



# CONTRIBUTION DU TRANSPORT COMBINÉ À LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub>



RAPPORT DE SYNTHÈSE  
JUILLET 2003

## ■ COORDINATEUR DU PROJET:

**UIRR**, Union Internationale des sociétés de transport combiné Rail-Route, Bruxelles (Belgique)

L'**UIRR** a été créée en 1970 et regroupe 18 opérateurs de TC, représentant environ 65% du marché européen. Parmi ses activités, l'UIRR élabore de façon régulière des statistiques harmonisées du TC au niveau européen, qui constituent une source importante pour la présente étude.

## ■ CONSULTANTS:

**SGKV**, Francfort (Allemagne)

**Nestear**, Gentilly (France)

## ■ ENTREPRISE DE LOGISTIQUE:

**Lugmair**, Roitham (Autriche)

Les politiques d'énergie et de transport sont au centre des préoccupations environnementales. Le Protocole de Kyoto de 1997 a marqué l'engagement de l'UE en faveur de la réduction des émissions de gaz à effet de serre - dont le CO<sub>2</sub> -, de 8% entre 2008-2012 par rapport à leur niveau de 1990. La réalité est différente: jusqu'en 2002, les Etats membres ont été en mesure de maintenir le niveau des émissions de CO<sub>2</sub> à celui de 1990, mais une réduction n'a pas encore pu être réalisée.

### Il est temps d'agir!

- ↳ Le réchauffement de la planète s'est accentué au cours des 25 dernières années.
- ↳ Le transport devient non pas plus mais moins soutenable d'un point de vue environnemental.
- ↳ Le transport est le secteur dont la consommation d'énergie augmente le plus au sein de l'UE.
- ↳ Les émissions de dioxyde de carbone provoquées par le transport sont un fort contributeur à l'effet de serre.

Le Livre Blanc de la Commission européenne de 2001 intitulé "L'heure des choix" souligne que "la consommation énergétique des transports représentait, en 1998, 28 % des émissions de CO<sub>2</sub>, le principal gaz à effet de serre. D'après les dernières estimations, si rien n'est entrepris pour renverser la tendance de la croissance du trafic, les émissions de CO<sub>2</sub> dues au transport devraient augmenter d'environ 50 % entre 1990 et 2010, atteignant les 1,113 milliards de tonnes d'émissions."... "Marché captif du pétrole (67 % de la demande finale de pétrole), le transport routier représente à lui seul 84 % des émissions de CO<sub>2</sub> imputables aux transports."

C'est pourquoi l'UE recherche des mesures efficaces pour réduire les émissions de CO<sub>2</sub>, en particulier par des actions ciblées dans le domaine du transport. La Commission européenne considère le transport intermodal, et en particulier le transport combiné, comme un instrument majeur de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> dans le secteur du transport de fret.

Le rapport final du European Climate Change Programme (ECCP) publié à Bruxelles en janvier 2002 propose un transfert modal de la route vers des modes de transport plus durables tels que le rail et la voie d'eau. Il conclut qu'un tel transfert peut mener à une réduction de la consommation de combustible; c'est pourquoi ce transfert joue un rôle important dans la réduction des émissions de gaz à effets de serre. Pour toutes ces raisons, la Commission européenne et les acteurs du transport combiné ont manifesté leur intérêt pour un projet de recherche qui permettrait d'évaluer la quantité de réduction du CO<sub>2</sub> en Europe induite par le transfert de la route au rail dans le cadre du transport combiné. L'étude a reçu le soutien du programme PACT (Pilot Actions for Combined Transport).

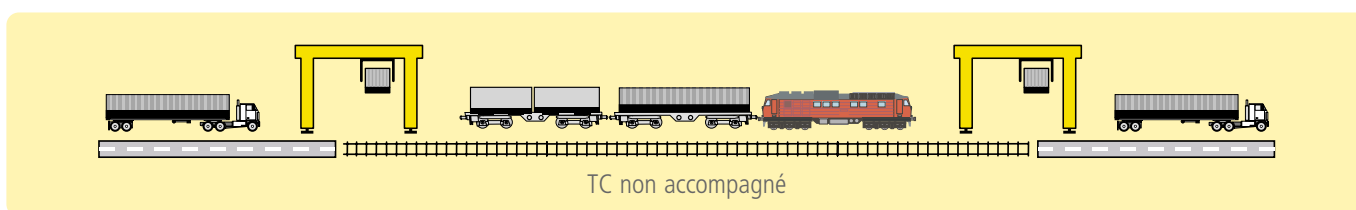
Afin de dresser une image aussi proche que possible de la réalité, les partenaires du projet ont adopté une démarche pragmatique en actualisant les résultats des recherches existantes par des données récentes, et en évaluant tous les cas choisis en fonction de leur importance pratique.

## VUE D'ENSEMBLE

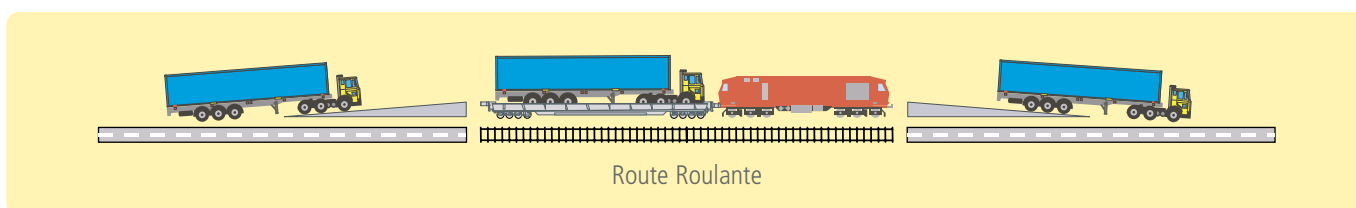
**Transport intermodal:** Acheminement d'une marchandise utilisant deux modes de transport ou plus mais dans la même unité de chargement ou le même véhicule routier, et sans empotage ni dépotage.

**Transport Combiné rail-route:** Transport intermodal dont les parcours principaux s'effectuent par rail et les parcours initiaux et/ou terminaux sont réalisés par la route.

**TC non accompagné:** Acheminement d'un véhicule routier ou d'un conteneur, caisse mobile ou semi-remorque.



**Route Roulante (transport accompagné):** Acheminement d'un ensemble routier complet, accompagné du conducteur, par le rail.



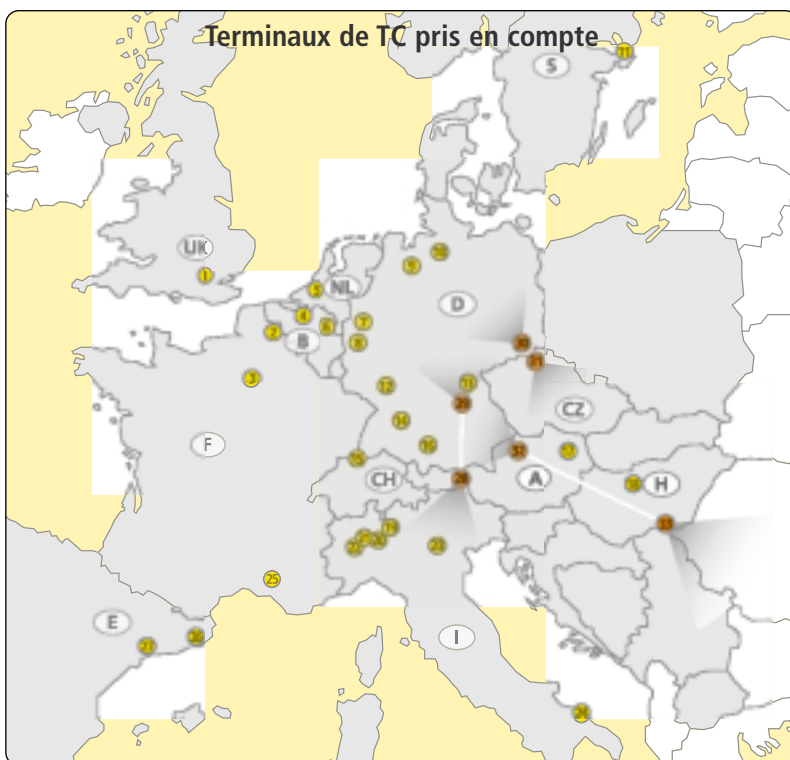
## ÉTUDES ANTÉRIEURES

Diverses études allemandes, anglaises, françaises et italiennes relatives à la consommation d'énergie et aux émissions de CO<sub>2</sub> dans les secteurs du transport routier et ferroviaire ont été examinées. Toutes celles qui traitent du sujet ont été publiées au cours des 15 dernières années, pour la plupart après 1998.

- ↳ Douze études analysent des relations de trafic sélectionnées, tandis que 27 d'entre elles effectuent une analyse globale spécifique à un pays ou à l'UE toute entière.
- ↳ Les différentes méthodes utilisées conduisent à des résultats difficilement comparables. Toutefois, dans toutes les études examinées, le ratio des émissions du TC rail-route ou du transport purement ferroviaire comparé au transport routier pur est estimé dans un rapport allant de 1 à 1 jusqu'à 1 à 7, soit en moyenne entre 1 et 3.
- ↳ En outre, la plupart des études calculent les émissions de CO<sub>2</sub> comme résultant de la consommation d'énergie.
- ↳ Le transport ferroviaire est toujours favorable lorsque l'on ne considère que le parcours principal et l'on ne prend pas en compte le pré- et post-acheminement.

L'une des études les plus spécifiques et les plus récentes en la matière est la "Comparative Analysis of Energy Consumption and CO<sub>2</sub> Emissions of Road Transport and Combined Transport Road/Rail" menée par deux consultants allemands IFEU et SGKV (ce dernier également partenaire de ce projet). Leur modèle énergétique fut également la base de la présente étude.

Le but de la présente étude est d'obtenir une image réaliste de la performance environnementale du transport combiné. Les partenaires du projet ont sélectionné des relations représentatives du transport combiné actuel. L'accent a surtout été mis sur les techniques actuelles du rail-route: le transport de caisses mobiles, de conteneurs et les semi-remorques en trains complets ; en outre trois relations de Route Roulante ont également été examinées<sup>1</sup>. Les corridors analysés représentent 631.000 envois (un envoi équivalant à la capacité d'un poids-lourd), c'est-à-dire 28% du trafic UIRR et approximativement 15 à 20% du transport combiné au niveau européen.



## Relations de TC

⑰	Wien.....	Neuss	⑦
⑥	Genk.....	Novara	⑳
④	Antwerpen.....	Busto Arsizio	⑲
⑧	Köln.....	Granollers	⑳
⑫	Ludwigshafen.....	Tarragona	⑳
③①	Hamburg.....	Budapest	⑱
⑧	Köln.....	Busto Arsizio	⑲
⑱	München.....	Verona	⑳
⑬	Nürnberg.....	Verona	⑳
③	Paris.....	Vercelli	⑳
①	London.....	Novara	⑳
⑳	Novara.....	Rotterdam	⑤
⑪	Stockholm.....	Basel	⑮
⑩	Hamburg.....	Basel	⑮
⑭	Stuttgart.....	Bremen	⑨
③	Paris.....	Avignon	⑳
②	Lille.....	Avignon	⑳
⑳	Milano.....	Bari	⑳
⑳	Manching.....	Brennersee	⑳
③③	Szeged.....	Wels	⑳
③①	Dresden.....	Lovosice	⑳

Sur tous les corridors, des transports routiers typiques ont été comparés à des cas représentatifs du transport combiné. Etant donné que le transport routier est le mode dominant, sa consommation énergétique et ses émissions de CO<sub>2</sub> ont été fixées à 100% pour faciliter la comparaison, et leur niveau en TC comparé en pourcentage à cette référence.

### Deux variantes sont calculées à chaque fois:

1. **Comparaison Route - chaîne complète du TC, c'est-à-dire tous les modes utilisés de l'origine à la destination, incluant le parcours initial et final routier, la partie ferroviaire principale et dans un cas le ferry.**
2. **Comparaison Route - Rail par kilomètre, pour comparer les performances spécifiques de ces deux modes.**

Cette distinction est particulièrement importante dans les cas de la Route Roulante, étant donné que la chaîne du TC inclut de longs parcours initiaux par la route, ou dans les cas impliquant des détours soit en transport purement routier (restrictions de transit), soit en ferroviaire (p. ex. manque d'infrastructures appropriées).

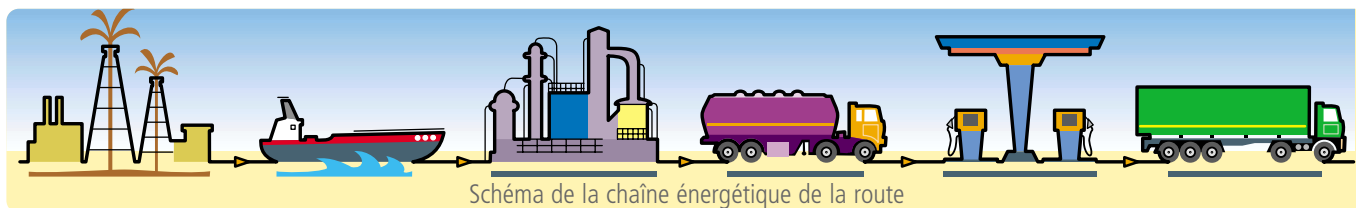
1) La Route Roulante Dresde-Lovosice, longue de 117 km seulement, constitue un cas très particulier limité dans le temps et est mentionnée séparément dans la mesure où elle n'est pas représentative d'autres Routes Roulantes. 5

# CONSOMMATION D'ÉNERGIE

## LE TRANSPORT ROUTIER

La première étape pour déterminer les émissions de CO<sub>2</sub> est l'analyse de la consommation énergétique. Dans tous les cas, la consommation d'énergie primaire a été prise en considération.

Pour la route, ceci comprend l'extraction, le traitement et le transport du pétrole, ainsi que la transformation en diesel et sa consommation finale par le véhicule routier.

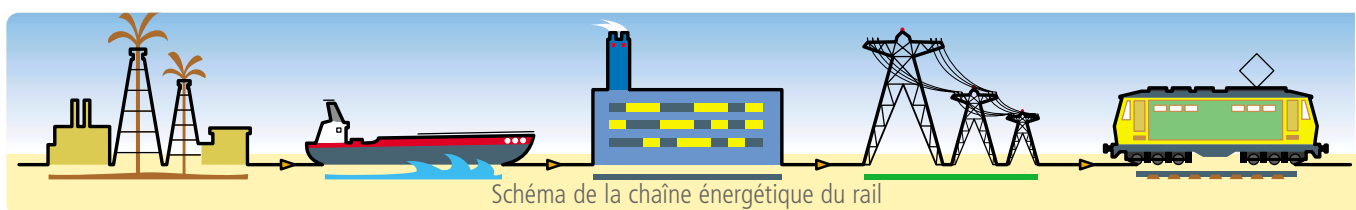


En ce qui concerne la consommation d'énergie de la route, le modèle énergétique de l'IFEU a été utilisé, avec pour un chargement moyen sur les différentes catégories de routes, les consommations en diesel suivantes: 34,0 l/100km sur autoroute, 36,0 l sur les principales routes rurales et 47,7 l sur d'autres routes (urbaines). Des facteurs d'augmentation et de réduction ont été calculés pour prendre en compte la déclivité.

Une analyse détaillée de la consommation du parc de poids-lourds du partenaire du projet Lugmair n'a montré que des écarts mineurs par rapport aux valeurs ci-dessus et a généralement confirmé les paramètres de ce modèle.

## LE TRANSPORT FERROVIAIRE

Pour ce qui est de la partie ferroviaire de la chaîne du TC, l'extraction, le traitement et le transport de l'énergie primaire, ainsi que la transformation en énergie électrique, de même que la consommation énergétique finale des trains, des manœuvres de triage et des transbordements sont pris en considération.

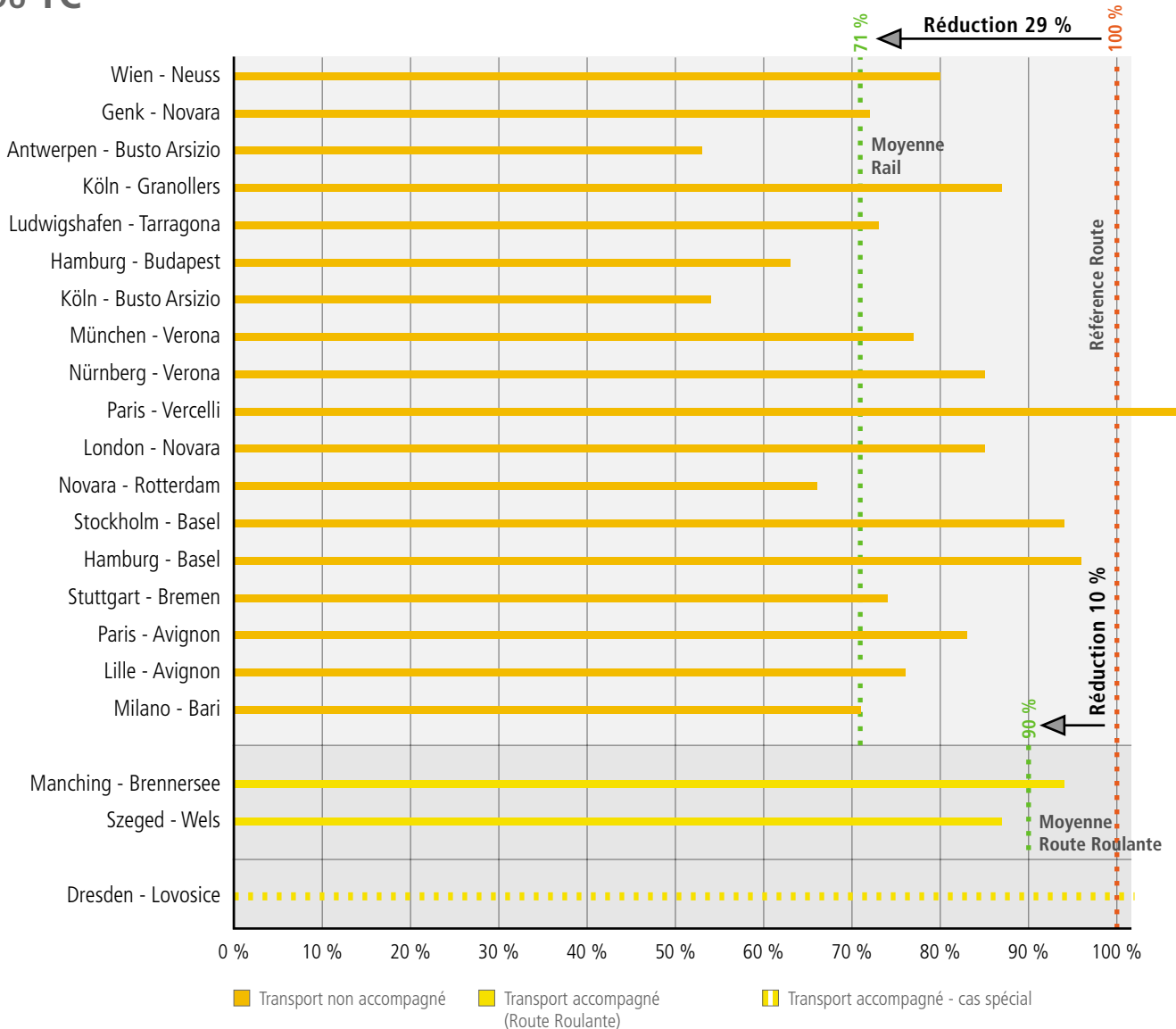


La consommation d'énergie électrique finale d'un envoi acheminé dans un train dépend essentiellement des facteurs suivants:

- ↳ Type et nombre de locomotives
- ↳ Longueur du train et son poids total
- ↳ Ratio "chargement/poids à vide" des unités de chargement et des wagons
- ↳ Caractéristiques du parcours (pentes)
- ↳ Type de conduite (vitesse, accélération) et résistance de l'air.

Le ratio entre la charge utile et le poids total constitue le principal paramètre influençant la consommation en énergie d'un acheminement par le rail. Les trains les plus performants sont des trains longs transportant des caisses mobiles et des conteneurs avec des marchandises plutôt lourdes.

## COMPARAISON DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE ENTRE LA ROUTE ET LA CHAÎNE DU TC



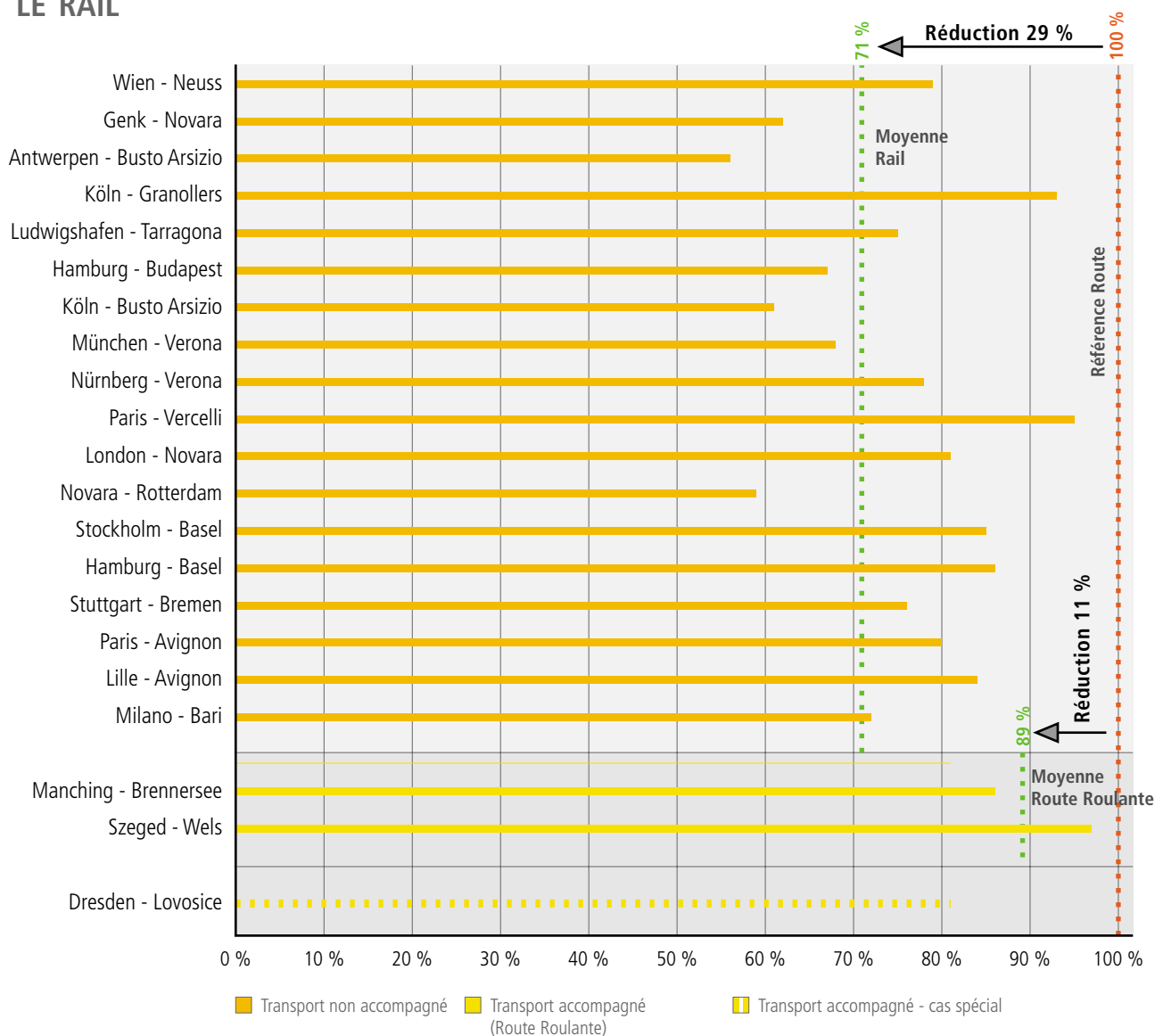
Ce graphique présente la consommation en énergie de la chaîne complète du TC, comparée à celle en transport routier pur pour des parcours ayant à chaque fois la même origine et la même destination.

Plusieurs paramètres ont été pris en considération afin de calculer la consommation en énergie, en particulier:

- ↳ Les routes empruntées en réalité, en considérant que les distances couvertes par la route et la chaîne du TC sont différentes.
- ↳ Parfois, des raisons politiques telles que des restrictions de transit amènent le transporteur routier à faire un détour. Dans d'autres cas, le parcours autoroutier est plus court que le parcours ferroviaire existant ou des détours sont nécessaires pour atteindre les terminaux de TC.
- ↳ En ce qui concerne la Route Roulante, il se peut que la traction routière - qui est comprise dans la chaîne du TC - soit plus longue que la partie ferroviaire. De ce fait, la consommation en énergie du parcours routier a une influence majeure sur les résultats de la chaîne du TC.

# CONSOMMATION D'ÉNERGIE

## COMPARAISON DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE PAR KILOMÈTRE ENTRE LA ROUTE ET LE RAIL

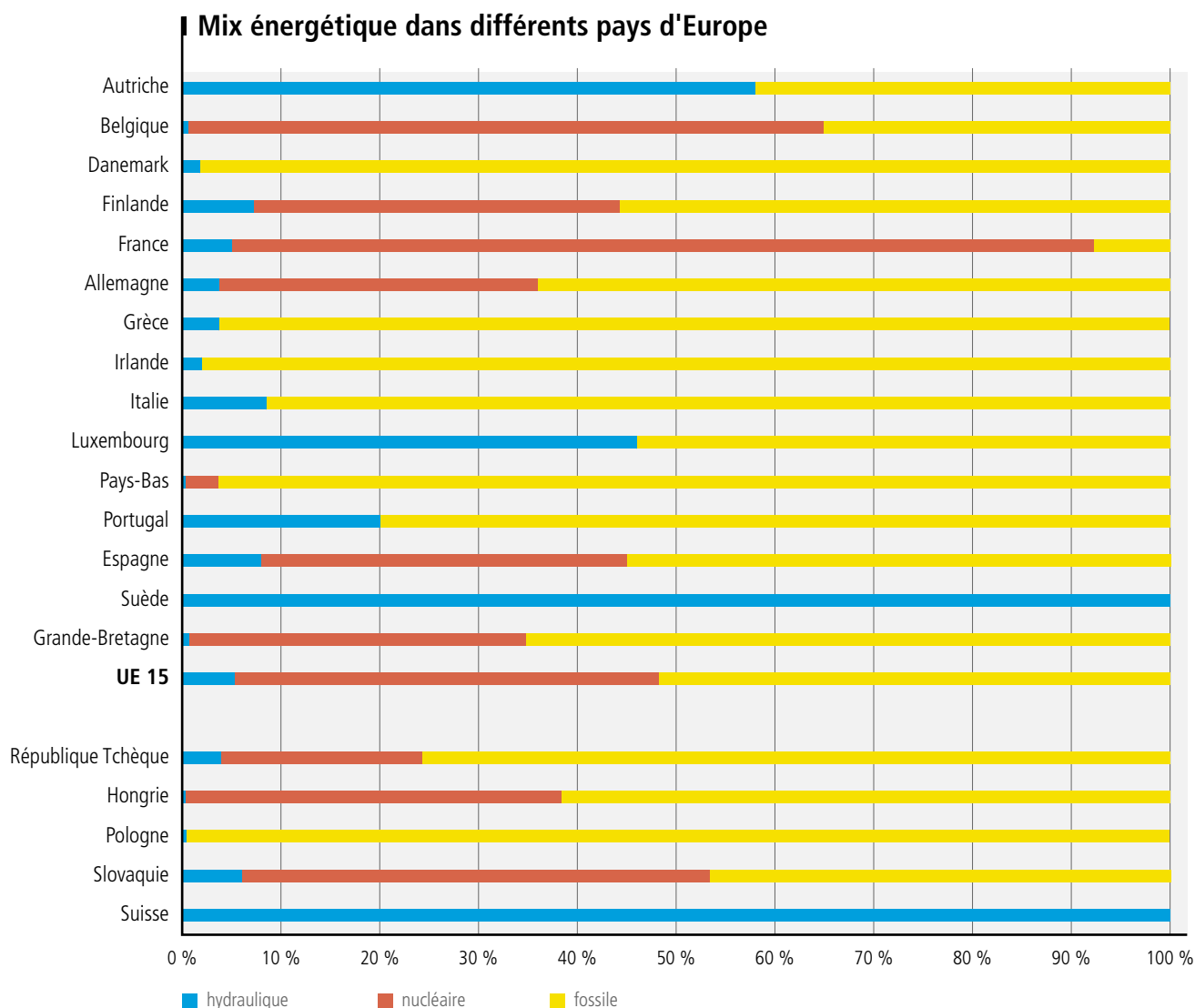


**Comparé à la route, le transport non accompagné économise 29% d'énergie sur le rail, tandis que la Route Roulante en économise près de 11%.**

Ce graphique considère uniquement le mode de transport routier comparé au mode ferroviaire. La consommation en énergie par kilomètre de la route ou du rail exclut toutes les influences et particularités mentionnées à la page précédente. L'utilisation de la capacité des trains de transport combiné est très élevée et atteint en moyenne 87% pour le transport non accompagné et 91% pour la Route Roulante. Ces pourcentages sont une conséquence des tarifs élevés du ferroviaire qui ne permettent aux opérateurs de réaliser une exploitation rentable que grâce à une utilisation optimale des capacités. Ceci favorise une bonne balance énergétique et des émissions de CO<sub>2</sub> faibles. Du reste, cette politique "extrême" des prix constitue actuellement sans aucun doute un frein au potentiel de croissance rapide.



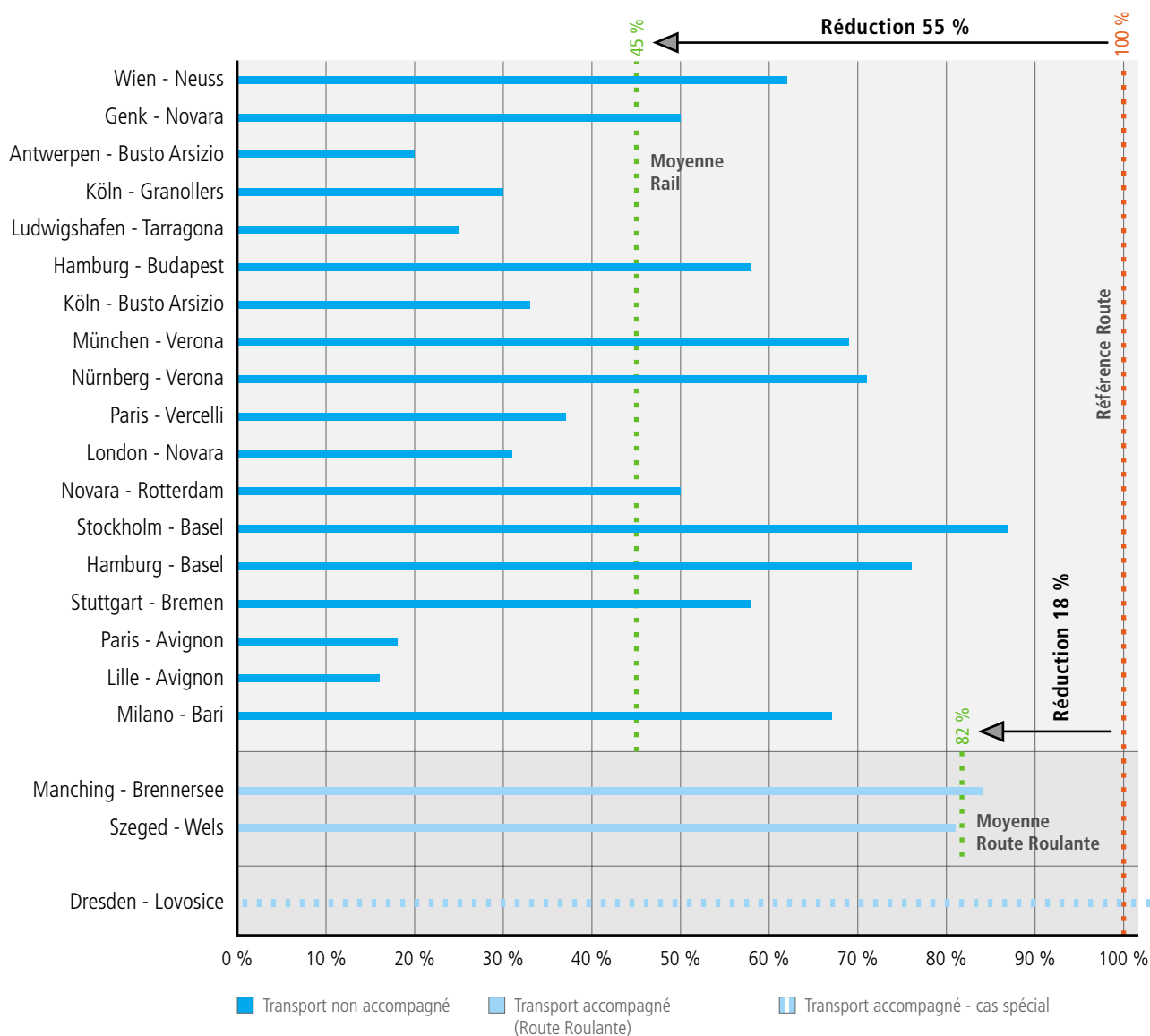
La présente étude a utilisé le modèle énergétique de l'IFEU qui prend en considération la répartition particulière de la production d'énergie électrique entre énergie fossile, hydraulique et nucléaire de chaque pays. Pour l'Allemagne et l'Autriche, le mix spécifique de l'énergie primaire intervenant dans la production de l'électricité utilisée par les chemins de fer a été pris en compte.



L'efficacité de la production d'électricité dans les centrales thermiques se situe entre 30 et 40%. Dans certains pays, la production combinée de chaleur et de courant permet d'atteindre des valeurs supérieures. Les pertes dues à la transformation et au transport de l'énergie électrique sont estimées être de l'ordre de 11% de l'électricité produite. Les facteurs d'émission du CO<sub>2</sub> dépendent du taux d'énergie spécifique des combustibles, ceux-ci étant les plus bas pour le gaz naturel, suivis par le mazout, et plus élevés pour la houille et le lignite.

## COMPARAISON DES ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> ENTRE LA ROUTE ET LA CHAÎNE DU TC

Ce graphique montre les émissions de CO<sub>2</sub> de toute la chaîne du transport combiné comparée au transport purement routier, dans chaque cas entre la même origine et la même destination.



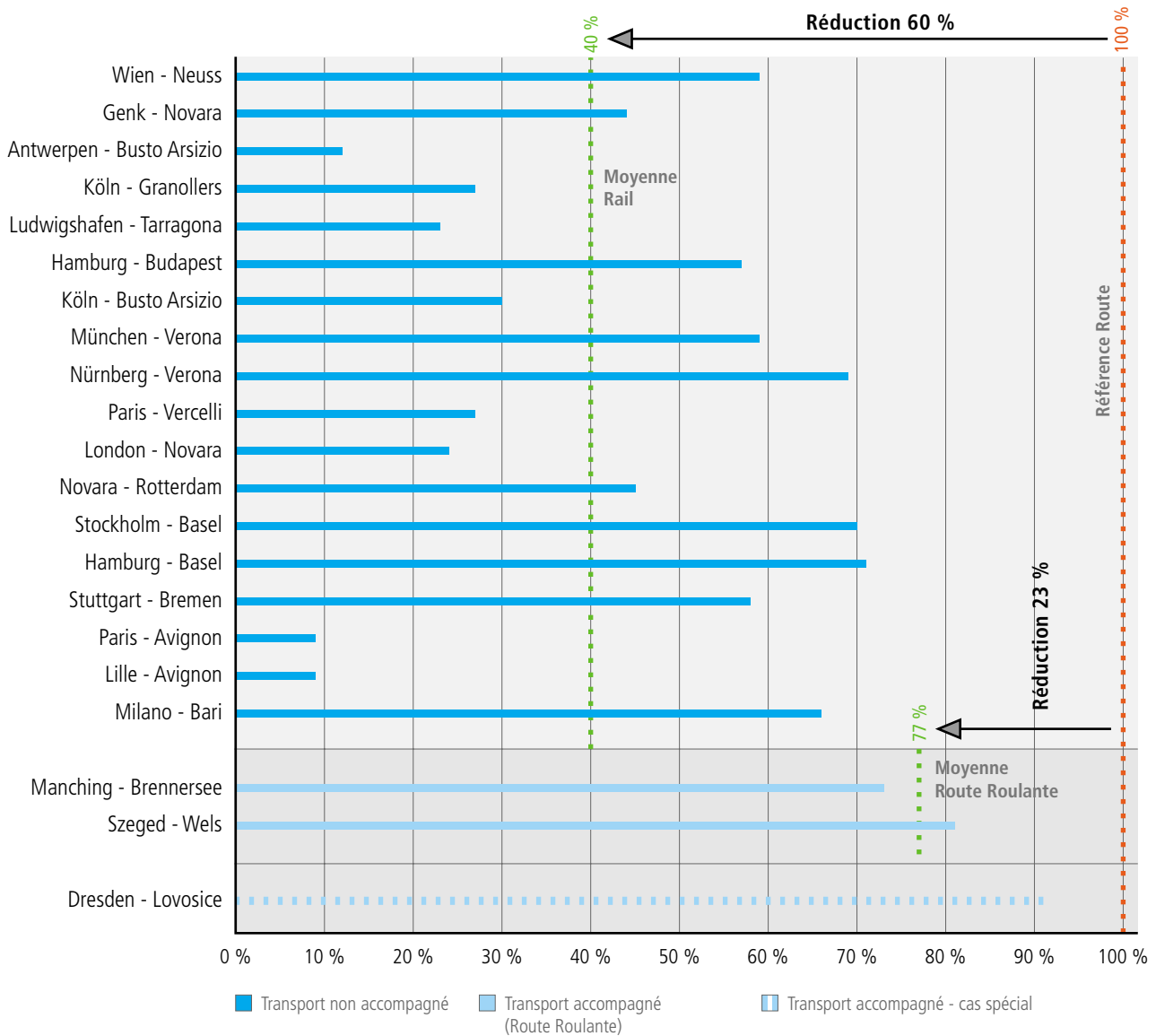
**Comparé à la route, le transport non accompagné réduit les émissions de CO<sub>2</sub> de 55%, alors que les chaînes du TC comprenant des Routes Roulantes la réduisent de 18%.**

En fonction des trajets réellement empruntés, les distances entre la route et la chaîne du TC sont différentes.

Cette dernière comprend le pré- et post-acheminement routier ainsi que le maritime à courte distance dans un cas. La route est prise comme référence (100%). Ainsi le graphique montre le pourcentage des émissions de la chaîne du TC comparé à la route. Les réductions correspondantes s'élevaient à 100% moins les valeurs mentionnées.

## COMPARAISON DES ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> PAR KILOMÈTRE ENTRE LA ROUTE ET LE RAIL

Ce graphique présente les principaux résultats de l'étude. Les émissions de CO<sub>2</sub> de la route y sont comparées avec celles du TC rail. Toutes les autres influences résultant de cas spécifiques tels que les détours ou l'utilisation d'autres modes que le rail dans la chaîne du transport combiné sont exclus. Le message émanant de ces résultats est très clair:



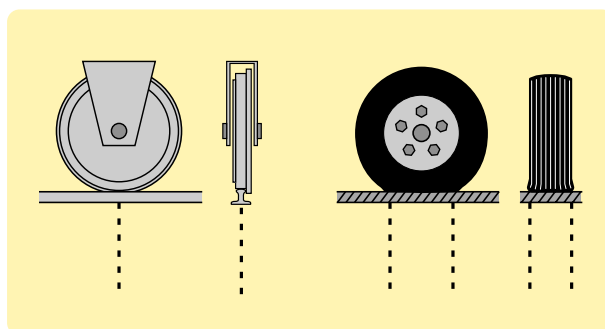
**Si l'on prend la route comme référence (100%), un transfert vers le trafic ferroviaire non accompagné réduira les émissions de CO<sub>2</sub> à seulement 40%, ce qui signifie une réduction de 60%! Même la Route Routante avec son poids mort plus élevé permet d'atteindre une diminution du CO<sub>2</sub> de 23%.**

Les réductions supérieures réalisées par km montrent qu'il est souhaitable que la part du parcours ferroviaire soit aussi élevée que possible. A titre d'exemple, la distance ferroviaire de la Route Routante Manching-Brennersee est limitée aujourd'hui dans la mesure où le gabarit ferroviaire en Italie est trop faible pour permettre le transport par le rail de camions de 4,00 m de haut.

## AVANTAGES SYSTÉMIQUES DU RAIL

L'un des facteurs principaux expliquant la supériorité du rail est le frottement du système de roues sur les rails de trois à six fois moindre par rapport aux pneus du camion sur la route. Cet avantage en termes d'énergie est le plus marqué pour des trains longs présentant un bon rapport entre la charge utile et le poids mort, surtout dans le cas de caisses mobiles et de conteneurs.

La réduction des émissions de CO<sub>2</sub> est en outre favorisée par la part des sources d'énergies renouvelables et non fossiles lors de la production d'électricité.



## ECONOMIES ABSOLUES ET MONÉTAIRES LIÉES AU CO<sub>2</sub>

A partir des résultats du graphique "Comparaison des émissions de CO<sub>2</sub> entre la route et la chaîne du TC", la réduction effective du CO<sub>2</sub> peut facilement être calculée en prenant en considération le volume réel de trafic pour chaque relation. En prenant comme base la situation de l'année 2001, il apparaît que les relations examinées ici ont permis une réduction des émissions de 610 kg de CO<sub>2</sub> par envoi. Pour le trafic non accompagné global de l'UIRR d'un total de 1,75 millions d'envois, cela signifie une diminution de 1,1 millions de tonnes de dioxyde de carbone. En outre, chaque envoi acheminé par la Route Roulante réduit les émissions de CO<sub>2</sub> de 190 kg, ce qui signifie 90.000 tonnes de dioxyde de carbone en moins pour 466.000 poids-lourds transportés. Par le transfert total de 2,2 millions d'envois au rail, les sociétés UIRR ont permis de réduire les émissions de dioxyde de carbone de 1,2 millions de tonnes.

Outre les sociétés UIRR qui représentent près des 2/3 du marché, il existe également d'autres prestataires, de sorte qu'en les prenant en considération, nous pouvons évaluer la réduction des émissions grâce au TC à environ 1,8 millions de tonnes.

D'après des évaluations scientifiques réalisées en France et en Allemagne, un dommage environnemental d'une tonne de CO<sub>2</sub> émise est évalué à 100 EUR.

**Le Transport Combiné dans son ensemble réduit annuellement d'environ 1,8 millions de tonnes le CO<sub>2</sub> émis, et diminue ainsi les coûts environnementaux de 180 millions EUR.**

Si le principe du pollueur-payeur est introduit, le transport combiné devrait pouvoir bénéficier d'un véritable avantage commercial supplémentaire à l'avenir. Dans une période transitoire, c'est-à-dire jusqu'à ce que la politique européenne annoncée d'internalisation des coûts externes soit effective, ces avantages environnementaux ainsi que d'autres justifient des mesures en faveur du transport combiné.

## I DOUBLEMENT DU TRANSPORT COMBINÉ

L'objectif est de parvenir au moins à un doublement du transport combiné d'ici à 2010, ce qui correspond à un taux de croissance annuelle de 7%. Cette perspective n'est pas irréaliste dans la mesure où le trafic international de TC de l'UIRR affichait un taux de croissance moyen de 16 % entre 1987 et 1996, et pour autant que la politique de l'UE décrite dans le Livre Blanc "L'heure des choix" soit mise en oeuvre.

Trois scénarios différents ont été élaborés en prenant pour base un doublement du trafic du TC:

- ↳ Le **scénario de référence** qui part du principe d'un doublement uniforme du transport combiné pour les différents flux internationaux de trafic.
- ↳ Le **scénario des zones sensibles**, qui envisage des croissances surproportionnées dans les Alpes et dans les Pyrénées, en raison de restrictions de trafic sur les routes, et d'autre part grâce à des mesures d'accompagnement en faveur du transport ferroviaire.
- ↳ Le **scénario de globalisation** qui se concentre sur l'élargissement de l'Europe avec une croissance surproportionnée du trafic Est-Ouest ainsi que du trafic à destination des ports à l'Ouest.

Les trois scénarios prennent en compte la présente répartition entre le trafic non accompagné et la Route Roulante. De ce fait, les résultats situent la diminution d'émissions de CO<sub>2</sub> réalisée entre celle du transport non accompagné (-55%) et de la Route Roulante (-18%). Les éventuels progrès techniques n'ont pas été pris en considération, qu'il s'agisse de la route ou du transport combiné.

Scénario	référence	zone sensible	globalisation
Réduction du CO <sub>2</sub>	43%	45%	40%

Le scénario des zones sensibles révèle une diminution supérieure essentiellement due au mix énergétique plus favorable sur les corridors alpins et pyrénéens.

Dans tous les scénarios considérés, la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> ne diffère que très peu. Ainsi des changements structurels n'auront-ils que peu d'influence. Un doublement du TC doublera globalement également les économies d'énergie et la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>.

## RECOMMANDATIONS

**Le transfert de trafic de la route au rail est un instrument important de réduction des émissions de gaz CO<sub>2</sub> à effet de serre.**

Globalement, la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> réalisée par un transport intermodal peut être ramenée à trois sources:

- ↳ Le transport intermodal consolide les unités de chargement les plus petites en de larges volumes qui peuvent être acheminés avec une consommation énergétique spécifique moindre par unité.
- ↳ Le transport combiné transfère du trafic de la route au rail. Le frottement du système de roues sur les rails est moindre que celui des pneus des poids-lourds sur la route.
- ↳ Le transport ferroviaire, en tout cas celui de longue distance sur les principaux axes, utilise essentiellement la traction électrique en Europe. La réduction relative en CO<sub>2</sub> est plus élevée que celle de la consommation en énergie, l'énergie électrique étant générée en partie à partir du courant hydraulique ou nucléaire.

En ce qui concerne le mix énergétique, il est évident que pour des raisons environnementales, il est recommandé d'augmenter la part des énergies renouvelables, en particulier l'eau, le vent et l'énergie solaire. Les partenaires du projet s'abstiennent de recommander une plus grande utilisation de l'énergie nucléaire pour réduire les émissions de CO<sub>2</sub> dans la mesure où ceci s'accompagne d'autres désavantages environnementaux.

Il existe un certain nombre de paramètres supplémentaires pour réduire les émissions de CO<sub>2</sub>:

- ↳ Encourager et promouvoir toutes les solutions techniques, opérationnelles et commerciales qui augmentent la capacité d'utilisation moyenne par train de transport intermodal.
- ↳ Encourager et promouvoir toutes améliorations de l'infrastructure qui permettent l'opération de trains plus longs et plus lourds.
- ↳ Dans la mesure où l'économie d'énergie est réalisée essentiellement pendant le transport par le rail ; mise en place de terminaux et développement de l'infrastructure ferroviaire (p. ex. les tunnels de base alpins) afin de réduire la distance ferroviaire et d'offrir des parcours à moindre déclivité.
- ↳ Mettre en place des conditions-cadre justes et équitables pour tous les modes de transport dont la prise en compte des coûts externes ; à partir de là, la concurrence amènera les opérateurs à minimiser les distances et à réduire la consommation en énergie, ainsi qu'à maximiser l'utilisation des capacités.

**Par la mise en place de mesures adaptées, le transport combiné sera en mesure d'apporter encore une plus large contribution à la protection du climat et à la préservation de l'environnement.**





Publié par  
**UIRR s.c.**  
Rue Montoyer, 31 bte 11  
B-1000 Bruxelles  
Internet: [www.uirr.com](http://www.uirr.com)

Juillet 2003



Avec le soutien de l'Union européenne dans le cadre du programme PACT