations. Overlaid on the map are images of various transport modes: a high-speed train on the left, a multi-lane highway with cars and a truck in the center, a large cargo ship at a port on the left, and an airplane in flight on the right. The sky is a pale, hazy blue.

# DÉMARCHE PROSPECTIVE TRANSPORTS 2050

ÉLÉMENTS DE RÉFLEXION



Ministère  
des Transports,  
de l'Équipement,  
du Tourisme  
et de la Mer

Conseil Général  
des Ponts et Chaussées

Mars 2006

Ont participé à la démarche Prospective Transports 2050 :

- Claude GRESSIER, président de la section "Économie et Transport" du Conseil Général des Ponts et Chaussées, responsable de la démarche ;
- Jean-Pierre GIBLIN, puis Christian PARENT, présidents de la section "Sciences et Techniques" du Conseil Général des Ponts et Chaussées ;
- Jean-Didier BLANCHET, Jean-Noël CHAPULUT (\*), Yves COUSQUER, René GENEVOIX, Jean LAFONT, Chantal LECOMTE, Olivier PAUL-DUBOIS-TAINE (\*) et Jean-Pierre TAROUX, membres de la section "Économie et Transport" du Conseil Général des Ponts et Chaussées ;
- Jacques THEYS, Centre de Prospective et de Veille Scientifique et Technologique (CPVST) à la Direction de la Recherche et des Affaires Scientifiques et Techniques (DRAST) ;
- Jean-Marc MOULINIER et Thierry VEXIAU, mission de la Stratégie au Secrétariat général du Ministère ;
- Jean-Claude METEYER, Bureau de prospective économie des transports au Service Économie, Statistiques et Prospectives (SESP) de la Délégation aux Affaires Européennes et Internationales (DAEI) ;
- Elisabeth BOUFFARD-SAVARY, Bureau de prospective et de veille stratégique à la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC) ;
- Olivier MORELLET et Françoise POTIER, laboratoire "Ville, mobilité et transports" à l'Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité (INRETS) ;
- Véronique LAMBLIN, société Futuribles, pour la conduite de la démarche et la construction des scénarios ;
- Martial BELLON, conseil en communication (Menscom), pour la préparation et la mise en forme de la synthèse.

(\*) coordonnateurs de la démarche

La contribution de Futuribles a été cofinancée par le Programme de Recherche et d'Innovation dans les Transports terrestres (PREDIT, Groupe 11) et par la DRAST (CPVST). La contribution de Menscom a été cofinancée par la Direction Générale des Routes (DGR) et la Direction Générale de la Mer et des Transports (DGMT).



Ministère  
des Transports,  
de l'Équipement,  
du Tourisme  
et de la Mer

Conseil Général  
des Ponts et Chaussées

# AVANT-PROPOS

*La démarche prospective Transports 2050 a été initiée et conduite par le Conseil Général des Ponts et Chaussées en vue d'engager un débat sur le devenir à long terme du système des transports. Elle est destinée à favoriser l'émergence d'une culture du long terme, partagée avec les services du ministère des Transports et ses partenaires, et à construire des références communes et des questionnements à soumettre aux décideurs publics.*

*Exclusivement centrée sur les flux de transport concernant le territoire français métropolitain, elle prend en compte des hypothèses mondiales et européennes (notamment dans les domaines de l'énergie, du développement technologique, de la démographie et de la croissance économique) dans la mesure où ces variables ont des impacts directs sur ces flux de transport.*

*Elle ne s'est pas fixé au départ des objectifs ou des contraintes politiques, tels que la limitation des gaz à effet de serre ou les budgets publics affectés aux transports, et est volontairement restée ouverte dans son approche.*

*À partir de la construction de plusieurs scénarios marquant des inflexions plus ou moins fortes en matière énergétique, démographique et économique, cette démarche évalue en ordre de grandeur l'évolution à l'horizon 2050 des différents flux de transport concernant le territoire national.*

*Limitée aux transports et à leurs déterminants, elle apporte des premiers éléments de problématique et de débat sur les enjeux et priorités des politiques de transport à long terme :*

- les tendances d'évolution des différents flux de transport ;*
- les potentialités de développement des modes complémentaires à la route ;*
- les besoins d'infrastructures, au-delà de la réalisation des projets du CIADT de décembre 2003 ;*
- et les perspectives de réduction significative des émissions de CO<sub>2</sub> (moyennant des régulations économiques appropriées et le développement de technologies "accessibles" – telles que le véhicule hybride rechargeable et le carburant issu de la biomasse) dans une perspective de développement durable.*

*Présenté aux principaux responsables du Ministère lors du Comité des Directeurs transport du 3 février 2006, ce rapport de prospective reste un document de travail et de discussion. Il servira de référence pour des travaux d'enrichissement complémentaires – qui restent à engager –, et de point de départ en vue de construire une vision – partagée et élargie à tous les acteurs concernés – sur l'avenir des transports en France dans les 50 prochaines années.*

*Claude GRESSIER,  
Président de la section "Économie et Transport"  
du Conseil Général des Ponts et Chaussées*





# SOMMAIRE

## **1. L'OBJECTIF ET LES ACTEURS - 7**

- 1.1 CONSTRUIRE UNE VISION COMMUNE DU SYSTÈME  
DE TRANSPORT À TRÈS LONG TERME - 8
- 1.2 PRIVILÉGIER UNE DÉMARCHE PARTICIPATIVE - 9

## **2. L'ÉLABORATION DES SCÉNARIOS EXPLORATOIRES - 11**

- 2.1 LA RÉTROSPECTIVE - 12
- 2.2 LA CONSTRUCTION DES SCÉNARIOS - 18

## **3. LES QUATRE SCÉNARIOS EXPLORATOIRES - 21**

- 3.1 HYPOTHÈSES COMMUNES ET CARACTÉRISATION DES SCÉNARIOS - 22
- 3.2 LA DESCRIPTION DES SCÉNARIOS - 23
- 3.3 CHEMINEMENT ET RUPTURES - 34

## **4. LA SYNTHÈSE GÉNÉRALE - 37**

- 4.1 UNE CROISSANCE PLUS MODÉRÉE DES FLUX DE TRANSPORT - 38
- 4.2 LES CONSÉQUENCES POUR L'INTERMODALITÉ  
ET LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE - 40
- 4.3 LES ENJEUX POUR LA POLITIQUE DES TRANSPORTS - 42
- 4.4 LES THÉMATIQUES À INTÉGRER OU À APPROFONDIR  
DANS LES RÉFLEXIONS ULTÉRIEURES - 47

## **5. LES SUITES DE LA DÉMARCHE - 49**

# 1. L'OBJECTIF ET LES ACTEURS

**1.1 CONSTRUIRE UNE VISION COMMUNE DU SYSTÈME  
DE TRANSPORT À TRÈS LONG TERME - 8**

**1.2 PRIVILÉGIER UNE DÉMARCHE PARTICIPATIVE - 9**

## 1.1 CONSTRUIRE UNE VISION COMMUNE DU SYSTÈME DE TRANSPORT À TRÈS LONG TERME

Parmi ses domaines d'intervention, le Conseil Général des Ponts et Chaussées a pour mission d'évaluer et de préparer les futures politiques publiques de l'équipement, de l'aménagement et du développement du territoire.

En son sein, la section "Économie et Transport" est fréquemment sollicitée pour émettre un avis sur des projets qui engagent le très long terme. Tel a été le cas lors de l'audit des grands projets d'infrastructures pour lequel elle a été mobilisée de septembre 2002 à février 2003 aux côtés de l'Inspection Générale des Finances.

Or, la réalisation de cet audit a tout particulièrement souligné l'utilité d'approfondir la réflexion sur les transports et les déplacements à longue échéance, voire même sa nécessité, pour commencer de construire une vision commune sur ces questions. Il est apparu important de pouvoir prendre en compte la durée de l'impact des décisions : le processus d'avancement d'un grand projet peut se dérouler sur 20 années, du concept à la mise en service ; plusieurs décennies de fonctionnement sont ensuite nécessaires pour amortir ces investissements très lourds.

La section "Économie et Transport" du Conseil Général des Ponts et Chaussées a donc décidé, fin 2003, d'engager une étude prospective sur le système de transport à l'horizon 2050. En éclairant sur les multiples futurs possibles, cette étude est destinée à apporter des premiers éléments de réflexion et de débat aux responsables du ministère chargé des Transports et à leurs partenaires.

L'étude présente quatre images possibles du système de transport à l'horizon 2050, sous la forme de quatre scénarios exploratoires définis à partir de critères socio-économiques. Leur construction intègre certains éléments du contexte mondial et européen, qui sont apparus déterminants pour éclairer le long terme, comme :

- la démographie et en particulier le vieillissement de la population et la localisation des populations (concentration ou désertification de certains territoires ?) ;
- les énergies disponibles dans les décennies à venir ainsi que les interrelations entre le transport et l'effet de serre ;
- la situation économique (quelle évolution dans la mondialisation ? quelle croissance du PIB ?, etc.) vers laquelle nous pourrions évoluer ;
- les évolutions technologiques, notamment celles relatives aux motorisations et aux carburants propres.

Ces variables sont au cœur de la démarche ; elles ont été retenues car elles sont potentiellement génératrices d'inflexions, voire de ruptures dans les évolutions tendanciennes, qui, jusqu'ici, fondent principalement les choix d'investissement et de régulation des transports.

Toute démarche de prospective est complexe. Par essence, elle est également sujette à débat. Celle-ci n'échappe pas aux limites imposées par la longue plage temporelle d'investigation, ni à celles de la conceptualisation (jusqu'où notre capacité à imaginer peut-elle aller ?). C'est pourquoi le présent document s'attache aussi à illustrer le recul qu'il est souhaitable de conserver sur la méthode suivie et ses conséquences.

Néanmoins, mieux vaut sans doute engager une réflexion au risque de se tromper que de n'en engager aucune. Tel fut le postulat au départ pour les options prises. Les modélisations réalisées, et les tendances identifiées, doivent être comprises comme des ordres de grandeur et non des prévisions. Les auteurs de l'étude invitent donc à considérer les enseignements formulés comme une première contribution, qui nécessitera, dans un but d'enrichissement de la réflexion collective, des partages et des investigations complémentaires ultérieures.

### 1.2 PRIVILÉGIER UNE DÉMARCHE PARTICIPATIVE

La démarche prospective a été conduite de décembre 2003 à décembre 2005 en six étapes itératives :

- la compréhension de l'évolution passée, au moyen d'une rétrospective de l'évolution des transports, mais aussi des variables qui les influencent, sur les 30 à 50 dernières années ;
- la projection d'avenirs possibles en élaborant des scénarios exploratoires du système de transport et de ses déterminants à très long terme ;
- la quantification des quatre scénarios, en précisant pour chacun les valeurs possibles des variables de demande (population, localisation, revenus, croissance industrielle, échanges extérieurs, etc.) et des variables d'offre (prix de l'énergie, productivité des opérateurs, services de transport disponibles, etc.) ;
- le chiffrage, pour chacun, des flux de transport (voyageurs et marchandises) qui découlent des hypothèses retenues pour les variables de demande et d'offre, avec une première appréciation des contraintes de congestion qui pourraient affecter nos infrastructures ;
- la construction collective de premiers enseignements, par des consultations d'experts ;
- un essai de synthèse, qu'exprime la présente note.

Depuis son lancement, la démarche a mobilisé la section "Économie et Transport" du Conseil Général des Ponts et Chaussées, pilote de l'étude et des membres de la DRAST, de la DAEI, de la DGAC et de l'INRETS, qui ont apporté leur concours régulier dans un groupe de travail dédié. La rétrospective des transports ainsi que l'identification de leurs déterminants et l'élaboration des scénarios exploratoires<sup>1</sup> a été confiée à la société Futuribles, sur la base de séminaires avec le groupe de travail.

Les travaux de modélisation des flux de transport et l'approche énergétique ont été conduits par différents experts du groupe de travail et validés au cours de séminaires d'échanges.

Des experts de la démographie et de l'économie ont été consultés dans la première phase préalable à la construction des scénarios exploratoires ; les résultats des scénarios ont été examinés avec des experts des transports terrestres, du transport aérien, de l'énergie et du tourisme au cours des réunions d'échanges et de validation, au moment de formaliser les premiers enseignements.

La structuration et la mise en forme de la démarche et de la synthèse générale ont été assurées par un conseil en communication (Menscom).

<sup>1</sup> - Les parties 2 et 3 du présent document s'appuient notamment sur le "Rapport d'étude prospective pour l'élaboration de scénarios exploratoires sur les transports à l'horizon 2050", juin 2005, de la société Futuribles.

# 2. L'ÉLABORATION DES SCÉNARIOS EXPLORATOIRES

## **2.1 LA RÉTROSPECTIVE - 12**

2.1.1 LE TRANSPORT DE MARCHANDISES - 12

2.1.2 LE TRANSPORT DE VOYAGEURS - 13

2.1.3 LES LIENS ENTRE LE TRANSPORT ET L'ÉNERGIE - 17

## **2.2 LA CONSTRUCTION DES SCÉNARIOS - 18**

## 2.1 LA RÉTROSPECTIVE

La rétrospective, première étape de la démarche, a permis d'identifier les déterminants de l'évolution passée du système de transport. Elle a été conduite sur les 30, voire, lorsque cela était possible, sur les 50 dernières années, pour le transport de marchandises, le transport de voyageurs, ainsi que pour leurs consommations d'énergie. Marquée par un fort accroissement des revenus, par l'ouverture des économies à l'Europe et au monde et par la transformation des modes de vie des ménages, cette période a connu des transformations majeures du système des transports.

### 2.1.1 LE TRANSPORT DE MARCHANDISES

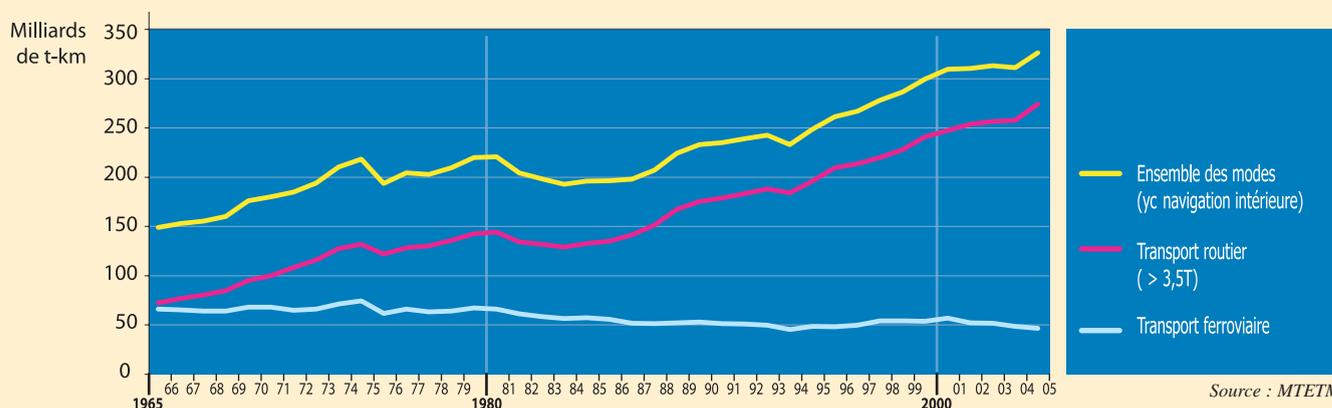
L'évolution du transport de marchandises résulte d'abord de deux phénomènes majeurs apparus au cours des 40 dernières années :

- d'une part, la structure de l'économie française s'est profondément modifiée avec une croissance plus forte des services et de certaines activités industrielles et une stagnation, voire un recul du poids relatif de l'agriculture, de l'industrie lourde et de certains biens de consommation ; ainsi, la stagnation du trafic dans la période 1975-1985 s'explique-t-elle notamment par l'abandon de la production de charbon et de minerai et la réorganisation de la sidérurgie près des ports ;
- d'autre part, l'ouverture des frontières et la mondialisation des marchés entraînent l'externalisation d'une partie du processus de production vers des entreprises spécialisées ; cette évolution est favorisée par la maîtrise de l'organisation logistique et par l'augmentation des vitesses de transport. Les dépenses de transport sont largement inférieures aux gains réalisés grâce à l'utilisation de la sous-traitance, même la plus lointaine.

Jusqu'au début des années 70, la croissance des tonnes x kilomètres<sup>2</sup> est directement corrélée à la production industrielle. Un découplage net se produit ensuite :

- la distance de transport de chaque tonne augmente de façon continue (à un rythme supérieur au PIB) ;
- l'évolution de la chaîne de production-distribution (flux tendus) engendre un fractionnement des lots<sup>3</sup> et accroît la fréquence des expéditions ;
- le transport de matières premières décroît alors que celui des produits finis augmente considérablement. Il en résulte que, partout en Europe, la part du rail est en diminution car il transportait surtout des produits énergétiques et des pondéreux (charbon, minerais), et celle du transport routier est en forte augmentation.

### ÉVOLUTION DU TRAFIC MARCHANDISES EN FRANCE DEPUIS 1965



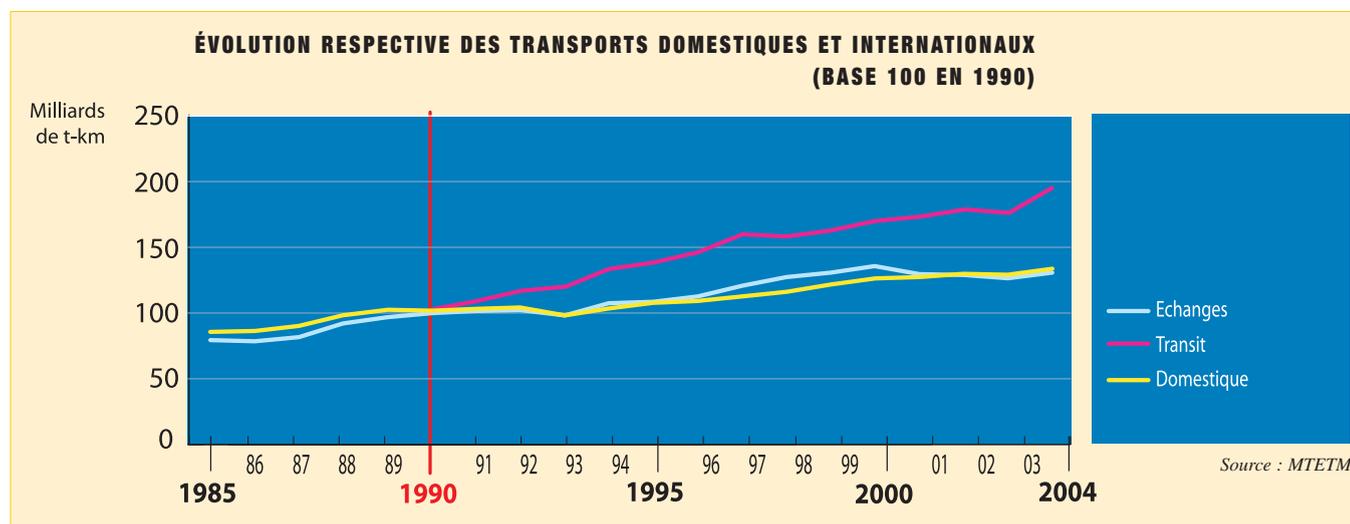
2 - Tonne x kilomètre : unité de mesure du trafic marchandises qui correspond au transport d'une tonne de marchandises sur un kilomètre.  
3 - Le surcoût du transport de lots moins massifiés est compensé par une baisse des coûts de stockage et des frais financiers.

## 2. L'ÉLABORATION DES SCÉNARIOS EXPLORATOIRES

L'évolution du trafic portuaire depuis 1970 traduit très directement ces transformations, avec une relative stagnation des vracs solides, une diminution des vracs liquides (suite aux deux chocs pétroliers de 1973 et 1979) et une forte progression des marchandises diverses ; le transport maritime international de conteneurs explose.

À ces mécanismes s'ajoutent deux éléments spécifiques au trafic de marchandises en France :

- les trafics internationaux terrestres de la France ont crû plus fortement que les transports nationaux intérieurs entre 1989 et 2002 ;
- la situation géographique de la France au carrefour de l'Europe du Nord et du Sud explique la progression du transit routier sur le territoire national. S'il demeure minoritaire (16 % du transport intérieur de marchandises en tonnes x kilomètres en 2002), le transit routier a connu un taux de croissance annuel moyen de 5 % au cours des dix dernières années et se concentre sur quelques itinéraires autoroutiers.



### 2.1.2 LE TRANSPORT DE VOYAGEURS

L'évolution de la mobilité des personnes est marquée par l'émergence en un demi-siècle de nouvelles possibilités de déplacement accessibles à la majeure partie de la population, avec :

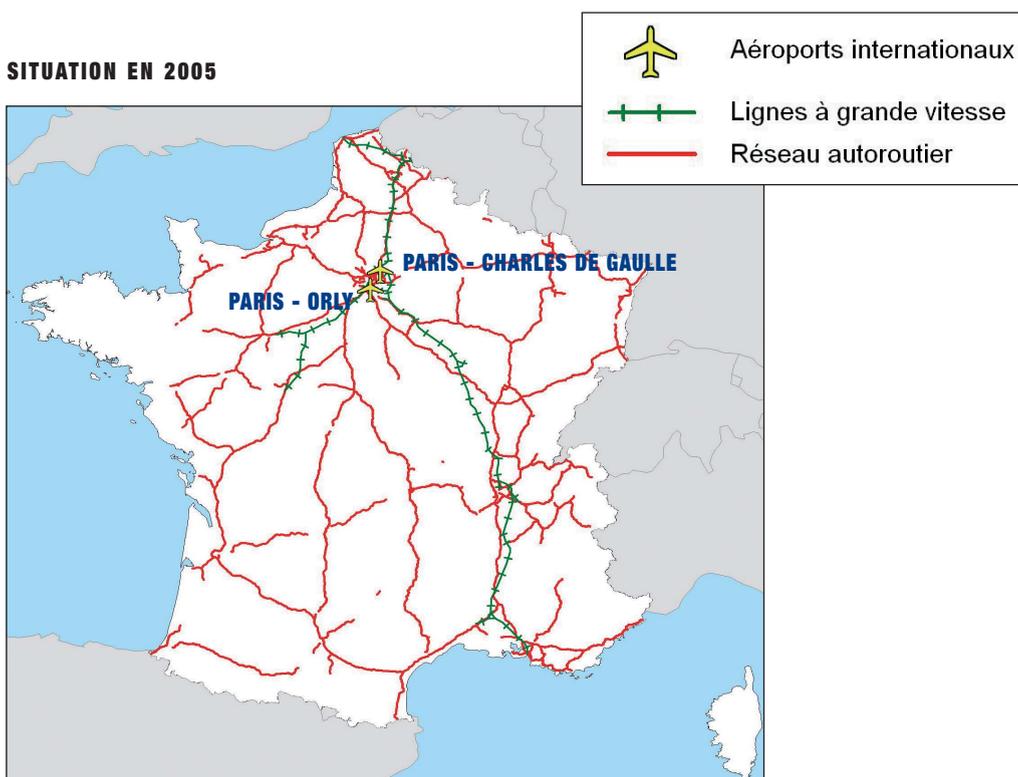
- la généralisation de la possession de l'automobile : le taux de motorisation a été multiplié par 10 entre 1955 et 2003 (de 45 à 450 voitures pour 1 000 personnes) ; l'automobile est devenue le mode de transport dominant ;
- le développement des transports rapides sur toutes les catégories de distance (voir cartes p. 14) : milieu urbain (voies rapides urbaines, RER), interurbain (autoroutes, TGV) et international (aérien) ;
- l'internationalisation des flux de transport, très significative en transport aérien. Sur la période 1986-2004, l'importance des flux de trafic internationaux, y compris avec l'Union européenne, est passée de 62 % du trafic total de la métropole à 74 % (voir graphiques p. 15).

## LE DÉVELOPPEMENT DES RÉSEAUX RAPIDES

### SITUATION EN 1960



### SITUATION EN 2005

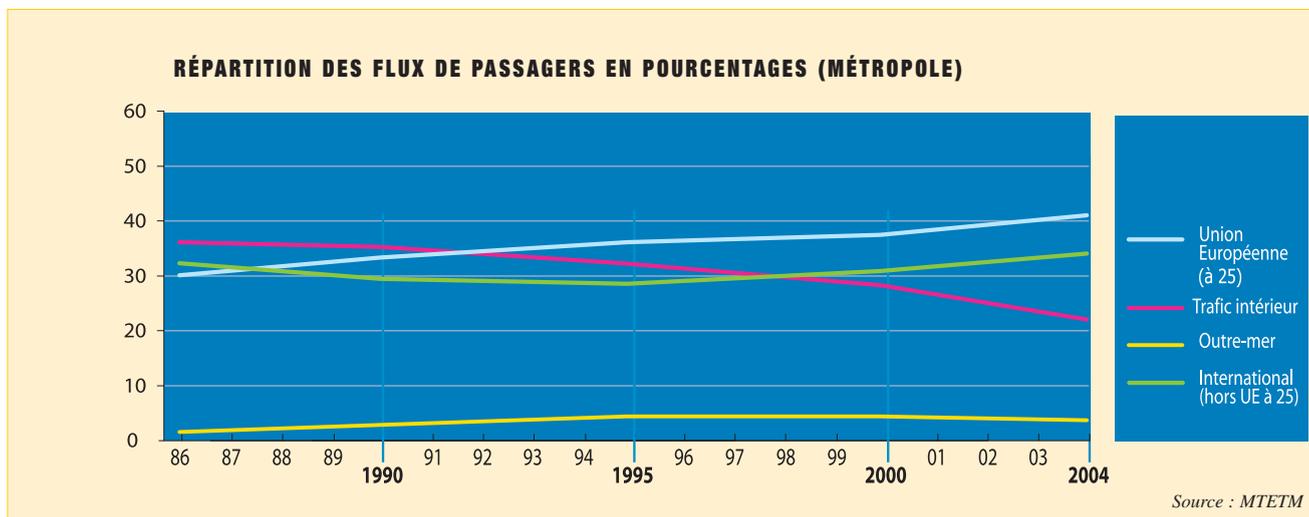
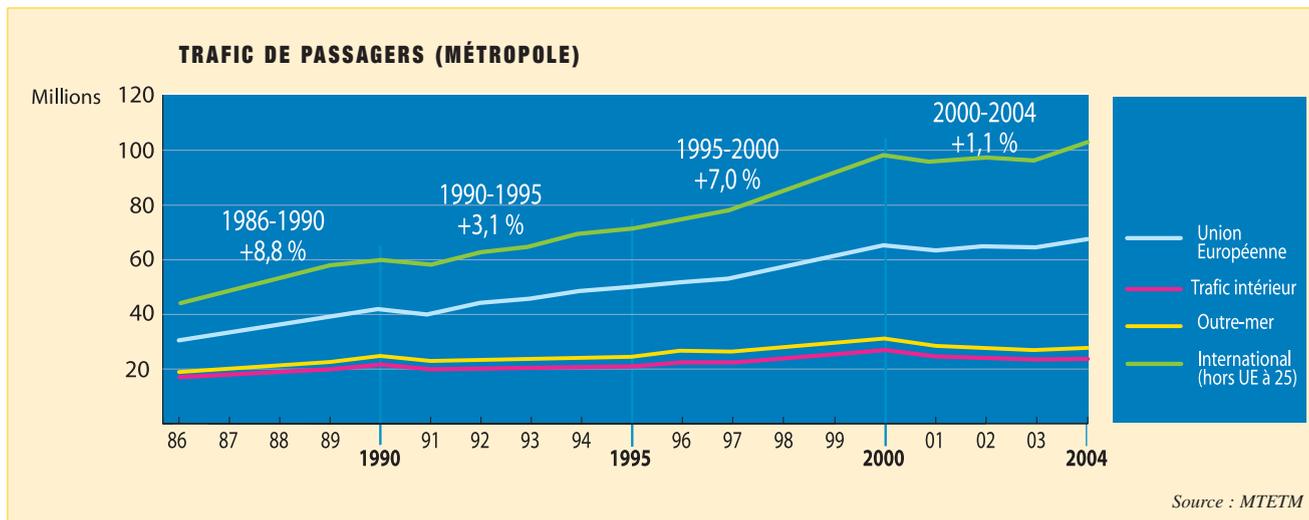


Source : MTETM

Les évolutions du système de transport depuis 1960 ont principalement porté sur le développement des réseaux rapides (aéroports, TGV, autoroutes). En 45 ans ont notamment été aménagés plus de 10 000 km d'autoroutes, plus de 1 500 km de lignes ferroviaires à grande vitesse, les aéroports d'Orly (aérogare Sud inaugurée en 1961) et de Roissy-Charles-de-Gaulle (en 1974) et 8 grands aéroports régionaux. Les 18 000 km du réseau routier national (après décentralisation) accueillent environ le tiers des circulations sur les 950 000 km de routes (nationales, départementales et communales).

## 2. L'ELABORATION DES SCENARIOS EXPLORATOIRES

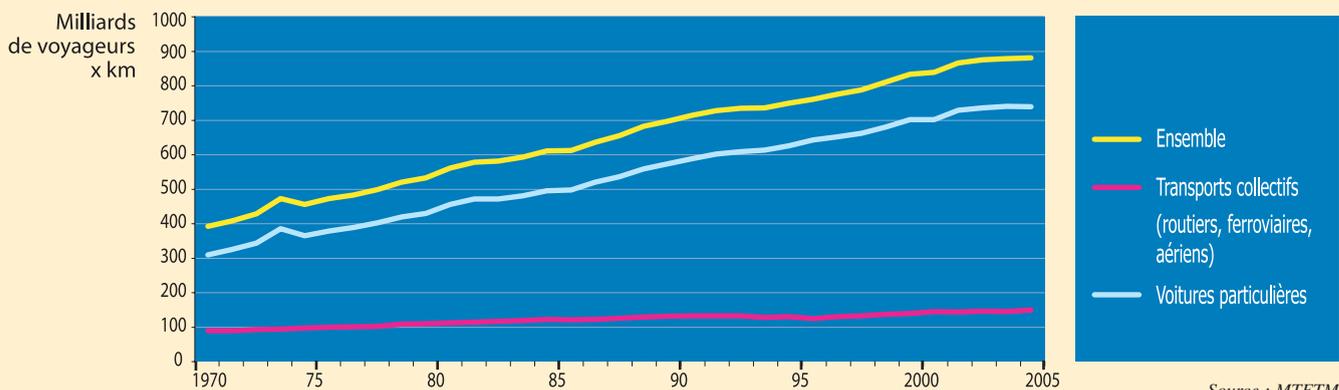
### ÉVOLUTION DU TRAFIC AÉRIEN DEPUIS 1986



Conjuguées avec l'évolution des modes de vie et les aspirations sociales des Français (maison individuelle, temps libre...), ces nouvelles possibilités de déplacement se sont traduites par :

- une modification profonde des conditions de vie avec le développement de l'habitat périurbain de plus en plus éloigné des principaux centres d'activité. En l'espace de 20 ans, la distance moyenne des déplacements quotidiens s'est considérablement accrue : en moyenne, les Français parcouraient 35,5 km par jour en 1994, au lieu de 16,3 en 1973. Le budget-temps transport n'a cependant pas changé car l'allongement des distances a été compensé par une vitesse des déplacements plus importante ;
- une forte croissance des déplacements de loisirs et de tourisme, compte-tenu de l'augmentation du temps libre, du nombre des retraités et de la richesse, avec un développement de séjours plus fréquents et plus éloignés ; le transport est devenu majoritairement lié à des motifs non contraints. Le développement des transports rapides a été un facteur moteur dans la croissance des flux de transport à longue distance, essentiellement touristiques.

#### ÉVOLUTION DES TRAFICS VOYAGEURS EN FRANCE DEPUIS 1965



Depuis une dizaine d'années, la croissance de la mobilité locale se ralentit : la mobilité locale<sup>4</sup> (à l'intérieur des agglomérations) est très stable ; celle des échanges locaux non urbains (entre le périurbain et la ville ou sa banlieue, internes au périurbain, etc.) s'accroît d'un peu plus de 1 %/an. La mobilité longue distance (plus de 100 km) croît plus fortement (environ 2 %/an), notamment pour les motifs de loisirs. Le transport aérien a connu la plus forte croissance sur la période ; après un ralentissement (1,1 % par an) sur la période 2001-2004, il reprend sa progression, mais à un rythme probable inférieur à celui de la période 1990-2000.

#### Conséquences sur la conduite de la démarche prospective

Cette compréhension des facteurs déterminants de l'évolution passée nous a fortement guidés :

- dans la construction des scénarios 2050, qui prennent en compte de larges plages de variation future de ces facteurs ;
- et dans le choix des instruments de modélisation qui permettent d'évaluer les effets de ces variations sur les flux de transport.

4 - La mobilité urbaine a été mesurée par les enquêtes ménages (résidents permanents). Il conviendrait pour être exhaustif d'y ajouter celle des résidents temporaires (touristes et autres séjours hors du domicile principal).

## 2. L'ÉLABORATION DES SCÉNARIOS EXPLORATOIRES

### 2.1.3 LES LIENS ENTRE LE TRANSPORT ET L'ÉNERGIE

Les consommations d'énergie des transports se sont fortement accrues depuis 40 ans avec les trafics : elles sont passées de 9,3 milliards de tonnes équivalent pétrole (Mtep) en 1960 à 50,1 Mtep en 2000<sup>5</sup>. Les transports routiers représentent l'essentiel de cette croissance, suivis du transport aérien. Le prix bas d'une énergie abondante<sup>6</sup> y a contribué.

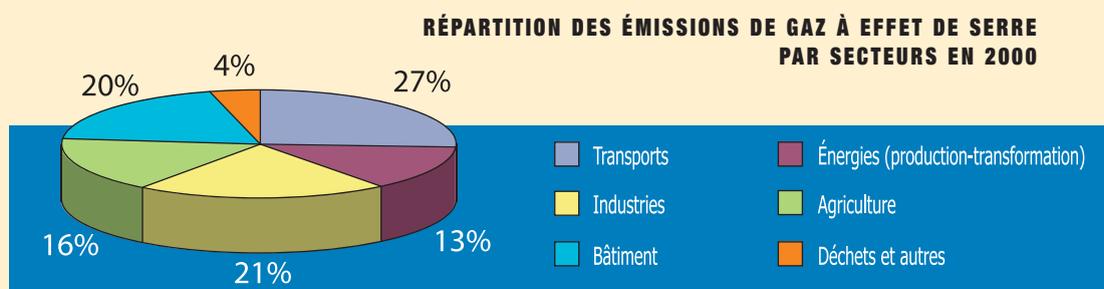
Les émissions de CO<sub>2</sub> des transports routiers se sont multipliées par 6,4 entre 1960 et 2000, leur croissance étant due d'abord à l'augmentation de la circulation, avec :

- une multiplication par 7 des émissions des voitures particulières ;
- une multiplication par 5 des émissions des poids lourds.

Les consommations unitaires des véhicules ont sensiblement diminué grâce au progrès technologique. L'accord européen avec les constructeurs automobiles (1994) a notamment contribué à cette évolution : un véhicule mis en service en 2003 consomme 154 g de CO<sub>2</sub>/km, soit 30 % de moins qu'une voiture mise en vente en 1975.

Les transports représentent en France 27 % des émissions de gaz à effet de serre<sup>7</sup> en 2002, du fait notamment de la part importante de l'électricité nucléaire et hydraulique. Ces émissions ont augmenté de 23 % entre 1990 et 2002 et se sont stabilisées depuis 2002, compte-tenu notamment de la faible croissance économique, de l'amélioration des performances des véhicules, de la hausse du prix des carburants et de la réduction des vitesses pratiquées.

Une réduction significative des émissions de gaz à effet de serre au niveau national n'est donc possible qu'avec une contribution importante des transports.



Source : CITEPA, Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable - Inventaire 2004

5 - Le prix du baril de pétrole (en euros constants 2004) était de l'ordre de 10 € au début des années 70 (avant le premier choc pétrolier), de 60 € en 1984 (deuxième choc pétrolier) et de 33 € en 2003 (avant la forte hausse de 2004-2005).

6 - Ces chiffres s'entendent hors soutes internationales, c'est-à-dire hors consommation de carburants pour le transport international aérien ou maritime.

7 - Le secteur des transports a émis les gaz à effet de serre suivants : CO<sub>2</sub> (gaz carbonique) pour 95 %, N<sub>2</sub>O (oxyde nitreux) pour 3 %, HFC (gaz fluorés) pour 2 %, CH<sub>4</sub> (méthane) pour 0,3 %.

## 2.2 LA CONSTRUCTION DES SCÉNARIOS

### Contexte mondial et européen

Les quatre scénarios exploratoires ont été construits à partir de quatre images possibles du contexte géopolitique mondial et européen :

- le scénario 1 "Gouvernance mondiale et industrie environnementale" est caractérisé par une coopération mondiale pour la maîtrise des technologies énergétiques permettant de lutter contre l'effet de serre et par une politique européenne de développement industriel, grâce notamment à la recherche ;
- dans le scénario 2 "Repli européen et déclin", les grandes régions mondiales se livrent à une compétition économique marquée par des crises d'approvisionnement énergétiques ; chaque nation européenne gère et protège ses acquis, les croissances démographique et économique étant faibles ;
- le scénario 3 "Grande Europe économique" est fondé sur une intégration économique du pourtour méditerranéen et de la Russie à l'Europe pour le développement de ces régions et la sécurité européenne ; c'est le scénario de plus forte croissance économique ;
- le scénario 4 "Gouvernance européenne et régionalisation" se situe dans un contexte de crise mondiale de l'énergie, caractérisée par une hausse très forte du prix mondial du pétrole (le baril à 120 \$). Pour préserver la sécurité et l'emploi, l'Europe choisit un développement endogène, avec une forte intégration, mais une ouverture limitée sur le reste du monde.

### Détermination des hypothèses majeures : démographie, économie, énergie

Ces images du contexte mondial et européen ont été précisées en ce qui concerne :

- l'évolution de la population, autour d'une hypothèse moyenne de 67 millions d'habitants pour la France en 2050, et sa répartition par tranches d'âge (vieillesse de la population) ;
- la croissance économique, autour d'une hypothèse moyenne de croissance du PIB pour la France de 1,5% par an sur la période 2002-2050 (fourchette de 1% à 2% par an), et ses conséquences sur le pouvoir d'achat des ménages ;
- la politique énergétique, avec des hypothèses relatives à la technologie des véhicules et des carburants, les prix du pétrole et des énergies alternatives et les mesures de régulation mondiales ou européennes dans ces domaines.

Ces trois catégories d'hypothèses ont été construites de la manière suivante :

- les perspectives démographiques prennent pour base les projections de l'INSEE à 2050, avec une légère augmentation des soldes migratoires. L'hypothèse faible, à 59 millions d'habitants, correspond à une baisse de la fécondité à 1,5 enfant par femme. L'hypothèse forte, avec 70 millions d'habitants, correspond à une fécondité un peu inférieure à 2 et à un solde migratoire positif de 100 000 personnes par an ;
- les hypothèses de croissance du PIB ont été élaborées à dire d'experts, dans une fourchette (1 %/an à 2 %/an) correspondant aux différentes perspectives de population active (démographie, taux d'emploi) et de productivité du travail ; les experts consultés à ce sujet<sup>8</sup> retiennent une hypothèse de stabilité sur le long terme de la croissance de la productivité apparente du travail (de l'ordre de 1,5% par an, observée dans le passé), à combiner avec diverses hypothèses d'évolution de la population active au travail ;
- pour les évolutions économiques des autres pays européens, l'hypothèse générale retenue est celle d'une convergence de leurs économies ; ainsi, les hypothèses de croissance des PIB de ces pays suivraient, dans les différents scénarios, des taux annuels voisins de ceux retenus pour la France, avec des modulations dues aux effets de rattrapage ;

8 - Une réunion tenue le 28 janvier 2005 au Conseil Général des Ponts et Chaussées a rassemblé des économistes de la Direction de la Prévision, de la Banque de France, de l'Observatoire Français des Conjonctures Économiques (OFCE), de l'INSEE, de REXECODE, avec des experts du Ministère.

## 2. L'ÉLABORATION DES SCÉNARIOS EXPLORATOIRES

- les hypothèses en termes d'énergie pour les transports ont été calées sur les bases suivantes :
  - en matière de technologie des véhicules, ont été retenus des véhicules légers hybrides partiels ou véhicules hybrides rechargeables pour les courts trajets, avec des émissions moyennes : du parc de véhicules particuliers de 90 g CO<sub>2</sub> à 120 g en 2050 en fonction des scénarios, contre 180 g CO<sub>2</sub> au début des années 2000 (au véhicule x km) ; des poids lourds avec une émission moyenne de 75 à 88 g CO<sub>2</sub>, contre 126 g CO<sub>2</sub> en 2002 (à la tonne x km) ; des avions dont la consommation aura été réduite de 40 à 50 % (au passager-kilomètre transporté) ;
  - en matière de carburants, on suppose que des technologies alternatives au pétrole pourraient être développées en quantité plus ou moins importante. Cela concerne notamment les carburants issus de la biomasse (cf. encadré p. 23), qui pourraient représenter entre 8 et 50 % des carburants liquides, ou le CTL (carburant liquide à base de charbon), notamment dans les scénarios 2 et 3 ;
  - les niveaux de prix des carburants (pétrole et carburants alternatifs qui se substitueront progressivement au pétrole) ont été déterminés comme la somme<sup>9</sup> :
    - d'un prix de base (entre 30 \$ et 120 \$ selon les scénarios), plus ou moins élevé suivant la dépendance de l'économie mondiale au pétrole ; ce prix resterait inférieur ou égal au coût des énergies alternatives disponibles,
    - d'un surcoût (taxe carbone variant de 0 à 60 \$ par équivalent baril de pétrole<sup>10</sup> selon les scénarios) incitant au développement de véhicules moins consommateurs et de solutions énergétiques alternatives (véhicules hybrides, véhicules électriques, biomasse) ;
  - le prix de l'électricité augmenterait de 30 à 100 % selon les scénarios.

Au total, le prix du baril de pétrole (taxe carbone incluse) ou des carburants alternatifs varierait entre 60 \$ et 180 \$ selon les scénarios. En tenant compte de la TIPP sur les carburants routiers (qu'il faudrait encore augmenter), le prix moyen des carburants à la pompe varierait entre 1,3 et 2,4 € le litre selon les scénarios.

9 - Ces hypothèses ont été consolidées en comparant avec d'autres travaux français : prospective 2050 de la Direction Générale de l'Énergie et des Matières Premières (DGEMP), étude Facteur 4 de P. RADANNE pour la Mission Interministérielle de l'Effet de Serre (MIES), étude 2030 du Conseil Général des Mines (CGM) et internationaux : scénarios du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) et travaux du groupe 3 sur les mesures d'atténuation, travaux de l'Agence internationale de l'énergie - "Biofuels for Transport : An International Perspective".

10 - Ce qui équivaut à 70 \$-140 \$ par tonne de CO<sub>2</sub>.

## 2. L'ÉLABORATION DES SCÉNARIOS EXPLORATOIRES

### Hypothèses complémentaires sur la demande et l'offre de transport en France

Les scénarios ont été ensuite complétés et détaillés en documentant les variables explicatives pour le transport, selon les quatre contextes géopolitiques précédemment définis.

Ces variables concernent notamment :

- la localisation de l'habitat et des activités, plus ou moins concentrée ou diffuse sur le territoire ;
- la structure démographique, le taux d'activité et les revenus (moyenne et distribution) ;
- la structure de la production et des échanges internationaux (liés à la convergence des économies européennes) qui sont à l'origine des flux de marchandises ;
- les prix des transports, compte-tenu du coût de l'énergie, des taxes (TIPP) et des progrès de productivité attendus pour les différents modes ;
- la qualité des services de transport offerts : vitesses et fréquence des différents modes.

### UNE RÉFLEXION SUR LES LIMITES DE LA DÉMARCHE

Toute démarche prospective combine deux approches : la recherche des tendances lourdes ou des faits porteurs d'avenir et l'imagination des ruptures possibles. Nous avons privilégié la première approche, en essayant toutefois d'explorer un champ large : par exemple, suivant les scénarios, le prix du baril de pétrole, incluant une taxe carbone, varie de 60 à 180 \$.

Nous avons identifié les grandes ruptures possibles (cf. 3.3). Mais nous n'avons pas essayé de les développer dans le cadre limité qui est le nôtre : une grave crise économique aurait d'abord des répercussions sur l'ensemble de l'économie avant d'avoir des conséquences sur les transports. La compétence de l'équipe n'était pas suffisamment étendue pour traiter de manière pertinente de tels scénarios. Nous préconisons fortement que ces ruptures, en particulier celles relatives à une crise majeure en matière d'approvisionnement énergétique, fassent l'objet de démarches adéquates.

# 3. LES QUATRE SCÉNARIOS EXPLORATOIRES

## **3.1 HYPOTHÈSES COMMUNES ET CARACTÉRISATION DES SCÉNARIOS - 22**

## **3.2 LA DESCRIPTION DES SCÉNARIOS - 23**

### **3.3 CHEMINEMENT ET RUPTURES - 34**

3.3.1 LE CHEMINEMENT JUSQU'À 2050 - 34

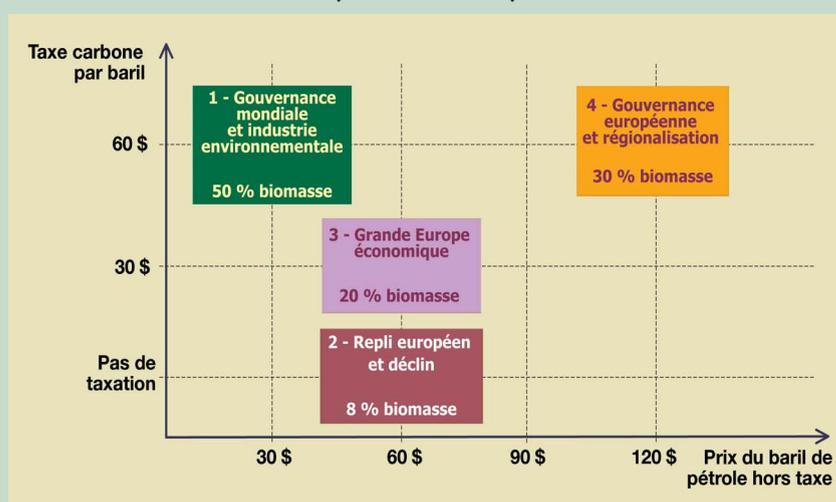
3.3.2 CRISES ET RUPTURES POSSIBLES - 35

### 3.1 HYPOTHÈSES COMMUNES ET CARACTÉRISATION DES SCÉNARIOS

Les quatre scénarios sont d'abord fondés sur quelques hypothèses communes fortes à l'horizon 2050 :

- la consommation de pétrole sera dans une phase de forte décroissance et des énergies de substitution auront été développées de manière importante ;
- le progrès technologique aura permis, moyennant des régulations économiques appropriées, d'apporter dans le temps des réponses aux besoins énergétiques des transports, à des coûts certes plus élevés que par le passé, mais néanmoins acceptables par les usagers ;
- aucun scénario ne prévoit de mesures de "rationnement" de la mobilité (mesures de type "marché de permis de circuler" dont les modalités resteraient par ailleurs à définir) ;
- au rebours des 50 dernières années marquées par l'émergence et la diffusion de la grande vitesse dans les modes de transport (l'autoroute, l'avion, le TGV), les technologies nouvelles susceptibles de se développer d'ici à 2050 répondront d'abord aux préoccupations d'environnement et de sécurité : la vitesse des modes de transport n'augmente plus et tend même à diminuer pour la route ;
- enfin la réflexion a été conduite sur la demande de transport en s'affranchissant des questions de capacité des réseaux et des équipements (une part des enseignements de l'étude porte d'ailleurs sur les "goulets d'étranglement" et les problématiques de capacité qui ont pu être identifiés à l'issue de cette réflexion ouverte - cf. 4.3.2.).

#### LES HYPOTHÈSES ÉNERGÉTIQUES POUR CHAQUE SCÉNARIO



La politique énergétique devient un élément central de la politique des transports : ramenée au baril de pétrole, la "taxe carbone" pèse moins que le prix final pour le consommateur (prix du baril + taxe) ce qui la rend plus admissible pour les pays producteurs (partage de la rente pétrolière). Plus la taxe est élevée et mondiale, plus les technologies se développent, par un prix d'équilibre entre le pétrole taxé et le coût de production des carburants alternatifs.

À l'inverse, les scénarios se caractérisent par :

- le contexte géopolitique et particulièrement par une plus ou moins forte gouvernance mondiale ou européenne, avec :
  - scénario 1 : forte gouvernance mondiale, forte gouvernance européenne, forte ouverture sur le monde ;
  - scénario 2 : ni gouvernance mondiale ni gouvernance européenne ; plutôt protectionnisme ;
  - scénario 3 : pas de gouvernance mondiale ; gouvernance européenne moyenne ; ouverture sur le monde ;
  - scénario 4 : pas de gouvernance mondiale ; forte gouvernance européenne ; protectionnisme.
- leurs hypothèses de prix de l'énergie (baril de pétrole), de taxe carbone et de TIPP, comme l'illustre le graphique ci-contre (en taxe carbone par baril de pétrole).

## 3. LES QUATRE SCÉNARIOS EXPLORATOIRES

### 3.2 LA DESCRIPTION DES SCÉNARIOS

Le développement de chaque scénario suit une trame identique, avec :

- les hypothèses démographiques et économiques, le contexte géopolitique et les grandes caractéristiques énergétiques ;
- les principales conséquences pour les flux de transport (flux terrestres, flux aériens, flux de marchandises), leurs consommations d'énergie et leurs émissions de CO<sub>2</sub><sup>11</sup>.

#### QUELLES ALTERNATIVES ÉNERGÉTIQUES POUR LES TRANSPORTS À L'HORIZON 2050 ?

Tous nos scénarios conduisent à un accroissement de la mobilité par rapport à 2004. Ils sont d'abord fondés sur une importante réduction de la consommation unitaire des véhicules légers, de 154 g/km aujourd'hui à une fourchette de 90 à 120 g/km suivant les scénarios. Il n'en reste pas moins nécessaire de trouver des substituts non carbonés aux produits pétroliers pour satisfaire les objectifs de développement durable. Trois voies sont aujourd'hui envisagées : l'hydrogène, l'électricité et les biocarburants.

L'hydrogène n'a pas été privilégié à l'horizon 2050. Il faut en effet résoudre le quadruple problème de sa fabrication, de sa distribution, de son stockage et d'une motorisation adaptée. Le véhicule électrique devrait se développer pour les trajets courts mais son usage est limité par les difficultés de stockage (poids et encombrement des batteries). La production d'électricité sans émission de CO<sub>2</sub> implique un choix en faveur du nucléaire (ou, à défaut, de séquestration du carbone).

Les biocarburants et la biomasse ont été privilégiés dans notre démarche. Certes, les biocarburants d'origine agricole (éthanol et esters) ont des rendements limités qui conduisent rapidement à une concurrence avec les surfaces destinées à l'alimentation humaine, au moins en Europe.

L'utilisation de la totalité de la biomasse (y compris la partie ligneuse et non les seuls sucres et huiles) est une nouvelle voie qui paraît prometteuse. Le rendement net (20 tonnes de matière sèche produisant de 2 à 5 Tép de carburant à l'hectare tenant compte de l'énergie nécessaire à la production et la transformation de la biomasse) est élevé et il est possible d'utiliser des terres non agricoles (forêts, prairies, landes, qui représentent 230 000 km<sup>2</sup> sur les 450 000 km<sup>2</sup> d'espaces naturels français). Dans nos scénarios, cette énergie, qui a un bilan nul en émission de CO<sub>2</sub>, pourrait fournir jusqu'à 50 % des carburants liquides nécessaires aux transports (scénario 1), en mobilisant 80 000 à 100 000 km<sup>2</sup>.

Parmi toutes ces potentialités, le système "véhicule hybride rechargeable + carburant apporté par la biomasse" a été considéré comme une technologie de référence pour la construction des scénarios.

Mais dans quels délais et à quelles conditions techniques, économiques et financières ces technologies sont-elles susceptibles de se développer à grande échelle ? Et quel serait le partage des différentes sources d'énergie disponibles entre les secteurs de l'économie ? Cette double incertitude n'a pas été explicitée dans la construction des quatre scénarios (voir 3.3. : Cheminement et ruptures), mais elle aura des effets majeurs sur le bilan d'émission de CO<sub>2</sub> des transports.

11 - Les estimations de flux reposent sur un certain nombre d'hypothèses et de calculs intermédiaires. La motorisation est un élément essentiel pour comprendre la mobilité. Le nombre de voitures particulières, aujourd'hui d'environ 30 millions, est estimé en 2050 à environ 36 millions dans le scénario 2 et à environ 45 millions dans les trois autres scénarios.

## SCÉNARIO 1 “GOUVERNANCE MONDIALE ET INDUSTRIE ENVIRONNEMENTALE”

### Les principales caractéristiques du scénario

Dans cette hypothèse, l'Europe limite les nouvelles adhésions et aboutit à un modèle fédéral à 25 qui se concentre sur son approfondissement (Europe de la défense, Europe sociale, Europe fiscale, Europe des réseaux...).

Parlant d'une même voix dans les instances internationales, elle contribue à l'émergence d'une gouvernance mondiale notamment en matière d'énergie. L'ambition européenne d'une division par quatre des émissions de CO<sub>2</sub> est soutenue par une forte taxation du carbone au plan mondial, qui permet un accord sur des normes de véhicules à faible consommation d'énergie et de carburants “propres”.

Au plan économique, la volonté politique est de conserver le plus possible sur le continent les activités industrielles, qui restent compétitives, et qui nécessitent le recours à des apports temporaires de main d'œuvre extra-européenne.

Les données clés sont les suivantes :

- démographie et croissance économique moyennes (67 millions d'habitants – PIB +1,5 % par an) ;
- maintien d'un fort potentiel industriel européen ;
- régulation mondiale de l'énergie permettant le développement de technologies “très basses émissions de CO<sub>2</sub>” : véhicule hybride électrique et carburant issu de la biomasse.

### LA RÉPARTITION SPATIALE DES ACTIVITÉS ET DES PERSONNES EN FRANCE

Ce scénario envisage une concentration en France des industries de première transformation à forte consommation énergétique dans les grands pôles industriels et portuaires tels que la Basse Seine (Le Havre et Rouen), Marseille-Fos, Dunkerque et la Basse Loire. Par ailleurs, la population à faibles revenus (notamment les nombreux retraités) cherchera à s'installer dans les régions où l'habitat est moins coûteux comme l'Auvergne ou le Limousin. La population est donc plus dispersée sur le territoire qu'aujourd'hui. Les flux de fret tendent à se massifier sur les grands axes trans-européens et dans les zones portuaires.

### Les principales tendances pour les transports

#### Les flux terrestres de voyageurs à courte et moyenne distance :

Globalement, comme dans les autres scénarios, le rythme de croissance de la mobilité à courte et moyenne distance ralentirait fortement et apparaîtrait nettement découplé de la croissance des revenus.

Les flux de mobilité locale (déplacements de 0 à 50 km), qui s'étaient accrus de près de 90 % entre 1975 et 2002, n'augmenteraient que de 30 % environ entre 2002 et 2050. Même si l'automobile reste largement prépondérante, la part des transports collectifs dans les déplacements motorisés, qui était tombée de 12 % à 8 % entre 1975 et 2002<sup>12</sup>, remonterait aux alentours de 10 %.

#### Les flux terrestres de voyageurs à longue distance :

Entre 2002 et 2050, la mobilité longue distance (de 50 à 1 000 km) doublerait d'ici 2050, alors que la mobilité de proximité ne croîtrait que d'un tiers. La part des déplacements à plus de 300 km croîtrait encore plus (+ 160 %). Ces caractéristiques sont communes aux scénarios 1, 3 et 4.

12 - Cette part est une valeur moyenne estimée pour l'ensemble des déplacements de moins de 50 km, y compris autour des agglomérations moyennes et des zones rurales isolées. Elle est en 2002 nettement supérieure dans les très grandes agglomérations et dépasse les 25 % en Ile-de-France.

### 3. LES QUATRE SCÉNARIOS EXPLORATOIRES

Ce scénario est celui dans lequel le trafic TGV connaîtrait la plus forte croissance, supérieure au triplement, en raison notamment de la limitation des vitesses moyennes sur route et du bon positionnement du TGV dans l'offre de transport collectif à longue distance.

#### **Les flux aériens :**

Comme pour l'ensemble des scénarios, le rythme de croissance du trafic aérien<sup>13</sup> diminuerait notablement par rapport à la période précédente (4,3 % par an entre 1986 et 2004) en raison d'une croissance économique modérée et de la politique d'économie d'énergie (y compris l'application d'une taxe carbone) peu propices au développement du trafic intercontinental.

Le trafic aéroportuaire de la métropole atteindrait 238 millions de passagers et ferait moins que doubler d'ici 2050 (croissance de 1,4 % par an). C'est le trafic européen, pour les relations sans concurrence avec le TGV, qui serait le moteur principal. La qualité du service et le nombre de relations et fréquences des aéroports régionaux vers les pays européens seraient considérablement améliorés. Le rôle de hub de Roissy ne serait pas affecté.

#### **Les flux de marchandises :**

Ce scénario s'inscrit dans la continuité des tendances actuelles (une croissance des flux de 1 % par an entre 2002 et 2050, nettement moins forte que dans les décennies passées). Les trafics d'échange et de transit croîtraient beaucoup plus vite que le transport national. Le trafic de conteneurs devrait connaître une très forte croissance dans les ports du Havre (de 17 Mt en 2002 à 86 Mt en 2050) et de Marseille (de 8 Mt à 43 Mt). Cette tendance favoriserait une concentration des flux sur les grands axes de transport.

#### **L'énergie et les émissions de CO2 :**

La coopération mondiale en matière de prix de l'énergie, notamment par une forte taxation du carbone (de 140 \$ par tonne de CO<sub>2</sub>, équivalente à 60 \$ par baril de pétrole), entraînerait d'importants progrès techniques : forte diminution de la consommation unitaire des véhicules et surtout développement de carburants de synthèse (dans notre scénario, les carburants issus de la biomasse représenteraient la moitié des carburants liquides consommés).

Malgré des véhicules plus chers (+10 % à l'achat et + 50 % pour l'entretien) et une forte augmentation du prix des carburants (plus de 1,8 € par litre), le prix d'usage des véhicules ne s'accroîtrait que de 30 % au km parcouru, en raison de leurs grandes performances énergétiques (équivalentes à 90 g CO<sub>2</sub>/km au lieu de 154 g en 2003, dont un tiers d'électricité, un tiers de pétrole et un tiers de biomasse).

C'est le scénario qui donnerait le meilleur résultat en matière de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> : avec des émissions nettes de 62 Mt, la baisse est de 62 % par rapport à 2002.

#### **LA SYNTHÈSE DU SCÉNARIO 1 (2002-2050)**

Comme dans tous les scénarios, le rythme de croissance de la mobilité des voyageurs comme des marchandises serait inférieur à celui des décennies passées. Il resterait plus important pour les déplacements longs, y compris le transport aérien, que pour la mobilité locale. Même avec le TGV en forte croissance, le transport routier resterait dominant dans tous les secteurs du marché.

Grâce à une coopération mondiale en matière de régulation des prix de l'énergie, les progrès techniques permettraient cependant de diminuer fortement les émissions de CO<sub>2</sub>.

13 - Mesuré en passagers aéroportuaires (aéroports français).

## SCÉNARIO 2 “REPLI EUROPÉEN ET DÉCLIN”

### Les principales caractéristiques du scénario

Dans ce scénario, le plus pessimiste de tous, le centre de gravité de l'économie mondiale se déplace vers l'Asie et les Etats-Unis au détriment de l'Europe. La poursuite de l'élargissement, le non-respect des accords entre pays européens (comme le taux de déficit public limité à 3 % par le traité de Maastricht) et la diversité des priorités pour chaque pays ont finalement raison de l'unité et de l'intégration européennes et conduisent à un repli européen.

En termes économiques, les gains de productivité des industries lourdes ou les plus traditionnelles sont insuffisants face à la compétition internationale. Les échanges décroissent, la fécondité est basse, les déplacements touristiques des Français et des Européens régressent. Ce scénario se caractérise particulièrement par l'absence de gouvernance européenne ou mondiale sur l'énergie et l'effet de serre et donc par l'absence de taxation des émissions de CO2. La politique énergétique est peu active : un report partiel sur des technologies plus ou moins éprouvées (pétroles non conventionnels, carburants de synthèse à partir de gaz ou de charbon, biocarburants traditionnels) s'effectue à chaque hausse brutale du prix du pétrole.

Les données clés sont les suivantes :

- démographie et croissance économique faibles (59 millions d'habitants – PIB +1 % par an) ;
- chute de l'emploi industriel face à la compétition internationale (délocalisations) ;
- progrès énergétiques des véhicules et des carburants limités (régulation par le marché).

### LA RÉPARTITION SPATIALE DES ACTIVITÉS ET DES PERSONNES EN FRANCE

Ce scénario conjugue un vieillissement marqué de la population et un chômage persistant. Ceci conduit la part la plus importante de la population à opter pour un habitat en milieu périurbain diffus pour vivre davantage en autarcie. Ce sont les régions qui perdent aujourd'hui de la population (le Nord, l'Est et le Centre) qui bénéficient le plus de ces flux migratoires, mais dans les zones rurales à proximité des villes. Le développement du tourisme asiatique est cependant important, en raison des coûts faibles et donc attractifs.

### Les principales tendances pour les transports

#### Les flux de voyageurs terrestres à courte et moyenne distance :

Les contraintes économiques de ce scénario conduiraient, malgré la forte périurbanisation, à une baisse de tous les flux de transport ou à une croissance très faible.

Globalement, comme dans les autres scénarios, le rythme de croissance de la mobilité à courte et moyenne distance ralentirait. Ce ralentissement serait encore plus accentué dans ce scénario par la conjonction d'une faible démographie et d'un revenu par habitant inférieur à celui des autres scénarios. Il concernerait tous les modes, la croissance du trafic automobile d'ici 2050 n'étant que de 10 % et celle des transports collectifs de 25 %.

#### Les flux de voyageurs terrestres à longue distance :

La mobilité longue distance serait encore plus affectée par la faiblesse de la croissance des revenus : la croissance ne serait que de l'ordre d'un tiers contre un doublement dans les autres scénarios. La croissance du trafic TGV resterait cependant relativement plus élevée, de l'ordre du doublement sur la période.

### 3. LES QUATRE SCÉNARIOS EXPLORATOIRES

#### **Les flux aériens :**

La faible croissance de l'économie française ne contribuerait pas au développement du trafic. Cet effet serait atténué par une augmentation du coût de l'énergie plus faible que dans les autres scénarios. Aussi, globalement, le trafic serait à peine inférieur à celui du scénario 1 (231 millions de passagers dans les aéroports, + 1,4 % l'an entre 2004 et 2050).

Mais les principaux générateurs de trafic seraient plutôt les touristes asiatiques que les passagers européens, ce qui favoriserait les aéroports parisiens. Cependant, la dégradation du rayonnement international de la France pénaliserait le rôle de hub de Roissy Charles-de-Gaulle.

#### **Les flux de marchandises :**

La faible croissance économique, le peu de dynamisme du commerce extérieur, et d'importantes délocalisations, qui ont un impact sur les transports intermédiaires, conduiraient à une stabilisation des volumes de transport qui se trouveraient en fin de période à un niveau proche, en tonnes x km, du niveau actuel.

Seul reste fort le trafic de conteneurs, lié aux délocalisations. L'activité des ports pourrait donc être aussi importante que dans le scénario précédent.

#### **L'énergie et les émissions de CO2 :**

Dans ce scénario, la faible croissance économique et l'absence de régulation mondiale et européenne ne permettraient pas de développer massivement des énergies alternatives au pétrole et au charbon. En conséquence, les biocarburants occuperaient la plus faible part (8 %) de tous les scénarios et seraient des dérivés agricoles (éthanol et ester d'huile végétale).

Avec des augmentations nettement moins élevées des coûts d'entretien des véhicules (+ 30 %) et des carburants (de l'ordre de 1,3 € par litre), mais des performances énergétiques nettement plus faibles que dans le scénario précédent (équivalentes à 120 g CO<sub>2</sub>/km au lieu de 154 g en 2003), le prix d'usage des véhicules s'accroîtrait de 20 % au km parcouru.

Avec un total de l'ordre de 130 MtCO<sub>2</sub>, les émissions nettes de CO<sub>2</sub> des transports seraient en faible baisse (19 %) par rapport à 2002. Il est probable cependant qu'une partie importante des carburants liquides serait fabriquée à partir de charbon, ce qui aggraverait encore le bilan des émissions de CO<sub>2</sub>.

#### **LA SYNTHÈSE DU SCÉNARIO 2 (2002-2050)**

La faible croissance économique fait de ce scénario celui dans lequel la mobilité des personnes comme des biens augmenterait le moins. Seule la croissance du transport aérien résisterait du fait du tourisme étranger. Malgré cette faiblesse du transport, les émissions nettes de CO<sub>2</sub> diminueraient peu, les énergies alternatives au pétrole étant peu développées, notamment du fait de l'absence de taxes incitatives.

## SCÉNARIO 3 “GRANDE EUROPE ÉCONOMIQUE”

### Les principales caractéristiques du scénario

Dans ce scénario, l'Europe politique se renforce dans le but d'améliorer sa compétitivité économique et sa sécurité : face à des crises (approvisionnement énergétique, migrations non maîtrisées, risques d'attentats et de guerre), la nécessité pousse les nations européennes après 2015 à dépasser leurs intérêts propres pour construire une Europe plus unie.

Une plus grande intégration économique s'opère avec le pourtour méditerranéen et la CEI. Les activités à faible valeur ajoutée et forte intensité de main d'œuvre tendent à être délocalisées dans les régions voisines de l'Europe plus qu'en Asie afin de promouvoir une plus grande stabilité économique et politique de la zone.

Le contexte est marqué par une faible gouvernance mondiale mais avec cependant une volonté politique européenne pour limiter les émissions de gaz à effet de serre ou plutôt diminuer la dépendance énergétique (taxe carbone de 70 \$ par tonne de CO<sub>2</sub>, équivalente à 30 \$ par baril de pétrole).

Les données clés sont les suivantes :

- démographie moyenne et croissance économique forte (67 millions d'habitants – PIB + 2 % par an) ;
- fort développement des échanges dans l'espace Europe élargi à la Méditerranée et la CEI ;
- régulation européenne de l'énergie permettant le développement de technologies à un rythme cependant moins performant que dans le scénario 1.

### LA RÉPARTITION SPATIALE DES ACTIVITÉS ET DES PERSONNES EN FRANCE

Ce scénario est celui qui pose le plus de défis au système de transport. La poursuite de l'attractivité des régions du Sud et de l'Ouest concentre sur la moitié sud du pays la croissance de la mobilité quotidienne des personnes, et, logiquement, toujours une part importante de la mobilité touristique. La périurbanisation y est forte. Cette évolution est conjuguée à un essor des échanges marchands avec la rive sud de la Méditerranée et à une croissance économique forte, ce qui amplifie la pression des flux de transport sur les axes Nord-Sud.

### Les principales tendances pour les transports

#### Les flux de voyageurs terrestres à courte et moyenne distance :

Globalement, comme dans les autres scénarios, le rythme de croissance de la mobilité à courte et moyenne distance se ralentirait fortement et apparaîtrait nettement découplé de la croissance des revenus. C'est cependant le scénario où les déplacements locaux resteraient les plus importants du fait de l'augmentation des revenus.

La part des transports collectifs dans les déplacements motorisés, qui était tombée de 12 % à 8 % entre 1975 et 2002, resterait à ce seuil, notamment en raison du développement plus important de l'habitat dans les zones à faible densité.

### 3. LES QUATRE SCÉNARIOS EXPLORATOIRES

#### **Les flux de voyageurs terrestres à longue distance :**

Comme dans les scénarios 1 et 4, la mobilité à plus de 50 km doublerait à l'horizon 2050. Comme dans les scénarios 1 et 2, la place de la voiture ne serait plus aussi forte qu'aujourd'hui, la croissance des déplacements les plus longs (plus de 300 km) bénéficiant davantage aux transports collectifs qu'à la voiture.

#### **Les flux aériens :**

Grâce à la croissance des revenus et des échanges, le scénario "Grande Europe économique" serait le scénario avec la plus forte croissance de la demande de transport aérien, de l'ordre de + 2,5 % par an sur la période 2004-2050, soit une multiplication par 3,5 d'ici 2050. Le trafic international, qu'il concerne l'Europe comme le reste du monde, connaîtrait une forte croissance. Le renforcement du rayonnement de l'économie française et de son attractivité favoriserait le trafic dans les aéroports de Paris (236 millions de passager en 2050 contre 75 millions en 2004) et notamment le trafic de correspondance, mais la croissance profiterait également aux aéroports régionaux.

#### **Les flux de marchandises :**

La forte croissance économique comme l'intensité des relations avec l'Europe de l'Est et le Maghreb entraîneraient une augmentation des trafics du même ordre que dans le scénario 1. La croissance des trafics de conteneurs serait plus soutenue, du fait de la prédominance des trafics d'échange, liés à la desserte des ports, par rapport au transit, le poids de l'Italie et de l'Espagne étant moins important.

#### **L'énergie et les émissions de CO2 :**

Le bilan énergétique de ce scénario serait le moins favorable. Le développement important des flux de transport s'accompagnerait d'une hausse de 11 % de la consommation totale de carburants liquides des transports.

L'évolution des coûts d'entretien des véhicules (+ 40 %), du coût des carburants (de l'ordre de 1,7 € par litre) et des performances énergétiques (110 g CO2/km) serait intermédiaire entre celles des deux précédents scénarios ; le prix d'usage des véhicules s'accroîtrait d'environ 30 % au km parcouru.

La biomasse représenterait 20 % des carburants utilisés et les émissions nettes de CO2 des transports seraient en baisse de 8 % par rapport à 2004 ; mais, comme dans le scénario 2, il est probable qu'une grande part des carburants liquides serait fabriquée à partir de charbon, ce qui aggraverait encore le bilan des émissions de CO2.

#### **LA SYNTHÈSE DU SCÉNARIO 3 (2002-2050)**

C'est le scénario dans lequel la croissance de la mobilité serait la plus forte du fait du niveau de croissance économique et des échanges. Ce phénomène serait particulièrement net pour le transport aérien qui triplerait sur la période.

Dans ce contexte, les progrès technologiques, limités par l'absence de gouvernance mondiale, ne permettraient pas de diminuer notablement les émissions de CO2.

## SCÉNARIO 4 “GOUVERNANCE EUROPÉENNE ET RÉGIONALISATION”

### Les principales caractéristiques du scénario

Ce dernier scénario, sans doute le plus atypique par rapport à la tendance actuelle, combine des éléments de contexte du scénario 1 : l'Europe se fédère à 25 (voire à 28 ou 30), et du scénario 2 : l'Europe et le monde sont dominés par les géants américain et asiatique. Pour autant, l'Europe préserve ses activités industrielles en protégeant son marché et son modèle économique spécifique (autour de la recherche et développement, de son réseau de PME, d'une agriculture à valeur ajoutée).

Une place importante est accordée au maintien de l'emploi et aux valeurs environnementales. Les pays européens imposent des normes sociales et environnementales pour leurs importations afin de maintenir les activités productives chez eux.

Comme dans le scénario 3, le contexte est également marqué par une faible gouvernance mondiale mais avec cependant une volonté politique européenne pour limiter les gaz à effet de serre (taxe carbone de 140 € par tonne de CO<sub>2</sub>, malgré le prix très élevé du pétrole).

Les données clés sont les suivantes :

- démographie forte et croissance économique moyenne (70 millions d'habitants – PIB +1,5 % par an) ;
- fort développement des échanges dans l'espace Europe ; moindre ouverture sur le monde extérieur ;
- régulation européenne de l'énergie permettant le développement de technologies plus tardif que dans le scénario 1, avec un coût de l'énergie sensiblement plus élevé.

### LA RÉPARTITION SPATIALE DES ACTIVITÉS ET DES PERSONNES EN FRANCE

Ce scénario se traduit par un “retour en ville”, avec des localisations d'habitat bénéficiant aux agglomérations centrales, au détriment des zones périurbaines. D'autres régions que celles du Sud et de l'Ouest sont devenues attractives, en fonction des spécialisations et synergies régionales qu'elles ont su trouver. Les flux terrestres de fret s'organisent davantage à une échelle interrégionale dans ce scénario que dans les autres.

### Les principales tendances pour les transports

#### Les flux de voyageurs terrestres à courte et moyenne distance :

Comme dans les autres scénarios, le rythme de croissance de la mobilité à courte et moyenne distance ralentirait fortement. Un développement périurbain moins élevé n'aurait cependant que des effets limités sur la mobilité. Compte-tenu de l'augmentation des coûts et de la baisse des vitesses des déplacements automobiles, la part des transports collectifs passerait de 8 à 10 %.

#### Les flux de voyageurs terrestres à longue distance :

Comme dans les scénarios 1 et 3, les flux à moyenne et longue distance doubleraient à l'horizon 2050, malgré la très forte augmentation du prix de l'énergie.

Contrairement au scénario 1 (le plus favorable au développement des TGV), la répartition entre voiture et transport collectif ne serait pas significativement modifiée.

### 3. LES QUATRE SCÉNARIOS EXPLORATOIRES

#### **Les flux aériens :**

Ce scénario cumulerait les hypothèses les plus pénalisantes pour le transport aérien : une croissance du revenu par habitant faible, notamment en France, et une augmentation des tarifs aériens significative, directement liée à celle du coût du pétrole (120 \$ à 180 \$ le baril y compris la taxe carbone). C'est le scénario de la plus faible progression du trafic aérien (+ 1,1 % par an sur la période), soit 209 millions de passagers en 2050.

#### **Les flux de marchandises :**

L'industrie européenne tendant à se spécialiser par région et à développer une économie locale, ce scénario favoriserait l'emploi, mais limiterait la croissance.

Par rapport aux scénarios 1 et 3, le transport national connaîtrait une croissance plus forte, même si elle reste modérée. Par contre, les trafics d'échange et de transit, ainsi que le trafic de conteneurs dans les ports, croîtraient moins vite que dans les deux autres scénarios. Ce ralentissement n'empêcherait pas la croissance de la part du trafic international dans un trafic total dont l'augmentation serait plus faible que dans les scénarios 1 et 3.

#### **L'énergie et les émissions de CO2 :**

Le scénario est caractérisé par des avancées significatives en termes d'énergie et d'émissions de gaz à effet de serre, avec une taxe carbone de 140 \$ par tonne de CO2 (équivalente à 60 \$ par baril de pétrole) qui permettrait de financer le développement d'énergies alternatives. En l'absence de mesures de régulation mondiales, les progrès sur la motorisation et les biocarburants commenceraient plus tardivement que dans le scénario 1, avec la mise en place des mesures de protection du marché européen.

Ce scénario se traduirait également par un relèvement des coûts d'achat (+ 10 %) et d'entretien (+ 50 %) des véhicules équivalents à ceux du scénario 1 et par une très forte croissance du prix des carburants (de l'ordre de 2,4 € par litre). Compte-tenu du prix élevé du pétrole (180 \$ le baril avec taxe carbone) et des performances énergétiques moindres que celles du scénario 1, le prix d'usage des véhicules s'accroîtrait de plus de 50 % au km parcouru.

La trajectoire à long terme serait proche de celle du scénario 1 avec une consommation totale de carburants liquides des transports en faible baisse (à 47 Mtep contre 52 actuellement) et une part de biocarburants de 30 %. Des résultats significatifs (bien qu'inférieurs à ceux du scénario 1) seraient obtenus pour les émissions nettes de CO2 des transports, avec une baisse de 37 % par rapport à 2002.

#### **LA SYNTHÈSE DU SCÉNARIO 4 (2002-2050)**

Malgré une forte hausse du prix de l'énergie, la mobilité ne serait que modérément ralentie par rapport aux scénarios 1 et 3. C'est sur les flux aériens que l'impact serait le plus net. La diminution des émissions de CO2 des transports serait substantielle, moins 40 % environ, moindre toutefois que dans le scénario 1, le progrès technique arrivant plus tardivement.

## LES CHIFFRES CLÉS DES QUATRE SCÉNARIOS

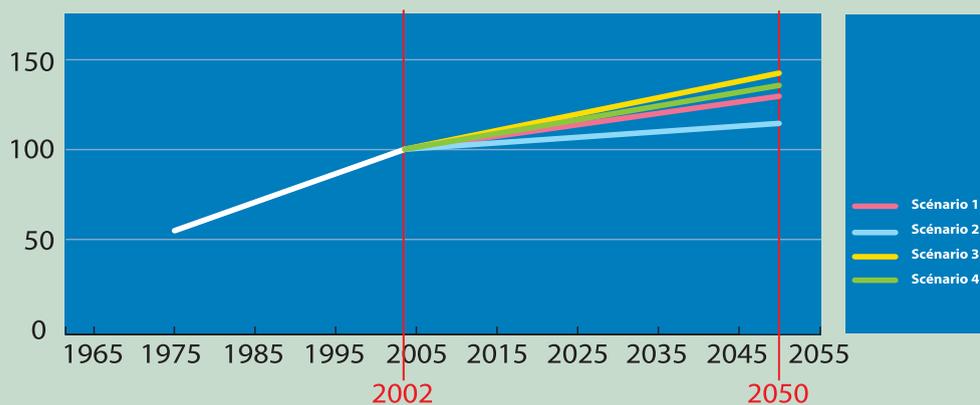
Les chiffrages présentés dans le tableau ci-dessous doivent être considérés non pas comme des prévisions, mais comme des ordres de grandeurs ou fourchettes d'évolutions possibles.

	rétrospective	2002	Scénarios 2050			
			Scénario 1 : Gouvernance mondiale et industrie environnementale	Scénario 2 : Repli européen et déclin	Scénario 3 : Grande Europe économique	Scénario 4 : Gouvernance européenne et régionalisation
Démographie (M. hab.)	46,5 (1962)	59	67	58	67	70
PIB (croissance annuelle)	-	2 %	1,5 %	1 %	2 %	1,5 %
Prix du baril de pétrole dont taxe carbone	-	28 \$	90 \$ 60 \$	60 \$ 0	90 \$ 30 \$	180 \$ 60 \$
Prix du carburant TTC (valeur moyenne au litre)	-	0,87 €	1,85 €	1,33 €	1,76 €	2,43 €
Voyageurs terrestres (0 à 1000 km)	49 (1975)	100	150	118	164	158
Voyageurs aériens (trafic aéroportuaire)	46 (1986)	100 (2004)	191	185	318	168
Marchandises (trafic intérieur)	54 (1965)	100	167	94 à 117	146 à 182	150

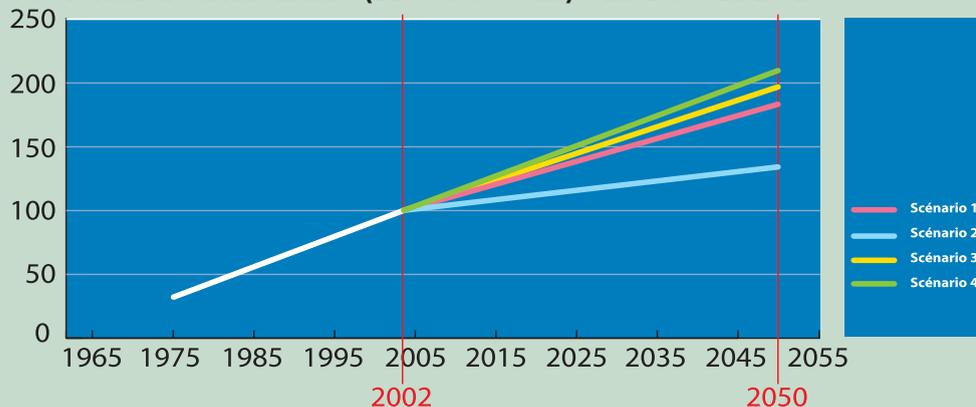
## LA SYNTHÈSE DE L'ÉVOLUTION DES FLUX

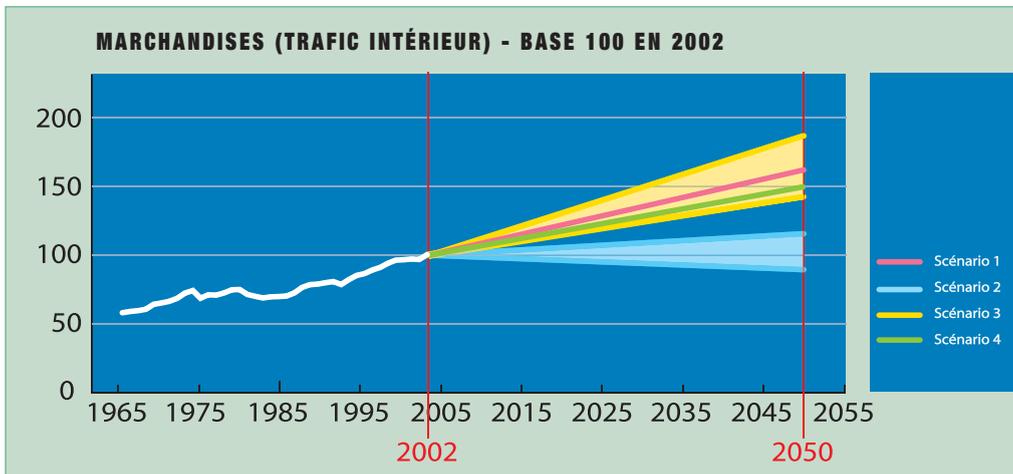
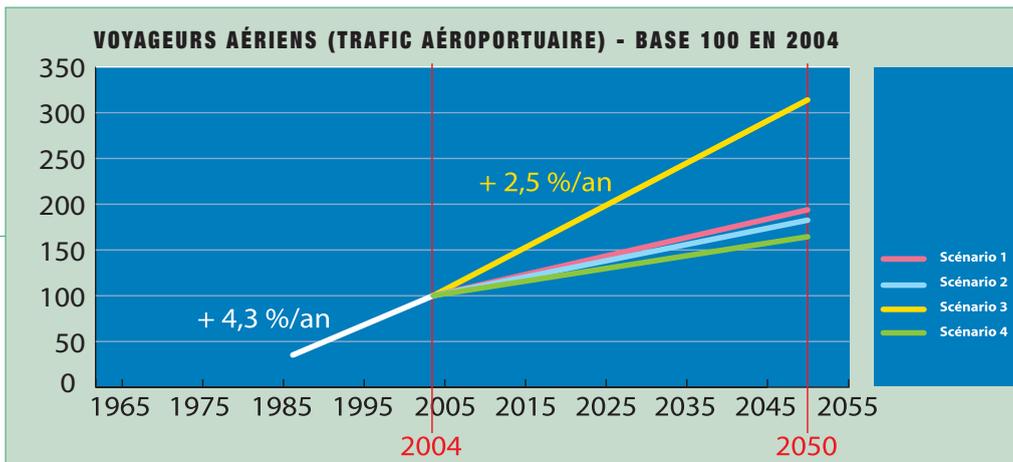
Les graphiques qui suivent sont des représentations volontairement schématisques des évolutions.

MOBILITÉ DE PROXIMITÉ (DE 0 À 50 KM) - BASE 100 EN 2002

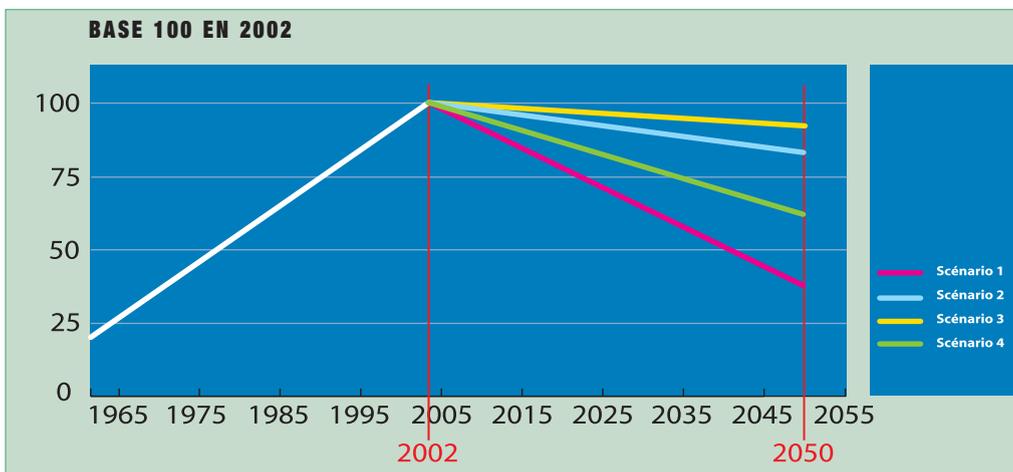


VOYAGEURS INTERURBAINS (DE 50 À 1000 KM) - BASE 100 EN 2002





## LA SYNTHÈSE DE L'ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS DE CO2



Les émissions de gaz à effet de serre des transports étaient de 163 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> en 2002 (soutes internationales comprises, à comparer à 24 millions de tonnes en 1960, dont 14 millions pour les modes non routiers : locomotives à charbon et diesel...).

Les scénarios 1 et 4 auraient une bonne performance énergétique, avec un prix de l'énergie très différent, qui traduirait l'écart du niveau de développement des énergies alternatives au pétrole. Les scénarios 2 et 3 conduiraient à des baisses très faibles des émissions de CO<sub>2</sub>, en l'absence de développement d'énergies alternatives "propres" (utilisation importante du charbon), aggravée, dans le scénario 3, par une forte croissance des trafics.

L'inversion de tendance (visualisée par un pic sur le graphique) correspond à un plateau qui pourrait durer une dizaine d'années, avec de faibles variations d'émissions. La croissance des émissions de CO<sub>2</sub> serait déjà ralentie depuis quelques années, la hausse des trafics étant plus faible et en partie contrebalancée par les économies annuelles de consommations unitaires des véhicules en circulation.

### 3.3 CHEMINEMENT ET RUPTURES

#### 3.3.1 LE CHEMINEMENT JUSQU'À 2050

Chacun des scénarios présente des aspects tendanciels mais aucun ne peut être considéré comme le scénario tendanciel par opposition aux autres. Au plan socio-économique, la croissance annuelle, au cours des vingt dernières années, a été un peu supérieure à 2 %, avec une tendance à la diminution. De ce point de vue, aucun des scénarios n'implique une rupture avec la tendance. C'est surtout sur les plans de la gouvernance et de la croissance économique que les options sont tranchées, ainsi que sur l'émergence plus ou moins importante et organisée de technologies de substitution aux énergies polluantes.

Ainsi, il est difficile d'interpréter les événements des dernières années comme un progrès vers une gouvernance mondiale : une orientation sur le scénario 1, dont une gouvernance mondiale forte est la caractéristique, n'est envisageable qu'à un horizon de l'ordre d'une vingtaine d'années.

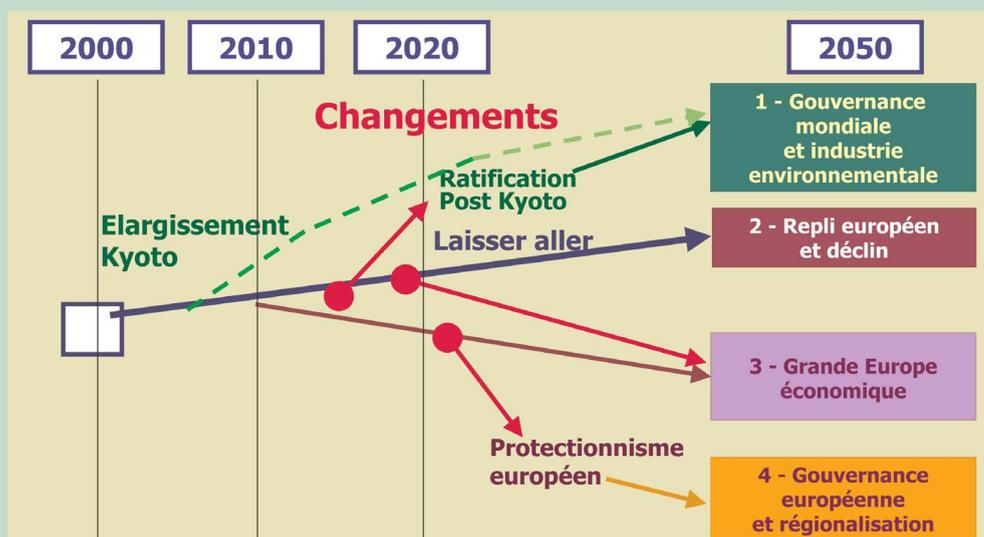
Le scénario 2 présente des caractéristiques qui le rapprochent de la tendance sur courte période : taux de croissance faible, diminution de la coopération européenne. Mais, prolongées sur 50 ans, ces tendances marqueraient une sorte de rupture par rapport au passé : les difficultés de ratification du traité constitutionnel européen ne peuvent obérer un demi-siècle d'avancées considérables.

Le scénario 3 correspond dans une certaine mesure à la stratégie de Lisbonne, avec une Europe relativement intégrée et ouverte sur le monde ; les entreprises françaises et européennes sont déjà impliquées dans cette orientation.

Enfin, le scénario 4, avec une Europe unie mais relativement protégée, correspond à un discours fortement entendu en France.

On voit donc que le cheminement qui va conduire à 2050 est très ouvert. Les "bifurcations" seront provoquées par des évolutions des contextes politiques et socio-économiques. Les progrès dans la gouvernance mondiale, l'avenir de la construction européenne, l'équilibre entre les économies asiatique, américaine et européenne sont de ce point de vue des déterminants puissants qu'il serait présomptueux de prédire. Le prix, taxes comprises, des ressources pétrolières, sera un indicateur pertinent de la situation globale, ainsi que le niveau de diffusion de technologies alternatives au pétrole.

#### LES CHEMINEMENTS POSSIBLES



## 3. LES QUATRE SCÉNARIOS EXPLORATOIRES

Au regard de ces exemples, le contexte des 50 prochaines années ne peut que rester ouvert et il arrivera certainement que des glissements s'opèrent d'un scénario à l'autre – ces scénarios ouvrant un large spectre mais n'épuisant pas eux-mêmes tous les possibles. Ces cheminements pourraient être en particulier provoqués par des réactions mondiales à des "événements aiguillages", des crises ou des ruptures dont on ne peut mésestimer la probabilité de survenue.

### 3.3.2 CRISES ET RUPTURES POSSIBLES

Dans ce cadre, un certain nombre de ruptures, complexes à analyser, doivent faire l'objet de scénarios spécifiques, qui ne sont pas inclus dans la démarche présente : dans les crises envisagées le transport n'est pas le premier concerné et il sera plus affecté par les conséquences économiques ou les décisions politiques de la crise qu'il n'en sera un moteur. La nature technique et les compétences sectorielles du groupe de travail, qui a piloté cette démarche, ne lui permettraient pas d'être la structure pertinente pour piloter des scénarios de rupture. Nous en avons cependant identifié plusieurs familles.

#### **Les ruptures sur l'énergie et l'effet de serre :**

Nos scénarios sont fondés sur une réponse, de nature principalement technologique, à une diminution progressive des ressources pétrolières. L'augmentation du coût d'usage de la voiture particulière reste, dans les scénarios analysés, inférieure à l'augmentation du revenu disponible des ménages.

Une rupture, plus ou moins brutale, peut provenir d'une grave défaillance de l'approvisionnement, par exemple du fait de conflits localisés importants, ou d'une "panne" de progrès technologique face à une demande importante. Dans de tels cas, la régulation par des taxes n'est probablement plus pertinente et le transport, mais pas que lui, serait profondément affecté.

Une telle rupture a quelque vraisemblance, au moins partiellement. Le groupe de travail s'est interrogé sur les mesures qui permettraient de rendre cette situation la moins pénalisante possible pour l'économie française, en particulier pour valoriser les acquis en matière de progrès technologique.

La rupture pourrait également résulter d'un vaste mouvement d'opinion pour accentuer la lutte contre l'effet de serre, à la suite d'événements climatiques dévastateurs. Face à cette pression, les Etats prendraient à l'échelle mondiale des mesures de restriction des émissions de CO<sub>2</sub> d'autant plus brutales qu'elles auraient été retardées ou pas suffisamment anticipées.

#### **Les ruptures sur la démographie et l'économie :**

Les scénarios ne comportent pas de rupture prononcée en matière démographique ou économique. Or, deux déséquilibres profonds caractérisent ce début de XXI<sup>e</sup> siècle.

Une Europe, dont les projections tendanciennes de population sont à la baisse pour la période étudiée, est vieillissante dans un monde où la croissance démographique est encore souvent importante. Des migrations importantes, en provenance de l'Afrique, mais aussi éventuellement de l'Amérique du Sud ou de l'Asie, sont possibles : l'Espagne vit depuis quelques années cette situation qui peut devenir une rupture économique, sociale et culturelle.

La correction des déséquilibres monétaires, aggravés par l'émergence du géant chinois dans le commerce mondial, pourrait entraîner des troubles majeurs non seulement du commerce mais aussi de la croissance mondiale.

Les incertitudes sur les conséquences globales de tels scénarios rendent probablement vaine une réflexion limitée aux transports.

### 3. LES QUATRE SCÉNARIOS EXPLORATOIRES

---

#### **Les ruptures liées à des changements de comportements :**

Les modèles dont se sont inspirées, et seulement inspirées, nos descriptions des flux de transport supposent une certaine constance des comportements des acteurs économiques. Or, de ce point de vue, des ruptures sont possibles.

Le téléphone portable, l'ordinateur et surtout internet sont des techniques récentes mais qui sont loin d'avoir atteint leur maturité ; tout au moins, leurs potentiels ne sont pas encore utilisés à plein par les entreprises et surtout par les ménages. Certes, actuellement, leurs effets sur la mobilité sont limités, même si nous avons pris en compte une certaine substitution de services à des déplacements. Mais on peut sans doute imaginer des bouleversements plus importants avec le développement de la "société digitale".

L'opinion publique est de plus en plus mobilisée par la défense de l'environnement. Il est vrai que cette mobilisation semble se traduire davantage par l'opposition à des infrastructures nouvelles que par une diminution de la mobilité. Il ne faut pas exclure, en particulier, en cas de manifestations climatiques extrêmes, que cette évolution s'accroisse.

Au premier examen, ces ruptures conduiraient plutôt à diminuer la mobilité.

#### **Les ruptures liées à l'évolution des transports :**

Les scénarios reposent sur des progrès technologiques concentrés sur des améliorations énergétiques et touchent peu la vitesse ou la qualité des services de transport. Or, des progrès majeurs peuvent concerner tant la vitesse proposée aux voyageurs aériens ou terrestres (même si ceci nous paraît aujourd'hui peu vraisemblable du fait des contraintes énergétiques), que les systèmes d'information, de réservation ou de guidage. Ces améliorations apparaissent davantage comme des variantes accentuant les caractéristiques de tel ou tel scénario que comme des ruptures aussi fondamentales que dans les trois paragraphes précédents.

Par contre, mais faut-il l'évoquer sous le thème de l'évolution des systèmes de transport, des crises importantes et durables mettant en cause la sécurité, que ce soit du fait d'accidents, d'attentats ou autres, auraient des conséquences majeures tant sur la mobilité que sur la répartition des trafics entre modes de transport.

En bref, que ce soit du fait de ruptures ou de bifurcations, l'avenir ne peut certainement pas se lire comme une évolution linéaire vers un des scénarios que nous avons développés.

Aussi bien l'un des objets des réflexions à conduire pourra être celui de la gestion (technologique, économique et politique) des transitions, voire des crises, permettant d'adapter du mieux possible le système des transports aux enjeux futurs.

# 4. LA SYNTHÈSE GÉNÉRALE

## **4.1 UNE CROISSANCE PLUS MODÉRÉE DES FLUX DE TRANSPORT - 38**

4.1.1 UN TASSEMENT DIFFÉRENCIÉ DE LA DEMANDE  
DE TRANSPORT POUR LES VOYAGEURS - 38

4.1.2 POUR LES FLUX DE MARCHANDISES,  
LES TENDANCES SONT PLUS CONTRASTÉES - 39

## **4.2 LES CONSÉQUENCES POUR L'INTERMODALITÉ ET LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE - 40**

4.2.1 DES PERSPECTIVES FAVORABLES  
AUX MODES DE TRANSPORT ALTERNATIFS À LA ROUTE - 40

4.2.2 LE MODE ROUTIER RESTERAIT LARGEMENT  
PRÉDOMINANT DANS TOUS LES SCÉNARIOS - 40

4.2.3 UNE RÉDUCTION IMPORTANTE DES ÉMISSIONS  
DE CO<sub>2</sub> POUR LES TRANSPORTS ROUTIERS EST POSSIBLE - 41

## **4.3 LES ENJEUX POUR LA POLITIQUE DES TRANSPORTS - 42**

4.3.1 PRÉPARER L'ÈRE DE "L'APRÈS-PÉTROLE" ET LUTTER  
CONTRE LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE - 42

4.3.2 TRAITER LES GOULETS D'ÉTRANGLEMENT  
DES RÉSEAUX D'INFRASTRUCTURES - 43

## **4.4 LES THÉMATIQUES À INTÉGRER OU À APPROFONDIR DANS LES RÉFLEXIONS ULTÉRIEURES - 47**

## 4.1 UNE CROISSANCE PLUS MODÉRÉE DES FLUX DE TRANSPORT

Même si les évolutions sont différentes suivant les scénarios, avec une croissance beaucoup plus forte dans le scénario 3, une tendance générale à une modération de la croissance des flux, exprimés en volume de transport, est manifeste.

### 4.1.1 UN TASSEMENT DIFFÉRENCIÉ DE LA DEMANDE DE TRANSPORT POUR LES VOYAGEURS

Par le passé, l'accroissement de la mobilité des personnes a été dû :

- à l'accroissement de la vitesse couplé à une diminution relative du prix des transports (prix de la voiture, des carburants, des billets aériens et TGV) ;
- à l'accroissement du temps libre et du pouvoir d'achat favorisant notamment les déplacements de tourisme plus lointains et plus fréquents.

Si la seconde raison peut éventuellement se perpétuer sur les 50 prochaines années, plusieurs inflexions vont se produire concernant les vitesses et les coûts des transports :

- la motorisation des ménages est arrivée à maturité : passée de 65 à 80 % de 1975 à 2002, elle reste stable entre 1998 et 2003 ; ce taux progressera peu dans les 50 prochaines années, même si le nombre de ménages possédant deux voitures deviendra plus important ;
- les vitesses offertes par les différents réseaux ne s'accroîtront plus, sauf émergence dans les 50 ans d'un nouveau mode de transport économiquement viable (sans prémices aujourd'hui, cette hypothèse est jugée improbable) ; elles risquent même de stagner, voire de diminuer, pour des raisons d'exploitation des réseaux, de sécurité ou d'environnement ;
- le prix des transports a plusieurs raisons d'augmenter (au mieux de stagner) en raison des règles plus sévères en matière d'environnement et de sécurité, et surtout du coût des ressources énergétiques ; parallèlement, la croissance annuelle du revenu des ménages sera moins élevée : de l'ordre de 1,3 % par an au lieu de 2,1 % au cours des 20 dernières années.

Les principaux enseignements sont les suivants :

#### **Une croissance modérée de la mobilité locale quotidienne (- de 50 km).**

Cette croissance faible, de l'ordre de 10 à 40 % sur la période 2000-2050 selon les scénarios tient pour ce type de déplacements :

- au ralentissement de la croissance de la population ;
- aux limites du temps quotidien qui peut être consacré aux transports, qu'il s'agisse des déplacements domicile-travail et/ou des déplacements domicile-loisirs ; la vitesse des déplacements n'augmentant pas, les distances parcourues resteraient stables ;
- quel que soit le scénario, la part des déplacements locaux contraints diminuera du fait de la généralisation des services à distance (banque, administration, billetterie à court terme) ; il faut également s'attendre à une baisse des déplacements pour des visites médicales (télé-médecine), les courses (e-commerce) et pour le travail (téléconférence, télétravail).

Ces déplacements à courte distance resteraient cependant la part prépondérante (59 à 64 % selon les scénarios) de la mobilité globale des personnes (cette part était de 74 % en 1975 et de 68 % en 2002).

Le volume et la répartition de cette croissance entre modes de transport seraient peu sensibles au contexte socio-économique global (revenus, périurbanisation) mais plus aux politiques locales de transport (vitesse automobile, offre de transport collectif). Le potentiel de croissance des transports collectifs dans les grandes agglomérations reste très important. Toutefois, rapportée à l'ensemble des déplacements quotidiens à courte et moyenne distance (dont la grande majorité se situe en périphérie des agglomérations et dans les zones à faible densité), la part des transports collectifs resterait très minoritaire<sup>14</sup>.

14 - La part des transports collectifs varie sensiblement avec la taille des agglomérations et la densité de l'urbanisation : elle était en 1994 de 7 % dans les bassins d'emplois de moins de 300 000 habitants, de 10 % dans ceux de plus de 300 000 habitants, de 18 % en Ile-de-France et de 55 % à Paris.

**Une croissance plus forte des flux de voyageurs à longue distance** (excursions ou voyages de plusieurs jours entre 50 et 1 000 km), de l'ordre du doublement sur la période, à l'exception du scénario 2 de déclin de l'Europe pour lequel l'augmentation n'est que de 50 % du fait de la faiblesse de la croissance des revenus. Cet accroissement bénéficierait mécaniquement à la route, qui est déjà le mode de transport dominant. Cependant, le rythme de croissance des transports collectifs serait plus important, notamment pour les TGV (+ 100 % à + 200 % selon les scénarios), dont le réseau bénéficie d'extensions notables.

### **Une croissance importante mais moins forte que par le passé pour les déplacements aériens moyens et longs courriers**

La croissance des voyageurs aériens internationaux sur l'ensemble des aéroports français pourrait varier entre + 100 % à + 320 % selon les scénarios sur la période, mais en tout cas à un rythme plus faible dans la plupart des scénarios que pendant la période 1986-2000 (+ 156 %). Les raisons de cette moindre croissance sont liées :

- au niveau de la maturité atteinte par le transport aérien intérieur ;
- à des progressions plus faibles des revenus par habitant en France et en Europe ;
- au développement des TGV trans-européens en concurrence avec les vols courts et moyens courriers. Le trafic aérien européen reste néanmoins dominant dans le transport international, ce qui conforte le développement des grandes plates-formes régionales ;
- à l'impact du coût de l'énergie sur le coût du transport aérien, particulièrement pénalisant pour le tourisme dans certains scénarios.

Mais en valeur absolue, cette croissance reste significative : de + 80 (scénario 4) à + 240 millions de passagers (scénario 3) en 46 ans, à comparer à + 50 millions en 18 ans.

### **4.1.2 POUR LES FLUX DE MARCHANDISES, LES TENDANCES SONT PLUS CONTRASTÉES**

Le transport de marchandises va structurellement évoluer comme les échanges industriels, c'est-à-dire à un rythme plutôt inférieur à celui de la période passée (sachant également que la part des transports massifiés – minerais, céréales, matériaux de construction... –, déterminante pour la répartition modale, va diminuer), mais avec des écarts ou incertitudes très importants selon les perspectives économiques de la France et de l'Europe.

La part des échanges internationaux et du transit se développera plus vite que celle du trafic national. Il faut cependant noter que le trafic de transit est essentiellement déterminé par l'évolution des économies espagnole et italienne, développement qui ne sera pas forcément parallèle à celui de l'économie française.

Les écarts entre les scénarios varient selon le type de croissance (davantage tournée vers l'industrie ou vers le tertiaire) :

- les scénarios 1 "Gouvernance mondiale et industrie environnementale" et 4 "Gouvernance européenne et régionalisation" montrent un ralentissement dans la croissance des flux de transport intérieur (également répartie entre transport domestique, trafic d'échange et transit) avec une augmentation d'environ 1 %/an (plus faible pour le scénario 4) entre 2002 et 2050 ;
- dans le scénario 2 "Repli européen et déclin", le transport intérieur baisserait après 2025 pour retrouver un niveau un peu supérieur à la situation 2002 ;
- le scénario 3 se traduirait par une forte croissance globale des flux de marchandises et par une concentration sur les grands axes terrestres de transit et sur les ports méditerranéens. Cette croissance du transit pourrait être inférieure compte-tenu de l'utilisation possible des voies maritimes alternatives entre l'Europe et les pays du Maghreb.

Dans les scénarios 1, 3 et 4, ce n'est pas la croissance moyenne des trafics qui devrait en soi poser problème, mais la concentration de cette croissance sur les ports et les axes de transit et d'échanges internationaux.

## 4.2 LES CONSÉQUENCES POUR L'INTERMODALITÉ ET LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE

Les objectifs de diminution de la dépendance énergétique et des émissions des gaz à effet de serre doivent être poursuivis par un transfert vers des solutions modales plus économes en énergie ou par des évolutions des technologies des modes de transport (véhicules et carburants).

### 4.2.1 DES PERSPECTIVES FAVORABLES AUX MODES DE TRANSPORT ALTERNATIFS À LA ROUTE

Tous les scénarios comportent des éléments favorables au report modal. La vitesse est plafonnée sur le réseau routier du fait de la politique d'exploitation (sécurité et fluidité). Le prix des carburants est dans la plupart des scénarios fortement majoré, notamment par les taxes. Pourtant l'effet sur le transfert modal est faible.

Les perspectives d'amélioration des transports collectifs de proximité, notamment en qualité et en interconnexion, sont importantes : conjuguées à des politiques de limitation d'usage de la voiture dans les zones à forte densité, ces mesures ne pourraient que conforter la part de ces transports dans les déplacements de personnes à courte distance. De même, le développement du transport ferroviaire rapide, lié à un positionnement favorable de la demande dans le créneau de distances et de vitesses offertes par le réseau TGV, serait égal ou supérieur à celui du transport routier interurbain de voyageurs, dans tous les scénarios.

Dans le domaine des marchandises, les perspectives d'évolution de l'économie et notamment la stagnation ou la baisse relative des produits énergétiques et des biens intermédiaires qui constituent l'activité traditionnelle du transport ferroviaire et fluvial (produits pétroliers, produits métallurgiques, matériaux de construction, machines, véhicules, objets manufacturés, etc.) sont de nature à renforcer la part du transport routier.

Mais d'autres facteurs pèsent en sens inverse :

- l'augmentation du prix de l'énergie, beaucoup plus pénalisante pour le transport routier que pour le transport ferroviaire ou fluvial ;
- la concentration des flux de marchandises sur quelques axes internationaux et de transit (Luxembourg-Perpignan ou Paris-Bordeaux-Espagne, par exemple) et sur les grands ports (en particulier sur la façade méditerranéenne), ce qui serait de nature à faciliter l'organisation de transports combinés massifiés ;
- l'ouverture à la concurrence du transport ferroviaire<sup>15</sup>, si elle génère des progrès de productivité, notamment sur les axes de transport massifié.

Ces facteurs favorables pourraient notamment se concrétiser dans le cadre de politiques publiques volontaristes d'aménagement des capacités ferroviaires et des installations terminales (ports, chantiers de transport combiné, infrastructures dédiées ou à priorité fret, etc.).

### 4.2.2 LE MODE ROUTIER RESTERAIT LARGEMENT PRÉDOMINANT DANS TOUS LES SCÉNARIOS

Localement important, l'effet du transfert modal resterait globalement faible.

Pour ce qui concerne les déplacements des personnes, on observe que le coût de la mobilité ne constitue pas un facteur limitant pour les ménages, et ce dans aucun des scénarios. Le prix élevé de l'énergie a peu de conséquences sur le volume global des flux de transport. Une simulation a été faite en relevant de 50 % le prix de l'énergie par véhicules x km dans le scénario 1, ce qui revient à appliquer le prix de l'énergie du scénario 4 : les véhicules x km baissent de seulement 6,4 %.

Même avec un rythme de croissance désormais ralenti (dans tous les scénarios) et nonobstant les perspectives d'amélioration des réseaux de transport collectif, le véhicule particulier resterait

15 - De fortes incertitudes subsistent sur le devenir du fret ferroviaire en France et en Europe : quels effets du plan fret SNCF ? de l'ouverture des services ferroviaires à la concurrence ? de l'interopérabilité des réseaux d'infrastructure ? de l'émergence d'opérateurs internationaux intégrant des services sur longues distances ? etc.

le mode de déplacement prédominant à l'horizon 2050. Selon les scénarios, la part des transports collectifs dans les déplacements motorisés de 0 à 50 km représenterait de 8 % à 10 %, en considérant des hypothèses volontaristes – amélioration de l'offre et politique restrictive par rapport à l'usage de l'automobile – sauf dans le scénario 2 qui envisage une évolution au fil de l'eau. De même, une croissance du fret ferroviaire et fluvial aurait des effets locaux importants sur les axes massifiés, mais ces effets resteraient peu significatifs sur les flux globaux de marchandises : dans le scénario 3 par exemple, une croissance significative du trafic ferroviaire et fluvial entre 2025 et 2050 (passage de 70 Mtk à 90 Mtk) ne diminuerait que de 4,5 % le transport routier en 2050.

C'est pourquoi les scénarios proposés ne permettent pas de conclure à des possibilités ou à la pertinence de reports modaux à grande échelle, de nature à limiter substantiellement les consommations d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre. Pour autant, le développement des modes complémentaires à la route devra rester un objectif prioritaire sur certains axes ou dans des zones agglomérées, pour répondre à des problématiques locales de saturation et/ou *a minima* pour des raisons d'ordre environnemental. Mais force est de constater que, dans leur champ de pertinence socio-économique, ces modes de transport n'apporteraient une offre alternative à la route que pour une part limitée de la demande globale de déplacements.

Il est donc essentiel d'améliorer l'efficacité énergétique et de diminuer les émissions de gaz à effet de serre du transport routier.

### 4.2.3 UNE RÉDUCTION IMPORTANTE DES ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> POUR LES TRANSPORTS ROUTIERS EST POSSIBLE

Nos scénarios sont fondés sur des progrès importants, parfois même considérables, des performances des véhicules automobiles sur le demi-siècle à venir. Cette hypothèse est justifiée par la nécessité de toutes les économies d'aborder la période de l'après-pétrole. Ces progrès sont d'autant plus importants que le prix du pétrole est élevé, ce qui incite à améliorer les performances des moteurs, et que des mesures favorisant la réduction des émissions de gaz à effet de serre sont prises.

Nous avons retenu pour les progrès d'efficacité des motorisations une réduction des consommations unitaires, d'autant plus forte que l'augmentation du prix, avec taxes, des carburants pétroliers est élevée. Cette réduction pourrait aller jusqu'à une division par 2 pour les véhicules légers. Mais cette évolution doit être complétée par une offre alternative de carburants. Pour les raisons exposées (dans l'encadré p. 23), nous avons pris en compte principalement des carburants issus de la biomasse et le développement de l'électricité d'origine nucléaire. Mais, d'autres techniques pourraient se révéler plus efficaces pour atteindre ces objectifs.

Dans le scénario 1, qui est de ce point de vue le plus favorable, les émissions de CO<sub>2</sub> du transport, à horizon 2050, seraient diminuées (hors transformation de l'énergie) d'un facteur de l'ordre de 2,5 par rapport à l'année 2000, ce qui permettrait de contribuer significativement à la réduction des émissions de gaz à effet de serre, mais à la condition de disposer d'un parc de véhicules particuliers :

- consommant 3 litres aux 100 km en moyenne ;
- alimenté pour un tiers par la biomasse et pour un tiers par l'électricité d'origine nucléaire.

Les bouleversements technologiques nécessaires à cette réduction des émissions ne peuvent résulter que d'un progrès net de la gouvernance mondiale, ou à tout le moins d'une forte gouvernance européenne. Ils doivent en effet être provoqués par des mesures de régulation, telles que taxe carbone, permis négociables et normes techniques des véhicules et des carburants, dont on voit mal comment elles pourraient être prises à l'échelle d'un seul pays ni même, pour certaines, d'un ensemble régional comme l'Europe : le risque de diminuer la compétitivité des systèmes industriels est important pour le développement économique et l'emploi.

La question de savoir si ces mesures seront prises à temps et si leurs effets seront suffisants pour pallier les risques de crise énergétique mondiale à moyen terme ou pour répondre à des objectifs plus ambitieux de limitation de l'effet de serre n'a pas été étudiée dans notre démarche et reste totalement posée (cf. 3.3.2. : Crises et ruptures possibles).

#### **LES CONCLUSIONS DES ÉTUDES DISPONIBLES SUR LE FACTEUR 4**

La compréhension scientifique des évolutions climatiques permet désormais de montrer sans équivoque que les changements liés au réchauffement global sont déjà en cours. En Europe de l'Ouest, ce réchauffement pourrait correspondre à une augmentation comprise entre + 1 °C et + 3 °C avec de lourdes conséquences sur les territoires : modification des températures moyennes et maximales, intensification des zones de précipitations ou au contraire des zones de sécheresse, modification des écosystèmes, des paysages, des systèmes agricoles, plus grande fréquence des événements climatiques extrêmes, pression démographique plus forte des pays du Sud...

L'étude "Pour une prospective énergétique concernant la France" remise en février 2005 par ENERDATA et le LEPII à la Direction Générale de l'Énergie et des Matières Premières (DGEMP), conclut à une division par 2,8 des émissions de CO<sub>2</sub> des transports terrestres en 2050 par rapport à 2001. L'étude "La division par 4 des émissions de dioxyde de carbone en France d'ici 2050", effectuée par Pierre RADANNE en mars 2004 pour la MIES, conclut à une division entre 2,2 et 5,4 des émissions de CO<sub>2</sub> de l'ensemble des transports (hors maritime) en 2050 par rapport à 2000 selon les énergies utilisées. Le scénario 1 de la présente étude conduit à une division par 2,6 des émissions de CO<sub>2</sub> de l'ensemble des transports et par 2,7 des émissions de CO<sub>2</sub> des transports terrestres par rapport à 2000.

En tout état de cause, le changement climatique pourrait modifier les conditions de concurrence des destinations touristiques françaises par rapport aux pays voisins.

### **4.3 LES ENJEUX POUR LA POLITIQUE DES TRANSPORTS**

#### **4.3.1 PRÉPARER L'ÈRE DE "L'APRÈS-PÉTROLE" ET LUTTER CONTRE LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE**

Comme on l'a vu plus haut, une forte évolution des techniques est nécessaire. Cette évolution résultera des progrès de la recherche, stimulée et appliquée industriellement grâce aux mesures de régulation.

##### **Une priorité à la recherche-développement**

Il y a peu de doute que toutes les grandes économies développeront une recherche importante pour s'affranchir au moins des contraintes liées à la décroissance des ressources en pétrole, et pour la plupart pour diminuer l'importance du changement climatique. C'est déjà le cas des États-Unis d'Amérique ou des sociétés japonaises. C'est probablement plus l'Europe que la France seule qui peut apporter une contribution à cette recherche mondiale mais aussi une meilleure chance aux industries européennes de disposer des techniques les plus pertinentes et les plus compétitives<sup>16</sup>.

<sup>16</sup> - Au niveau européen, les constructeurs et les autorités publiques se sont fixés l'objectif de haut niveau d'une aviation "ultra-verte" dans le cadre du programme ACARE qui prévoit, dans une perspective de doublement du trafic aérien, une réduction de 50 % du bruit, de 80 % des NO<sub>x</sub> et de 50 % du CO<sub>2</sub> par passager x km transporté.

Quelle que soit l'évolution du contexte mondial, il apparaît aujourd'hui que la priorité repose sur la recherche et le développement dans les domaines<sup>17</sup> ;

- du véhicule hybride rechargeable pour le véhicule particulier ;
- de la production d'une électricité sans carbone<sup>18</sup> ;
- des carburants de synthèse issus de la biomasse.

L'évolution des poids lourds, dont l'efficacité énergétique est déjà relativement importante, doit faire l'objet de projets coordonnés.

### **Une action normative plus volontariste**

Cet effort de recherche peut être fortement incité par une politique de normes mondiales ou européennes visant, sur le long terme, à diminuer les émissions de gaz à effet de serre. En particulier, avec sa longue pratique de réglementation technique des véhicules, l'Union européenne est bien placée pour fixer dans ce sens des objectifs et des règles aux constructeurs automobiles.

L'un des enjeux majeurs de la politique européenne devrait porter sur des mesures de régulation, telles que normes énergétiques des véhicules (voitures et poids lourds) ou des carburants (part minimale de carburants "propres"), taxes ou marchés de permis..., destinées à favoriser l'émergence et la diffusion à grande échelle des technologies permettant de limiter les consommations d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre. L'impact sur la compétitivité des économies, phénomène mal connu, devra être pris en compte.

### **Une gouvernance sur l'effet de serre au niveau mondial**

Une politique européenne sur les véhicules économes et sur les carburants propres va dans le bon sens, mais elle ne sera réellement efficace pour lutter contre l'effet de serre que si elle est partagée et relayée au niveau mondial : l'émergence et le développement de nouvelles énergies devront nécessairement être soutenus par des instruments d'intervention économique (par exemple des permis d'émission négociables ou une taxe sur le carbone issu des carburants fossiles) dont l'efficacité s'apprécie à l'échelle planétaire.

Pour atteindre des objectifs ambitieux en matière d'émissions de gaz à effet de serre dans les transports, la France et l'Europe auront donc intérêt, au-delà des mesures de recherche-développement et de normalisation, à militer pour un ensemble de mesures mondiales favorisant le développement massif d'énergies sans carbone : biocarburants de synthèse, électricité nucléaire, séquestration du CO<sub>2</sub>, énergies renouvelables...

### **4.3.2 TRAITER LES GOULETS D'ÉTRANGLEMENT DES RÉSEAUX D'INFRASTRUCTURES**

#### **Des risques de congestion routière limités et ciblés**

Dans la perspective d'une croissance modérée des déplacements dans tous les scénarios, les risques de congestion des réseaux à l'horizon 2050 restent limités et ciblés.

En milieu interurbain, la charge moyenne du réseau routier français reste modérée<sup>19</sup>, notamment par rapport à celle des réseaux autoroutiers en Allemagne et au Bénélux, ce qui laisse une réserve pour la croissance du trafic même en l'absence d'investissements de capacité.

De plus, les infrastructures nouvelles décidées par le Comité Interministériel d'Aménagement et de Développement du Territoire (CIADT) du 18 décembre 2003 étant réalisées, ainsi que les aménagements prévus sur le réseau existant, la capacité totale du réseau routier national serait augmentée d'environ 40 %<sup>20</sup>.

17 - S'agissant de filières émergentes, plusieurs décennies seront nécessaires pour conduire la recherche, l'expérimentation et l'acquisition/généralisation du savoir-faire. Une exploration doit être engagée sans délai et déboucher très rapidement sur des projets de recherche plus importants.

18 - Nucléaire ou production d'électricité avec séquestration et stockage du CO<sub>2</sub>.

19 - La charge moyenne est définie comme le rapport entre le trafic et la capacité du réseau aux seuils de gêne (exprimés en véhicules x km) ; le taux moyen de charge du réseau routier national (environ 18 000 km après décentralisation, dont 8 000 km d'autoroutes concédées) serait actuellement de l'ordre de 0,70.

20 - Les aménagements de capacité sur le réseau routier national (à mettre en service après 2002) concerneraient 2 900 km d'autoroutes nouvelles, 1 600 km d'élargissement d'autoroutes existantes à 2 x 3 voies et 3 000 km d'aménagements de routes nationales à 2 x 2 voies.

Dans une perspective de croissance de 80 % à 120 % du trafic routier interurbain, ces aménagements devraient donc suffire à assurer la fluidité du trafic, moyennant des mesures d'exploitation et/ou de régulation des circulations appropriées<sup>21</sup>. Les risques de congestion seraient donc concentrés dans les traversées périurbaines et sur un petit nombre de goulets d'étranglement du réseau examinés ci-après.

### **DES ÉVOLUTIONS TECHNOLOGIQUES DANS LA GESTION DES FLUX ?**

En parallèle à l'enjeu majeur du développement des véhicules hybrides rechargeables et des carburants alternatifs au pétrole, il semble important d'explorer le domaine de la gestion technologique des flux. Au-delà des différentes mesures de régulation qui pourraient être utilement mises en œuvre pour des gains de capacité ou des améliorations des circulations sans intervention sur les infrastructures (régulation tarifaire spatiale ou temporelle des accès aux autoroutes, mesures incitant à regrouper les déplacements de voyageurs, limitations/régulations de vitesse sur les grands axes, etc.), on peut penser que des marges importantes de capacité pourraient être dégagées sur le réseau routier par le développement de systèmes automatisés, le véhicule particulier devenant un automate mobile réclamant de moins en moins d'interventions du conducteur (les boîtes de vitesses automatiques, limiteurs de vitesse, guidages par satellites, sont sans doute les prémices de ces évolutions).

Des expérimentations de conduite automatisée ont notamment été menées aux États-Unis pour les véhicules particuliers et en Europe pour les poids lourds ; elles démontrent la validité technique d'un guidage latéral et longitudinal des véhicules. Il est notamment possible de réduire et de stabiliser les intervalles entre les véhicules grâce au guidage ; de la sorte les trafics peuvent être fluidifiés et augmentés, sans pénaliser la sécurité des déplacements, voire même en la renforçant. Si les problèmes techniques semblent résolus au stade de l'expérimentation, la question se pose de la mise en place de tels systèmes sur routes ouvertes ou sur la priorité à donner à des voies ou à des infrastructures ("routes automatisées") dédiées.

### **Les effets de concentration des flux - les goulets d'étranglement à l'horizon 2050**

Cette croissance modérée s'accompagne toutefois d'effets de concentration des trafics sur les grands axes de transit (vallée du Rhône et arc languedocien à l'Est, axe atlantique à l'Ouest) ou vers les destinations touristiques à haute fréquentation (telles que le littoral méditerranéen ou les stations de ski de la Savoie). Ces effets seraient renforcés par le développement préférentiel du transport à longue distance.

Afin d'illustrer de manière synthétique l'impact des évolutions globales du système de transport découlant des quatre scénarios, il a été procédé à quelques simulations sur les principaux goulets d'étranglement des réseaux de transport : les grandes aires urbaines (dont la région Ile-de-France), le couloir rhodanien, le couloir atlantique, les TGV, les aéroports et les ports.

### **Les grandes aires urbaines**

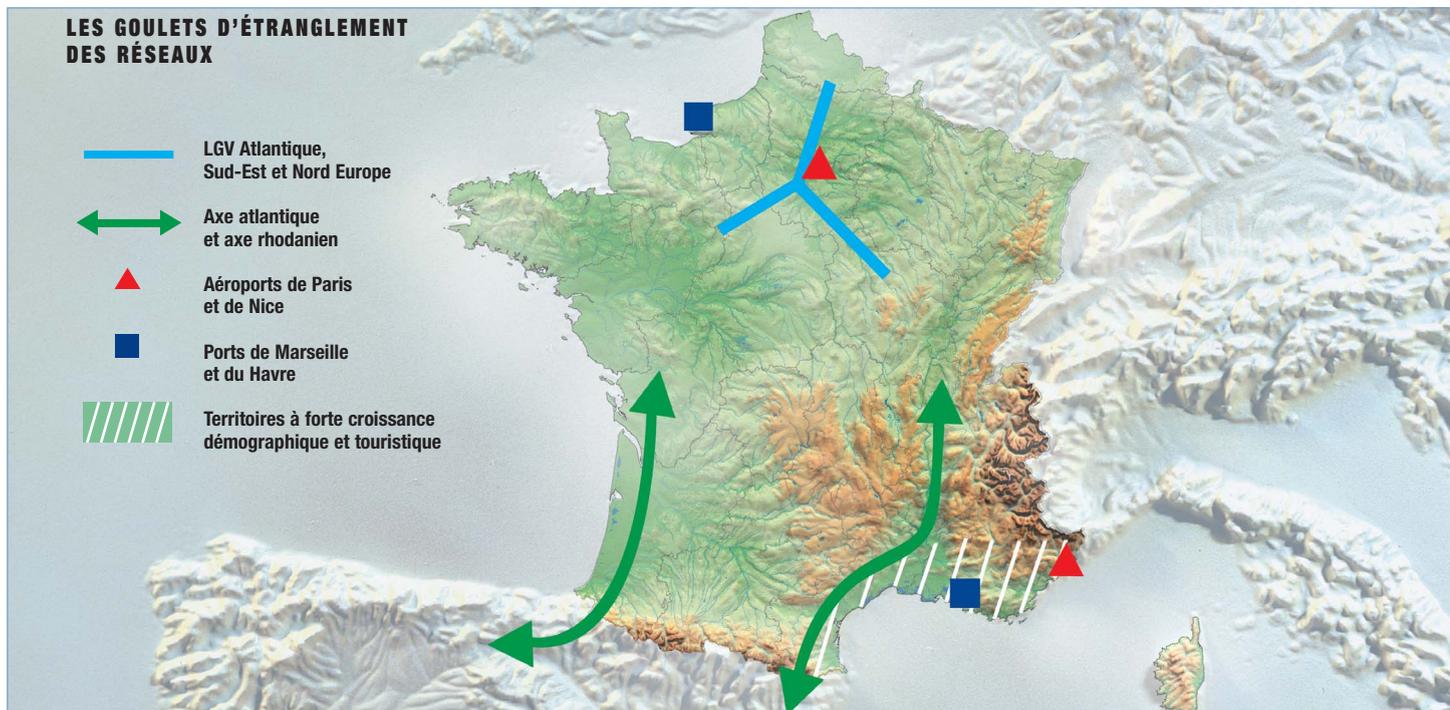
La croissance modérée des déplacements dans tous les scénarios, clairement découplée de celle des revenus, ne doit pas masquer d'importantes disparités régionales d'évolutions démographiques, dans une fourchette allant de - 20 % (Lorraine) à + 25 % (Languedoc-Roussillon) par rapport à une moyenne nationale de + 9 % (INSEE 2030).

Dans les régions en forte croissance démographique, les grandes aires urbaines comme Marseille, Nice-Côte d'Azur, Nîmes-Montpellier<sup>22</sup>, Toulouse, vont se trouver confrontées à de fortes pressions foncières et à des difficultés croissantes de fonctionnement, si elles ne se donnent pas les moyens de maîtriser leur développement et leur organisation urbaine.

21 - Telles que : régulations d'accès ou de vitesses, limitations de circulation des poids lourds, voire même réservations d'accès sur certaines autoroutes (Vallée du Rhône) durant les périodes chargées.

22 - Ou plus exactement le chapelet urbain Nîmes-Montpellier-Sète s'étendant à Béziers-Narbonne.

À l’opposé, les agglomérations situées dans les régions en baisse démographique pourraient rencontrer des difficultés de gestion, voire de pérennité des services publics de transport. Les contrastes sont importants entre l’Île-de-France et les autres territoires : dans tous les scénarios, le taux de croissance des voyageurs à courte distance (moins de 50 km) est de 30 % à 40 % inférieur en Île-de-France.



### L'axe rhodanien et l'axe atlantique

La croissance des trafics sur l'axe rhodanien<sup>23</sup> est liée :

- pour les voyageurs, aux perspectives démographiques et économiques des régions du Grand Sud-Est, significativement supérieures à la moyenne française, et à l'attractivité touristique de la côte méditerranéenne ;
- pour les marchandises, à l'évolution des échanges avec l'Espagne (actuellement + 3 %/an en tonnage), qui pourrait se ralentir avec la fin du rattrapage économique de l'Espagne et du Portugal, et varier fortement selon le contexte européen et mondial de croissance économique, de même que les échanges avec les pays méditerranéens qui accroissent l'activité du port de Marseille.

Ces déterminants se retrouvent sur l'axe atlantique : attractivité touristique, à plus fort potentiel d'accueil encore que la façade méditerranéenne à l'horizon 2050, flux venant de l'Espagne et du Portugal (55 % du trafic poids lourds au nord de Bordeaux).

Les niveaux de croissance poseront d'importants problèmes de capacité :

- pour l'axe rhodanien, les scénarios à croissance du PIB européen moyen aboutissent à une très forte croissance du trafic voyageurs entre 2000 et 2050 sur le réseau routier (perspective de doublement) et, en fonction des hypothèses, à une croissance du trafic de fret de + 50 % à + 100 %. De tels niveaux poseront des problèmes aigus de capacité routière, mais également ferroviaire, dès l'horizon 2020 ;

<sup>23</sup> - La croissance des trafics sur cet axe a fait l'objet d'importantes études prospectives ("Éléments de réflexion pour un dialogue sur la politique des Transports dans la Vallée du Rhône et sur l'arc languedocien", Ministère de l'Équipement et des Transports, septembre 2004).

- pour l'axe atlantique, on retrouve des perspectives de doublement du trafic voyageurs et de croissance du trafic de fret entre + 50 % à + 150 % selon les modalités de la croissance économique de la péninsule ibérique et de ses échanges extérieurs. Des problèmes sérieux de capacité routière se poseront, mais de manière moins importante que sur l'axe rhodanien, en raison des réserves de capacité disponibles sur les infrastructures existantes ou prévues à moyen terme.

Ces perspectives devront être approfondies par des études complémentaires permettant de préciser l'opportunité ou la combinaison de différentes mesures (exploitation des infrastructures existantes ou déjà programmées, modes de transports alternatifs y compris la voie d'eau, capacités routières supplémentaires, régulation de la demande...), jugées compatibles avec les exigences de développement des territoires concernés et de l'environnement des populations traversées. Pour l'axe atlantique, ces études sont déjà engagées avec les autorités espagnoles ; pour l'axe rhodanien, elles devraient se poursuivre à l'issue du débat public prévu en 2006 sur la "Politique des transports dans la Vallée du Rhône et sur l'Arc languedocien".

### **Les TGV**

L'aménagement de lignes nouvelles à grande vitesse décidées au CIADT du 18 décembre 2003 permettra d'achever un réseau puissant de LGV reliant Paris, les grandes métropoles françaises et les métropoles européennes voisines (Londres, Bruxelles, Francfort, Milan, Barcelone), avec des durées de trajet de l'ordre de 2 à 4 h et des perspectives de croissance du trafic voyageurs entre + 100 % et + 200 %, selon les scénarios.

Cependant, la polarisation de ces trafics sur les trois lignes radiales du bassin parisien (LGV Sud-Est, Atlantique et Nord Europe) va entraîner des problèmes de capacité ferroviaire (y compris la capacité des grandes gares parisiennes), qui apparaîtront à mesure du développement des lignes nouvelles et du trafic des TGV. Au-delà des mesures (rames doubles à deux niveaux, système d'exploitation permettant de diminuer l'intervalle des trains) qui permettraient probablement de doubler la capacité en voyageurs sur ces trois lignes, il sera nécessaire d'envisager soit des mesures de régulation de la demande, soit le doublement à long terme d'une ou deux de ces trois infrastructures.

### **Les aéroports parisiens**

Aujourd'hui, les aéroports de Paris (Roissy et Orly) accueillent plus de 70 % du trafic aérien international sur le sol métropolitain, dont la quasi-totalité des vols longs courriers. Même avec des perspectives de croissance du trafic international nettement plus faibles que par le passé et une stagnation des trafics intérieurs, la capacité de ces aéroports peut être insuffisante à un horizon de 50 ans.

La capacité technique au sol des deux aéroports (pistes, parkings avions et installations terminales) permettrait en théorie de doubler le trafic actuel. Cependant, malgré les progrès attendus de diminution du bruit des aéronefs, les limitations sonores, telles que définies aujourd'hui pour Paris-Charles-de-Gaulle, pourraient être atteintes dans pratiquement tous les scénarios. Ainsi :

- dans le scénario 4, à faible croissance du trafic aérien y compris sur les aéroports parisiens (1,1 %/an), la capacité technique des aéroports parisiens serait probablement suffisante, surtout dans l'hypothèse d'un développement accentué du trafic européen et moyen courrier sur les aéroports régionaux ;
- dans les scénarios 1 et 2, avec une croissance du trafic aérien de 1,4 %/an, un besoin éventuel de nouvelle plate-forme n'est pas à écarter ; il dépendra cependant des évolutions possibles de la répartition des trafics entre les plates-formes et de la capacité des circulations aériennes ;
- dans le scénario 3, à forte croissance du trafic aérien (2,5 %/an), il semble qu'une nouvelle plate-forme, française ou européenne, utilisable par les passagers d'Ile-de-France, serait nécessaire à l'horizon 2030.

### Les ports

Le trafic annuel des ports français s'élevait en 2002 à 350 millions de tonnes, dont environ 50 % de produits pétroliers, 25 % de vracs solides et 25 % de marchandises diverses. C'est ce dernier trafic qui croît actuellement très rapidement, notamment pour sa composante trafic de conteneurs, soit environ 30 millions de tonnes réparties pour l'essentiel entre les ports du Havre et de Marseille à raison de deux tiers un tiers. D'ici à 2050, ce trafic de conteneurs pourrait être multiplié entre trois et cinq fois selon les scénarios, avec une part accrue du port de Marseille-Fos dans le scénario 3.

De telles perspectives impliqueraient, au-delà des investissements déjà en cours et programmés, de réserver pour ces deux grands ports d'importantes possibilités d'extension des terminaux à conteneurs (y compris au Havre par restructuration du port actuel), ainsi que les accès terrestres nécessaires, compte-tenu de la concentration de ces trafics à proximité des ports et sur les axes multimodaux de la vallée du Rhône et de la Seine.

**Au-delà de la réalisation des grands projets d'infrastructures décidés par le CIADT de décembre 2003, il serait opportun d'engager les études et mesures conservatoires sur ces différents goulets d'étranglement, en prolongeant, dans une seconde étape, la démarche prospective avec les administrations et les opérateurs concernés pour approfondir les perspectives d'évolution de la demande et de l'offre de transport, à partir des quatre scénarios présentés.**

### 4.4 LES THÉMATIQUES À INTÉGRER OU À APPROFONDIR DANS LES RÉFLEXIONS ULTÉRIEURES

La démarche et les enseignements présentés nécessiteront des investigations complémentaires et le recours à d'autres expertises. Les thématiques d'investigation identifiées à ce stade sont les suivantes :

#### Les évolutions technologiques

Au-delà des progrès technologiques attendus ou pressentis en matière d'environnement, d'énergie, de sécurité et de fiabilité, d'autres innovations (technologies de la communication, biotechnologies, nanotechnologies...) non encore identifiées seraient susceptibles de modifier substantiellement le secteur des transports, par le biais de la demande (communication à distance, voiture libre service...) ou de l'offre (nouveaux services ou productivité des différents modes).

Il est donc important d'observer l'émergence de mutations possibles des comportements ou du fonctionnement des différents secteurs du transport, liées à la diffusion de technologies encore mal identifiées (on pourrait, par exemple, imaginer de nouvelles formes de travail à domicile ou de services à distance limitant les besoins de mobilité physique ou les formes d'usage de l'automobile).

#### Les évolutions des modes de vie

Les comportements des individus ont connu des évolutions très fortes au cours des 50 dernières années, telles que la place des femmes dans la société ou l'extension des loisirs, évolutions qui se sont traduites par une forte expansion de la mobilité.

Au-delà des transformations prévisibles (vieillesse, composition des ménages, rythmes d'activité, pouvoir d'achat), d'autres changements sociaux ou culturels des modes de vie peuvent intervenir d'ici à 2050 et conduire à des ruptures en matière de mobilité.

## 4. LA SYNTHÈSE GÉNÉRALE

---

### **L'habitat et les services de proximité**

Si la localisation de l'habitat a des conséquences limitées sur le volume global des flux de transport<sup>24</sup>, elle aura des effets importants sur l'environnement local, la consommation d'espace, l'organisation des services de la vie quotidienne (le ramassage scolaire, les services aux personnes âgées...), ou l'équilibre des territoires (métropoles, villes moyennes, zones rurales isolées...). Sous cet angle, la mobilité est un facteur puissant de redistribution économique (valeurs foncières, coûts des services publics liés à l'habitat), sociale (devenir des lotissements périurbains) et environnementale (espaces sensibles), dont les enjeux ont été identifiés en termes qualitatifs, mais restent à évaluer en termes de "socio-économie de l'aménagement".

### **Les loisirs et le tourisme**

Le développement du temps de loisirs s'est déjà traduit par une forte expansion des séjours touristiques des Français (75 % de taux de départ, 25 % vers l'étranger) et des visiteurs étrangers en France (75 millions de séjours annuels, dont 20 % des arrivées en avion). Après une croissance de 3 % par an, pendant les années 1980-1990, les flux touristiques évoluent maintenant comme le PIB.

Quelle sera la croissance de la demande touristique d'ici à 2050 ? À quelles fréquences, sous quelles formes (résidence secondaire, amis, hôtellerie...) et vers quelles destinations, entre le tourisme régional de proximité, le tourisme à longue distance (en France ou en Europe) et le tourisme intercontinental ? Quelles seront, dans une compétition devenue mondiale, les destinations françaises privilégiées par les différentes catégories de touristes : Français, Européens, intercontinentaux...? Une démarche prospective spécifique au tourisme (et ses interactions avec les territoires) est à engager.

### **Les évolutions des organisations**

Avec la décentralisation, l'Union européenne, et les organisations internationales (Organisation Mondiale du Commerce, Organisation de l'Aviation Civile Internationale), les pouvoirs d'organisation et de régulation du secteur des transports sont répartis entre une multitude d'autorités publiques agissant dans des champs de compétences imbriqués et souvent difficiles à harmoniser.

Comment vont évoluer ou se diversifier ces différentes autorités publiques ? Seront-elles à même de coopérer, de se mettre d'accord sur les objectifs et les mesures nécessaires à la régulation des réseaux de transport, dont les contraintes techniques et les effets environnementaux ne connaissent pas de frontières ?

Parallèlement, les grands acteurs économiques sont aussi appelés à évoluer, notamment les gestionnaires d'infrastructures et les entreprises de transport.

### **La sûreté-sécurité**

Les systèmes de transport sont particulièrement sensibles et vulnérables en termes de sécurité et de sûreté. Sécurité routière, ferroviaire ou aérienne, pollutions marines, risques de paralysie liés à des mouvements sociaux, malveillances ou attentats, sont le lot quotidien des responsables des réseaux et se traduisent par des coûts supplémentaires très importants, directs (maintenance technique, contrôle des usagers, sûreté des installations...) et indirects (impacts environnementaux, pertes de temps et d'usage).

Quelle sera l'évolution des risques ? Comment seront-ils acceptés ? Quels coûts de prévention et de contrôle la société sera-t-elle prête à consentir ?

**Le Ministère devrait ainsi développer, sur ces différents thèmes, ses efforts en matière :**

- de veille stratégique ;
- de recherche ;
- de démarches prospectives complémentaires, par exemple sur l'habitat ou sur les loisirs.

24 - Les habitants des zones les plus périphériques ont une mobilité locale plus importante, mais elle est presque compensée par une moindre mobilité à longue distance.

# 5. LES SUITES DE LA DÉMARCHE

Pour conduire les politiques de transports, les responsables du Ministère ont besoin de se référer à une vision commune, la plus largement partagée, de l'avenir des transports et des facteurs clés de leurs évolutions.

Au-delà des projections à un horizon de 20 ans auxquelles se réfèrent aujourd'hui les grandes orientations et décisions du CIADT de décembre 2003, la présente démarche prospective peut constituer le point de départ d'une telle réflexion collective sur l'avenir à long terme des transports, réflexion à construire et à partager avec nos partenaires.

Il convient d'abord que les directions du Ministère relayent cette démarche prospective, qu'elles s'approprient les questions posées et qu'elles en tirent les enseignements dans leur domaine de responsabilité, qu'il s'agisse de la compréhension des mécanismes d'évolution du système des transports, de ses perspectives d'avenir (quels sont les futurs possibles) et des enjeux correspondants pour les politiques publiques (comment s'y préparer).

Il leur appartient notamment d'approfondir les conséquences des scénarios du futur et des ruptures possibles dans leurs différents domaines de responsabilité, en ce qui concerne :

- le devenir des grands secteurs d'activité des transports, tels que le fret ferroviaire, les TGV, les réseaux routiers périurbains, le véhicule automobile, la gestion de la circulation des poids lourds ;
- l'aménagement des principaux goulets d'étranglement des réseaux : aéroports de Paris, lignes radiales TGV et gares parisiennes, principaux ports, axes Rhône-Languedoc et Atlantique, traversées pyrénéennes et alpines ;
- les politiques de développement des territoires, examinées sous l'angle de la localisation des activités, de l'évolution démographique, de l'aménagement des grandes métropoles, du développement touristique ; les conséquences sur la concentration des flux de transport ;
- l'observation et la recherche sur l'évolution des modes de vie, et ses effets sur les comportements de mobilité des personnes ; de même, celles relatives aux chaînes logistiques de production et de distribution et leurs effets sur le transport de marchandises ;
- la recherche sur les nouvelles technologies susceptibles de modifier l'offre de transport, à commencer par celles ciblées sur les économies d'énergie et la réduction des émissions de gaz à effet de serre ;
- les problèmes de sécurité ou de pénurie liés à des crises possibles, notamment en matière d'approvisionnement pétrolier.

Parallèlement, un important effort de communication et de partage des connaissances devra être engagé :

- avec les services territoriaux du Ministère dont une mission essentielle est de traduire et d'expliquer aux collectivités et acteurs locaux le diagnostic et les enseignements de cette démarche, notamment à l'occasion de l'élaboration des documents de planification (SRADT, SCOT, PDU...) ou d'un débat public ;
- avec nos partenaires interministériels, afin de faire converger les points de vue sur l'évolution des principaux déterminants sociaux et économiques du transport (la démographie, l'économie, l'énergie et l'effet de serre) et de comprendre avec eux que des modifications fortes de la demande de transport ne peuvent être projetées indépendamment de changements profonds dans le fonctionnement de l'économie ou dans le mode de vie social ;
- avec nos partenaires européens, afin de confronter notre réflexion et celles de démarches analogues réalisées dans d'autres pays et de contribuer plus activement à l'élaboration de diagnostics au niveau communautaire, susceptibles d'infléchir les politiques européennes des transports et de l'énergie.

### **LES CINQ MESSAGES CLÉS À RETENIR**

- **LA CROISSANCE DE LA MOBILITÉ SERA RALENTIE ;**
- **LE DÉVELOPPEMENT INDISPENSABLE DES MODES ALTERNATIFS N'EMPÊCHERA PAS LE MAINTIEN DE LA PRÉDOMINANCE DE LA ROUTE ;**
- **UNE PRIORITÉ MAJEURE : DÉVELOPPER LA RECHERCHE ET RENFORCER LA NORMALISATION POUR ACCROÎTRE LES ÉCONOMIES ET FAVORISER LES ALTERNATIVES ÉNERGÉTIQUES ;**
- **UNE CONDITION NÉCESSAIRE : NÉGOCIER AU NIVEAU MONDIAL (À PARTIR D'UNE VOLONTÉ EUROPÉENNE) LA RÉGULATION DES ÉMISSIONS DE CO2 ;**
- **UNE ACTION IMMÉDIATE : FAIRE PARTAGER PUIS APPROFONDIR UNE VISION COMMUNE SUR LE DEVENIR DES TRANSPORTS.**







Ministère des Transports, de l'Équipement,  
du Tourisme et de la Mer  
Conseil Général des Ponts et Chaussées  
Assistance à maîtrise d'ouvrage : Menscom  
Conception et réalisation graphiques : ReCréation  
Impression : Les Bateliers, Schiltigheim  
Tirage : 1 000 exemplaires  
Mars 2006

Régulièrement sollicité pour donner un avis sur les grandes décisions de politique des Transports, le Conseil Général des Ponts et Chaussées a jugé indispensable d'entreprendre une réflexion prospective à l'horizon 2050. Commencée à l'automne 2004, elle a impliqué, outre des membres du CGPC, un bon nombre d'experts.

La démarche s'est appuyée sur 4 scénarios de contexte économique, de démographie, de coût des ressources énergétiques et de gouvernance mondiale plus ou moins affirmée dans la lutte contre les émissions de gaz à effet de serre. À partir de ces différents déterminants, la démarche s'est proposé d'évaluer des ordres de grandeur pour la croissance de la mobilité des personnes et des flux de marchandises sur le territoire français, les potentialités de développement des modes complémentaires à la route, les besoins d'infrastructures au-delà de la réalisation des projets programmés (CIADT du 18 décembre 2003), ainsi que les perspectives de réduction des émissions de gaz à effet de serre par les transports.

Les principaux enseignements de ces travaux portent sur un probable ralentissement de la croissance de la mobilité des voyageurs et des marchandises, ce qui limite le besoin d'infrastructures nouvelles à quelques goulets d'étranglement et, malgré les efforts proposés sur les modes alternatifs à la route, sur le caractère essentiel du progrès technologique des voitures individuelles, des poids lourds, et des carburants pour lutter contre les émissions de CO<sub>2</sub>. Un effort majeur de recherche mais aussi une vigoureuse action sur les normes s'imposent, ainsi que des instruments financiers incitatifs. Cette politique ne trouve vraiment son sens que dans le cadre d'un consensus mondial, l'alternative européenne étant insuffisante, même si l'Europe doit être moteur pour ce consensus mondial.

Ce document ne prétend pas décrire des avenir possibles du système de transport en 2050. Il est surtout destiné à engager la réflexion et le débat sur l'avenir des transports, avec le souhait de commencer à construire dès aujourd'hui une vision commune sur le très long terme et ses enjeux.



Ministère  
des Transports,  
de l'Équipement,  
du Tourisme  
et de la Mer

Conseil Général  
des Ponts et Chaussées