



## Les transports

Les émissions atmosphériques liées aux transports sont générées principalement par le mode routier. Entre 1990 et 2007, les émissions polluantes ont diminué tandis que le trafic routier augmentait. Les progrès techniques réalisés sur les moteurs et les carburants expliquent en partie cette baisse. En revanche, les émissions de gaz à effet de serre, notamment celles de CO<sub>2</sub>, se sont accrues. La diésélisation progressive du parc et les innovations technologiques ont des effets contrastés sur les émissions atmosphériques. La faible part des véhicules fonctionnant avec des énergies alternatives confirme la dépendance des transports routiers aux produits pétroliers.

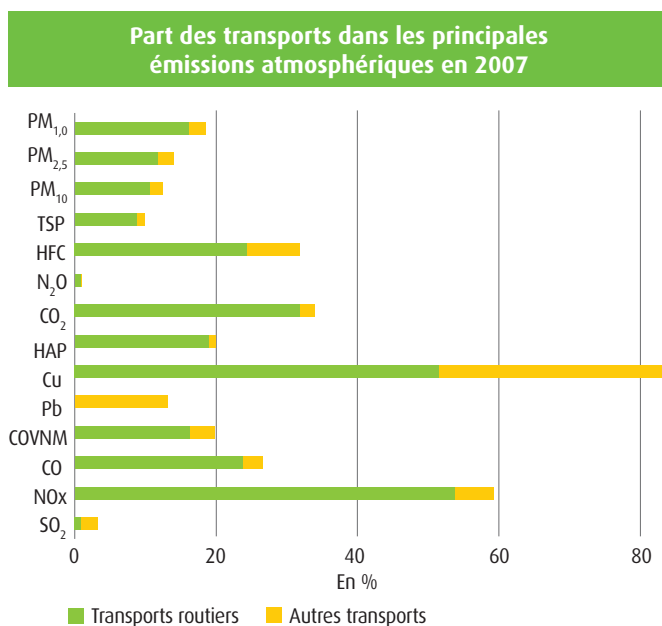
Les activités de transports représentent 4,1 % du produit intérieur brut (PIB) français, mais les transports pèsent bien plus dans l'économie si l'on considère la partie non marchande du fait notamment des ménages<sup>1</sup> : la fonction « transport » représente près de 15 % de leurs dépenses de consommation en 2007.

La part du mode routier dans les transports est largement prépondérante : la voiture représente 83 % des transports intérieurs de voyageurs (en voyageurs-km) et les poids lourds 82 % des transports intérieurs de marchandises (en tonnes-km). La consommation d'énergie par voyageur-km fait apparaître la voiture particulière comme beaucoup plus énergivore que le bus, le métro ou le train. Ainsi, les transports routiers sont à l'origine de la très grande majorité des émissions atmosphériques des transports suivies dans les inventaires d'émissions atmosphériques réalisés par le Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (Citepa).

### Les transports routiers : principale source de pollution atmosphérique

Les transports sont la principale activité émettrice de gaz à effet de serre (GES) en France : ils sont responsables de 27 % des émissions en 2007<sup>2</sup>. Ils représentent notamment 34 % des émissions de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) françaises, avant la prise en compte de leur absorption par les forêts, prairies, terres cultivées (UTC<sup>3</sup>). À eux seuls, les transports routiers sont responsables de 94 % de ces émissions de CO<sub>2</sub>. Sur ce total, les véhicules personnels, utilitaires et les poids lourds représentent respectivement 54,3 %, 17,4 % et 27,6 % des émissions de CO<sub>2</sub>.

La part des transports dans les autres émissions atmosphériques est très variable puisque les facteurs d'émissions dépendent des combustibles utilisés et des technologies de combustion : ils représentent en 2007 de 10 % à 20 % des émissions de particules (PM), environ 20 % des émissions d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et de composés organiques volatils non méthaniques (COVNM), plus du quart des émissions de monoxyde de carbone (CO) et 59 % des émissions d'oxydes d'azote (NOx). La généralisation de la climatisation dans les véhicules (voitures, autocars...) est à l'origine de la forte croissance des émissions d'hydrofluorocarbures (HFC) dans les transports, qui représentent désormais un tiers des émissions nationales de cette substance.



Source : Citepa, format Secten, mai 2009.

Mécaniquement liées à la combustion des carburants pétroliers, les émissions de CO<sub>2</sub> des transports dépendent fortement de la circulation routière. Elles ont connu une croissance modérée relativement à la circulation : entre 1990 et 2007, les émissions de CO<sub>2</sub> de la route ont augmenté de 14,4 % pour une croissance de 29,5 % de la circulation routière (tous véhicules confondus). En tenant compte des autres GES, les émissions des transports, exprimées en pouvoir de réchauffement global (PRG), augmentent un peu plus rapidement (+17,6 %), du fait notamment des HFC et du protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O).

Pour autant, pour la plupart des autres substances, les émissions des transports routiers sont en baisse : sur la période 1990-2007, les émissions de PM<sub>10</sub> diminuent de 23,3 %, celles de NOx de 37,6 %, celles de CO de 83,3 %, celles de COVNM de 83 %, tandis que les émissions de plomb ou de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) ont quasiment disparu. Cette diminution est même plus forte que pour les autres secteurs émetteurs, qui avaient engagé des mesures de réduction de leurs émissions en amont de cette période et qui ont délocalisé hors de France une partie de leur production.

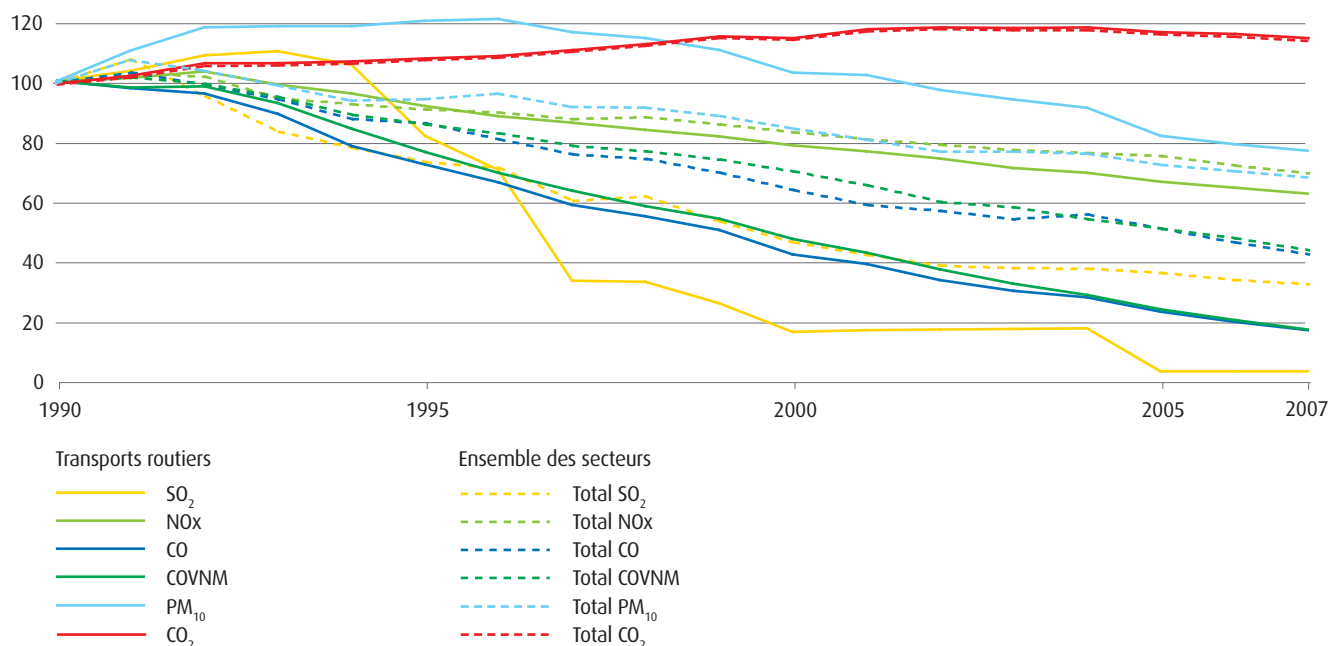
<sup>1</sup> Voir le chapitre « Ménages ».

<sup>2</sup> Voir le chapitre « Changement climatique et énergie ».

<sup>3</sup> C'est-à-dire hors « effet puits ». UTCF : Utilisation des terres, leurs changements et la forêt.

## Évolution des émissions atmosphériques des transports routiers et de l'ensemble des secteurs entre 1990 et 2007

En indice base 100 en 1990



Source : Citepa, format Secten, mai 2009.

### Les progrès technologiques : un effet positif sur les évolutions des émissions des transports routiers

Pour les émissions atmosphériques autres que le CO<sub>2</sub>, le découplage entre la circulation routière, en hausse, et ses émissions polluantes, en baisse, s'explique notamment par les progrès technologiques réalisés sur les moteurs et les carburants. Pour le CO<sub>2</sub>, dont les émissions sont liées à la consommation de carburants, la consommation par véhicule et par km est en baisse mais, du fait de la hausse de la circulation routière (effet « rebond »), la consommation et les émissions globales de CO<sub>2</sub> augmentent malgré tout.

L'absence de véritables énergies de substitution aux moteurs essence et diesel n'a en effet pas permis les réductions que l'on observe dans les autres secteurs. Le développement de motorisations plus économes en carburants d'une part, la substitution progressive des moteurs essence par des moteurs diesel, moins émetteurs de CO<sub>2</sub>, d'autre part, ont cependant permis de limiter l'impact de la croissance de la circulation routière sur l'augmentation du CO<sub>2</sub> émis.

Une partie des progrès techniques a porté sur les consommations unitaires de carburant des véhicules particuliers par km, en nette diminution depuis plusieurs années (-17 % en moyenne entre 1990 et 2007), grâce notamment au développement des technologies à injection directe. Incidemment, la diminution des consommations unitaires a aussi réduit les émissions des autres rejets gazeux liés à la combustion des carburants.

D'autres innovations technologiques ont contribué à la réduction de certains types d'émissions des transports routiers. Plus spécifiquement, l'introduction des pots catalytiques pour les véhicules à essence depuis 1993 est à l'origine de la très forte diminution des émissions de NOx et d'ozone troposphérique. Les pots catalytiques ont également participé à la baisse des émissions de COVNM et à celle de CO pour les motorisations essence et diesel.

Plus récemment, la mise en place de filtres à particules sur certains véhicules diesel permet de réduire les émissions de particules.

La généralisation de cet équipement ou d'un système équivalent à l'ensemble des véhicules diesel neufs, avec l'entrée en vigueur de la norme Euro 5 au 1<sup>er</sup> septembre 2009, accélérera cette diminution.

Dans le même temps, des améliorations concernant les carburants eux-mêmes ont aussi réduit les émissions de la circulation routière. Depuis le 1<sup>er</sup> septembre 1994 pour le gazole et le 1<sup>er</sup> janvier 2000 pour l'essence, la réduction de la teneur en SO<sub>2</sub> des carburants s'est faite par étapes, la dernière datant du 1<sup>er</sup> janvier 2005 et limitant à 50 mg/kg le contenu en soufre des deux carburants : les transports routiers n'émettent plus que 4 kt par an de SO<sub>2</sub> en 2007 contre 140 kt par an en 1990. De même, depuis le 2 janvier 2000, l'interdiction du plomb dans l'essence a éradiqué cette substance des émissions des transports routiers qui représentaient 92 % des émissions nationales en 1990.

### DONNÉES & MÉTHODOLOGIE

#### Estimation des émissions polluantes des transports routiers

Les émissions des transports sont connues grâce au système national d'inventaires des émissions de polluants atmosphériques (Sniepa), placé sous l'autorité de la direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) et réalisé par le Citepa. Pour les transports routiers, les quantités émises par les véhicules en circulation sont estimées par un modèle (Copert IV), qui intègre les principaux déterminants des évolutions des émissions atmosphériques des transports.

Parmi ces déterminants, outre les volumes et les conditions de circulation, l'ensemble des améliorations technologiques des véhicules sont prises en compte, en amont du modèle Copert, dans le modèle d'ordonnement du parc automobile en liaison avec les émissions (Opale). Celui-ci, basé sur des modèles de survie des véhicules, permet d'estimer une ventilation annuelle du parc de véhicules en fonction des caractéristiques techniques et des normes qui en déterminent les facteurs d'émissions.

## Les normes Euro

Les normes Euro imposent des maxima d'émissions rapportées au kilomètre à ne pas dépasser pour une série de polluants. Elles existent pour les véhicules légers, les poids lourds et, plus récemment, pour les deux-roues. Elles s'appliquent aux véhicules neufs, vendus en Europe. Elles se traduisent généralement par l'obligation pour les constructeurs d'équiper les véhicules neufs de technologies environnementales (pot catalytique, filtre à particules). Au fur et à mesure du renforcement de ces normes et compte tenu du renouvellement progressif du parc de véhicules, celui-ci devient de moins en moins émetteur par km de circulation. Mais l'entrée en vigueur de ces normes a des effets progressifs puisqu'il existe une certaine inertie du parc, compte tenu de la durée de vie d'un véhicule : à une date donnée, de vieux véhicules continuent de cohabiter avec des véhicules plus récents, soumis à de nouvelles normes Euro.

### Normes européennes d'émissions des voitures particulières\*

En g/km	Euro 1 1992	Euro 2 1996	Euro 3 Janv-2000	Euro 4 Janv-2005	Euro 5 Sept-2009	Euro 6 Sept-2014	
Essence	CO	2,72	2,2	2,3	1,0	1,0	1,0
	HC	-	-	0,2	0,1	0,1	0,1
	NOx	-	-	0,15	0,08	0,06	0,06
	HC+NOx	0,97	0,5	-	-	-	-
	COVNM	-	-	-	-	0,068	0,068
	Particules	-	-	-	-	0,005	0,005
Diesel	CO	2,72	1,0	0,64	0,5	0,5	0,5
	NOx	-	-	0,5	0,25	0,18	0,08
	HC+NOx	0,97	0,7 <sup>(1)</sup> 0,9 <sup>(2)</sup>	0,56	0,3	0,23	0,17
	Particules	0,14	0,08 <sup>(1)</sup> 0,1 <sup>(2)</sup>	0,05	0,025	0,005	0,005

(1) Véhicule à injection indirecte.

(2) Véhicule à injection directe.

- : Absence de normes.

\* Les nouveaux modèles doivent respecter la norme à la date d'entrée en vigueur indiquée.

Source : Ademe.

## La diésélisation progressive du parc des voitures particulières : des effets contrastés

Les estimations des émissions réalisées par le Citepa intègrent le phénomène de diésélisation de la circulation routière. La hausse de la circulation routière des véhicules lourds relativement à celle des véhicules légers accentue ce phénomène. Cependant, il reste essentiellement dû à l'augmentation de la part des motorisations diesel parmi les voitures particulières. En effet, alors que les voitures diesel ne représentaient que 15 % du parc en 1990 et 24 % de la circulation des véhicules légers, elles représentent en 2007 plus de 50 % du parc et 64 % de la circulation.

Or, les moteurs à essence et les moteurs diesel ne sont pas à l'origine des mêmes niveaux d'émissions gazeuses. Cette mutation rapide, tirée notamment par la modulation fiscale en faveur du carburant diesel, qui réduit le coût d'usage des véhicules diesel relativement aux véhicules à essence, implique une modification profonde de la structure des émissions atmosphériques de la circulation routière. D'un point de vue environnemental, le bilan de la diésélisation du parc de voitures particulières est contrasté.

Dans un sens, elle tire à la baisse les émissions de CO<sub>2</sub>, la motorisation diesel étant moins énergivore. À ce titre, la mise en place d'un bonus-malus à l'achat de véhicules neufs assis sur les émissions unitaires de CO<sub>2</sub> incite à s'équiper « diesel » et participe à l'accélération de la diésélisation du parc automobile. Les évolutions les plus récentes du parc des véhicules particuliers paraissent souligner le phénomène en cours. En 2009, les moteurs diesel représentent 70,4 % des immatriculations de véhicules particuliers, contre 77,4 % en 2008. Malgré ce ralentissement, la diésélisation du parc se poursuit. En 2009, les véhicules diesel représentent 55,3 % du parc roulant (contre 53,1 % en 2008). En ce qui concerne les polluants locaux, la diésélisation impacte à la baisse les émissions de CO et de COVNM, principalement dues aux motorisations essence. À l'inverse, les émissions de particules en suspension sont très majoritairement le fait des véhicules diesel : ils sont à l'origine de 92 % des PM<sub>10</sub> émises par les transports routiers, soit bien plus que leur part dans la circulation routière. La diésélisation contribue également à la hausse des émissions de NOx, puisque les pots catalytiques diesel n'ont aucune efficacité sur ces émissions : le gazole représente 87 % des NOx des transports routiers. Surtout, avec la diésélisation du parc et la croissance du trafic, les émissions de HAP ont augmenté de 79 % depuis 1990.

## Les limites des innovations technologiques sur l'évolution des émissions des transports routiers

Outre l'impact contrasté de la diésélisation du parc, les limites des progrès technologiques des moteurs automobiles peuvent s'observer à l'aune du bilan des pots catalytiques.

Sans remettre en cause les résultats globaux obtenus en termes de NOx, de CO et de COVNM, il s'avère que les pots catalytiques trois voies (moteurs à essence) sont à l'origine d'émissions parasites de N<sub>2</sub>O, en forte progression (+45 % entre 1990 et 2007), même si elles restent modestes relativement aux autres secteurs (1 % du total). Il semble aussi que les métaux lourds composant les pots catalytiques tendent à être arrachés au fur et à mesure du vieillissement et soient expulsés avec les gaz d'échappement. Ces composés (platine, rhodium, palladium...) se retrouveraient de plus en plus densément dans le sol, aux abords des axes routiers, ainsi que dans l'atmosphère.

D'autres phénomènes de vases communicants entre les différents objectifs des politiques environnementales peuvent être observés, comme l'accroissement des émissions de benzène liées à la suppression du plomb dans l'essence ou comme la surconsommation de carburant liée à l'installation de filtres à particules, témoignant des limites environnementales des progrès technologiques réalisés ou à venir sur les moteurs thermiques. Il en va de même pour les agrocarburants dont l'impact environnemental, une fois prises en compte leurs conséquences agronomiques et alimentaires, est controversé. Par ailleurs, les pots catalytiques ne sont que très peu efficaces en dessous de 400 °C, c'est-à-dire au démarrage des véhicules. Or, les petits trajets réalisés en voiture sont particulièrement nombreux et tendraient à augmenter sous l'effet de la multimotorisation des ménages.

Ainsi, les progrès technologiques se heurtent à des modifications des utilisations des véhicules et des besoins : l'augmentation de la puissance réelle moyenne des véhicules et de leur masse, l'allumage plus systématique des feux, la généralisation de la climatisation ou l'augmentation des réseaux à deux fois deux voies sont à l'origine d'une hausse des consommations réelles des véhicules qui limitent sensiblement l'impact des progrès en matière de moteurs. Les modifications des usages des véhicules sont assez mal mesurées et donc mal

prises en compte dans la quantification de certains polluants, pourtant calée sur une circulation globale afin d'en fiabiliser les estimations. Enfin, les baisses des vitesses de circulation observées ces dernières années ou l'évolution de la congestion des réseaux ont un impact fort sur les consommations réelles des véhicules et sur les structures des émissions. Elles sont pourtant mal appréhendées par les modèles.

## La dépendance aux produits pétroliers des transports routiers

Malgré les améliorations techniques réelles qui ont permis de réduire les émissions atmosphériques autres que le CO<sub>2</sub>, les transports routiers représentent un enjeu majeur pour la qualité de l'air et de l'environnement. La mobilité des individus et des marchandises reste très dépendante des carburants pétroliers (97 % de l'énergie consommée en 2007).

En effet, les flottes de véhicules fonctionnant avec des énergies alternatives aux produits pétroliers classiques restent aujourd'hui très marginales : sur plus de 37 millions de véhicules immatriculés en France en 2007, environ 150 000 fonctionnent au gaz de pétrole liquéfié -GPL- (0,4 %) et environ 10 000 au gaz naturel pour véhicules -GNV- (0,03 %), principalement en flotte captive, les véhicules électriques ou hybrides étant encore moins nombreux.

Par ailleurs, le report modal visant à réorienter la mobilité vers des modes plus économes en énergie et moins polluants (trains et transports collectifs) reste encore limité.

### Pour en savoir plus

- Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (Citepa), 2009. *Inventaire des émissions de polluants atmosphériques en France - Séries sectorielles et analyses étendues (format Secten)*. Paris : Citepa. 305 p.
- Citepa, 2009. *Organisation et méthodes des inventaires nationaux des émissions atmosphériques en France (OMI-NEA) - 6<sup>e</sup> édition*. Paris : Citepa. 1 068 p.
- Délégation interministérielle à l'aménagement et à la compétitivité des territoires - Observatoire des territoires, 2009. *Dynamiques et développement durable des territoires : rapport de l'observatoire des territoires 2008*. Paris : La Documentation française. 228 p.
- Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire - Service économie, statistiques et prospective, 2008. *Les comptes des transports en 2007 : 45<sup>e</sup> rapport de la Commission des comptes des transports de la Nation*. Paris : Meeddat-SESP. 2 tomes, 149 p. + annexes, 73 p.
- Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire - DGEMP, Observatoire de l'énergie, 2008. *Bilan énergétique de la France pour 2007*. Paris : Meeddat-DGEMP. 31 p.
- Ministère de l'Écologie et du Développement durable-D4E, 2006. *Mobilité, transport et environnement : rapport de la Commission des comptes et de l'économie de l'environnement*. Paris : La Documentation française. 408 p. (coll. *Réponses environnement*).

### Site internet

- Service de l'observation et des statistiques (SOeS) : <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr>  
Rubrique « Transports ».  
Rubrique « Environnement » > « Observation et statistiques de l'environnement » > « Données essentielles » > « Activités humaines » > « Transports ».

## ENVIRONNEMENT ET TERRITOIRE

### Le développement des modes alternatifs à la route : des contrastes régionaux

Les transports de marchandises par chemin de fer et par voie fluviale sont des modes de transport plus respectueux de l'environnement que les transports routiers et aériens, plus consommateurs d'énergies fossiles. La part des transports ferroviaire et fluvial dans l'ensemble des flux de marchandises générés par une région donnée offre un aperçu de la pression exercée par les transports dans chacune des régions.

#### Des écarts entre régions liés à leur tissu productif et à la présence d'infrastructures

En 2008, la part du rail et du fluvial dans le transport de fret généré par les différentes régions françaises varie de 3,7 % en Basse-Normandie à 33,5 % en Lorraine, pour une moyenne nationale de 18,2 %. Le seul fret ferroviaire représente entre 4 % et 30 % des transports de marchandises (15 % en moyenne).

Cet écart entre régions s'explique notamment par la nature des marchandises transportées, puisque les transports ferroviaire et fluvial sont particulièrement adaptés au transport massifié, donc aux produits pondéreux (vracons solides et liquides). Ainsi, cet indicateur régional est particulièrement élevé dans les régions disposant d'industries lourdes ou de production agricole importante. Il est aussi élevé dans les régions disposant de ports maritimes, lieux d'exportation de produits agricoles et d'importations, notamment de vracons liquides (produits énergétiques) et solides (minerais).

De façon concomitante, cet indicateur est particulièrement important dans les régions disposant d'un réseau fluvial (le transport fluvial est nul pour dix des vingt et une régions) et d'un réseau ferroviaire dense, ces réseaux étant historiquement liés au développement de l'industrie lourde et des ports.

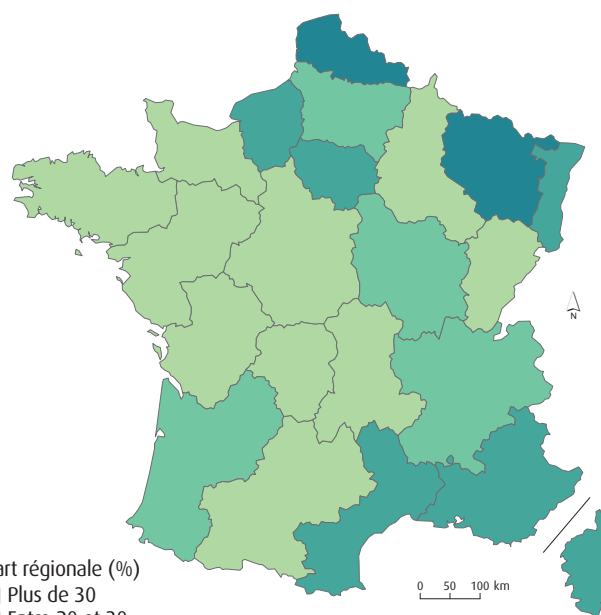
#### La baisse de la part du rail en partie liée à ces mêmes phénomènes structurels

La part des transports ferroviaire et fluvial de marchandises est passée de 22,8 % en 2000 à 18,2 % en 2008, dû aux mêmes aspects structurels qui expliquent les divergences régionales : diminution de l'activité industrielle et des besoins en matières premières qui ont pénalisé le rail. À l'inverse, le mode routier a profité du fort accroissement des transports de produits manufacturés (celui-ci ayant progressé de 43 % sur la période 1997-2007) pour lesquels il répond mieux au besoin de souplesse (réactivité, envois fractionnés, fréquence élevée, flux diffus, fiabilité). Il a également bénéficié du dynamisme de l'économie espagnole, pays avec lequel il n'existe pas d'interconnexion ferrée ou fluviale et approvisionnant de plus en plus la France en produits agroalimentaires et alimentaires.

Aujourd'hui, la hausse des importations de produits manufacturés par conteneurs *via* les grands ports européens est un enjeu pour les transports ferroviaire et fluvial car elle permet à ces modes, compte tenu des infrastructures disponibles, de concurrencer la route sur ce créneau, plus rémunérateur que le transport de pondéreux. Sur les axes Seine et Rhône, on observe une croissance soutenue et continue

des transports fluviaux de conteneurs depuis plusieurs années (+160 % de 1997 à 2007). Le transport combiné ferroviaire semble également bénéficier de l'afflux de marchandises conteneurisées dans les grands ports européens, comme en témoignent les nombreuses ouvertures de lignes de conteneurs maritimes par la SNCF : en 2007, les transports combinés à la SNCF connaissent une croissance de 8,4 % après six années de décroissance et de nombreuses fermetures de plates-formes rail-route.

#### Part du rail et du fluvial dans le transport intérieur de marchandises en 2008



Part régionale (%)

- Plus de 30
- Entre 20 et 30
- Entre 15 et 20
- Moins de 15

Note : L'indicateur ne tient compte que des flux « générés » par les régions, c'est-à-dire ayant pour origine ou destination une région donnée. Il exclut donc, pour une région donnée, le transport intrarégional et les flux nationaux et internationaux en transit dans cette région. L'indicateur de la part du rail et du fluvial dans le transport de marchandises est mesuré en tonnes-kilomètres intérieures (réalisées sur le territoire français).

Les données concernant la Corse sont nulles pour les transports ferroviaire et fluvial puisque l'indicateur se limite aux flux interrégionaux. Pour le transport routier, les flux de marchandises sont négligeables et ont été regroupés avec les flux à destination de Paca (hypothèse que l'ensemble des poids lourds effectuant des échanges de marchandises entre la Corse et le continent européen empruntent des lignes de ferrées entre la Corse et la France continentale).

Source : SOeS, SitraM d'après VNF, SNCF, RFF.

#### Pour en savoir plus – Site internet

- Service de l'observation et des statistiques (SOeS) : <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr>  
Rubrique « Environnement » > « Observation et statistiques de l'environnement » > « Indicateurs » > « Indicateurs de développement durable territoriaux » > « Transport durable ».

