

RAPPORTS

Direction générale des
Infrastructures, des
Transports et de la
Mer

Direction des Services
de Transport

22 janvier 2011

Rapport au Parlement sur les enjeux et les impacts relatifs à la généralisation de l'autorisation de circulation des poids lourds de 44 tonnes

En application du VI de l'article 11 de la loi
n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative
à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement

Ressources, territoires, habitats et logement
Énergie et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

Présent
pour
l'avenir



SOMMAIRE

Avant propos.....	4
Synthèse.....	6
<u>1.Introduction.....</u>	<u>9</u>
<u>2.La réglementation en vigueur</u>	
2.1. La réglementation française.....	10
2.2. La réglementation européenne.....	11
2.3. Comparaison des réglementations françaises et européennes :.....	12
2.4. Comparaisons internationales en Europe.....	13
2.5. Chargement à 44 tonnes.....	15
2.6. Enjeux du contrôle.....	17
<u>3. Trafic et émissions de CO2</u>	
3.1 Trafic captable.....	18
3.2. Evaluation des effets sur le trafic d'une augmentation à 44 tonnes de la charge maximale..	19
3.2.1. Evaluation de l'effet "Remplissage"	20
3.2.2. Evaluation de l'effet "Transfert modal et induction vers la route" :.....	21
3.2.3. Evaluation des effets cumulés :.....	22
3.3. Evaluation des émissions de CO2.....	23
<u>4. Impact sur les infrastructures</u>	
4.1. Impact sur les chaussées.....	24
4.1.1. Eléments de méthode.....	24
4.1.2. Références disponibles.....	26
4.1.3. Estimation de l'impact moyen à partir d'études existantes.....	26
4.1.4. Estimation de l'impact par types de chaussées : premiers résultats.....	28
4.2. Impact sur les ouvrages d'art.....	30
<u>5. Impact sur la sécurité routière</u>	
5.1. Accidentologie des poids lourds.....	32
5.2. Impacts sur les risques et la gravité des accidents : éléments qualitatifs.....	32
5.3. Dispositifs de retenue.....	34
<u>6. Impacts économiques</u>	
6.1. Eléments pris en compte et principales hypothèses.....	37
6.2. Impacts sur les coûts de revient.....	37
6.3. Variation de surplus économique de trafic.....	39
6.4. Variation de surplus intégrant le report modal et l'induction de trafic.....	40
6.5. Impacts sur les chaussées.....	42

<u>6.6. Impact d'un renouvellement du parc de tracteurs routiers.....</u>	<u>44</u>
<u>6.7. Impacts environnementaux.....</u>	<u>45</u>
<u>6.8. Bilan socio-économique d'ensemble.....</u>	<u>46</u>
<u>Annexe 1. Impact sur les coûts d'entretien et de construction des chaussées : étude détaillée par sections.....</u>	<u>47</u>
<u>Annexe 2. Bilan de l'expérimentation de la circulation à 44 t pour la campagne betteravière 2008.....</u>	<u>53</u>
<u>Annexe 3. Présentation synthétique de la méthode de calcul du bilan socio-économique.....</u>	<u>55</u>

Avant-propos

A la suite de la publication de la loi « Grenelle I » du 3 août 2009 dont l'article 11 prévoyait la présentation au Parlement d' « *un rapport sur les enjeux et les impacts relatifs à la généralisation de l'autorisation de circulation des poids lourds de 44 tonnes* », le gouvernement a demandé au Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable (CGEDD) de superviser une première série d'études pour évaluer les enjeux et les impacts du passage de 40 à 44 tonnes du poids total roulant autorisé (PTRA).

Ces études ont porté sur l'évaluation des trafics concernés, et sur les effets d'une telle mesure sur les émissions de CO₂. Elles se sont également intéressées aux impacts sur les infrastructures, ainsi que sur la sécurité routière. Les travaux conduits par le CGEDD avec l'appui du Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements (SETRA) et du Commissariat général au développement durable (CGDD) se sont déroulés en 2009 et ont permis au cours du premier semestre 2010 d'établir un premier bilan socioéconomique d'ensemble.

Ces travaux ont fait apparaître un bilan globalement négatif de la généralisation du 44 tonnes dans l'hypothèse du maintien des véhicules à 5 essieux : dans ce scénario, les coûts de l'impact sur les chaussées dépassent l'avantage économique lié à l'amélioration de la productivité du secteur des transports. Ces travaux ont également fait apparaître a contrario un bilan globalement positif de la généralisation du 44 tonnes avec l'introduction d'une obligation de circuler à 6 essieux (de l'ordre de 200 M€ par an d'avantages économiques collectifs, les impacts sur les chaussées étant évalués comme neutres ou positifs grâce à cet essieu supplémentaire). Les premières études confirmaient également que le bilan CO₂ était positif une fois pris en compte l'ensemble des effets potentiels de la mesure (effet positif sur le remplissage et effets intermodaux notamment).

Parallèlement à ces travaux, en avril 2010, le Président de la République a annoncé dans le cadre d'un plan de soutien aux secteurs agricoles et agroalimentaires, l'extension de la circulation à 44 tonnes pour ces secteurs.

Au vu des résultats de la première série d'études, le Gouvernement a envisagé un dispositif de généralisation du 44 tonnes avec un scénario de passage à terme à des véhicules à 6 essieux afin de neutraliser les effets négatifs sur les infrastructures routières. Cette perspective a conduit le MEDDTL, compte tenu des enjeux importants pour l'économie du secteur, à affiner les premières études afin d'intégrer l'impact pour les transporteurs de la perte de charge utile et des coûts d'investissement liés à l'introduction du 6^{ème} essieu.

Au cours du deuxième semestre 2010, des évaluations complémentaires ont été menées en utilisant la même méthodologie, en affinant certaines hypothèses et en intégrant les

évolutions du dispositif réglementaire envisagé, notamment, la « neutralisation » du poids du 6^{ème} essieu (compensation d'une tonne de charge utile correspondant au poids de l'essieu supplémentaire).

Le dispositif retenu dans le décret n° 2011-64 du 17 janvier 2011 relatif au poids total roulant autorisé des véhicules terrestres à moteur ainsi que son arrêté d'application en date du 17 janvier 2011, s'inspire ainsi largement des études pilotées par le CGEDD pour la préparation du rapport au Parlement :

- il autorise la circulation à 44 tonnes dans un premier temps, aux filières agricoles et agroalimentaires, puis à l'ensemble des filières au moment de la mise en place de l'éco-redevance poids lourds, le gouvernement ayant considéré que le régime des dérogations par filière ou usage avait atteint ses limites, et que la limitation de cette mesure à la seule filière agricole et agroalimentaire risquait de créer un traitement inégal entre secteurs économiques ;
- il prévoit l'introduction progressive d'une obligation de 6^{ème} essieu à partir de 2014 pour les véhicules neufs, au moment du passage à la norme Euro 6, et sa généralisation en 2019, laissant un délai pour permettre le renouvellement régulier des flottes.

Ces travaux confirment un bilan socioéconomique globalement positif de la généralisation du 44 tonnes avec l'introduction d'une obligation de circuler à 6 essieux (entre +330 M€ et +400 M€ par an environ, gains sur les coûts d'entretien de chaussées compris) et un bilan environnemental également positif.

Le présent rapport reprend ainsi l'ensemble de ces résultats, et notamment d'une part les évaluations correspondant au scénario « 44 tonnes sans changement de véhicules » et d'autre part celles correspondant au décret du 17 janvier 2011.

Il est précisé enfin que les évaluations faites correspondent à une situation de régime permanent et que les coûts indiqués dans ce rapport s'entendent aux conditions économiques de 2009.

Synthèse

Les poids et dimensions des véhicules routiers résultent historiquement de compromis entre d'une part les besoins de compétitivité des chargeurs et d'autre part les équilibres entre modes de transport et le coût de gestion des infrastructures routières. Ce compromis a évolué dans le temps, le poids maximum étant passé de 35 tonnes à 38 tonnes en 1971, puis à 40 tonnes en 1986.

Au cours des dernières années, le gouvernement a eu recours à l'utilisation de dérogations 44 tonnes ciblées pour favoriser l'intermodalité : dessertes routières des transports combinés, des ports maritimes, et depuis juillet 2009, des terminaux fluviaux. Certains besoins spécifiques précisément identifiés étaient également concernés, notamment les campagnes de récoltes de betteraves et de pommes de terre féculières compte tenu de l'importance des moyens de transport à mobiliser sur une période limitée.

Les limites de poids intéressent essentiellement les transports de produits pondéreux, notamment dans les secteurs de l'industrie, de l'agroalimentaire ou du BTP. Les produits manufacturés représentent une part faible des transports pondéreux. On estime que 13 % des kilomètres parcourus par les PL sont concernés par une généralisation du 44 tonnes.

Une généralisation de l'augmentation du tonnage maximal autorisé à 44 tonnes a pour effet principal une diminution des flux de poids lourds par le fait d'un meilleur "remplissage" des poids lourds concernés (passage de 25 à 29 tonnes de la masse transportée) et ce pour environ 10% des kilométrages parcourus par l'ensemble des poids lourds. La diminution du trafic des poids lourds liée à l'effet remplissage est partiellement compensée par un effet trafic induit et un report des autres modes vers la route. Compte tenu de ces différents effets, la baisse du trafic est ainsi limitée à environ 1 %, correspondant à une baisse de la consommation de gazole et des émissions de CO2 correspondantes d'environ 0,5%, soit de l'ordre de 100.000 tonnes de CO2 évitées par an.

Les études montrent que si le passage à 44 tonnes avait lieu à type de véhicules constants (essentiellement des ensembles routiers composés d'un tracteur à 2 essieux et d'une remorque à 3 essieux « tridem »), la durée de vie des chaussées et des ouvrages d'art serait impactée, avec des variations fortes suivant la structure de la chaussée et la densité du trafic supporté. On peut estimer qu'un poids lourds de 44 tonnes produit une usure équivalente à 2 poids lourds de 40 tonnes pour une route à fort trafic (surcoût d'entretien de 2 %), avec un impact majoré sur les routes à faible trafic (+4 %). Le coût pour la collectivité d'une généralisation de la mesure sans changement de véhicule est ainsi estimé entre 414 M€ et 507 M€.

Ces impacts sur les infrastructures sont toutefois fortement liés au type de véhicule utilisé. Ainsi, le fait d'utiliser des ensembles de 6 essieux au lieu de 5 permet de supprimer cet impact et de s'inscrire dans les limites européennes de charge à l'essieu. Toutefois, cette évolution des véhicules comporte des implications pour les transporteurs compte tenu d'un coût d'investissement supérieur et la perte d'environ 1 tonne de charge utile, ce qui a conduit à retenir deux principales mesures d'accompagnement : la neutralisation du poids du 6ème essieu pour conserver le niveau de chargement, ainsi qu'un calendrier de renouvellement du parc de camions jusqu'en 2019.

Sans cette adaptation des ensembles routiers, l'impact de charges à l'essieu plus élevées du fait du passage à 44 tonnes serait, en termes monétaires, équivalent ou supérieur

(selon les hypothèses prises) aux gains correspondant pour l'économie de la baisse des coûts d'exploitation du transport routier de marchandises.

En ce qui concerne la sécurité routière, l'amélioration liée à la baisse du trafic compense en première approche l'effet de l'augmentation du poids du véhicule. Il conviendrait toutefois de porter une attention particulière à la question de la stabilité de certains poids lourds du fait d'une élévation du centre de gravité, et s'interroger sur l'évolution du dimensionnement des dispositifs de retenue. Par ailleurs, le changement de norme de chargement devrait conduire à un renouvellement accéléré du matériel roulant, notamment le parc de remorques, qui aurait un effet bénéfique pour la sécurité.

Pour les modes de transport non routiers, à savoir le ferroviaire et la voie d'eau, l'effet premier pourrait être d'abord une diminution des prix pratiqués, donc une diminution des recettes propres à ces modes, avec, en ce qui concerne le transport combiné en particulier, la perte de l'avantage compétitif que lui apportait les dessertes routières à 44 tonnes. La possibilité de prévoir des tonnages supérieurs à 44 tonnes pour les dessertes routières des transports combinés, avec des véhicules à 6 essieux, a été proposée par certains chargeurs. Néanmoins, l'intérêt d'une telle mesure serait limité au trafic national et à certains types de chargements bien précis, et devrait être évaluée avec les opérateurs de transport combiné.

Au plan économique, la baisse du trafic routier pourrait avoir des conséquences pour certaines entreprises de transport routier de marchandises spécialisées dans le trafic de pondéreux. Un partage équilibré du gain de productivité entre transporteur et chargeur est ainsi indispensable, d'une part pour couvrir les coûts supplémentaires pour les transporteurs en terme d'investissement (renouvellement du parc) et d'exploitation (surcoûts liés au chargement supplémentaire). Le Comité National Routier a réalisé des évaluations de ces surcoûts qui ont été pris en compte dans le présent rapport.

Pour certains secteurs comme l'industrie ou l'agroalimentaire, où le transport concerne des produits pondéreux et peut représenter un coût de production qui dépasse 10 %, le passage à 44 tonnes représente un gain de productivité global d'environ 1 %. Cette différence peut s'avérer significative en fonction de la pression concurrentielle du secteur considéré, mais également pour les entreprises situées à proximité de pays ayant généralisé cette mesure.

En termes de CO₂, l'impact de la généralisation du 44 tonnes avec recours obligatoire à des ensembles à 6 essieux, serait légèrement positif : réduction de 40 000 tonnes d'émissions par an, avec une fourchette d'incertitude de [-100 000 t ; +10 000 t], compte-tenu notamment de l'incertitude sur l'évolution des consommations unitaires liée à l'incorporation du progrès technique dans le parc de tracteurs.

L'ensemble de ces effets a été pris en compte dans les évaluations. Le bilan socio-économique global d'une généralisation du 44 tonnes s'avère ainsi compris entre + 28 M€ et - 124 M€ dans le scénario de maintien des ensembles actuels à 5 essieux. Compte tenu du recours obligatoire à des ensembles routiers à 6 essieux, le bilan annuel est réévalué entre +320 M€ et +368 M€.

1.Introduction

Les poids et dimensions des véhicules routiers résultent historiquement de compromis entre les besoins de compétitivité des chargeurs, le coût pour la collectivité des chaussées et ouvrages d'art, des considérations de sécurité routière, et la promotion des modes non routiers. Ce compromis a évolué dans le temps, le poids maximum étant déjà passé de 35 tonnes à 38 tonnes en 1971, puis à 40 tonnes en 1986 dans le cadre d'une harmonisation réalisée au niveau européen.

Les textes principaux en la matière sont le code de la route et la directive CE 96/53 du 25 juillet 1996 fixant, pour certains véhicules routiers circulant dans la Communauté, les dimensions maximales autorisées en trafic national et international et les poids maximaux autorisés en trafic international.

De nombreuses études ont permis d'éclairer la question des poids et dimensions.

A la demande d'Etats autorisant des poids et dimensions nettement supérieurs à ceux prévus par la directive 96/53, la Commission Européenne a diligenté en 2007 une étude sur les avantages et inconvénients d'une modification de la directive visant notamment à autoriser des ensembles routiers articulés de 25m25 et 60 tonnes. Cette étude a été confiée à un consortium formé de Transport et Mobility Leuven (Belgique), TNO (Pays-Bas), LCPC-SETRA (France) et RWTH-Université d'Aachen (Allemagne). Compte tenu des divergences exprimées sur le volet économique de cette étude, la Commission a ensuite engagé l'approfondissement de certaines de ses conclusions. Cette étude européenne est actuellement suspendue en raison d'un vice de procédure.

Par ailleurs une étude a été confiée au Conseil général de l'environnement et du développement durable et au Conseil général de l'agriculture, de l'alimentation et des espaces ruraux sur le transport du bois ronds et notamment sur le renouvellement de la dérogation de tonnage dont pouvait bénéficier ce transport (rapport n°004895-01 de juillet 2008). A la suite de ce rapport, le Parlement a adopté une disposition dans la loi n° 2008-776 du 4 août 2008 de modernisation de l'économie (article 130) autorisant la circulation des ensembles routiers transportant des bois ronds dans la limite de 57 tonnes.

Enfin, le Comité National des Transports (CNT) a réalisé avec le Comité National Routier (CNR) une étude sur la généralisation du 44 tonnes qui a notamment permis de faire converger les évaluations économiques souvent contradictoires faites jusqu'alors.

Le présent rapport tient compte de ces travaux, mais également de ceux du Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD), du Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements (SETRA), du Laboratoire central des ponts et chaussées (LCPC) et de l'Observatoire National Interministériel de Sécurité Routière (ONISR).

2. La réglementation en vigueur

Il s'agit d'une réglementation technique qui fait appel à des notions qu'il convient de définir préalablement. Ainsi :

- un véhicule désigne un camion, une remorque, un tracteur routier ou une semi-remorque
- un ensemble de véhicules ou ensemble routier désigne l'assemblage de deux véhicules au moins.
- un tracteur routier est un véhicule à moteur permettant de tracter une semi-remorque. L'ensemble constitue un véhicule articulé.
- une semi-remorque est une remorque dont la charge repose en partie sur un autre véhicule, à la différence d'une remorque qui supporte la totalité de sa charge.
- un groupe d'essieu est un ensemble d'essieux rapprochés (2 essieux = tandem, 3 essieux = tridem). Dans le cas contraire, il s'agit d'essieux isolés.
- Le PTRA (Poids total roulant autorisé) correspond au poids autorisé en marche de tout véhicule, y compris avec remorque. Il diffère du PTAC (Poids total autorisé en charge) qui ne tient compte que du poids sur les essieux du véhicule moteur (camion ou tracteur routier).

2.1. La réglementation française

Sur le territoire français, les règles de poids des véhicules routiers sont régies par les articles R. 312-1 à R. 312-6 du code de la route, et notamment s'agissant du poids total maximal des véhicules de transport de marchandises, l'article R. 312-4.

Les charges à l'essieu autorisées sont déterminées par les articles R. 312-5 pour les essieux isolés et R. 312-6 pour les groupes d'essieux. Ainsi, *"l'essieu le plus chargé d'un véhicule ou d'un élément de véhicule ne doit pas supporter une charge supérieure à 13 tonnes."*

La norme de 40 tonnes comporte donc certaines exceptions portant le poids maximum autorisé à 44 tonnes pour les transports combinés (article R. 312-4 §III du code de la route), pour la desserte des ports maritimes et fluviaux (article R. 312-4 §IIIbis et IIIter du code de la route) sur certains itinéraires fixés par arrêtés préfectoraux dans un rayon maximum de 100km, ainsi que des exceptions portant le maximum autorisé à 44 tonnes au titre d'autorisations préfectorales de portée locale pour notamment les campagnes betteravières ou de pommes de terre féculières. Des règles spécifiques concernent le transport des bois ronds (R. 433-9 à R. 433-16 du code de la route) ou les ensembles forains (article R. 436-1 du code de la route).

2.2. La réglementation européenne

La directive CE 96/53 du 25 juillet 1996 fixe, pour certains véhicules routiers circulant dans la Communauté, les dimensions maximales autorisées en trafic national et international et les poids maximaux autorisés en trafic international.

Le maximum de 40 tonnes s'applique à tous les transports internationaux à l'exception des transports combinés pour lesquels une charge de 44 tonnes est admise. La directive permet cependant à chaque Etat de déroger à ces normes pour ses trafics internes.

Extrait de l'annexe 1 de la directive :

"2. Poids maximal autorisé des véhicules (en tonnes) :	
<i>2.1. Véhicules faisant partie d'un ensemble de véhicules</i>	
2.1.1. Remorque à 2 essieux	18 t
2.1.2. Remorques à 3 essieux	24 t
<i>2.2. Ensemble de véhicules</i>	
2.2.1. Trains routiers à 5 ou 6 essieux	
a) véhicule à moteur à 2 essieux avec remorque à 3 essieux	40 t
b) véhicule à moteur à 3 essieux avec remorque à 2 ou 3 essieux	40 t
2.2.2. Véhicules articulés à 5 ou 6 essieux	
a) véhicule à moteur à 2 essieux avec semi-remorque à 3 essieux	40 t
b) véhicule à moteur à 3 essieux avec semi-remorque à 2 ou 3 essieux	40 t
c) véhicule à moteur à 3 essieux avec semi-remorque à 2 ou 3 essieux transportant, en transport combiné, un conteneur ISO de 40 pieds	44 t
[...] <i>2.3. Véhicules à moteur</i>	
2.3.1. Véhicules à moteur à 2 essieux	18 t
2.3.2. Véhicules à moteur à 3 essieux	25 t ou 26 t
2.3.3. Véhicules à moteur à 4 essieux avec 2 essieux directeurs	32 t"
...	
3. Poids maximal autorisé par essieu (en tonnes)	
<i>3.1. Essieux simples</i>	
Essieu non moteur simple	10 t
<i>3.2. Essieux tandem des remorques et semi-remorques</i>	
La somme des poids par essieu d'un tandem ne doit pas dépasser, si l'écartement (d) des essieux:	
3.2.1. est inférieur à 1,0 m ($d < 1,0$)	11 t
3.2.2. est égal ou supérieur à 1,0 m et inférieur à 1,3 m ($1,0 \leq d < 1,3$)	16 t
3.2.3. est égal ou supérieur à 1,3 m et inférieur à 1,8 m ($1,3 \leq d < 1,8$)	18 t
3.2.4. est égal ou supérieur à 1,8 m ($1,8 \leq d$)	20 t
<i>3.3. Essieux tridem des remorques et semi-remorques</i>	
La somme des poids par essieu d'un tridem ne doit pas dépasser, si l'écartement (d) des essieux:	
3.3.1. est égal ou inférieur à 1,3 m ($d \leq 1,3$)	21 t
3.3.2. est supérieur à 1,3 m et inférieur ou égal à 1,4 m ($1,3 < d \leq 1,4$)	24 t
<i>3.4. Essieu moteur</i>	
3.4.1. Essieu moteur des véhicules visés aux points 2.2.1 et 2.2.2	11,5 t
3.4.2. Essieu moteur des véhicules visés aux points 2.2.3, 2.2.4, 2.3 et 2.4	11,5 t
<i>3.5. Essieux tandem des véhicules à moteur</i>	
La somme des poids par essieu d'un tandem ne doit pas dépasser, si l'écartement (d) des essieux:	
3.5.1. est inférieur à 1,0 m ($d < 1,0$ m)	11,5 t
3.5.2. est égal ou supérieur à 1,0 m et inférieur à 1,3 m ($1,0 \text{ m} \leq d < 1,3 \text{ m}$)	16 t
3.5.3. est égal ou supérieur à 1,3 m et inférieur à 1,8 m ($1,3 \text{ m} \leq d < 1,8 \text{ m}$)	18 t ou 19 t

2.3. Comparaison des réglementations françaises et européennes :

On constate que les principales différences concernent :

- la limite de charge des véhicules à deux essieux : 18 t dans la réglementation européenne et 19 t dans la réglementation française
- la limite de charge pour les véhicules à 3 essieux : 24 tonnes dans la réglementation européenne et 26 tonnes dans la réglementation française
- les limites de charges à l'essieu, illustrées par le tableau ci-dessous, en particulier pour l'essieu simple (11,5t dans la réglementation européenne et 13t dans la réglementation française) :

**Comparaison des poids maximaux autorisés par essieu
par la directive 96-53 et par le code de la route**

Essieux simples	Poids maximaux	Directive 96-53	essieu non moteur	10 T
			essieu moteur	11,5 T
		Code de la route (R. 312-5)		13 T

Essieux tandem remorques ou semi-remorques	Distance d entre essieux (m)	seuils directive									1,00			1,30			1,80					
		seuils code de la route									0,90			1,35			1,80					
		valeurs intermédiaires									0,95	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25						
	Poids maximaux	Directive 96-53 : essieux tandem		11 T							16 T							18 T		20 T		
		Code de la route (R. 312-6)		essieu le plus chargé		[7,35 + 0,35 x (d-0,90) : 0,05] T							10,5 T									
			ce qui fait		7,35 T							7,35	7,70	8,05	8,40	8,75	9,10	9,45	9,80	10,15	10,5 T	
			soit, pour le tandem		14,7							14,7	15,4	16,1	16,8	17,5	18,2	18,9	19,6	20,3	21 T	

Essieux tandem véhicules à moteur	Distance d entre essieux (m)	seuils directive									1,00			1,30			1,80					
		seuils code de la route									0,90			1,35			1,80					
		valeurs intermédiaires									0,95	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25						
	Poids maximaux	Directive 96-53 : essieux tandem		11,5 T							16 T							18 T (19 T) *				
		Code de la route (R. 312-6)		essieu moteur = max		11,5 T							La plus grande des deux valeurs entre P** et 16 T							19 T		
			si poids max tandem =		13,15 T							P**							19 T			
			soit, pour le tandem		13,15 T							13,15	13,80	16,00	16,00	16,40	16,40	17,05	17,70	18,35	19 T	

* Lorsque l'essieu moteur est équipé de doubles pneus et suspensions pneumatiques ou reconnues équivalentes sur le plan communautaire, ou lorsque chaque essieu moteur est équipé de doubles pneus et que le poids maximal de chaque essieu n'exécède pas 9,5 T

** P = [13,15 + 0,65 x (d-0,90) : 0,05] T

Essieux tridem remorques ou semi-remorques	Distance d entre essieux (m)	seuils directive									1,30			1,40								
		seuils code de la route									0,90			1,35			1,80					
		valeurs intermédiaires									0,95	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25					
	Poids maximaux	Directive 96-53 : essieux tridem		21 T							24											
		Code de la route (R. 312-6)		essieu le plus chargé		[7,35 + 0,35 x (d-0,90) : 0,05] T							10,5 T									
			ce qui fait		7,35 T							7,35	7,70	8,05	8,40	8,75	9,10	9,45	9,80	10,15	10,5 T	
			soit, pour le tridem		22,05							22,05	23,10	24,15	25,20	26,25	27,30	28,35	29,40	30,45	31,50	

2.4. Comparaisons internationales en Europe

Le poids total autorisé d'un véhicule articulé diffère sensiblement d'un pays à l'autre au sein de l'Europe. 16 pays appliquent la limite générale de 40 tonnes, dont la France et l'Allemagne. 10 pays ont des limites générales supérieures à 40 tonnes, avec des différences sensibles d'un pays à l'autre (Note : T2S3 signifie « Tracteur à 2 essieux Semi-remorque à 3 essieux »)

1. Belgique : 44 tonnes
2. République Tchèque : 42 tonnes en T2S3 et 48 tonnes en T3S2
3. Danemark : 42 tonnes en T2S3 et 48 tonnes en T3S2
4. Finlande : 42 tonnes en T2S3 et 48 tonnes en T3S2
5. Italie : 44 tonnes
6. Luxembourg : 44 tonnes
7. Pays-Bas : 50 tonnes
8. Norvège : 44 tonnes
9. Royaume-Uni : 44 tonnes, 6 essieux
10. Suède : 48 à 60 tonnes

Dans les pays où le poids maximal est supérieur à 42 tonnes, la contrainte principale de chargement concerne le respect du tonnage maximal par essieu sur le véhicule tracteur, d'où les précisions existant en République Tchèque, au Danemark, en Finlande et au Royaume-Uni ; ceci explique qu'un certain nombre de pays se tournent progressivement vers un maximum de 44 ou 48 tonnes, adapté pour les infrastructures quand est utilisé un tracteur à trois essieux (type de tracteur généralisé sur le continent américain, mais encore relativement rare en Europe).

PERMISSIBLE MAXIMUM WEIGHTS IN EUROPE (in tonnes)

Country	Weight per bearing axle	Weight per drive axle	Lorry 2 axles	Lorry 3 axles	Road Train 4 axles	Road Train 5 axles and +	Articulated Vehicle 5 axles and +
Austria	10	11.5	18	26	36	40	40
Azerbaijan	10	10	18	24	36	42	44
Belgium	10	12	19	26	39	44	44 (1)
Bosnia-Herzegovina	10	11.5	19	26	38	40	40
Bulgaria	10	11.5	18	26 (2)	36	40	40
Croatia	10	11.5	18	24	36	40	40
Czech Republic	10	11.5	18	26 (2)	36	44 (2)	42 / 48
Denmark	10	11.5 (3)	18	26 (2, 3)	38	42 / 48	42 / 48
Estonia	10	11.5	18	26 (2)	36 (4)	40 (5)	40
Finland (6)	10	11.5	18	26 (2)	36	44 / 60 (7)	42 / 48
France	13	13	19	26	38	40	40
Georgia	10	11.5			44	44	44
Germany	10	11.5	18	26 (2)	36	40	40
Hungary	10	11.5	18	25	30	40	40 / 44 (8)
Iceland	10	11.5	18	26 (2)	36	40	44
Ireland	10	11.5 (9)	18	26 (2)	36	44 (2)	44 (2)
Italy	12	12	18	26 (2)	40	44	44
Latvia	10	11.5	18	26 (2)	40	40	40
Liechtenstein	10	11.5	18	26	36	40	40
Lithuania	10	11.5	18	26 (2)	36	40	40 / 44 (10)
Luxembourg	10	12 (11)	19	26	44	44	44
Malta	10	11.5	18	25	36	40	40 / 44 (8)
Moldova	10	10	18	24	36	40	40
Montenegro	10		16	24	36	40	40
Netherlands (12)	10	11.5	21.5	33	40	50	50
Norway	10	11.5	19	26	37	42	44
Poland	10	11.5	18	26 (2)	36	40	40
Portugal (4)	10	12	19	26	37	40	40
Russia	10	10	18	25 (2)	36	38	38
Slovakia	10	11.5	18	26 (2)	36	40	40
Slovenia	10	11.5	18	26 (2)	36	40	40
Spain	10	11.5	18	26	36	40	44 (13) / 42 (14)
Sweden	10	11.5	18	26 (2)	38	48/60 (10)	48/60 (10)
Switzerland	10	11.5	18	26 (2)	36	40	40
Turkey	10	11.5	18	25/26 (16)	36	40	40/44 (10)
Ukraine	11	11	16 (17)	22 (17)	38 (17)	38 (17)	38 (17)
United Kingdom	10	11.5	18	26 (2)	36	40 (18)	40 / 44 (10, 18)

Notes

1. 2 axles tractor + 3 axles semi-trailer: mechanical suspension = 43t ; pneumatic suspension = 44 tonnes
2. With air suspension or similar
3. Weight per drive axle: national traffic = 10t; international traffic = 11.5t; Lorry 3 axles: national traffic = 24t; international traffic = 26t
4. 3 axle tractor + 1 axle trailer = 35t
5. 3 and + axles tractor + 3 and + axles trailer = 44 tonnes
6. For vehicles registered in an EEA member country
7. 5 axles = 44 tonnes; 6 axles = 56t; 7 axles = 60t
8. 44 tonnes is applicable for 40 feet long ISO containers
9. Weight per drive axle: mechanical suspension (national traffic) = 10.5t; road friendly suspension (national traffic) = 11.5t; international traffic = 11.5t
10. For vehicles engaged in combined transport
11. Weight per drive axle: mechanical suspension = 11.5t
12. Under specific conditions EMS (European Modular System) combinations may have a maximum length of 25.25 m and maximum mass of 60t
13. 3-axle motor vehicle with 2 or 3 axle semi-trailer carrying a 40 feet ISO container as a combined transport operation
14. 2 axle motor vehicle with 3 axle semi-trailer carrying a 40 feet ISO container as a combined transport operation
15. 5 axles = 48t; 6 axles = 58t; 7 axles = 60t
16. With the conditions laid down in Regulation for type approval.
17. Container trucks 2 axles = 18t; 3 axles = 24t; road train 4 axles, 5 axles and + and articulated vehicles 5 axles and + = 44 tonnes; container trucks licensed by the state Motor Road service of Ukraine and State traffic Inspection Department: road trains and articulated vehicle 5 axles and + = 46t
18. For general operation at 44 tonnes, at least 6 axles are required. The drive axle(s) must not exceed 10.5t and have twin tyres / road friendly suspension. Vehicles not having road friendly suspension on the drive axle(s) must have twin tyres and a maximum axle weight not exceeding 8.5t. Each part of the combination must have at least 3 axles and the trailer must have road friendly suspension

source : International Transport Forum (30 juillet 2009)

2.5. Chargement à 44 tonnes

Les véhicules intéressés par un passage de 40 à 44 tonnes sont en France majoritairement des véhicules articulés de type T2S3, composés d'un tracteur routier à 2 essieux (T2) et d'une semi-remorque à 3 essieux tridem (S3).

Les charges maximales à l'essieu constituent l'élément primordial en matière d'usure des chaussées. A ce titre, il est intéressant de faire le lien entre les charges des essieux et la charge totale d'un ensemble routier de type T2S3.

Les tableaux ci-après illustrent la question des répartitions de charges sur un T2S3. Le premier tableau présente les maxima de charges autorisés par la directive 96/53, et les deux suivants, des cas de chargements autorisés, en distinguant un chargement positionné sur l'avant ou sur l'arrière.

	Tracteur		essieux	Semi-remorque			
	1	2		3	4	5	
Réglementation UE (directive 96/53)	10	11,5				24	10 = limite par essieu non moteur simple ; 11,5 = limite par essieu moteur simple. 18 = limite d'un véhicule à moteur à 2 essieux ; 24 = limite d'un tridem (1,3 m < d ≤ 1,4 m). 40 = limite d'un véhicule articulé T2R3.
Valeurs en tonnes. d = distance entre deux essieux, en mètres.							
<i>Option poids à l'avant</i>							
Chargement type à 40T sous réglementation UE	6,5	11,5		7,33	7,33	7,33	Chargement type avec poids maximisé à l'avant
Valeurs en tonnes. d = distance entre deux essieux, en mètres.							
<i>Option poids à l'arrière</i>							
Chargement type à 40T sous réglementation UE	6	10		8	8	8	Chargement type avec poids maximisé à l'arrière La latitude de répartition avant-arrière est limitée à 2T.
Valeurs en tonnes. d = distance entre deux essieux, en mètres.							

Compte tenu des charges à l'essieu autorisées, la latitude de répartition du chargement à 40 tonnes est donc très faible dans la réglementation européenne. Sur les 25 tonnes de chargement, le chargement doit être réparti uniformément, avec une latitude de 1 tonne que l'on peut positionner plutôt sur l'avant ou sur l'arrière.

La réglementation française sur les charges à l'essieu, avec des limites plus élevées, permet une plus grande souplesse dans le chargement du véhicule.

Le 1^{er} tableau montre également qu'un poids lourds de type T2S3 ne peut dépasser 42 tonnes selon les règles européennes. En transport international, le respect de la directive européenne 96/53 s'impose, avec une limitation générale à 40 tonnes, portée à 44 tonnes pour le transport combiné, ce qui implique au plan réglementaire l'usage d'un véhicule moteur à trois essieux.

En conséquence, tous les pays qui permettent le 44 tonnes à 5 essieux ont dû logiquement adopter des limites de charges par essieu et par véhicule supérieures aux limites européennes. Une recherche menée par le Comité National Routier sur quelques pays le montre (Cf. tableau ci-dessous).

En conclusion, il est nécessaire de déroger aux normes européennes de charge à l'essieu pour permettre un chargement d'un T2S3 à 44 tonnes. Cette remarque n'est toutefois pas valable pour d'autres types de poids lourds comme des T3S2 (tracteurs à 3 essieux et remorque à 2 essieux), ou des ensembles de type camion-remorque à 5 essieux.

	Tracteur		essieux	Semi-remorque			
	1	2		3	4	5	
Réglementation Belgique et Luxembourg (valable avec suspensions pneumatiques)	10	12				27	10 = limite essieu simple ; 12 = limite essieu moteur ; 27 = limite pour un tridem (1,30 m < d < 1,80 m). 19 = limite d'un véhicule à moteur à 2 essieux ; 30 = limite d'une remorque à 3 essieux. Limite d'un ensemble articulé à 5 ou 6 essieux (uniquement à l'international pour la Belgique).
Valeurs en tonnes. d = distance entre deux essieux, en mètres.							
Réglementation Italie	12	12		12	12	12	12 = limite essieu simple ou moteur. Le cas du tridem n'est pas prévu. 18 = limite d'un véhicule à moteur à 2 essieux ; 26 = limite d'une remorque à 3 essieux. Limite d'un ensemble articulé à 5 ou 6 essieux.
Valeurs en tonnes. d = distance entre deux essieux, en mètres.							
Réglementation Pays-Bas (valable avec suspensions pneumatiques)	10	11,5				27	10 = limite essieu simple ; 11,5 = limite essieu moteur ; 27 = limite pour un tridem (1,30 m < d < 1,80 m). 21,5 = limite d'un véhicule à moteur à 2 essieux ; 30 = limite d'une remorque à 3 essieux. 48,5 = limite résultante en T2R3. Le 50T n'est possible qu'en T3R2 ainsi qu'en 6 essieux.
Valeurs en tonnes. d = distance entre deux essieux, en mètres.							
Réglementation France	13	13		10,5	10,5	10,5	13 = limite à l'essieu générale ; 10,5 = limite par essieu pour un tridem (1,35 m ≤ d < 1,80 m). Limite d'un véhicule à moteur ou remorque ou semi-remorque : si 2 essieux = 19 ; si 3 essieux = 26. Limite d'un ensemble articulé de plus de 4 essieux.
Valeurs en tonnes. d = distance entre deux essieux, en mètres.							

2.6. Enjeux du contrôle

La réglementation nécessite un contrôle constant, en raison des coûts d'infrastructure liés aux surcharges, qui présentent un caractère exponentiel (cf. chapitre 4). De plus, les surcharges se traduisent, pour les entreprises qui les pratiquent, en avantages concurrentiels indus. Enfin, les surcharges constituent un facteur d'insécurité.

Dans ces conditions, il est nécessaire de mener un contrôle permanent et efficace du poids des véhicules en circulation, tant du point de vue de la sécurité routière que pour éviter des dérives économiques en terme de juste concurrence et de coûts pour la collectivité.

Ainsi, le renforcement des contrôles est en cours grâce au déploiement d'un réseau de stations de pesage des poids lourds de type « pesage en marche », c'est à dire mesurant les surcharges directement dans le flot de circulation. Des capteurs piézométriques incrustés dans la chaussée mesurent une déformation au passage de chaque essieu et permettent de déterminer son poids avec une précision d'environ 10 %. Fin 2010, 21 stations étaient en fonctionnement, 4 autres en cours d'installation, pour un objectif de 40 stations au total réparties sur l'ensemble du territoire.

Il ne s'agit pas de contrôle-sanction-automatisé dès lors que la mesure faite ne permet pas de constater une infraction. Cette mesure est communiquée instantanément aux services de contrôle situés quelques kilomètres en aval sur une aire de contrôle. Le véhicule présumé en surcharge est identifié ce qui permet son interpellation par les forces de l'ordre. Le véhicule est alors arrêté puis pesé avec des appareils homologués, permettant le constat de l'infraction le cas échéant.

Le déploiement de ce réseau permet d'améliorer l'efficacité et le ciblage des contrôles. Les poids lourds interceptés selon cette méthode sont dans plus de 90 % des cas en infraction, contre 20 à 30 % auparavant. L'efficacité de ce nouveau dispositif incite donc les services à accentuer l'activité pression de contrôle des surcharges.

Parallèlement, les sanctions prévues en cas de surcharge vont être augmentées par un décret modifiant le code de la route dont la publication est en cours.

3. Trafic et émissions de CO2

3.1 Trafic captable

Selon une étude réalisée à partir de la base de données SITRAM de 2002 à 2007 sur les transports routiers de marchandises, la part des poids lourds en trafic intérieur national (trafics import-export et transit exclus) dont le poids du chargement est supérieur à 25 tonnes (poids lourds de 40 tonnes) représente 9,7% des kilométrages totaux parcourus (y compris les kilométrages réalisés par des camions vides) et 12,7% des kilométrages parcourus par des camions chargés.

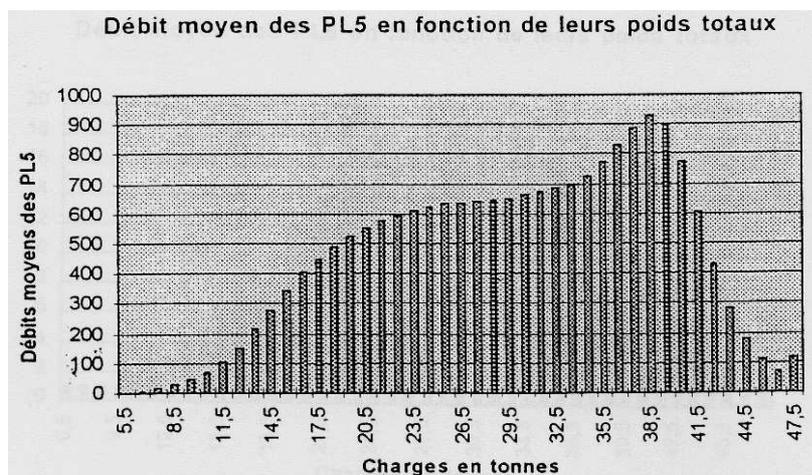
Le graphique et les tableaux ci-après donnent d'une part la répartition des poids lourds à 5 essieux (PL5) constatés sur le réseau national en 1997, d'autre part, pour l'année 2007, la part des poids lourds chargés à 40 tonnes et plus par type de produit transporté.

L'observation de la distribution des poids-lourds en fonction des distances parcourues montre que les poids lourds chargés à 25 tonnes et plus ont une activité très similaire à celle de l'ensemble des poids lourds sauf pour les courtes distances inférieures à 100km :

- les poids lourds chargés à 25 tonnes et plus sont peu présents pour les distances de 0 à 25 km et pour celles de 50 à 100 km ; ils sont par contre très présents sur les distances comprises entre 25 et 50 km, et cela est essentiellement dû au transport de matériaux de construction (NST6) ;

- les poids lourds chargés à 25 tonnes et plus sont plus particulièrement présents sur les distances de 100 à 500 km (13% des kilométrages des poids lourds chargés), leur part diminuant sensiblement au-delà (7% au-delà de 675 km) ;

- pour les produits manufacturés (NST9) les poids lourds chargés à 25 tonnes et plus sont surtout présents sur les distances comprises entre 175 et 600 km qui demeurent pour une large part en deçà des distances habituelles du transport combiné



O.

Tableau 1 – Part des PL chargés à 25 tonnes et plus en 2007 par NST (en PL.Km)
 Source : enquête TRM (pavillon français)

NST	Part des PLKm chargés / tous PL	Part des PL chargés >25t / Semi-remorques	PLKm des PL chargés >25t	% par rapport au total des PL Chargés >25t	PLKm tous PL	% par rapport au total des PLKm
0	11.8%	21%	269 496 167	13%	2 288 707 637	10%
1	13.8%	22%	307 558 048	14%	2 231 328 939	10%
2	60.6%	68%	10 279 532	0%	16 970 053	0%
3	31.6%	58%	169 066 627	8%	535 302 237	2%
4	14.2%	37%	29 548 048	1%	207 856 692	1%
5	13.4%	20%	43 807 133	2%	326 347 553	1%
6	37.2%	61%	775 593 762	36%	2 084 436 422	9%
7	26.9%	51%	58 901 481	3%	219 257 140	1%
8	17.6%	25%	89 950 133	4%	511 531 881	2%
9	4.7%	8%	394 626 765	18%	8 414 936 019	38%
Total PLKm chargés	12.7%	21%	2 148 827 697	100%	16 836 674 573	76%
Total PLKm chargés + vide	9.6%				22 062 686 550	100%

Libellés des sections de la NST

0	Produits agricoles et animaux vivants
1	Denrées alimentaires et fourrages
2	Combustibles minéraux solides
3A	Produits pétroliers bruts
3B	Produits pétroliers raffinés
4A	Minerais ferreux et déchets pour la métallurgie
4B	Minerais et déchets non ferreux
5A	Produits métallurgiques ferreux
5B	Produits métallurgiques non ferreux
6A	Minéraux bruts ou manufacturés et matériaux de construction
6B	Matières premières pour l'industrie chimique
7	Engrais
8A	Produits chimiques de base
8B	Pâte à papier et cellulose
8C	Autres produits chimiques
9A	Matériel de transport et matériel agricole
9B	Machines et articles métalliques
9C	Verre, faïence, porcelaine
9D	Autres articles manufacturés

3.2. Evaluation des effets sur le trafic d'une augmentation à 44 tonnes de la charge maximale

La généralisation du 44 tonnes a deux effets sur le trafic qui jouent dans des sens contraires :

-d'une part, l'effet remplissage associé au gain de 4 tonnes de chargement par les camions préalablement chargés à 40 tonnes provoque une diminution du trafic en volume, lorsqu'il est exprimé en PL.km.

-d'autre part, la diminution du coût du transport à la tonne.kilomètre provoque un effet couplé de report modal vers le mode routier et d'induction de trafic.

Ces deux effets sont détaillés ci-dessous.

3.2.1. Evaluation de l'effet "Remplissage"

Note : dans ce paragraphe, « 44 tonnes » désigne à la fois le 44 tonnes 5 essieux et le 44t 6 essieux (avec neutralisation du poids de l'essieu supplémentaire à hauteur de 1 t). Le poids lié à l'essieu supplémentaire (essieu, suspensions, etc.) est souvent compris entre 1,1t et 1,3t selon les modèles (source : CNR et constructeurs). Nous prendrons la valeur de 1,2t pour les calculs.

Des contraintes techniques (contraintes de volume principalement) s'imposent au transporteur et limitent la part du trafic qui peut effectivement être chargée à 44 tonnes. La mesure de généralisation du 44 tonnes ne serait donc utile que pour une partie du trafic poids lourds, déjà chargé à 40 tonnes, qui bénéficierait d'un accroissement du chargement maximum.

Le trafic des poids lourds chargés à 25 t et plus (pavillon français et pavillon étranger), incluant les retours à vide correspondants, est estimé à 3 650 M PL.km (soit 3650 millions de PL.km, un PL.km correspondant à un trajet d'un kilomètre effectué par un poids-lourd) (données 2007).

Cette évaluation est proche de celle réalisée par le Comité national routier¹ pour l'année 2002. L'introduction de dérogations (dessertes portuaires, campagnes betteravières, bois en grumes, etc.) ne semble pas avoir modifié sensiblement la répartition de ces trafics (variations inférieures à 1%).

En faisant une analyse par mode de conditionnement, le Comité national routier a estimé que la proportion des poids lourds chargés aujourd'hui à plus de 40t qui pourrait effectivement passer à 44 tonnes serait de 83 %.

Le potentiel total du trafic circulant en France intéressé par le 44 tonnes serait donc de l'ordre de 3 050 M PL.km (en tenant compte des contraintes techniques).

Si l'on suppose que ces véhicules étaient chargés à 25t et que le passage à 44 tonnes leur permet de charger entièrement les tonnes supplémentaires (4t ou 3,8t), la diminution des véhicules associée serait d'un facteur égal :

scénario 44 tonnes 5 essieux : au rapport $4t/29t=13,8\%$.

Scénario 44 tonnes 6 essieux : au rapport $3,8t/28,8t = 13,2 \%$

Appliqué au potentiel identifié, cela donne une réduction de :

Scénario 44 tonnes 5 essieux : 345 M PL.km pour les seuls véhicules français et 75 M PL.km pour les étrangers, soit **420 M PL.km** au total.

Scénario 44 tonnes 6 essieux : **400 M PL.km** ($3650 \text{ M PL.km} * 83\%$ (contraintes de volume) * $13,2\%$) dont 70 M PL.km pour les véhicules étrangers circulant en France

Cette évaluation repose néanmoins sur des hypothèses simplificatrices :

¹ Rapport sur les conséquences économiques d'un éventuel passage à 44 tonnes, CNR, juin 2004.

1. La part de trajets à vide des trafics à 44 tonnes est prise égale à la moyenne des trafics intérieurs. Toutefois, il est possible que les trafics de pondéreux comportent une part plus importante de retours à vide compte tenu que ces trafics sont souvent réalisés avec des véhicules spécialisés (BTP, agroalimentaire...). Cela accroîtrait donc le nombre de déplacements économisés.

2. Les comportements des chargeurs et transporteurs ne sont pas vraiment pris en compte. En particulier, on ne sait pas estimer précisément quelle part de poids lourds aujourd'hui chargés à 40t est réellement intéressée par une augmentation de son chargement ni quelle part en a la capacité (contraintes techniques, de destination, commerciales, etc.). D'autre part, certains conditionnements spécifiques qui conduisent à charger aujourd'hui à moins de 40t (donc non pris en compte ici) sont susceptibles d'être intéressés par une augmentation du tonnage. Par ailleurs, on a supposé pour simplifier que l'augmentation moyenne de charge serait maximale (4t) pour l'ensemble des poids lourds concernés, il s'agit donc d'un majorant.

3.2.2. Evaluation de l'effet "Transfert modal et induction vers la route" :

La baisse des coûts du transport routier de marchandise renforce la compétitivité de ce mode de transport et entraîne des reports modaux des modes alternatifs (ferroviaire, notamment combiné, et voies d'eau) vers la route et génère du trafic « induit ».

En théorie, la baisse des coûts rendra le mode routier plus compétitif par rapport aux autres modes concurrents (ferroviaire, notamment combiné, et voies d'eau). Les élasticités au prix du trafic routier de marchandises sont de l'ordre de $-0,15^2$ pour le seul effet de report modal (i.e. sans tenir compte de l'induction) et de l'ordre de $-0,3$ à $-0,4$ en tenant compte du trafic induit³. Nous prendrons dans la suite la valeur haute de la fourchette d'élasticité pour l'induction de trafic ($-0,4$, soit 0,4% de trafic induit supplémentaire pour 1% de baisse du prix)

L'analyse des trafics indiquée ci-dessus montre que :

1. la distribution des poids lourds chargés à 25t et plus en fonction des distances est très similaire à celle de l'ensemble des poids lourds pour l'ensemble des NST ;
2. pour les produits manufacturés (NST9), qui comptent pour une part importante du transport combiné, les poids lourds chargés à 25t et plus ne représentent que 4,7% des kilométrages totaux.

Dans ce contexte, l'impact sur le trafic d'une baisse du prix du transport routier de marchandises peut alors être calculé en appliquant l'élasticité correspondant au segment spécifique des camions chargés à plein. Le modèle MODEV donne les élasticités du trafic routier de marchandises par chapitre NST des produits transportés. En utilisant la répartition du trafic chargé à plus de 25t par NST du tableau 1, on obtient une élasticité pondérée pour ces trafics égale à $-0,12$, légèrement moins forte en valeur absolue que la moyenne tous trafics de $-0,15$.

² Source : modèle « géographique » multimodal MODEV, CGDD.

³ L'élasticité de long terme moyenne du transport routier à son prix retenue dans l'exercice de projection du SESP à 2025 est de $-0,4$. Elle s'appuie sur une large revue de littérature et sur 4 approches qui se complètent et dont les conclusions sont très cohérentes entre elles (cf. Note SG/DAEI/SESP/SDEE/EE1 de juillet 2007).

Appliquée à une baisse de prix⁴ de 11% (44 t 5 essieux) ou 8% (44t 6 essieux) pour le segment des poids lourds chargés à 25t et plus (cf. ci-dessous, chapitre 6), cette élasticité de -0,12 (respectivement -0,4 pour tenir compte de l'induction) donne une augmentation de trafic sur le segment considéré de :

- scénario 44 t 5 essieux : 45 M PL.km hors induction , et 145 M PL.km en tenant compte de l'induction).
- scénario 44 t 6 essieux : 33 M PL.km hors induction de trafic et 107 M PL.km avec les effets d'induction

En faisant le même raisonnement sur l'ensemble agrégé du transport routier de marchandise, c'est-à-dire en calculant la baisse de prix pour l'ensemble du transport routier de marchandises⁵ et en appliquant l'élasticité moyenne sur l'ensemble du trafic, on obtient sensiblement les mêmes ordres de grandeur.

Ces évaluations prennent en compte les trafics internationaux et les trafics de transit. Dans la mesure où elles supposent également un gain de 4t ou 3,8t de chargement par poids lourd concerné, c'est-à-dire le maximum, elles doivent être considérées comme des valeurs par excès. En outre, les trafics internationaux sont à l'heure actuelle soumis à un Poids Maximum Autorisé (PMA) de 40t, valeur européenne pour les échanges internationaux.

3.2.3. Evaluation des effets cumulés :

Le bilan d'une augmentation des tonnages maximaux transportés va donc dans le sens de la réduction du volume de circulation des poids lourds, donc de la congestion, du fait du meilleur remplissage des véhicules qui l'emporterait assez largement sur les effets de report modal.

La baisse globale du trafic PL serait ainsi de l'ordre de 300 M PL.km/an, soit environ 1% du trafic routier de marchandises total sur le territoire français.

Le report modal théorique proprement dit vers la route serait de l'ordre de 33 (44t 6 essieux) et 45 M PL.km (44 t 5 essieux) respectivement ce qui représente environ 0,9 et 1,3 Gt.km de trafic perdu par le fluvial et le ferroviaire, soit encore respectivement 1,8 et 2,5% des trafics de ces deux modes.

Toutefois, compte tenu des évolutions de coût susceptibles d'intervenir à court terme sur l'utilisation des énergies fossiles et la fiscalité, il s'agirait en réalité plutôt d'une limitation de transferts modaux sensibles aux prix plutôt qu'une diminution nette des modes autres que la route.

⁴ Il est considéré que la baisse des coûts se répercute à terme intégralement sur le prix (conditions de concurrence forte).

⁵ Le prix moyen du TRM dans son ensemble devrait donc diminuer d'environ $30\% \times 83,4\% \times 11\% = 2,75\%$ (en tenant compte des contraintes techniques sur certains chargements)

3.3. Evaluation des émissions de CO2

L'effet sur le trafic d'une augmentation des tonnages maximaux serait donc, malgré un effet négatif sur le report de trafic vers des modes non routiers, une diminution nette des trafics totaux qui peut être évaluée à environ 1% du trafic routier de marchandises total.

Le bilan CO2 de la mesure résulte :

- de la diminution du volume de trafic en PLkm pour le trafic captable,
- de l'induction de trafic et du report modal (hypothèse d'émissions nulles du transport ferroviaire)
- de la hausse de la consommation unitaire

La surconsommation au PL.km est de 7% pour le passage à 44 t 5 essieux et de 9% pour le 44 t 6 essieux. Le bilan CO2 de la mesure est, compte-tenu de ces effets contradictoires et des hypothèses proposées d'évolution du volume global de trafic

- scénario **44t 5 essieux** : environ **-80.000 tonnes de CO2 (fourchette d'incertitude de [- 130 000 t : - 25 000 t])**, soit de l'ordre de 0.4% des émissions de CO2 des poids lourds économisées.

- scénario **44+1t 6 essieux** : environ **- 40 000t CO2 (fourchette d'incertitude de [- 100 000 t : +10 000 t])**.

Nous négligerons dans la suite du rapport les effets liés au CO2, ceux-ci étant marginaux comparés aux autres éléments du bilan socio-économique.

4. Impact sur les infrastructures

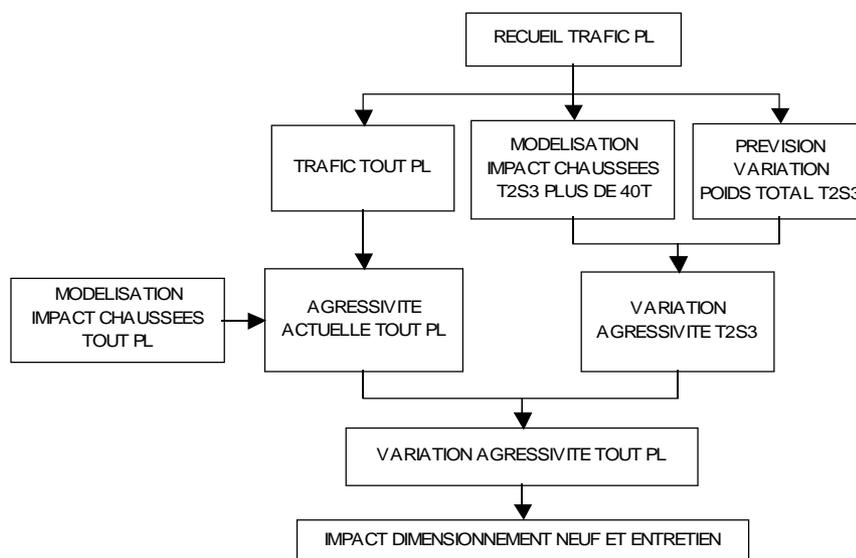
Une modification des limites des poids totaux des poids lourds aurait un impact sur les coûts de construction et d'entretien des chaussées et des ouvrages d'art. Le présent chapitre fournit quelques éléments sur ces aspects. Il présente d'abord les éléments de méthode nécessaires à l'évaluation des coûts concernant les chaussées. Puis, à partir des études existantes, il fournit un ordre de grandeur des coûts sur le réseau routier français ; il complète ensuite cette vision moyenne par des calculs plus détaillées par chaussées-types, pour illustrer la variabilité des situations sur ce réseau. Enfin, il fournit quelques éléments sur les impacts sur les ouvrages d'art.

4.1. Impact sur les chaussées

4.1.1. Eléments de méthode

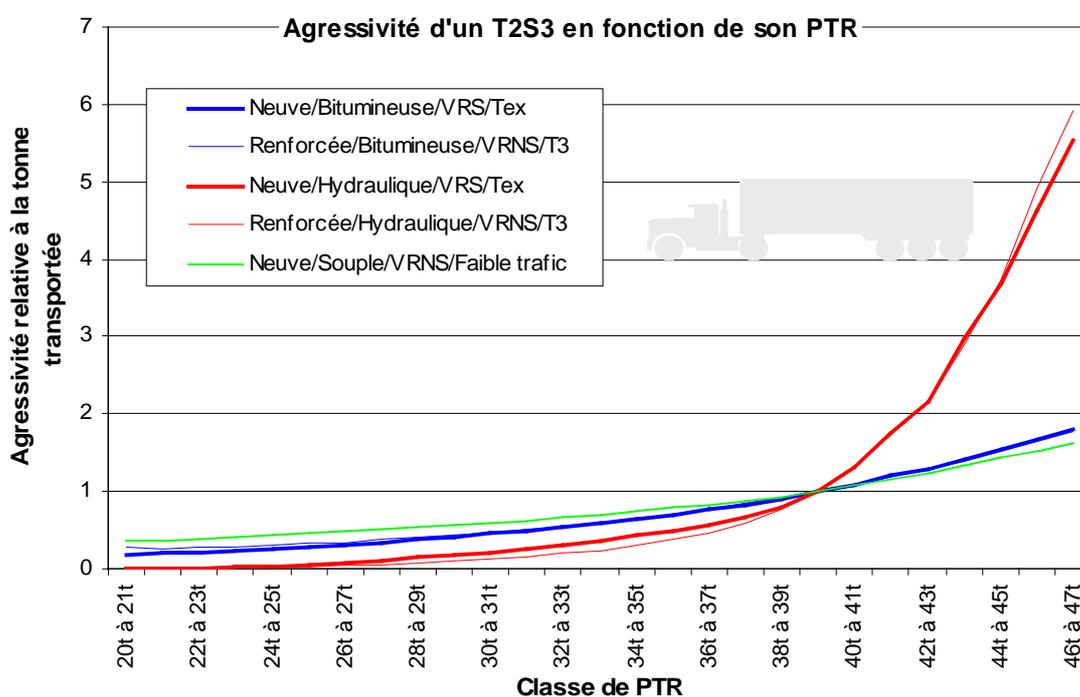
Schématiquement, pour calculer le sur-coût de construction et d'entretien des chaussées, dans le scénario où le trafic qu'elles supportent bénéficierait d'une augmentation du PTR, de 40 à 44 tonnes, il convient de procéder en six étapes :

1. Calcul des poids totaux des véhicules par classe de poids, après généralisation du 44 tonnes
2. Modélisation de l'impact sur les chaussées des véhicules en fonction de leur classe de poids
3. Calcul de la variation d' « agressivité » (cf. ci-dessous) par classe de poids
4. Calcul de la variation totale d'agressivité, toutes classes de poids confondues
5. Calcul de la variation des règles techniques de dimensionnement et de rythme d'entretien
6. Calcul des sur-coûts de construction et d'entretien



La notion d'agressivité est utilisée pour le dimensionnement des chaussées. Les sollicitations des différentes couches constituant la chaussée, suivant différents profils de poids lourds et différents types de structure de chaussées (souples ou semi-rigides), dépendent du poids de chacun des essieux ou groupes d'essieux. L'agressivité pour les chaussées est égale à la somme des agressivités de chaque essieu ou groupe d'essieux. Au total, l'agressivité d'un T2S3 en fonction de son poids total roulant dépend du type de chaussée et de la répartition des charges entre essieux.

A titre illustratif, le graphique suivant présente les agressivités relatives d'un T2S3 de 44 tonnes, ramenées à la tonne transportée, par rapport à un T2S3 de poids total roulant compris entre 39t et 40t.



Ce graphique illustre que les 44 tonnes 5 essieux sont plus agressifs à la tonne transportée. Il montre pour les chaussées hydrauliques une très forte augmentation à partir de 40t.

En théorie, la méthode décrite ci-dessus devrait être appliquée par classes homogènes de chaussées (par leur trafic et leurs caractéristiques techniques), afin ensuite de pouvoir calculer, par agrégation sur l'ensemble du réseau, les surcoûts par classes de chaussées.

Il est en effet important de bien distinguer, dans une première étape de calcul, les différentes classes de chaussées, en raison des fortes non linéarités que présente l'impact sur le dimensionnement en fonction des caractéristiques du trafic et de la nature des chaussées (cf. ci-dessus).

Cependant, la quantité d'information nécessaire n'a pas permis d'appliquer cette méthode dans le cadre de ce rapport. Ce rapport présente donc deux approches :

- l'une qui présente un calcul « moyen », transposant des travaux pré-existants ;
- l'autre qui présente une ébauche d'application de cette méthode sur quelques sections du réseau routier national ; cette deuxième approche est destinée à illustrer la variabilité des résultats, en fonction de types de sections, autour de la valeur moyenne issues de la première approche.

4.1.2. Références disponibles

L'évaluation des impacts sur les chaussées du passage à 44 t (5 essieux) du poids maximum autorisé, a donné lieu à trois principaux travaux :

- une étude datée de mai 2003 du CETE Méditerranée pour le compte du SETRA portant sur l'impact d'un PTRÀ à 44 tonnes sur les chaussées du réseau routier national ; cette étude était fondée sur une hypothèse selon laquelle le passage à 44 tonnes engendrerait une augmentation de 4 tonnes des poids totaux constatés, se traduisant par :
 - une augmentation d'agressivité d'un facteur 2,2 à 2,5 pour les PL de 40 tonnes passant à 44 tonnes ;
 - une diminution de 20% du nombre de PL concernés ;
 - soit une augmentation du trafic équivalent d'un facteur 1,4 à 1,5 ;
 - soit un besoin en entretien (mesuré par l'épaisseur d'enrobés supplémentaire par an) de 14% à 20%
- des travaux dans le cadre de l'étude européenne produite en décembre 2008 par le consortium formé de Transport et Mobility Leuven (Belgique), TNO (Pays-Bas), LCPC-SETRA (France) et RWTH-Université d'Aachen (Allemagne) ; travaux qui se sont poursuivis dans le cadre de la préparation du rapport du CNT de juin 2009 et d'un groupe de travail de l'OCDE mais aussi dans le cadre des poids et dimensions fixés par la directive européenne pour le transport international ; ces travaux visaient essentiellement à caractériser l'agressivité pour les chaussées de différentes configurations de charge et d'essieux .
- une étude datée d'avril 2009 évaluant l'incidence des PL sur le coût de construction des chaussées, dans le cadre de la mise en œuvre de la redevance PL : cette étude consiste à calculer les coûts de construction neuve de chaussées (bitumineuses ou semi-rigides) correspondant aux règles de dimensionnement des règles de l'art françaises pour 5 scénarios de trafic, en fonction de la part des PL dans ce trafic (scénario 0 = aucun PL de plus de 12 tonnes ; scénario 4 = 77 % des PL de plus de 12 tonnes, dont plus de 55% de PL de 5 essieux et plus). Cette étude permet ainsi d' « attribuer » aux PL, la part du coût de construction neuve qui leur est imputable.

4.1.3. Estimation de l'impact moyen à partir d'études existantes.

L'étude citée ci-dessus réalisée en 2003 par le CETE Méditerranée, a porté sur l'agressivité pour différents types de chaussée d'un poids lourd constitué d'un tracteur à deux essieux et d'une semi-remorque avec un groupe de trois essieux (tridem), qui

correspond au type de poids lourds le plus répandu en France pour les chargements de plus de 38 tonnes. Cette étude a été menée avec les données et les outils accessibles à l'époque. Les calculs ont porté sur deux types de chargement (40 et 44 tonnes) et les répartitions de charges ont été choisies arbitrairement, faute de données disponibles :

cas	caractéristique	essieu 1	essieu 2	Tridem (X3)	total
40 t	Poids/essieu (t)	6,052	10,350	7,866	40,000
44 t	Poids/essieu (t)	6,258	11,390	8,784	44,000

L'agressivité de ces deux poids lourds a été calculée :

- pour deux types de chaussées : à liant hydrocarboné (chaussée bitumineuse épaisse GB), et à liant hydraulique (chaussée en grave ciment GC, ou renforcement en grave laitier GL) ;
- pour chacun des types précédents, pour des chaussées neuves (GB et GC) et pour des chaussées renforcées (RGB et RGC) ;
- dans chacun des cas précédents pour deux dimensionnements de la chaussée vis-à-vis du volume de trafic, respectivement de l'ordre de 100 à 150 (T3), et de 1000 à 1500 (T1) poids lourds par jour et par sens de circulation.

L'agressivité est alors calculée, ainsi que le facteur multiplicateur de trafic entre ces deux types de chargement d'un même poids lourds :

PTRA	Agressivité	GBT1	GBT3	GCT1	GCT3	RGBT1	RGBT3	RGLT1	RGLT3
40 t	pleine charge	2.2	1.9	1.8	0.9	1.7	2.0	0.8	1.2
44 t	pleine charge	3.6	3.2	6.6	3.1	2.7	3.1	2.3	3.4
Facteur multiplicateur		1.6	1.7	3,7	3.4	1.6	1.5	2.9	2.8

Comme ces facteurs multiplicateurs ne concernent que les poids lourds chargés à 40T, pour connaître le facteur multiplicateur sur l'ensemble du trafic, l'étude a pris des hypothèses sur les poids totaux roulants des véhicules après changement de la réglementation.

Sur la base de la répartition moyenne des poids total roulant de ce type de poids lourds, publiée en 1997, le CETE Méditerranée a retenu l'hypothèse d'une translation de 4T de l'ensemble de l'histogramme, rectifié pour ne pas produire d'augmentation de la charge transportée. Le CETE obtient des facteurs multiplicatifs d'agressivité, pour les deux classes de trafic examinées, de 2,5 pour des trafics supérieurs à T1, et de 2,2 pour des trafics T2 ou T3.

Dans le cadre de ce rapport, on retient que cette augmentation relative s'applique à environ 13% des kilomètres parcourus chargés (cf. chapitre 2. ci-dessus). Il en résulterait une augmentation de trafic PL « équivalent » (en terme d'agressivité) d'environ 20%. La circulaire DR n°89-46 du 8 août 1989 définissant les scénarios optimaux d'entretien en fonction des classes de trafic, montre qu'à chaque doublement du trafic correspond un

besoin complémentaire d'entretien d'environ 0,1cm d'enrobés tous les ans (0,8cm tous les 8 ans), à comparer aux 5,6cm d'enrobés tous les 8 ans pour les routes à fort trafic poids lourds, aux 4,8cm pour les routes à trafic moyen et aux 4cm pour les routes à faible trafic (soit une progression de 0,8cm pour chaque doublement de trafic).

L'augmentation des coûts d'entretien peut sur cette base être estimée à environ 2% pour les chaussées à fort trafic, et à environ 4% pour les chaussées à faible trafic, avec sans doute des disparités importantes suivant les types de trafic et les structures de chaussées.

Par ailleurs, les coûts de construction et de renforcement des chaussées seraient augmentés sensiblement dans les mêmes proportions, du fait d'un glissement vers le haut d'environ 20%, en moyenne, des différentes classes de trafic prises en compte pour leur dimensionnement.

4.1.4. Estimation de l'impact par types de chaussées : premiers résultats.

Si l'application de la méthode décrite ci-dessus n'est pas possible, compte-tenu des données disponibles, sur l'ensemble du réseau, une application partielle sur certaines sections présente l'avantage d'illustrer la variabilité des résultats en fonction de deux principales caractéristiques des chaussées ou sections étudiées :

- la répartition des trafics selon les catégories de charge,
- la catégorie de la section, i.e. la classe de dimensionnement qui a prévalu pour sa construction et prévaut pour sa politique d'entretien ;

L'application de cette approche par sections est en effet rendue nécessaire et possible par plusieurs facteurs :

- Le déploiement récent par la Direction des services de transports (DST) de stations de pesage en marche des poids lourds (EPM : équipements de pesage en marche) destinées à permettre la mise en place d'un contrôle des charges plus efficace. Ces nouvelles stations fournissent précisément, en un point donné du réseau, les configurations de charges de tous les poids lourds en circulation (poids à l'essieu, type d'essieu, écart entre essieux, ...) . Elles permettent ainsi de lever les hypothèses simplificatrices prises en 2003 sur la répartition des charges.
- La mise en évidence par le Sétra de l'importance pour les chaussées, à poids égal, d'un chargement optimisé des poids lourds et donc la possibilité, par l'adoption de mesures adaptées, de réduire l'agressivité du trafic poids lourds.
- La mise au point par le Sétra de méthodologies permettant des calculs exhaustifs d'agressivité sans hypothèses simplificatrices.
- Pour certains itinéraires, due aux diverses dérogations citées plus haut, la présence significative de poids lourds ayant un poids total roulant autorisé de 44 tonnes ce qui permet une évaluation directe de leur impact sur les chaussées.

A la date d'écriture de ce rapport, cette approche est encore partielle, mais permet néanmoins de présenter les éléments suivants :

Tableau : Variation de l'agressivité du trafic T2S3 lors du passage à 44 tonnes (1,0 = scénario actuel)

	Trafic faible		Trafic modéré		Trafic fort	
	Bitumineuse ou souple	Hydraulique	Bitumineuse	Hydraulique	Bitumineuse	Hydraulique
N122	1,1	1,7				
N12			1,1	1,7		
N31			1,1	1,7		
A20					1,2	1,7
N4					1,2	1,8
A31					1,2	1,8
A4					1,2	2,0
A9					1,2	2,0

De ces valeurs, qui concernent l'agressivité du trafic T2S3, peuvent être déduites les valeurs de surcroît d'agressivité tenant compte de l'ensemble du trafic.

Tableau 1 : Variation de l'agressivité correspondant au trafic tout PL (1,00 = scénario actuel)

	Tout PL	
	Trafic fort	
	Bitumineuse	Hydraulique
N4	1,2	1,4
A31	1,1	1,5
A4	1,2	1,7
A9	1,2	1,7

L'annexe 1 détaille ces calculs. Le tableau suivant illustre l'impact sur le dimensionnement, des variations d'agressivité calculées ci-dessus, à partir des variations d'épaisseur constatées entre deux classes de trafic.

Niveau de trafic	Classe de trafic	Trafic journalier à la mise en service	Niveau de service	Valeurs basses		Valeurs hautes	
				Bitumineuse 1.1	Hydraulique 1.4	Bitumineuse 1.2	Hydraulique 1.7
Faible	TC2	35 PL	VNRS	1 %	1 %	2 %	2 %
Faible	TC3	85 PL	VNRS	1 %	6 %	2 %	11 %
Modéré	TC4	200 PL	VNRS	1 %	1 %	2 %	2 %
Modéré	TC5	500 PL	VRS	1 %	5 %	2 %	9 %
Fort	TC6	1 200 PL	VRS	1 %	2 %	2 %	4 %
Fort	TC7	3 000 PL	VRS	1 %	1 %	2 %	1 %
Fort	TC8	5 000 PL	VRS				

Où VRS = voie du réseau structurant et VNRS voie du réseau non structurant

Le tableau ci-dessus suggère qu'autour des chiffres moyens de +2% à +4% retenus dans le paragraphe 4.1.3 ci-dessus, les variations de coûts peuvent être fortes et atteindre jusqu'à + 10%, ce qui milite pour approfondir ces travaux, notamment pour les chaussées à faible trafic (présentes notamment sur les réseaux des collectivités locales).

4.2. Impact sur les ouvrages d'art

Les ouvrages d'art sont naturellement sensibles au passage de charges lourdes. L'impact lié au passage de véhicules lourds sur un pont dépend à la fois de sa capacité à résister au passage d'un trafic d'intensité maximale, c'est-à-dire sa réaction aux charges extrêmes, et de sa capacité à résister au passage répétitif d'un trafic lourd, c'est-à-dire sa résistance au phénomène de fatigue. Ces deux caractéristiques sont différemment impactées en fonction du niveau de chargement d'un ouvrage, de manière ponctuelle et de manière générale à la fois dans l'espace et dans le temps, et par la densité linéaire de charge des véhicules qui circulent sur ces ouvrages.

La situation est d'autant plus complexe que les effets des différents poids lourds présents simultanément sur l'ouvrage (cas de charge) se combinent pour provoquer les sollicitations dans les divers éléments de la structure, et que l'agressivité en fatigue d'un cas de charge est proportionnelle à une puissance 3 à 5 des variations de contrainte induites. Un cas de charge peut faire intervenir un essieu, un groupe d'essieux, un poids lourd complet ou plusieurs poids lourds selon la longueur de la travée, le type d'ouvrage et l'élément étudié. Pour les effets locaux comme les éléments de dalles orthotropes en acier, les essieux et groupes sont déterminants ; pour les effets semi-locaux et globaux (éléments métalliques de ponts mixtes notamment), les poids des camions sont déterminants.

Les effets des cas de charges extrêmes qui conditionnent le dimensionnement général et les risques de rupture fragile ne devraient pas être significativement affectés par la présence de poids lourds de 44 tonnes, puisqu'il existe déjà de nombreuses dérogations à la limite de 40 tonnes, et des convois exceptionnels sensiblement plus lourds. Seuls certains ponts anciens et endommagés pourraient nécessiter quelques vérifications et limitations de tonnage éventuelles.

Par contre vis à vis de la fatigue, l'augmentation de la fréquence de cas de charges plus agressifs aura comme conséquence une réduction de la durée de vie, notamment pour certains ouvrages métalliques et mixtes. Des études sont en cours au Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements (SETRA) et au Laboratoire central des ponts et chaussées (LCPC) pour quantifier ces effets, mais en première approximation on peut quantifier l'accroissement de l'agressivité du trafic de la manière suivante :

- d'après ce qui a été vu plus haut, pour les poids lourds de plus de 38 tonnes les plus fréquents, tracteur à 2 essieux et semi-remorques à essieux tridem, le passage de 40 à 44 tonnes conduit à un accroissement du poids du deuxième essieu de l'ordre de 15% et du tridem de l'ordre de 10% ;
- pour les effets locaux, où le deuxième essieu et le tridem agissent individuellement, le coefficient de dommage devient donc $1,15^5 + 1,10^5 = 3,6$ au lieu de $1 + 1 = 2$, soit + 80% environ. Pour les effets globaux, où le poids total du camion intervient, le coefficient de dommage est de $1,10^5 = 1,6$ au lieu de 1, soit +60% environ ;
- en supposant toujours qu'environ 15% des poids lourds chargés aujourd'hui à 40 tonnes

passeraient à 44 tonnes, l'effet en fatigue de ces poids lourds seraient en moyenne de 70% supérieur à ceux des poids lourds actuels, chiffre que l'on peut en première approximation ramener à 60% en supposant qu'il y aurait parallèlement une réduction du nombre de ces poids lourds de l'ordre de 10% (à tonnage transporté constant). Finalement l'accroissement de dommage (ou réduction de durée de vie des ouvrages concernés) serait à peu près de $0,15 \times 60\% = 9\%$. Compte tenu de la grande variabilité et des incertitudes qui portent sur l'endommagement en fatigue des ponts, une telle variation est peu significative, mais pourrait néanmoins conduire à avancer de quelques années certains renforcements, réparations, voire remplacement d'ouvrages.

Enfin l'augmentation des coûts d'entretien devrait rester modéré, notamment si certains travaux préventifs sont réalisés sur les ouvrages métalliques les plus sensibles (moins de 2% de l'ancien réseau routier national), pour éviter l'apparition prématurée de fissures de fatigue.

5. Impact sur la sécurité routière

5.1. Accidentologie des poids lourds

L'accidentologie des poids lourds est essentiellement déterminée par le caractère professionnel de leurs conducteurs (moindre nombre d'accidents, moindre responsabilité, moindre alcoolémie) et par le poids relatif de ces véhicules (plus grande gravité des accidents).

Ainsi, les poids lourds de plus de 3,5 tonnes représentent 6,4 % du trafic, 3,8 % du total des véhicules impliqués dans les accidents corporels et 9,6 % du total des véhicules impliqués dans les accidents mortels. Les accidents corporels impliquant des poids lourds représentent 5,2 % des accidents corporels et 13,4 % des accidents mortels.

Les chauffeurs de poids lourds, qui sont des professionnels sont donc d'une manière générale moins souvent responsables lorsqu'ils sont impliqués dans des accidents de la circulation.

Toutefois, le facteur poids est important dans la sécurité routière : on le voit bien dans l'analyse des accidents impliquant des véhicules de type différents. Dans les accidents poids lourd-autre véhicule, 90 % des victimes sont extérieures aux poids lourds. Cette analyse peut être prolongée à l'intérieur de la catégorie des véhicules légers : dans les accidents impliquant deux véhicules légers, les victimes sont plus nombreuses dans le véhicule le plus léger.

5.2. Impacts sur les risques et la gravité des accidents : éléments qualitatifs

Il n'existe pas d'étude fine détaillant l'impact d'une augmentation de la masse d'un poids lourd sur la longueur nécessaire à son arrêt complet, ce qui s'explique notamment par le fait que la capacité de freinage des PL dépend de nombreux paramètres. De nombreux progrès techniques ont été faits au cours des dernières années dans ce domaine.

Cependant en considérant qu'un ensemble articulé de 40 tonnes aurait une capacité de décélération égale à $4,3\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ (valeur de référence pour les ensembles routiers de plus de 12 tonnes), l'ajout de 4 tonnes supplémentaires sur ce véhicule réduirait cette capacité de décélération à $3,9\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ (cela implique que la force de freinage exercée par le frein de service sur le véhicule reste constante malgré la variation de masse). Les conséquences en termes de distances d'arrêt seraient les suivantes :

Tableau : Impact du passage au 44 tonnes sur les distances d'arrêt

Chargement	t	40		44	
Vitesse	km/h	90		90	
Temps de réaction	s	1		1	
Chaussée	Sèche/Humide	Sèche	Humide	Sèche	Humide
Distance d'arrêt	m	98	170	105	185

Sous les hypothèses précédemment évoquées, le passage au 44 tonnes 5 essieux augmenterait la distance d'arrêt de 7 mètres sur chaussée sèche, et 15 mètres sur chaussée humide par rapport à un ensemble routier de 40 tonnes, soit dans les deux cas environ 7%.

Les disparités entre véhicules des distances de freinage sont bien supérieures à cette variation de 7%, mais cette augmentation, à véhicule constant devait être signalée.

S'agissant des conséquences des accidents des poids lourds, le CEESAR⁶ indique qu'elles dépendent de trois paramètres : la géométrie, la raideur et la masse : si on aggrave l'un de ces paramètres, on aggrave le résultat. S'agissant de la masse, le bilan énergétique va fonctionner comme le rapport de poids. Autrement dit, dès lors qu'il y a un accident, le risque de conséquences aggravées augmente en fonction du rapport des masses des véhicules impliqués.

Toutefois le rapport de masse entre les véhicules légers et les poids lourds est déjà tellement important qu'une augmentation ne changeant pas les ordres de grandeur (augmentation de l'ordre de 10 à 20 %) ne devrait pas accroître de façon significative la gravité des accidents. Les seuls cas pour lesquels des questions pourraient se poser sont les collisions avec plusieurs véhicules, les accidents entre poids lourds et les accidents contre des obstacles fixes (piles de pont par exemple). Ces accidents restent toutefois des accidents suffisamment rares pour ne pas permettre de développer des analyses statistiques réellement significatives.

Il convient toutefois de signaler qu'une augmentation du tonnage transporté a également pour effet d'élever le centre de gravité de l'ensemble roulant, et peut donc, sans changement de matériel, diminuer sa stabilité avec augmentation, dans les cas extrêmes des risques de divagation de la remorque, voire de renversement. Actuellement les dérogations existantes, notamment autour des ports maritimes, n'ont pas mis en évidence de sinistralité spécifique liée à cette cause, mais une attention particulière devrait certainement être apportée à ces problèmes de stabilité en cas d'extension des augmentations de poids autorisés à des transports de fluides ou quasi-fluides pour lesquels il convient de veiller à des cloisonnements adéquats pour éviter les phénomènes de carène liquide.

⁶ CEESAR : Centre européen d'études de sécurité et d'analyse des risques. Structure associative réalisant des études accidentologiques, de biomécanique et de physiologie de la conduite pour différentes partenaires, notamment les constructeurs automobiles, les équipementiers, des assureurs, les pouvoirs publics. Cet organisme possède une longue expérience dans l'étude de l'accidentologie des poids lourds.

5.3. Dispositifs de retenue

Les dispositifs de retenue sont répertoriés dans différentes classes selon les performances observées lors d'essais de classification effectués en fonction de la masse, de la vitesse et de l'angle d'impact d'un véhicule, et peuvent faire l'objet depuis le 1^{er} janvier 2008 d'une certification européenne CE, (certification qui sera obligatoire à partir de janvier 2011). Les conditions d'essais sont définies dans les normes NF EN 1317-1 et NF EN 1317-2 (que les barrières soient métalliques, en béton, ou autre).

Aucun dispositif ne constitue une barrière infranchissable pour les poids lourds quelles que soient les circonstances ; le niveau de performance de retenue maximal prévu par les normes est le niveau H4b : test avec un poids lourd articulé de 38 tonnes, à une vitesse de 65 km/h sous un angle de 20°. Il n'existe pas d'essai de choc normalisé pour des conditions de retenue supérieure. Toutefois, pour un niveau de performance de retenue donné, certaines barrières sont en limite de capacité de retenue, d'autres ont encore une petite réserve.

Des mesures spécifiques anti-pénétration plus draconiennes sont prévues pour les jumelages entre autoroute et ligne ferroviaire à grande vitesse.

Il n'est possible à ce stade d'évaluer quantitativement l'impact de l'augmentation du trafic de PL de 44 t sur le taux d'accident d'une part et sur le taux de franchissement des dispositifs de retenue en cas d'accident d'autre part sans étudier l'ensemble des accidents avec franchissement d'un dispositif de retenue au moyen des études détaillées d'accidents et sans disposer d'information précise sur le type de dispositifs de retenue installé sur le réseau et sur la composition du trafic. On peut cependant fournir trois types d'éclairage sur cette question :

- une synthèse des données d'accidentologie concernant les PL et les dispositifs de retenue ;
- un aperçu des dispositifs de retenue couramment utilisés ;
- une présentation théorique et schématique du lien entre le poids du véhicule, l'angle d'incidence et les performances des dispositifs de retenue.

Le tableau suivant présente les accidents dans lesquels un PL a heurté une glissière de sécurité :

Tableau : Poids lourds ayant heurté une glissière entre 2005 et 2008

Réseau concerné par l'accident corporel	Nombre de PL		
	glissière métallique	glissière béton	autre glissière
autoroute	331	160	8
route nationale	112	77	8
route départementale	84	30	10
voie communale	9	12	-
parc de stationnement	-	1	-
autre	2	2	1

Les limites du tableau précédent proviennent de ce qu'il ne permet pas d'appréhender l'efficacité du dispositif. En effet, on sait que l'ensemble des accidents recensés dans ce tableau ont fait au moins une victime, mais on ne sait pas si les poids lourds (*dont le poids autorisé en charge peut varier entre 3,5 t et 40 t⁷*) qui ont heurté les glissières ont été retenus, ou bien les ont franchies.

Pour apprécier cette distinction, la seule information disponible est la manœuvre du poids lourd avant l'accident : il est toutefois possible d'isoler les poids lourds ayant franchi le terre-plein central. Les données présentées ci-après sont à interpréter avec prudence.

Tableau : Obstacles heurtés par des poids lourds ayant franchi le terre-plein central entre 2005 et 2008

Réseau concerné par l'accident						
	TOTAL	glissière métallique	glissière béton	autre glissière	autre obstacle	non renseigné ou pas d'obstacle
autoroute	46	32	6	-	2	6
route nationale	14	5	3	1	-	5
route départementale	16	1	1	1	4	9
voie communale	2	-	-	-	-	2

On observe donc que, sur autoroute, sur 46 poids lourds ayant franchi le terre-plein central, au moins 38 ont heurté une glissière. Autrement dit, malgré la présence d'un dispositif de retenue, certains poids lourds franchissent tout de même le terre-plein central.

Cela rappelle donc que les dispositifs de retenue actuellement déployés sur le réseau routier ne sont pas capables de retenir systématiquement les poids lourds y circulant (ni d'ailleurs de retenir dans toutes les configurations d'accidents tous les autres types de véhicules) si bien que l'augmentation du tonnage autorisé à 44 tonnes est certes de nature à renforcer le risque de franchissement en cas d'accident, mais là encore, l'évolution du trafic (en l'occurrence, baisse de 1% du trafic PL) a un effet prépondérant sur le risque qu'une évolution des poids.

Une augmentation limitée (de 10 à 20%) des poids maximum autorisés ne justifierait sans doute pas à elle seule une remise en cause des dispositifs existants, puisque ceux-ci ne présentent que rarement le niveau de performance de retenue le plus élevé.

A titre d'information, en terre-plein central, les dispositifs les plus couramment installés présentent les performances suivantes :

- séparateur en béton coulé en place : niveau H2 (retenue bus 13 t, à 70 km/h sous un angle de 20°), niveau de retenue dit élevé
- glissière métallique double, niveau H1 ou H2 selon les modèles; niveau élevé
- deux files de glissières métalliques simples, niveau N2 (retenue véhicule léger de 1500 kg, à 110 km/h sous un angle de 20°), niveau de retenue dit « normal ».

⁷ Dans le fichier BAAC, sont relevés comme poids lourds les véhicules routiers dont le poids autorisé en charge est supérieur à 3,5 t)

En accotement, les barrières les plus couramment installées présentent le niveau de performance de retenue N2.

Pour prévenir les risque de chutes, des dispositifs de niveau de retenue H2 sont installés et les dispositifs les plus performants sont installés lorsqu'il y a un risque important pour des tiers (voies ferrées longées ou franchies, installations sensibles..)

Sur ouvrage d'art, le choix du niveau de performance de retenue est défini après calcul de l'indice de danger. Sur des infrastructures où le trafic est élevé, le niveau le plus courant est le niveau H2. Il existe plusieurs dispositifs de retenue de niveau H2 et H3

Il n'y avait pas en France, avant le démarrage du marquage CE de dispositif de retenue pour ouvrage d'art présentant le niveau de performance de retenue H4b.

En ce qui concerne l'impact sur les performances des dispositifs de retenue de l'augmentation de l'énergie d'impact, un calcul théorique de l'énergie de choc est possible, de même qu'un calcul illustratif théorique de l'angle donnant la même valeur d'énergie de choc lorsque l'on passe d'un PL de 40 t à un PL de 44 T.

6. Impacts économiques

6.1. Eléments pris en compte et principales hypothèses

Les éléments pris en compte dans le bilan socioéconomique, présenté dans cette section, retracent, outre les variations de trafics :

- l'impact de la mesure sur les coûts de revient du mode routier, du passage de 40 à 44 tonnes ;
- le surcoût lié à l'augmentation de l'agressivité pour les chaussées
- les effets d'un éventuel renouvellement du parc 40 tonnes avec des véhicules moins agressifs pour la route ;
- le bilan en termes d'externalités (essentiellement émissions de CO₂).

Les calculs ci-dessous s'intéressent à deux scénarios :

- l'un correspondant à un maintien de la structure du parc de tracteurs actuelle : essentiellement des T2S3 - 2 essieux tracteurs et 3 essieux remorques ;
- l'autre correspondant à un renouvellement accéléré du parc de tracteurs, au profit de T3S3 - 3 essieux tracteurs et 3 essieux remorques.

Enfin, concernant le surcoût lié aux chaussées, compte-tenu de l'incertitude sur les dépenses en cause (notamment du fait de la difficulté à distinguer les coûts liés aux chaussées des coûts liés aux équipements de la route et à l'exploitation), deux hypothèses sont retenues :

- l'une où les coûts liés aux chaussées représentent 50 % des coûts liés à la route ;
- l'autre où les coûts liés aux chaussées représentent 75 % des coûts liés à la route.

6.2. Impacts sur les coûts de revient

Pour les PL chargés à 40 tonnes transportant un chargement de 25 tonnes, l'augmentation de 4 ou 3,8 tonnes entraîne un gain sur le coût unitaire à la tonne-kilomètre.

Par ailleurs, le passage de 40 tonnes à 44 tonnes induit une surconsommation de carburant de l'ordre de 7% (respectivement 9% pour le scénario 44t 6 essieux). A partir du référentiel de coût PL du CNR, on peut estimer que cette surconsommation engendre une hausse de 4.3% (respectivement 5,4%) du coût kilométrique direct, qui passe de 0.511€/PLkm à 0.533€/PLkm (resp. 0,58).

D'autres coûts sont susceptibles d'augmenter, comme les pneumatiques, l'entretien, la détention du matériel adapté au 44 tonnes, le temps de chargement et de déchargement ; leur impact est relativement faible s'il n'y a pas de changement de véhicules :

augmentation du prix kilométrique de l'ordre de 1 %. Cette augmentation est de 8% avec l'introduction du sixième essieu.

Le tableau ci-dessous synthétise ces différents effets :

	40 tonnes	44 tonnes T2S3	44 tonnes T3S3 (neutralisation du poids du 6eme essieu)
Effet surconsommation de carburant sur le coût kilométrique (%) (source CNR)	0	4,3%	5,4%
Surcoût pneumatiques et maintenance en % (source CNR)	0	1%	8%
Coût kilométrique (€/PLkm)	0,511	0,533	0,58
Coût journalier ramené au kilomètre (€/PLkm)	0,42	0,42	0,42
Coût horaire ramené au kilomètre (€/PLkm)	0,31	0,31	0,31
Coût unitaire avant surcoût entretien(€/PLkm)	1,24	1,26	1,27
Coût unitaire (€/PLkm)	1,24	1,27	1,31
Chargement moyen par PL (en tenant compte des retours à vide) (t/PL)	19	22	22
Coût unitaire (€/t.km)	0,065	0,058	0,060

On suppose que les coûts de carburant représentent 61% des coûts d'exploitation. Pour le reste des coûts, supposé recouvrir les pneumatiques et la maintenance, on fait l'hypothèse schématique qu'il sont proportionnels au nombre d'essieux total (T+R) et à la charge moyenne par essieu. On retrouve ainsi des chiffres proches de ceux du CNR (44 t T3S3 / 40 t T2S3 = 8%). Cette hypothèse simplificatrice est prise ici sans connaissance précise du montant que représente l'entretien d'un essieu simple (Le T3S3 comporte à l'arrière du tracteur un essieu doubles pneus et un essieu simples pneus, tandis que le T2S3 comporte un essieu doubles pneus).

Prise en compte des coûts des tracteurs T3S3

Les sur-coûts liés à la substitution de tracteurs T2S3 par des T3S3 sont pris en compte en considérant dans un premier temps que la mise en œuvre progressive de la mesure correspond au rythme de renouvellement spontané du parc de tracteurs ; il n'y a donc pas d'effet lié à l'accélération de la mise au rebut (ou à la revente), d'une partie du parc ; dans ce cas, on ne prend en compte que le surcoût à l'achat lié à l'adjonction d'un essieu

tracteur ; ce coût est pris égal à 10% du coût d'achat (source : CNR), soit 7800 Euros, amorti sur 6 ans et pour un parcours de 117 000 km/an

Note : les 117000 km correspondent aux seules entreprises de fret routier pour compte d'autrui et à parc T2. Le kilométrage des T2 utilisés en compte propre est largement inférieur.

	40 tonnes	44 tonnes T2S3 (référence décembre 2009)	44 tonnes T3S3
Coût unitaire (€/PLkm) avant surcoût tracteur T3S3	1,24	1,27	1,31
Coût unitaire (€/PLkm) avec surcoût tracteur T3S3 amorti	1,24	1,27	1,32

Dans un deuxième calcul, il serait utile de tester l'hypothèse que l'obligation de T3S3 conduit à une accélération par rapport au rythme de renouvellement spontané du parc ; dans cette hypothèse, le coût de déclassement anticipé des T2S3 s'ajouterait au surcoût à l'achat ci-dessus.

6.3. Variation de surplus économique de trafic

La variation de surplus de trafic se décompose en une augmentation de productivité liée à la baisse des coûts de la tonne-km transportée (effet "remplissage") et une variation de surplus correspondant au trafic supplémentaire attiré vers la route (induit ou reporté d'autres modes).

Le tableau ci-dessous fournit le gain de productivité lié à l'effet remplissage (avec les hypothèses de surcoûts d'exploitation et d'amortissement ci-dessus, i.e. sans prise en compte d'un éventuel déclassement accéléré des T2S3). On ne s'intéresse pas ici à la décomposition de ce surplus entre transporteurs et chargeurs.

Pour rappel, le calcul s'applique à un potentiel de trafic de 3050 M PL.km, qui constitue un majorant du trafic réellement captable.

	44 tonnes T2S3 (référence décembre 2009)	44 t T3S3
Effet remplissage (MPLkm)	-420	-400
Gain de productivité 44 tonnes dû au remplissage(M€/an)	430	283

6.4. Variation de surplus intégrant le report modal et l'induction de trafic

Comme expliqué ci-dessus, le calcul de surplus est effectué selon une première méthode consistant à appliquer le raisonnement marginal selon lequel la variation de surplus collectif des trafics reporté et induits est nulle (du fait que les chargeurs sont indifférents entre les différents modes à l'équilibre, et que les prix sont égaux aux coûts marginaux dans tous les modes. Ainsi, le surplus de trafic se limite au surplus calculé ci-dessus.

Or, le mode ferroviaire présente des coûts fixes importants, pris en compte dans le deuxième calcul ci-dessous (hypothèse de rigidité extrême des coûts ferroviaires) :

Hypothèse 1 : approche marginale du surplus du trafic reporté et induit >> variation de surplus nulle	44 tonnes 5 essieux	44 t 6 essieux
Effet remplissage (MPLkm)	-420	-400
Total variation de surplus trafic (M€/an)	430	283

Hypothèse 2 : coûts fixes dans le mode ferroviaire >> variation de surplus = variation de coûts de production du mode routier	44 t 5 essieux	44 t 6 essieux
Effet remplissage (MPLkm)	-420	-400
Gain de productivité 44 tonnes dû au remplissage(M€)	430	283
Trafic reporté (MPLkm)	45	36
Variation de surplus = variation de coût du mode routier	- 57	-48
Total variation de surplus trafic (M€/an)	373	235

Calculs détaillés :

Les trafics induit et reporté représentent la création d'un transport routier, que l'on valorise par un surplus brut. Le surplus brut est en partie compensé par le coût de production de ce nouveau service routier, ce qui donne le surplus net. Dans une hypothèse extrême de rigidité du système ferroviaire (représentée par les deux colonnes de droite des deux tableaux ci-après), on pourrait envisager que la réduction du trafic ferroviaire ne se traduise pas par une baisse des coûts ferroviaires, ce qui suppose un surplus brut nul et un surplus net négatif, égal au coût de production par le mode routier du trafic reporté.

Le calcul de surplus donne donc 4 résultats en fonction des différents couples d'hypothèses. On présentera les résultats en fonction des deux scénarios sur les configurations de poids lourds à 44 tonnes.

Bilan annuel	44 tonnes	44 tonnes 6 essieux	44 tonnes 5 essieux sans surplus reporté	44 tonnes 6 essieux sans surplus reporté
Effet report modal (MPLkm)	45	36	45	36
Effet induction (MPLkm)	100	81	100	81
Coût de production du trafic induit (M€)	-127	-107	-127	-107
Coût de production du trafic reporté (M€)	-57	-48	-57	-48
Valorisation du trafic induit (M€) (surplus brut)	136	110	136	110
Valorisation du trafic reporté (M€) (surplus brut)	61	49	0	
Surplus net de trafic (M€/an)	13	4	-48	-45

Le résultat de l'impact de la mesure 44 tonnes sur les trafics et les coûts de revient est la somme des gains de productivité et de la valorisation des nouveaux trafics. Les fourchettes annuelles suivantes sont obtenues [238 M€ ; 287 M€] pour le 44 tonnes 5 essieux, [381 M€, 442 M€] pour le 44 t 6 essieux :

	44 tonnes 5 essieux	44 tonnes 6 essieux	44 tonnes 5 essieux sans surplus reporté	44 tonnes 6 essieux sans surplus reporté
Total gain estimé(M€/an)	430	283	373	235

6.5. Impacts sur les chaussées

Le chapitre 3. ci-dessus propose une estimation de l'impact sur les coûts liés aux chaussées comme suit :

- augmentation de 2 % des investissements routiers et des dépenses d'entretien sur le réseau national;
- augmentation de 4% des investissements routiers et des dépenses d'entretien sur le réseau départemental;
- augmentation de 4 % de la moitié des investissements routiers sur le réseau communal et de la moitié des dépenses d'entretien sur le réseau communal;

Les données économiques sur les dépenses routières sont issues du rapport de la CCTN⁸. Deux hypothèses sont retenues quant au poids des dépenses liées aux chaussées dans les dépenses routières d'entretien : 50% ou 75 % (les autres dépenses étant liées aux équipements de la route et à l'exploitation).

Le calcul du surcoût d'entretien et d'investissements sur les chaussées est repris dans les tableaux suivants, selon les hypothèses :

		National	Départemental	Communal	Total
Investissements routiers		1408	5500	4800	
Exploitation du réseau routier		2191	1400	2000	
Hypothèse basse					
Part de l'investissement concerné par la variation des coûts		100%	100%	50%	
Part de l'entretien dans l'exploitation		50%	50%	25%	
% surcoût chaussées	44 tonnes T2S3	2%	4%	4%	
	44 t T3S3	-0,7%	-0,9%	-0,9%	
Surcoût	44 tonnes T2S3	50	248	116	414

⁸ CCTN : commission des comptes des transports de la nation.

	44 t T3S3	-16	-57	-27	-100
Hypothèse haute					
Part de l'investissement concerné par la variation des coûts		100%	100%	75%	
Part de l'entretien dans l'exploitation		75%	75%	50%	
% surcoût chaussées	44 tonnes T2S3	2,0%	4,0%	4,0%	
	44 t T3S3	-0,7%	-0,9%	-0,9%	
Surcoût	44 tonnes T2S3	61	262	184	507
	44 t T3S3	-20	-60	-42	-123

Calcul des agressivités des poids lourds – Méthodologie :

Définition d'une agressivité :

L'agressivité permet de se rendre compte de l'incidence de ce poids lourd sur le dimensionnement de la chaussée. Elle correspond au dommage provoqué par le passage d'un essieu de poids P, par rapport au dommage dû à un passage de l'essieu isolé de référence de charge P₀ qui est l'essieu simple à pneus jumelés chargé à 130 kN. L'agressivité est obtenue par la formule suivante :

$$A = K \cdot \left(\frac{P}{P_0} \right)^\alpha$$

avec K un coefficient permettant de tenir compte du type d'essieu (simple isolé, tandem ou tridem). K et (alpha) dépendent du type de matériau et de la structure de chaussée.

L'agressivité du poids lourd est obtenu en sommant les agressivités de chaque groupe d'essieux.

Scénarios de répartition de charges

L'agressivité d'un poids lourd est liée à la répartition des charges entre les essieux. Deux approches ont été adoptées pour déterminer les agressivités des poids lourds T2S3/40 t et T3S3/44 t avec neutralisation du poids du 6eme essieu:

La première approche a été de considérer la répartition optimale pour les camions, c'est à dire celle qui minimise l'agressivité, toujours avec les 4 types de chaussées⁹.

La deuxième approche dont la méthode s'inspire de celle utilisée dans l'étude européenne DGTREN 2008 a été de considérer la totalité des configurations respectant la réglementation sur les poids et dimensions française et les limites de charges liées à la technologie du véhicule. Pour les types de structure, l'agressivité maximale (correspondant au chargement le moins bien optimisé) et minimale (correspondant au chargement idéal) sont calculés. L'agressivité médiane est obtenue en faisant la demi-

⁹ chaussée bitumineuse à fort trafic, bitumineuse à trafic moyen, hydraulique à fort trafic, chaussée souple

somme entre les valeurs des agressivités précédentes. L'agressivité du T3S3/44 t est comparé à celle du T2S3/40 t idéalement chargé en faisant le rapport des agressivités.

Cette approche permet de faire apparaître une plage de chargements et de valeurs d'agressivité associés assez étendue, étant bien noté que le T2S3/40 t est supposé idéalement chargé, ce qui déplace cette plage vers le haut.

Ces deux méthodes présentent des limites :

- elles donnent des résultats théoriques en prenant des hypothèses sur les limites de charges. Pour obtenir une agressivité réelle il faudrait utiliser les données issues des stations de pesée en marche ;

- elles ne rendent pas compte des cas de surcharges d'essieux que l'on peut rencontrer dans la réalité.

6.6. Impact d'un renouvellement du parc de tracteurs routiers

Un renouvellement du parc de tracteurs routiers, pour augmenter le nombre d'essieux et ainsi réduire les dommages à la chaussée, pourrait accompagner la généralisation du 44 tonnes.

Le parc de remorques pourrait être conservé.

Il est précisé qu'une autre possibilité pour disposer de 6 essieux est d'utiliser des ensembles composés d'un tracteur à 2 essieux et d'une semi remorque à 4 essieux. Cette possibilité n'est pas évaluée ici par souci de simplification, mais constitue une configuration possible.

Le parc de tracteurs routiers à 2 essieux serait dans les analyses qui suivent remplacé par un parc de tracteurs routiers à 3 essieux.

Deux évaluations sont proposées pour calculer la valeur du surcoût, que peut engendrer le renouvellement du parc :

- Un surcoût en régime permanent : un camion est estimé amorti sur 6,1 ans par le CNR. On évaluera donc le surcoût à l'écart entre la valeur d'un tracteur routier à 3 et à 2 essieux divisé par 6.1 ans : ce calcul permettra d'obtenir le surcoût annuel en régime permanent. Ainsi, la valeur d'un tracteur à 2 essieux est de 78000€ et celle d'un tracteur à 3 essieux de 87.000€, le surcoût à l'année est de 1300.

	44 tonnes 6 essieux (T3S3)
Total veh.km (MPLKm)	2826
Trajet moyen d'un PL par an (Mkm/an)	0,117
Nombre estimé de véhicules du parc potentiel 44 tonnes	24154
Ecart estimé à l'année d'amortissement entre un tracteur 2 et 3 essieux (€)	1300
Coût de transformation du parc 44 tonnes en tracteur 3 essieux (M€)	-32

- Un surcoût de transition : l'impact de la mesure sur la valeur résiduelle du parc de tracteurs à 2 essieux peut être estimée. Deux hypothèses extrêmes sont alors à considérer : la perte de l'ensemble de la valeur résiduelle du parc, ou, à l'opposé, un surcoût nul, cas où l'on peut reconverter le parc de tracteurs à 2 essieux ou le revendre pour un prix économique égal à sa valeur actuelle. Pour le 1^{er} cas, si on considère que les camions ont déjà été amortis sur 3 ans (en moyenne sur la durée de vie de 6 ans), la perte de valeur résiduelle à considérer dans la première hypothèse est le produit du nombre de tracteurs 2 essieux et de 3 années de coût de détention d'un tracteur, soit 850 M€ environ.

La valeur du coût de transition est calculée à titre indicatif uniquement. On peut en effet estimer que la plus grande partie du parc de tracteurs à 2 essieux pourra être réutilisé pour d'autres trafics non contraints par le poids total en charge, ce qui représente plus de 80 % des trafics de marchandises, ou encore qu'il pourra être revendu à des entreprises étrangères. Ainsi, seule une faible partie de ce surcoût serait consenti durant une période de transition, et cela d'autant plus que le renouvellement du parc pourrait s'étaler sur quelques années.

6.7. Impacts environnementaux

- **CO2** : comme calculé au 3. de ce rapport, il apparaît que le poids du CO2 dans le bilan socio-économique est négligeable (en considérant la valeur conseillée dans le rapport Quinet, à savoir 32€/tCO2)
- **Polluants locaux** : de la même manière que pour le CO2, l'émission de polluants locaux dépend étroitement de la consommation, qui, en raison d'effets contraires se compensant (report modal, consommation supérieure et diminution de trafic par meilleur remplissage des véhicules), varie très peu. Cependant, un renouvellement anticipé du parc tendrait à diminuer ces émissions grâce à des véhicules plus propres (norme Euro VI).
- **Accidentologie** : l'impact de l'alourdissement de 10% des PL sur l'accidentologie est

difficile à quantifier. Un majorant du bilan sécurité routière à partir d'éléments méthodologiques du SESP donne un gain de l'ordre de quelques millions d'euros obtenu grâce à la réduction des circulations de poids lourds.

- **Bruit** : l'impact est jugé négligeable en termes de niveau sonore.

- **Congestion** : Cet effet est très difficile à mesurer. Néanmoins, la réduction du nombre de poids lourds circulant (environ 1% du total des poids-lourds circulant en France) aurait un effet positif.

6.8. Bilan socio-économique d'ensemble

Les différentes hypothèses décrites ci-dessus conduisent à des fourchettes quant au bilan socio-économique d'ensemble :

<u>Bilan socio-économique du 44 tonnes (M€/an)</u>	44 tonnes 5 essieux	44 t 6 essieux
Gain estimé du coût de revient et de la valorisation du trafic induit (fourchette liée à l'hypothèse sur l'existence de coûts ferroviaires fixes)	373 à 430	235 à 283
Surcoût d'entretien et d'investissements routiers – hypothèse basse	-414	100
Surcoût d'entretien et d'investissements routiers – hypothèse haute	-507	123
Bilan socio-économique (M€/an) – hypothèse basse de coûts routiers		
	+16 à -41	335 à 383
Bilan socio-économique (M€/an) – hypothèse haute de coûts routiers		
	-77 à -134	358 à 406

Ces résultats font apparaître un bilan socio-économique globalement positif pour le scénario d'un recours à des ensembles de 6 essieux.

Alors que le bilan socio-économique du 44 tonnes à cinq essieux est plutôt négatif (-134 à +16 M€/an), le bilan du 44 t à six essieux, avec neutralisation de la charge du 6ème essieu, est positif de 335 à 406 millions d'euros par an selon les hypothèses utilisées. Il se révèle en particulier positif pour les coûts d'entretien et

d'investissement routiers.

Rappel : ces résultats ne tiennent pas compte d'un certain nombre de facteurs difficiles à quantifier ou considérés comme négligeables (CO2, bruit, accidentologie, congestion, pollution, coût de renouvellement anticipé, dispositifs de retenue, ouvrages d'art) et utilise des hypothèses simplificatrices qu'il convient de garder à l'esprit quant au calcul du trafic captable, des gains de productivité et des coûts d'investissement et d'entretien des routes.

Annexe 1 : impact sur les coûts d'entretien et de construction des chaussées : étude détaillée par sections

La présente annexe détaille les calculs présentés au chapitre 3, en distinguant les étapes suivantes :

- Analyse fine de la répartition des charges en fonction du poids total pour les poids lourds 5 essieux de type semi-remorque avec tracteur 2 essieux (T2S3) ;
- A partir de cette analyse, simulation de l'agressivité d'un T2S3 en fonction de son poids total vis-à-vis de 17 chaussées type représentatives de l'ensemble des structures présentes en France ;
- Définition d'un scénario réaliste d'évolution des histogrammes de PTR pour les T2S3 ;
- Sur 5 stations aux données suffisamment complètes, l'étude sur les itinéraires n'étant pas encore menée, simulation de la variation d'agressivité pour les 17 chaussées types ;
- Pour ces 5 stations traduction de cette variation d'agressivité en variation de coût de construction et d'entretien.

Variation de charges à l'essieux pour un T2S3 en fonction de son poids total

Concernant les T2S3, les données détaillées de 7 EPM ont été recueillies pour une période d'un mois. Ces données représentant plus de 500 000 poids lourds ont été exploitées pour en déduire les probabilités de chargement des essieux en fonction du poids total (par classe d'une tonne). La figure 1 présente la différence de répartition pour trois de ces classes.

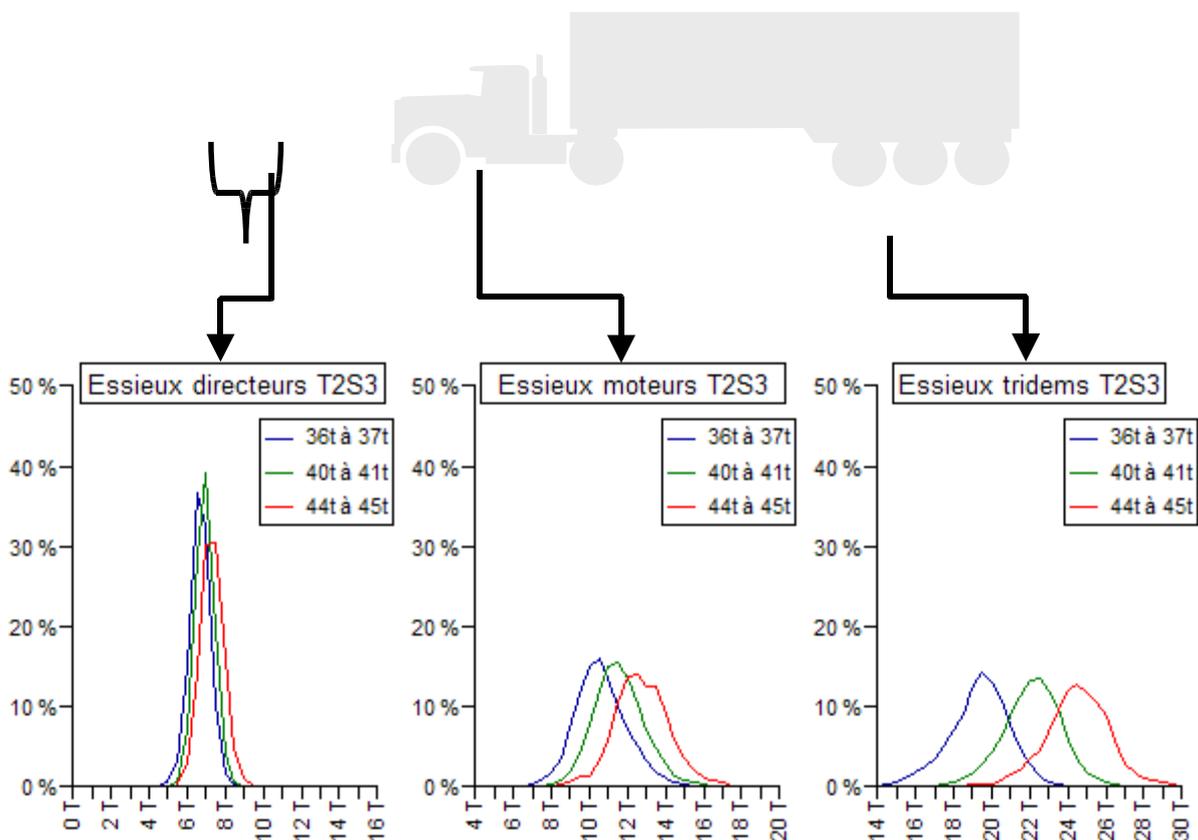
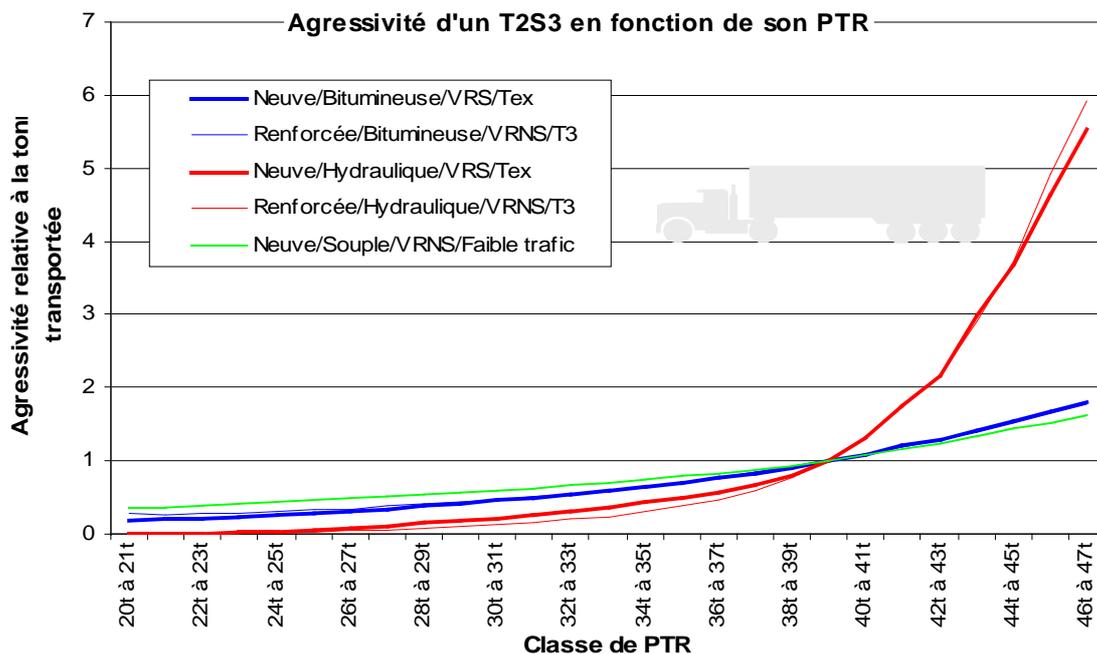


Figure 1 : Répartition des charges d'un T2S3 par essieu pour 3 classes de PTR : 36t à 37t, 40t à 41t, 44t à 45t

Agressivité d'un T2S3 en fonction de son poids total roulant sur des chaussée-type

Les cas réels de chaussées n'ont pas encore été étudiés. Pour obtenir des premiers résultats, une modélisation pour 17 chaussées type a été spécialement établie à l'occasion de ce rapport.

Sur la base de la répartition des charges décrite au paragraphe précédent, l'agressivité d'un T2S3 en fonction de son PTR a été calculée par type de chaussée. Le graphique suivant présente les agressivités relatives à la tonne transportée par rapport à un T2S3 de PTR compris entre 39t et 40t.



Ce graphique confirme que les 44 tonnes sont plus agressifs à la tonne transportée et donc que malgré la diminution attendue du nombre de poids, le passage au PTR de 44 tonnes rendra le trafic plus agressif pour la chaussée. Par ailleurs, il montre pour les chaussées hydrauliques une très forte augmentation à partir de 40t.

Scénario des chargements des poids lourds en cas de généralisation du 44 tonnes.

Plusieurs stations de pesage en marche permettent de connaître précisément les PTR des T2S3 qui ont circulé à leur droit pendant une période donnée. Sur cette base, en appliquant un scénario d'évolution des PTR après généralisation du PTR à 44 tonnes, il est possible de prévoir la répartition des PTR et ainsi calculer la variation d'agressivité générée.

Les hypothèses préalables à la construction de ce scénarios sont les suivantes :

- La prévision du trafic est faite à quantité de marchandises transportées égale ;
- La population concernée est constituée des T2S3 chargés actuellement entre 32t et 40 t avec une loi de répartition décrite ci-après.

Taux de T2S3 soumis à un changement de poids

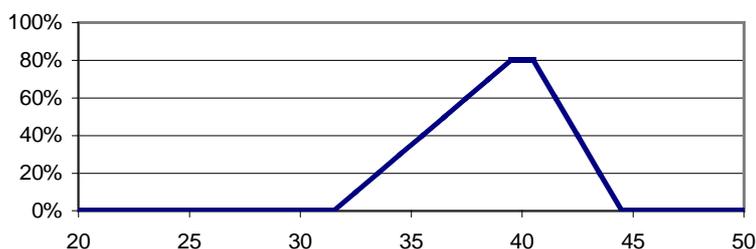


Figure 1 : loi de répartition du scénario

Ce scénario permet de déplacer le pic généralement rencontré près du PTRA de 40t vers 44 tonnes tout en conservant l'allure générale de l'histogramme. La figure suivante présente 2 exemples d'application de ce scénario.

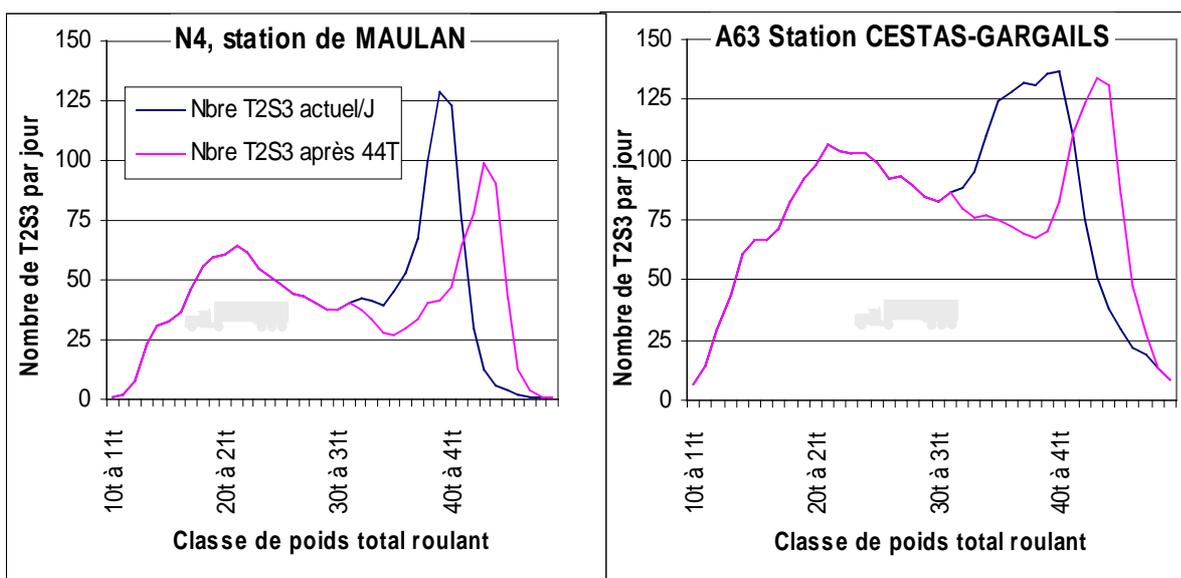


Figure 1 : exemples d'application du scénario

Agressivité générée par le trafic T2S3 par station

Pour obtenir des éléments de comparaison avec l'étude réalisée en 2003, un premier calcul d'agressivité a été mené sur le trafic T2S3 seul. Les résultats présentés dans le tableau ci-après montrent qu'avec une meilleure connaissance des trafics, les agressivité relatives calculées sont beaucoup moins importantes qu' en 2003.

Tableau 2 : Variation de l'agressivité du trafic T2S3 lors de l'application du scénario

	Trafic faible		Trafic modéré		Trafic fort	
	Bitumineuse ou souple	Hydraulique	Bitumineuse	Hydraulique	Bitumineuse	Hydraulique
	N122	1,1	1,7			
N12			1,1	1,7		
N31			1,1	1,7		
A20					1,2	1,7
N4					1,2	1,8
A31					1,2	1,8
A4					1,2	2,0
A9					1,2	2,0

Il est toutefois à noter que ces valeurs ne concernent que l'agressivité du trafic T2S3. Ce dernier ne représentant que la moitié des poids lourds, les valeurs du tableau ci-dessus vont être minorées lors de l'étude de l'ensemble du trafic.

Aggressivité de l'ensemble du trafic PL par station

Des difficultés temporaires au niveau du recueil des données trafic ont empêché l'exploitation de l'ensemble des stations où le trafic T2S3 a été analysé dans les chapitres précédents. Seules 4 stations correspondant à du très fort trafic sont aujourd'hui exploitables.

Le tableau suivant présente les résultats obtenus sur des chaussées théoriques avec le scénario présenté plus haut.

Tableau 3 : nombre d'essieux de référence correspondant à l'agressivité du trafic tout PL

	Tout PL	
	Trafic fort	
	Bitumineuse	Hydraulique
N4	1,2	1,4
A31	1,1	1,5
A4	1,2	1,7
A9	1,2	1,7

Il est à noter que le calcul indique pour les chaussées hydrauliques un avancement significatif du besoin de premier entretien par une réduction de la durée de vie d'un tiers à 40%. La quantification de ce phénomène demande de travailler sur des itinéraires réels ce qui sera fait plus tard dans cette étude. Toutefois, ce phénomène ne se reproduira plus après le premier entretien puisque celui sera dimensionné en fonction de l'agressivité constatée.

Variations des pratiques de dimensionnement

Au moment de la rédaction de ce rapport, le Sétra est à même de ne réaliser que des extrapolations théoriques basées sur le catalogue des structures types des chaussées du réseau routier national.

Ces extrapolations consistent à appliquer aux variations d'épaisseurs constatées entre deux classes de trafic, les variations d'agressivité calculées ci-dessus. C'est une approximation du travail qui sera réalisé pour recalibrer les différents catalogues existants aux nouvelles agressivités du trafic.

Le résultat obtenu est présenté dans le tableau suivant. Pour les chaussées bitumineuses, la variation d'épaisseur et donc de coût serait comprise entre 1 % et 2%. Par contre, il existe quelques cas en chaussées hydrauliques où les valeurs sont plus importantes, dues à des variations importantes dans le dimensionnement des couches de surface à ces trafics. Ce point, qui est actuellement empirique dans la méthode française de dimensionnement, est à analyser dans le futur.

Niveau de trafic	Classe de trafic	Trafic journalier à la mise en service	Niveau de service	Valeurs basses		Valeurs hautes	
				Bitumineuse 1.1	Hydraulique 1.4	Bitumineuse 1.2	Hydraulique 1.7
Faible	TC2	35 PL	VNRS	1 %	1 %	2 %	2 %
Faible	TC3	85 PL	VNRS	1 %	6 %	2 %	11 %
Modéré	TC4	200 PL	VNRS	1 %	1 %	2 %	2 %
Modéré	TC5	500 PL	VRS	1 %	5 %	2 %	9 %
Fort	TC6	1 200 PL	VRS	1 %	2 %	2 %	4 %
Fort	TC7	3 000 PL	VRS	1 %	1 %	2 %	1 %
Fort	TC8	5 000 PL	VRS				

Où VRS = voie du réseau structurant et VNRS voie du réseau non structurant

Annexe 2 : Bilan de l'expérimentation de la circulation à 44 t pour la campagne betteravière 2008

Compte tenu des moyens de transport très importants qu'il est nécessaire de mobiliser sur une période de temps limité, les récoltes betteravières, qui représentent une production de 35 millions de tonnes en France, sont autorisées depuis 2006 à bénéficier d'une dérogation de circulation à 44 tonnes.

En 2006 et 2007, les préfets ont autorisé les poids lourds participant à la campagne betteravière (qui concerne une dizaine de régions et qui traditionnellement se déroule de mi septembre à fin décembre), à circuler à 44 tonnes sous couvert d'un arrêté de portée locale (APL), dans certaines conditions. Une circulaire adressée aux préfets des régions et des départements concernés rappelle précisément ces conditions. Ces dernières concernent les conditions techniques et les contrôles auxquels doivent satisfaire les véhicules participant aux campagnes.

Devant le bilan positif qui a été fait des deux premières années d'expérimentation, le dispositif a été reconduit en 2008 et étendu à la récolte de la pomme de terre féculière. Les remontées d'information permettent d'apprécier assez objectivement les conditions de déroulement de ces campagnes. La campagne 2008 a été marquée par un contexte international conduisant à une baisse de la production et à une restructuration des usines sucrières. Ces évolutions économiques n'ont toutefois pas perturbé les relations entre les transporteurs et les sucreries.

Il est précisé que par nature, ce type de transport ne peut être réalisé que par la voie routière.

Les points positifs de l'expérimentation 44 tonnes sont les suivants :

- participation des sucreries au respect des charges autorisées (non rémunération des surcharges, mise en place de procédures d'alerte en cas de surcharges...)
- équipement des PL, dans certaines entreprises de transport, de systèmes de pesage embarqué permettant un autocontrôle du chargement du véhicule
- les contrôles de charge réalisés ont donné lieu à des constats de dépassement limité des tonnages autorisés,
- retombées environnementales positives, à savoir réduction du nombre de rotations de PL, réduction des traversées de villages et des kilomètres parcourus (plus de 50.000 trajets évités), économies de carburant, gain de CO2 estimé à plus de 3000 t/an.
- la possibilité de circuler à 44 t a été utilisée par environ 2/3 des véhicules. En effet, le renouvellement des véhicules aptes à 44 tonnes s'est poursuivi sans toutefois couvrir

l'ensemble du parc.

- les trajets correspondent à une moyenne de 50 km environ et restent toujours inférieurs à 150 km.

- aucune accidentalité particulière liée aux conditions de l'expérimentation n'a été constatée.

Par ailleurs, la filière s'est mobilisée pour optimiser l'organisation des rotations et baisser la « tare terre ¹⁰» pour réduire les kilomètres parcourus.

Les services régionaux de l'Etat ont exprimé un avis favorable à la poursuite du dispositif. Cette expérimentation a été reconduite en 2009.

¹⁰ Quantité de terre « collée » à la betterave

Annexe 3 : présentation synthétique de la méthode de calcul du bilan socio-économique

La situation de référence est celle d'un poids maximum autorisé hors dérogations de 40t en poids-lourds à cinq essieux. Le profil représentatif est un T2S3, c'est-à-dire un véhicule articulé (« semi-remorque » dans le langage courant) comprenant un tracteur à deux essieux (T2) et une semi-remorque à trois essieux (S3).

Le passage à 6 essieux implique l'ajout d'un essieu à l'arrière du tracteur (T3S3), en « tandem » avec l'essieu moteur. La charge par essieu est ainsi moins importante, le poids total étant réparti sur un plus grand nombre d'essieu, ce qui permet de diminuer l'impact du poids-lourd sur l'infrastructure routière. Le poids-mort que représente ce nouvel essieu est compensé par une tonne supplémentaire autorisée (« 44+1t »).

D'autres configurations à 6 essieux existent mais ne seront pas détaillées ici car le véhicule articulé représente l'essentiel des trafics concernés par le 44 tonnes.

Les calculs effectués dans ce rapport traduisent les impacts et les enchaînements économiques suivants pour les deux scénarios considérés (44 tonnes 5 essieux et 44+1t 6 essieux) :

1. Impact sur le trafic

- a- trafic captable par l'augmentation du poids maximum autorisé, en tenant compte du poids de l'essieu supplémentaire ;
- b - diminution de trafic (PL-kilomètres) permise par cette augmentation ;

2. Report modal

- a- Diminution des prix à la tonne-km permise par ce seul effet "volume" (ou "remplissage") ;
- b - Augmentation de trafic routier du fait de cette diminution des prix, par report des autres modes et induction de nouveau trafic ;

- 3. Augmentation des **consommations d'énergie** des véhicules ; puis variation d'émissions de CO2 (tenant compte des variations de trafics) ;
- 4. **Variations de coûts d'exploitation** des véhicules bénéficiant de l'augmentation du poids total roulant autorisé, conjuguant l'augmentation de la consommation énergétique et l'augmentation des coûts d'entretien (tracteur, semi-remorque et pneus).
- 5. Pour le scénario 44+1t 6 essieux : coûts de **renouvellement du parc** de tracteurs en T3, calculé en considérant que la mise en œuvre progressive de la mesure correspond au rythme de renouvellement spontané du parc de tracteurs ; il n'y a donc pas d'effet lié à l'accélération de la mise au rebut (ou à la revente), d'une partie du parc ; dans ce cas, on ne prend en compte que le surcoût à l'achat lié à

l'adjonction d'un essieu tracteur, qui se trouve amorti sur la durée de vie du tracteur ;

6. **Surplus économique**, calculé selon deux méthodes :

a - dans un premier temps, on suppose que, le prix de marché étant déterminé par le segment routier et les différents segments de marché étant concurrentiels (i.e. prix = coûts marginaux), un transfert modal ou une induction de trafic se fait à surplus marginal nul (i.e. à l'équilibre des marchés, les chargeurs sont indifférents entre les modes ; la part du surplus économique liée au transfert modal calculée avec cette méthode est négligeable) ;

b - dans un second temps, on tient compte de la spécificité du mode ferroviaire, avec l'existence de coûts fixes ; on suppose alors que le trafic transféré du fer à la route ne conduit à aucune économie de coûts marginaux de production ferroviaire ; dès lors, la variation de surplus liée au transfert modal est égale à l'augmentation des coûts de production routière. C'est donc un « surplus » négatif, qui correspond à une perte de valeur.

7. **Impact sur les chaussées**, calculé en déterminant d'abord l'augmentation d'agressivité pour les PL les plus chargés, comparé au cas du 40t T2S3. Le trafic équivalent est alors calculé puis les règles de dimensionnement des chaussées en fonction du trafic.

Plusieurs points de méthode doivent être signalés :

1. La mesure envisagée comporte une phase transitoire dans l'obligation d'utiliser des tracteurs T3S3. Le bilan socio-économique ci-dessous est calculé pour une année postérieure à cette période transitoire. Un calcul durant la période transitoire devrait tenir compte d'hypothèses sur la différence entre le renouvellement spontané du parc de T2S3 et l'obligation d'un parc en T3S3 à l'horizon 2019. A noter que ce jeu d'hypothèses devrait traiter également deux questions qui ne sont pas abordées ici :
 - a. Le fait que, pendant la période transitoire, des ensembles correspondant à un poids maximal autorisé de 44 t puissent circuler avec un tracteur T2, n'a pas été évalué dans le cadre de cette analyse. Ces circulations transitoires de 44 tonnes en T2S3 dégradent le bilan économique.
 - b. Si, dans la période transitoire, l'obligation de T3S3 porte sur tout chargement à 44 t, les transporteurs ayant une taille suffisante pourraient chercher à spécialiser leur parc de tracteurs pendant cette période, réservant les tracteurs T2 pour des segments non concernés par l'augmentation du poids maximum autorisé, et n'acquérant des T3 que pour le trafic captable. Cette forme de souplesse de gestion du parc existant pourrait diminuer le coût du

renouvellement anticipé, si le rythme de transition réglementaire se révélait plus rapide que le rythme de renouvellement spontané du parc.

1. Les sur-coûts d'insécurité routière ne sont pas calculés ; ils pourraient l'être de façon assez sommaire en appliquant un taux d'accidentalité à la variation de trafic de poids-lourds calculée ci-dessus, mais il faudrait alors supposer que les caractéristiques de sécurité (capacités de freinage versus énergie cinétique) sont identiques pour un 44 t T3S3 et un 40 t T2S3. Il n'a pas été possible de vérifier cette hypothèse dans le cadre de cette analyse. Les tableaux doivent donc être utilisés en gardant à l'esprit que les coûts d'insécurité ne sont pas prise en compte.
2. Le calcul des réductions d'émissions de CO₂, conjugué l'augmentation de la consommation unitaire des véhicules, la baisse du nombre de véhicules bénéficiant de l'augmentation du poids total roulant autorisé, et l'augmentation de trafic (par détournement et induction) ; sa valorisation monétaire a été négligée, les calculs ayant montré que l'ordre de grandeur monétaire était négligeable par rapport aux effets "surplus de trafic" et "chaussées".

Ressources, territoires, habitats et logement
Énergie et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

**Présent
pour
l'avenir**

**Direction générale des infrastructures, des
transports et de la mer
Direction des services de transport
Sous-direction des transports routiers**

Tél. : 01 40 81 17 45
Fax : 01 40 81 10 66

www.developpement-durable.gouv.fr