

Fiches Actions

Avril 2020

Mise à jour mineure (facteurs d'émissions) en août 2022

Transport de marchandises



Charte d'engagements volontaires
de réduction des émissions de CO₂
du transport routier de marchandises



*Fiches actions Charte Objectif CO₂
Transport routier de marchandises*

Table des matières

1	Introduction aux fiches actions	5
1.1	Présentation du programme EVE	5
1.2	Présentation du dispositif « Objectif CO ₂ – Les transporteurs s'engagent »	5
1.3	Objectifs des fiches actions	6
1.4	Grille de lecture des fiches actions	6
1.4.1	La fiche de synthèse	6
1.4.2	La fiche détaillée	8
1.4.3	Les fiches solutions	9
1.4.4	Les catégories de véhicules	10
1.5	Règles de cumul des gains	12
1.6	Certificats d'économies d'énergie	13
1.7	Présentation synthétique des fiches actions	14
1.8	Modifications entre les versions 2012 et 2020 du guide des fiches actions	18
	Liste des fiches actions	19
	Axe Véhicule	21
	A1 FA1 : Modernisation et ajustement du parc à son usage	23
	A1 FA2 : Solutions techniques d'optimisation de la vitesse et du ralenti	35
	A1 FA3 : Utilisation de lubrifiants moteurs à économie d'énergie	45
	A1 FA4 : Utilisation d'accessoires pour diminuer la résistance aérodynamique	51
	A1 FA5 : Optimisation des essieux	59
	A1 FA6 : Amélioration de la maintenance des véhicules (hors pneumatiques)	65
	A1 FA7 : Gestion du parc de pneumatiques	71
	A1 FA8 : Climatisation	91
	A1 FA9 : Allègement du véhicule	97
	A1 FA10 : Réduction des consommations liées aux besoins autres que la traction	101
	A1 FA11 : Température dirigée : choix du système de production de froid	105
	A1 FA12 : Température dirigée : équipements spécifiques et maintenance	127
	A1 : Autres actions	135
	Axe Carburant	137
	A2 FA1 : Motorisations électriques	139
	A2 FA2 : Utilisation de carburants alternatifs	147
	A2 FA3 : Optimisation de la combustion et de la propreté des moteurs Diesel	161
	A2 FA4 : Amélioration du suivi des consommations	167
	A2 : Autres actions	177
	Axe Conducteur	179
	A3 FA1 : Mise en place d'un programme éco-conduite	181

*Fiches actions Charte Objectif CO₂
Transport routier de marchandises*

A3 FA2 : Gestes économes et bonnes pratiques.....	195
A3 : Autres actions	201
Axe Organisation	203
A4 FA1 : Recours aux modes non routiers (mer, fleuve et rail)	205
A4 FA2 : Outils informatiques d'optimisation des trajets	221
A4 FA3 : Optimisation du chargement des véhicules.....	229
A4 FA4 : Travail collaboratif avec les clients chargeurs pour une meilleure optimisation des transports	249
A4 FA5 : Sensibilisation vis-à-vis des sous-traitants routiers	257
A4 FA6 : Optimisation du transport de marchandises en ville.....	263
A4 FA7 : Responsabilité sociétale de l'entreprise	273
A4 : Autres actions	277

1 Introduction aux fiches actions

1.1 Présentation du programme EVE

Le programme d'Engagements Volontaires pour l'Environnement - Transport et Logistique (EVE) vise à accompagner l'ensemble des entreprises dans la réduction de l'impact énergétique et environnemental de leurs activités de transport et logistique. Il s'appuie sur des dispositifs spécifiques destinés aux chargeurs, aux commissionnaires de transport, aux grossistes et aux transporteurs de marchandises et de voyageurs. Une plateforme commune d'échange de données permettra à chacun de connaître ces impacts

Le programme EVE est porté par l'ADEME, Eco CO₂ et les Organisations Professionnelles (AUTF, CGF, FNTR, FNTV, OTRE, Union TLF) et bénéficie du soutien du Gouvernement représenté par le **ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires** et par le **ministère de la Transition énergétique**. Il est financé par les fournisseurs d'énergie dans le cadre du dispositif des certificats d'économies d'énergie.

Le dispositif Objectif CO₂, volet transport du programme EVE, s'applique au TRM comme au TRV et se décline en une charte et un label.

1.2 Présentation du dispositif « Objectif CO₂ – Les transporteurs s'engagent »

Dans un contexte de hausse régulière du prix du pétrole et de lutte contre le changement climatique, les entreprises du secteur du transport routier de marchandises ont à leur disposition une large palette de solutions permettant de réduire la consommation de carburant de leurs véhicules et ainsi leurs émissions de CO₂. Ces solutions sont technologiques (autour du véhicule et du carburant), organisationnelles (optimisation des chargements et des flux) et comportementales (autour du conducteur). Cependant, aucune n'est susceptible d'offrir seule un potentiel suffisant. Chaque action doit donc être envisagée de manière complémentaire.

La charte « Objectif CO₂ : les transporteurs s'engagent » a été élaborée dans cet esprit par le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire (MTES) et l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME), en concertation avec les organisations professionnelles du secteur.

Cette charte, basée sur le volontariat, engage chaque entreprise signataire dans un plan d'actions personnalisé, en vue de diminuer sa consommation de carburant, et par voie de conséquence ses émissions de CO₂.

Chaque entreprise décidant de signer la charte d'engagements volontaires doit au préalable avoir réalisé un diagnostic CO₂ (sur la base du cahier des charges prédéfini). Ce diagnostic vise, sur le périmètre choisi, à :

- Définir un objectif chiffré de réduction des deux indicateurs de performance environnementale (gCO_{2e}/km et gCO_{2e}/t.km) à 3 ans ;
- Établir un plan d'actions sur une période de 3 ans ;
- Fixer des indicateurs et des objectifs chiffrés pour les actions identifiées.

Les résultats de ce diagnostic CO₂ sont formalisés dans l'outil hébergé sur le site Objectif CO₂ du programme EVE : www.eve-transport-logistique.fr, qui sera utilisé par chaque entreprise tout au long de ses 3 années d'engagement.

1.3 Objectifs des fiches actions

Outils d'aide à la décision, les fiches actions sont destinées à informer de manière objective et indépendante les entreprises de transport routier sur les solutions ayant un impact positif en termes de consommation de carburant et de réduction des émissions de CO₂, et étant disponibles sur le marché. L'outil Objectif CO₂ les intègre dans sa partie réservée à l'évaluation des gains potentiels de carburant et d'émissions de CO₂, afin de permettre aux entreprises de simuler et de définir un plan d'actions spécifique à leurs propres activités.

1.4 Grille de lecture des fiches actions

Les fiches actions sont organisées autour de 4 axes :

- **L'axe véhicule** : il regroupe l'ensemble des actions qui concernent le véhicule et la remorque (accessoires, motorisation, pneumatiques, ...)
- **L'axe carburant** : il s'agit des actions portant sur l'énergie de propulsion des véhicules (suivi des consommations, biocarburant, hybride, électrique, ...)
- **L'axe conducteur** : il rassemble les actions portant sur le comportement des conducteurs (éco-conduite, bonnes pratiques dans le transport sous température dirigée, ...)
- **L'axe organisation des flux de transport** : il concerne les actions relatives à l'optimisation des trajets et des chargements, au recours aux modes non routiers, à la sensibilisation des clients et sous-traitants routiers.

Il s'agira pour chaque entreprise de faire une lecture des fiches actions qui soit adaptée à sa situation, en ayant bien pris soin de réaliser un diagnostic CO₂ préalable, sur la base du cahier des charges prédéfini.

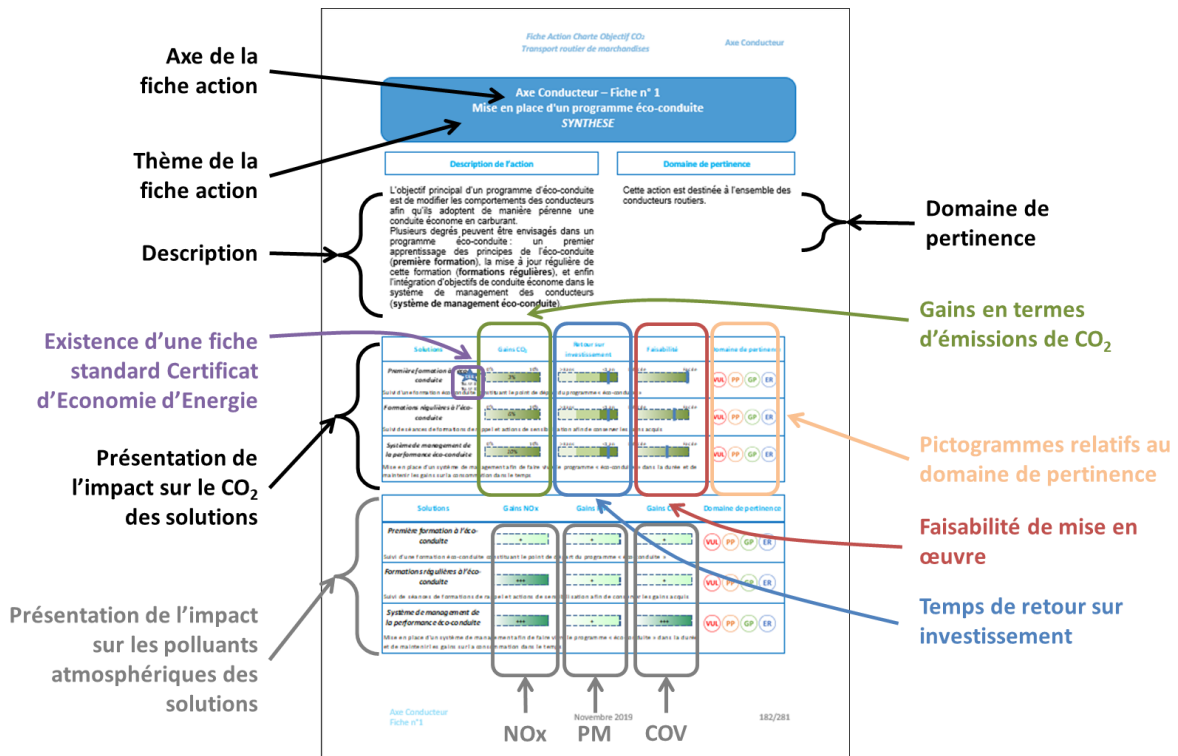
En effet, les actions et solutions proposées sont des recommandations, qui méritent de faire l'objet d'une analyse de leur pertinence face au métier exercé, aux moyens utilisés, aux besoins d'exploitation, au contexte réglementaire et au niveau de performance de l'entreprise.

C'est pourquoi, afin d'en faciliter la lecture, chaque fiche action est structurée autour d'une fiche de synthèse puis d'une fiche détaillée, dans lesquelles on retrouve les rubriques décrites ci-après.

1.4.1 La fiche de synthèse

L'objectif de la fiche de synthèse est de résumer en une page chaque action et ses solutions d'optimisation associées. Il s'agit de permettre à chaque entreprise d'identifier immédiatement si les solutions proposées sont pertinentes ou non au regard de sa propre situation. Chaque fiche de synthèse est organisée de la manière suivante :

- Une description succincte de l'action ;
- Son domaine de pertinence ;
- Les solutions associées à l'action, évoquées de manière synthétique et visuelle sous la forme de curseurs permettant de situer leur niveau de performance du point de vue :
 - Des gains escomptés en termes d'émissions de CO₂ et de polluants atmosphériques NOx, PM et COV ;
 - Du temps de retour sur investissement ;
 - Du degré de faisabilité dans la mise en œuvre de chaque solution.



Présentation d'une fiche de synthèse résumant les solutions proposées.

Plus les curseurs sont situés à droite de la bande de couleur verte, plus ils sont pertinents du point de vue de l'entreprise. Leur position a été calculée de la manière suivante :

- **Gains CO₂** : il s'agit des gains en termes d'émissions de gaz à effet de serre, dont le CO₂ est le principal contributeur, incluant la partie amont (production du carburant) et la partie aval (roulage du véhicule), associés à la mise en œuvre de la solution présentée, par rapport à la situation standard. Ce gain est généralement exprimé en pourcentage de réduction allant de 0 à 10 %. Toutefois, pour les gains supérieurs à 10 % l'échelle a été modifiée (de 0 à 100 %) de façon à pouvoir différencier les actions engendrant les gains les plus importants. Dans chaque fiche solution, le gain CO₂ est détaillé selon quatre catégories de véhicules (voir §1.3.4).
- **Gains NO_x, PM et COV** : il s'agit des gains en termes d'émissions de ces trois polluants atmosphériques, incluant uniquement la partie aval (roulage du véhicule), associés à la mise en œuvre de la solution présentée, par rapport à la situation standard. Ce gain est exprimé sur une échelle semi-quantitative. Dans chaque fiche solution, le gain en polluants atmosphériques est détaillé selon quatre catégories de véhicules (voir §1.3.4).
- **Temps de retour sur investissement** : Il prend en compte l'ensemble des coûts nécessaires à la mise en œuvre de la solution (différences de coût entre l'achat d'équipements ou de matériels spécifiques par rapport à un matériel standard, surcoûts éventuels d'exploitation ou de mise en œuvre...), ainsi que les gains en termes de réduction de consommation de carburant, de lubrifiants... associés à la solution. Le retour sur investissement est calculé en prenant comme hypothèse un prix de 1,1 € par litre de gasoil. Il est ensuite exprimé en temps relatif. Il est considéré comme rapide s'il est < 1an, moyen s'il est compris entre 1 et 3 ans et long s'il est > 3ans.
- **Faisabilité** : La faisabilité représente le degré de facilité de mise en œuvre de la solution pour un transporteur routier. Un niveau de faisabilité, formalisé par une note de 1 (difficile) à 3 (facile), a été attribué pour chaque solution identifiée. La note tient compte des critères suivants :

1.4.3 Les fiches solutions

Les pages qui suivent sont organisées par solution :

Pictogrammes relatifs au domaine de pertinence

Axe de la fiche action

Nom de la solution

Explication de la solution

Impact sur les émissions de CO₂

Type et usage

Gains associés à chaque segment

Fiches actions Charte Objectif CO₂
Transport routier de marchandises

Solution 2 : Coupure automatique du moteur au ralenti

Comment ça marche ?

Le fonctionnement au ralenti du moteur d'un véhicule à l'arrêt peut avoir plusieurs causes :

- l'habitude du conducteur de faire « chauffer » le moteur (cette opération n'est plus nécessaire avec les technologies actuelles) ;
- la nécessité de faire fonctionner des équipements auxiliaires, notamment la climatisation ou le chauffage ;
- la congestion routière ;
- les temps d'attente pendant les chargements/déchargements du véhicule ;
- ou tout simplement l'oubli.

Il est possible d'installer facilement un système permettant de stopper le moteur d'un véhicule à l'arrêt de façon automatique. En paramétrant le système, on peut faire en sorte qu'il fasse office d'une durée réglable (typique, minuscule après l'arrêt du véhicule et le serrage du frein de parc, le moteur s'arrête automatiquement).

Ce système peut être mis en place une fois le véhicule acheté - pour les véhicules récents, les constructeurs peuvent réaliser un paramétrage sur l'électronique du véhicule. Pour les véhicules plus anciens, des boîtiers existent pour activer l'arrêt moteur.

Cependant, la sensibilisation des conducteurs sur le bon usage du moteur reste l'un des meilleurs solutions à mettre en œuvre en priorité. Axe Conducteur - Fiche n°1 relative à l'écoconduite.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

La consommation moyenne d'un poids lourd est d'environ 3 litres/100 km au ralenti. Comme il est rare que le moteur d'un poids lourd fonctionne une à deux heures par jour lorsque le véhicule est à l'arrêt, ceci peut représenter des consommations allant jusqu'à 300. En moyenne, les constructeurs estiment qu'environ 1,5% de la consommation de carburant est liée à l'usage du moteur lorsque le véhicule est à l'arrêt, ce qui représente environ 300 heures de fonctionnement du moteur au ralenti.

Ces chiffres sont des ordres de grandeur et varient fortement selon la durée des arrêts (plus le véhicule reste longtemps à l'arrêt avec moteur non coupé, plus le gain sera important). Un gain moyen de 2 à 6% est obtenu pour des trajets nécessitant de fréquents arrêts prolongés, tandis que les gains sont de 1 à 3% pour des trajets avec peu d'arrêts.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (N de réduction des émissions de polluants)		
			NOx	PM	CO ₂
Véhicule de transport léger	Urbain	6,5 t	-	-	-
Petit poids lourd	Urbain	6,5 à 12 t	-	-	-
Moyen poids lourd	Régional	12 à 17 t	2%	2%	2%
Ensemble routier	Longue Distance	18 t	-	-	-

Domaine de pertinence

Cette action est pertinente dans le cas des véhicules qui effectuent des arrêts nombreux et prolongés pour événements ou livraisons. Elle n'est pas pertinente pour les véhicules de transport léger en milieu urbain.

Mise en œuvre

Cette action est à réaliser en trois étapes : suivi et analyse des temps d'utilisation du moteur au ralenti, sensibilisation des conducteurs et mise en place de solutions automatiques.

Il est important de commencer par mettre en place un suivi rigoureux du temps passé par les véhicules à l'arrêt. La solution la plus fiable est de récupérer cette donnée grâce à un système d'informatic embarqué. Dans le cas où il n'y a pas de solution automatique, le temps peut être estimé en échantillonnant des trajets représentatifs des activités de l'entreprise et en demandant aux conducteurs de noter les temps à l'arrêt, ou en les accompagnant sur une période donnée.

Une simple sensibilisation peut être suffisante pour mettre en place une modification des comportements des conducteurs. Cette sensibilisation pourra prendre la forme d'un miniguide, d'une formation ou plus simplement d'une lettre de sensibilisation. L'un des conseils serait alors de demander aux conducteurs d'arrêter le moteur dès qu'un arrêt dépasse 30 secondes.

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- taux de diminution du nombre d'heures de ralenti moteur.

Modalités pratiques de collecte des données :

- suivi des consommations liées à l'utilisation du ralenti moteur et / ou suivi du nombre d'heures de ralenti moteur.

Axe Véhicule
Fiche n°2

Septembre 2022
M&A octobre 2022

33/238

Impact sur les émissions de polluants

Domaine de pertinence

Mise en œuvre

Suivi de la solution

Présentation de chaque solution

Chaque solution est analysée au moyen des six rubriques suivantes : « Comment ça marche ? », « Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂ », « Impact sur les émissions de polluants atmosphériques », « Domaine de pertinence », « Mise en œuvre » et « Suivi de la solution ». Lorsque pertinent, une rubrique « Impact sur les émissions sonores » est ajoutée.

- **Comment ça marche ?** : cette rubrique vise à décrire la solution de manière pédagogique ;
- **Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂** : Les gains de consommation de carburant et d'émission de CO₂ doivent être considérés comme des ordres de grandeur indicatifs. Ils sont issus, soit d'évaluations menées par l'ADEME, soit de retours d'expérience de professionnels représentatifs, soit d'études plus théoriques. Les sources sont systématiquement explicitées. Les gains réels pourront être différents de ces estimations moyennes et dépendront notamment du type de véhicule, des caractéristiques de l'entreprise, de ses activités, de son implantation géographique et plus généralement de sa situation initiale au moment de son adhésion à la démarche. Les gains sont présentés selon quatre segments de véhicules (cf. §1.3.4).
- **Impact sur les émissions de polluants atmosphériques** : Les gains d'émission des polluants atmosphériques NOx, PM et COV doivent être considérés comme des ordres de grandeur indicatifs. Ils sont principalement issus de l'étude ADEME de 2016 : Estimation des gains potentiels en émissions de polluants atmosphériques (PM, NOx, COV) des actions de la charte d'engagement volontaire « Objectif CO₂ – Les transporteurs s'engagent ». Les gains réels pourront être différents de ces estimations moyennes et dépendront en particulier de la norme Euro du véhicule, mais aussi des types de véhicules, des caractéristiques de l'entreprise, de ses activités, de son





implantation géographique et plus généralement de sa situation initiale au moment de son adhésion à la démarche.

- **Impact sur les émissions sonores** : un premier travail de qualification de l'impact des solutions sur les émissions sonores a été entamé dans cette mise à jour 2019.
- **Domaine de pertinence** : il est spécifié dans quels cas (secteurs d'activités, catégories de véhicules et d'usage...) il est pertinent de mettre en œuvre la solution considérée.
- **Mise en œuvre** : des conseils pratiques sont donnés sur la mise en œuvre de la solution. Lorsque l'information est accessible, une indication en termes de coûts ou surcoûts est fournie.
- **Suivi de la solution** : pour chaque solution, sont listés le ou les indicateurs de suivi qui doivent être utilisés, ainsi que les modalités pratiques de collecte des données nécessaires pour mettre en œuvre la solution de manière effective et assurer son suivi dans l'outil hébergé sur le site Objectif CO₂ du programme EVE.

1.4.4 Les catégories de véhicules

Quatre segments de véhicules associant un gabarit à un usage principal et un PTAC¹ ont été retenus. Cette segmentation permet, lorsque c'est pertinent, de différencier les gains potentiels d'émissions de CO₂².

Chaque segment de véhicule est représenté par un pictogramme de couleur. Ces pictogrammes permettent au sein des fiches actions d'identifier rapidement le domaine de pertinence de chaque solution proposée

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Pictogrammes
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	
Grand porteur	Régional	>12 t	
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	

Le **véhicule utilitaire léger (VUL)** a été défini dans la démarche Objectif CO₂ comme étant un véhicule réalisant des opérations de transport routier public de marchandises pour compte d'autrui. Il a un PTAC inférieur ou égal à 3,5 tonnes. Selon le code de la route, le véhicule peut être conduit avec le permis B. Pour mémoire, la grande majorité des véhicules du type châssis-cabine a un PTAC de 3,5 t.

Les entreprises utilisant des flottes de véhicules utilitaires légers en compte propre ne sont pas incluses dans le périmètre de la démarche. En effet, contrairement aux entreprises exploitant des poids lourds, pour lesquelles le métier est par définition le transport de marchandises (indépendamment d'une découpe compte propre / compte d'autrui), il n'en va pas de même pour les véhicules utilitaires légers, car une frange importante des utilisateurs professionnels utilise leurs véhicules en compte propre, à d'autres fins que le transport de marchandises. C'est le cas en particulier des artisans, des

¹ PTAC = Poids Total Autorisé en Charge

² Lorsque cela se justifie, les gains potentiels d'émissions de CO₂ sont également différenciés dans le corps du texte en fonction des métiers (par exemple, la course, la messagerie ou les tournées courte distance dans le cas des véhicules utilitaires légers en milieu urbain).

sociétés de service (par exemple les pressings, ...), des traiteurs, ainsi que des grandes entreprises de distribution de gaz/électricité et des opérateurs télécom.



Source : eurosolutions.fr



Source : companeo.fr



Source : companeo.fr

VUL du type « fourgon compact »

VUL du type « fourgon »

VUL du type « châssis-cabine »

Un véhicule **petit porteur (PP)** est défini comme étant un camion (utilisé en compte d'autrui ou en compte propre) dont le PTAC est supérieur à 3,5 t et inférieur ou égal à 12 t, conçu ou adapté pour recevoir une carrosserie ou un équipement technique sur son châssis : benne basculante, plate-forme, flèche télescopique, citerne, benne déchets, bétonnière et certaines grues.



Source : dirctindustry.fr

Véhicules petits porteurs

Un véhicule **grand porteur (GP)** à la même définition générale qu'un petit porteur, mais son PTAC est supérieur à 12 t (et comprend notamment les porteurs de 19 t et 26 t).



Source : aslocation.fr

Véhicule grand porteur

Un **ensemble routier (ER)** est composé de deux parties : le tracteur routier, à l'arrière duquel s'accroche une semi-remorque qui vient reposer sur une sellette. Son PTAC est égal le plus souvent à 40 t sans dépasser le 44 t. Il est utilisé en compte d'autrui ou en compte propre.



Source : companeo.fr

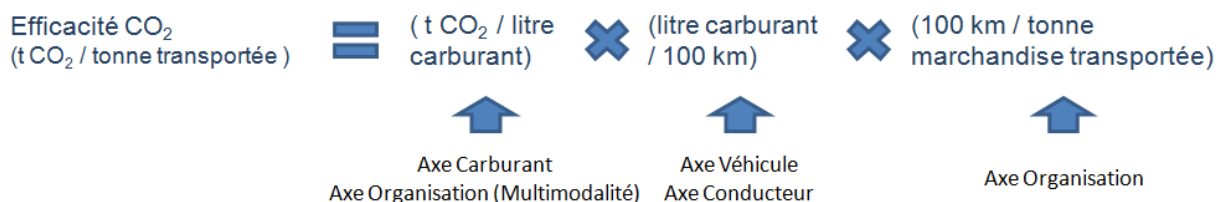
Ensemble routier

Hypothèses retenues pour calculer certains gains théoriques et données moyennes utilisées

Gabarit Véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Charge utile moyenne (tonne)	Poids total en charge (tonne)	Vitesse moyenne (km/h)	Distance moyenne annuelle parcourue (km)	Consommation moyenne (litres / 100 km)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	0,8	2,2	40	18 200	10
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	4	7	40	50 000	20
Grand porteur	Régional	>12 t	10	15	59	74 000	25
Ensemble routier	Longue distance	40 t	23	33	66	115 000	32

1.5 Règles de cumul des gains

La plupart des solutions sont indépendantes les unes des autres, ce qui permet aux gains de se cumuler. En effet, l'objectif des actions de la Charte est de minimiser la quantité de CO₂ émise par tonne transportée. On peut résumer ceci de la façon suivante :



Il est à noter que les gains relatifs à plusieurs solutions ne s'additionnent pas mais se multiplient. Ainsi à titre d'exemple, 3 solutions cumulées permettant chacune de réduire de 10 % les émissions de CO₂ n'ont pas un gain cumulé de 30 % (10 % + 10 % + 10 %) mais de 27 % ($1 - (1 - 10\%) \times (1 - 10\%) \times (1 - 10\%)$).


Il faut néanmoins nuancer cette vision simplifiée : certaines solutions proposées ont le même objectif. Même si elles peuvent être choisies par l'entreprise comme complémentaires, cumuler les gains associés reviendrait à surévaluer les gains potentiels. D'autre part, certaines solutions sont des pré-requis pour d'autres solutions : c'est le cas notamment de la fiche n°1 de l'axe véhicule, de la fiche n° 4 de l'axe carburant et de la fiche n°1 de l'axe conducteur.

Le tableau ci-après illustre ces principales relations entre solutions :

- la solution de collecte de l'information relative à la consommation de carburant constitue un pré-requis pour les actions de la fiche éco-conduite ;
- la solution de gestion et d'utilisation de l'information relative à la consommation carburant est un pré-requis pour les solutions les plus avancées de la fiche éco-conduite (formations régulières et système de management éco-conduite) ;
- la solution première formation à l'éco-conduite est un pré-requis pour la solution de télématique embarquée ;
- les gains suite à l'utilisation de la télématique embarquée et d'une boîte de vitesse robotisée sont des gains liés à l'utilisation du véhicule : ce sont des solutions technologiques qui viennent aider le conducteur à pratiquer une bonne éco-conduite : dans ce sens, ils ne peuvent être cumulés avec le gain maximal attribué à l'éco-conduite (10 %) mais peuvent par contre se cumuler avec les solutions intermédiaires (première formation et formations régulières) ;

Néanmoins, du fait que les valeurs de gains sont indicatives (reposant sur des valeurs moyennes) et que les périmètres de choix des actions sont parfois différents, il devient très compliqué de prévoir comment les actions interagissent entre elles a priori. Seule la réalité de la mise en œuvre des actions permettra d'identifier les gains globaux réels.

			FA Véh. 1	FA Carb.4			FA Cond.1		
			Boîte de vitesse robotisée	Collecte de l'information	Télématique embarquée (consommation)	Gestion et utilisation de l'information	Première formation à l'éco-conduite	Formations régulières	Système de management de l'éco-conduite
			3%	indirect	5%	indirect	3%	6%	10%
FA Véh. 1 : modernisation et ajustement du parc à son usage	Boîte de vitesse robotisée	3%		3%	8%	3%	6%	9%	10%
FA Carb. 4 : amélioration du suivi des consommations	Collecte de l'information	indirect	3%				3%	6%	10%
	Télématique embarquée (consommation)	5%	8%				8%	10%	10%
	Gestion et utilisation de l'information	indirect	3%				3%	6%	10%
FA Cond. 1 : mise en place d'un programme éco-conduite	Première formation à l'éco-conduite	3%	6%	3%	8%	3%			
	Formations régulières	6%	9%	6%	10%	6%			
	Système de management de l'éco-conduite	10%	10%	10%	10%	10%			

 cette combinaison est pré-requise pour obtenir le gain

Note : les gains indiqués dans le tableau ci-dessus sont relatifs aux ensembles routiers. La règle de cumul des gains s'appliquerait avec la même logique dans le cas des porteurs et des véhicules utilitaires légers.

1.6 Certificats d'économies d'énergie


Le dispositif des certificats d'économies d'énergie a pour objectif principal de favoriser la mise en place de solutions énergétiquement efficaces. Il repose sur une obligation de réalisation d'économies d'énergie imposée par les pouvoirs publics aux vendeurs d'énergie dits **obligés**. Les certificats d'économies d'énergie (**CEE**) sont attribués, sous certaines conditions, aux acteurs réalisant des actions d'économies d'énergie. Les vendeurs d'énergie peuvent s'acquitter de leurs obligations par la détention de certificats d'un montant équivalent, certificats obtenus à la suite des actions entreprises en propre par les opérateurs **ou par l'achat à d'autres acteurs ayant mené des actions** ou en contribuant financièrement à des programmes d'accompagnement.

La réalisation d'économies d'énergies peut donc mener dans certains cas à une valorisation complémentaire via la revente des CEE aux obligés ou à des intermédiaires.

L'instruction des demandes de certificats d'économies d'énergie est du ressort du Pôle National des Certificats d'Economies d'Energie (PNCEE). Les certificats délivrés sont exclusivement matérialisés par leur inscription sur un compte individuel ouvert dans le registre national des certificats d'économies d'énergie.

Pour simplifier le dépôt des dossiers d'économies d'énergie, des fiches d'opérations standardisées (fiches CEE) ont été élaborées, dont certaines concernent les transports, pour définir les conditions d'éligibilité et la valorisation en économies d'énergie pour les opérations les plus courantes. Parmi les fiches du secteur des transports, certaines correspondent à des actions de la démarche « Objectif CO₂ - Les transporteurs s'engagent », comme la formation à l'éco-conduite, l'utilisation de lubrifiants économes en énergie ou le tracteur routier optimisé.

Le nombre de fiches CEE relatives au transport est moins important que le nombre de fiches actions de la charte Objectif CO₂. Ceci s'explique par le fait que certaines solutions sont pertinentes d'un point de vue CO₂ mais le sont moins (voire pas du tout) d'un point de vue énergétique. D'autre part, les acteurs du transport travaillent à l'élaboration de nouvelles fiches CEE.

Chaque fois qu'une solution de la Charte recoupe une fiche CEE existante (sortie par arrêté, la 4^{ème} période concerne 2018-2020), cela est mentionné dans la fiche de synthèse par le sigle  situé en face de la solution concernée, afin que les transporteurs sachent que cette solution peut faire l'objet éventuellement d'un financement complémentaire. La fiche CEE correspondante est fournie à la fin de la fiche solution.

Pour plus d'informations sur les CEE dans les transports, voir la page Internet suivante :








<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/operations-standardisees-deconomies-denergie#e8>

1.7 Présentation synthétique des fiches actions

Les tableaux récapitulatifs (cf. pages suivantes) présentent par axe l'ensemble des actions et solutions identifiées, en faisant un focus sur :

- le domaine de pertinence de chaque solution en termes de catégories de véhicules concernées ;
- les actions à envisager lors du renouvellement des véhicules ;
- l'existence ou non d'une fiche standard CEE ;
- les gains en termes d'émissions de CO₂, le temps de retour sur investissement et le niveau de faisabilité de la solution considérée. Les fourchettes de données correspondent aux dispersions observées entre les différentes catégories de véhicules
- les gains pour chacun des polluants atmosphériques suivants : NOx, PM et COV
- l'existence d'un impact sur les émissions sonores.

Légende

Fiche spécifique au transport sous température dirigée	
Action à mettre en place lors du renouvellement des véhicules	
Fiche CEE associée à la solution	
Domaine de pertinence	   

Temps de retour sur investissement	Long (>3 ans)	> 3 ans
	Intermédiaire	1-3 ans
	Court (<1 an)	< 1 an
	Non applicable	-

Faisabilité	Difficile	+++
	Intermédiaire	++
	facile	+

Gain CO ₂	< 2,5%	
	2,5 - 5%	
	≥ 5%	
	Indirect ou Variable	

Gain NOx, PM et COV	Gains négatifs	
	Pas de gain	-
	< 10%	+
	≥ 10%	+++
	Non quantifié	

Impact sur les émissions sonores	Impact positif	+
	Non mesuré	

Fiches action	Solutions	Domaine de pertinence	Renouvellement de véhicule ou remorque	Fiche CEE	Gain CO ₂	Temps de retour sur investissement	Faisabilité	Gain NOx	Gain PM	Gain COV	Impact sur les émissions sonores
Axe Véhicule											
FA Véh. 1 : Modernisation et ajustement du parc à son usage	Optimisation de la puissance	VUL PP GP ER	↻		3 à 5%	< 1 an	+				
	Choix d'une boîte de vitesse robotisée	VUL PP GP ER	↻	★	3 à 7%	1-3 ans	+				
	Optimisation du pont	VUL PP GP ER	↻		2,5%	< 1 an	+				
	Accélération de la modernisation de la flotte	VUL PP GP ER	↻		Variable	-	+	+++	+++	+++	
FA Véh. 2 : Solutions techniques d'optimisation de la vitesse et du ralenti	Régulateur de vitesse intelligent	ER			0,5 à 4%	< 1 an	+	-	+	+	
	Bridage de la vitesse maximale des véhicules	VUL GP ER			1,2 à 5%	< 1 an	+	-	+	+	
	Coupure automatique du moteur au ralenti	PP GP ER			1 à 6%	< 1 an	+	+	+	+	
FA Véh. 3 : Utilisation de lubrifiants à économie d'énergie	Utilisation de lubrifiants moteur à économie d'énergie	VUL PP GP ER		★	1,25%	< 1 an	+	-	-	-	
FA Véh. 4 : Utilisation d'accessoires pour diminuer la résistance aérodynamique	Accessoires tracteur et cabine	VUL PP GP ER		★	0,5 à 10%	1-3 ans	+	+++	+	+	
	Accessoires remorque ou caisse	PP GP ER			0,5 à 2%	1-3 ans	++	+++	+	+	
FA Véh.5: Optimisation des essieux	Essieu relevable sur la remorque	ER			1%	> 3 ans	+				
	Essieu arrière auto-vireur sur la remorque	ER			0 à 1,5%	> 3 ans	+				
FA Véh. 6 : Amélioration de la maintenance des véhicules (hors pneumatique)	Mise en place d'un outil de suivi de maintenance	VUL PP GP ER			2%	< 1 an	+	Variable	Variable		
	Réalisation d'un carnet de bord destiné aux conducteurs	VUL PP GP ER			Indirect	-	++	Indirect	Indirect	Indirect	
FA Véh. 7 : Gestion du parc de pneumatiques	Pneumatiques basse résistance	VUL PP GP ER		★	0,8 à 4%	< 1 an	+				+
	Recrousage et repapage des pneumatiques	PP GP ER		★	1%	< 1 an	+				+
	Contrôle du gonflage des pneumatiques	VUL PP GP ER		★	1 à 2,5%	< 1 an	++				+
	Optimisation de la géométrie	VUL PP GP ER		★	1,5%	< 1 an	++				
FA Véh. 8 : Climatisation	Climatisation évaporative	VUL PP GP ER			3%	1-3 ans	+++	+			
	Climatisation autonome	GP ER			0 à 2%	-	+	Variable	Variable	Variable	
FA Véh. 9 : Allègement du véhicule	Allègement du véhicule	VUL PP GP ER	↻		0,5 à 20%	-	++				
FA Véh. 10 : Réduction des consommations liées aux besoins autres que la traction	Optimisation de l'alimentation des équipements auxiliaires	VUL PP GP ER	↻		Variable	-	+++				
FA Véh. 11 : Température dirigée : choix du système de production de froid	Définition de l'usage d'un engin pour le bon dimensionnement de son groupe frigorifique	ER ❄️	↻		Variable	-	+	Indirect	Indirect	Indirect	
	Groupe frigorifiques de transport ayant une option de biberonage	VUL PP GP ER ❄️	↻		5 à 10%*	-	+	+++	+++	+++	
	Groupe frigorifique à Haute Efficacité Energétique	VUL PP GP ER ❄️	↻	★	50%*	> 3 ans	+	+++			
	Groupe frigorifique électrique autonome	VUL PP GP ❄️	↻		90%*	-	+	+++			
	Utilisation d'engins munis d'un groupe frigorifique cryogénique de CO ₂ ou d'azote liquide à injection indirecte	GP ER ❄️	↻		75%*	> 3 ans	+++	+++	+++	+++	
	Utilisation d'engins munis d'un groupe frigorifique cryogénique d'azote liquide à injection directe	GP ER ❄️	↻		65%*	> 3 ans	+++	+++	+++	+++	
	Engins réfrigérants équipés de plaques eutectiques ou d'un groupe dit à accumulation	VUL PP ❄️	↻		97%*	< 1 an	++	+++	+++	+++	
	Chariot cryogénique	VUL PP ❄️			75%*	< 1 an	++	+++	+++	+++	+
FA Véh. 12: Température dirigée : choix de la caisse isotherme	Equipements et maintenance spécifiques pour réduire les pertes de froid	VUL PP GP ER ❄️			15 à 25%	< 1 an	+				
	Maintenance des équipements frigorifiques	VUL PP GP ER ❄️			5%	-	+				
	Réfrigération connectée	VUL PP GP ER ❄️			5%	-	+				

* en % de la consommation du groupe froid

Fiches action	Solutions	Domaine de pertinence	Renouvellement de véhicule ou remorque	Fiche CEE	Gain CO2	Temps de retour sur investissement	Faisabilité	Gain NOx	Gain PM	Gain COV	Impact sur les émissions sonores
Axe Carburant											
FA Carb. 1 : Motorisations électriques	Stop & Start	VUL PP	↻		1 à 5%	< 1 an	+	+	+	+	
	Véhicules hybrides	PP GP	↻		10 à 15%	> 3 ans	++	+	+++	+++	+
	Véhicules électriques	VUL PP GP	↻		94%	> 3 ans	+++	+++	+++	+++	+
FA Carb. 2 : Utilisation de carburants alternatifs	Utilisation du GNV	VUL PP GP ER	↻		5%	> 3 ans	+++	+++	+++	+++	+
	Utilisation du bioGNV	VUL PP GP ER	↻		80%	> 3 ans	+++	+++	+++	+++	+
	Utilisation du B30	VUL PP GP ER			15,16%	> 3 ans	++		+++	+++	
	Utilisation du B100	PP GP ER			60%	> 3 ans	++		+++		
FA Carb.3 : Optimisation de la combustion et de la propreté des moteurs Diesel	Utilisation de l'ED95	PP GP ER	↻		56%	> 3 ans	++	+++	+++		
	Maintien de la propreté des circuits d'alimentation et d'injection des moteurs diesel	VUL PP GP ER		★	3%	< 1 an	+	+			
FA Carb. 4 : Amélioration du suivi des consommations	Collecte de l'information	VUL PP GP ER		★	Indirect	-	++	Indirect	Indirect	Indirect	
	Télématique embarquée (consommation)	VUL PP GP ER		★	5%	< 1 an	++	Variable	+	+++	
	Gestion et utilisation de l'information	VUL PP GP ER			Indirect	-	++	Indirect	Indirect	Indirect	
Axe Conducteur											
FA Cond. 1 : Mise en place d'un programme éco-conduite	Première formation à l'éco-conduite	VUL PP GP ER		★	3%	< 1 an	+	+	+	+	+
	Formations régulières à l'éco-conduite	VUL PP GP ER			6%	< 1 an	+	+++	+	+	+
	Système de management de la performance éco-conduite	VUL PP GP ER			10%	< 1 an	++	+++	+	+++	+
FA Cond. 2 : Gestes économes et de bonnes pratiques	Sensibilisation aux bonnes pratiques d'éco-conduite	VUL PP GP ER			Variable	-	++				
	Sensibilisation aux bonnes pratiques spécifiques au transport sous température dirigée	VUL PP GP ER ❄️		★	Variable	-	+				

Fiches action	Solutions	Domaine de pertinence	Renouvellement de véhicule ou remorque	Fiche CEE	Gain CO2	Temps de retour sur investissement	Faisabilité	Gain NOx	Gain PM	Gain COV	Impact sur les émissions sonores
Axe Organisation des flux de transport											
FA Orga. 1 : Recours aux modes non routiers	Recours au transport combiné mer-route	ER			21%	-	++	+++			
	Recours au transport combiné fleuve-route	ER		★	75%	-	++				
	Recours au transport combiné rail-route	ER		★	95%	-	++	+++		+++	
FA Orga. 2 : Outils informatiques d'optimisation des trajets	Outils de création de plans de transport	VUL PP GP ER			5 à 15%	1-3 ans	++	+++	+++	+++	
	Outils de géolocalisation des véhicules	VUL PP GP ER			1 à 10%	1-3 ans	++	+	+	+	
FA Orga. 3 : Optimisation du chargement des véhicules	Optimisation du ratio volume/poids des chargements	VUL PP GP ER			3 à 20%	< 1 an	++				
	Mutualisation du transport entre plusieurs clients	VUL PP GP ER			7 à 10%	< 1 an	++				
	Utilisation d'un double plancher	ER			14 à 21%	1-3 ans	++				
	Utilisation d'un logiciel d'amélioration du coefficient de chargement	VUL PP GP ER			7 à 14%	< 1 an	+				
	Remorque avec caisse mobile routière ou remorque supplémentaire	ER			Variable	-	+				
	Contre-flux	VUL PP GP ER			Variable	-	++				
	Substitution d'un véhicule frigorifique standard par un véhicule multi-températures	VUL PP GP ER ♻️	♻️		20 à 30%	-	++				
FA Orga. 4 : Travail collaboratif avec les clients pour une meilleure optimisation	Partager un plan de transport commun avec le client	VUL PP GP ER			Variable	-	+++				
	Modification de la palettisation	VUL PP GP ER			3 à 7%	-	++				
	Mise en place de rendez-vous	VUL PP GP ER			Variable	-	+				
FA Orga. 5 : Sensibilisation des sous-traitants routiers	Proposer l'adhésion à la démarche "Objectif CO ₂ "	VUL PP GP ER			3%	-	+				
	Informers ses sous-traitants sur les bonnes pratiques à adopter et les indicateurs à suivre	VUL PP GP ER			1%	-	+				
FA Orga. 6 : Optimisation du transport de marchandises en ville	Schémas logistiques optimisés pour la livraison urbaine	VUL PP GP			Variable		+++				+
	Adhérer à la Charte de logistique urbaine durable	VUL PP GP			Indirect	-	++				
FA Orga. 7 : Responsabilité sociétale de l'entreprise	Promouvoir une démarche de responsabilité sociétale de l'entreprise	VUL PP GP ER			Indirect	-	++				

1.8 Modifications entre les versions 2012 et 2020 du guide des fiches actions

Outre l'actualisation de l'ensemble des éléments de chaque solution de la version 2012, plusieurs nouvelles fiches ont fait leur apparition dans la version 2020. Elles sont listées ci-dessous.

Axe Véhicule :

- FA Véh. 1 : Solution 4 « Accélération de la modernisation de la flotte »
- FA Véh. 2 : Solution 1 « Régulateur de vitesse intelligent »
- FA Véh. 5 : Solution 1 « Essieu relevable sur la remorque »
- FA Véh. 5 : Solution 2 « Essieu arrière auto-vireur sur la remorque »
- FA Véh. 8 : Solution 2 « Climatisation autonome »
- FA Véh. 11 : Solution 4 « Groupe frigorifique électrique autonome »
- FA Véh. 11 : Solution 8 « Chariot cryogénique »
- FA Véh. 12 : Solution 3 « Réfrigération connectée »

Axe Carburant :

- FA Carb. 2 : Solution 1 « Utilisation du GNV/bioGNV »
- FA Carb. 2 : Solution 3 « Utilisation du B100 »
- FA Carb. 2 : Solution 4 « Utilisation de l'ED95 »

Axe Conducteur :

- FA Cond. 2 : Solution 1 « Sensibilisation aux bonnes pratiques d'éco-conduite »

Axe Organisation :

- FA Orga. 6 : Solution 2 « Adhérer à la charte de logistique urbaine durable »
- FA Orga. 7 : Solution 1 « Promouvoir une démarche de responsabilité sociétale de l'entreprise »

L'ancienne fiche FA Orga. 4 Solution 1 « Informations sur les émissions de CO₂ des prestations de transport » a été supprimée.

Les anciennes fiches FA Orga.5 Solution 1 « Informer ses sous-traitants sur les bonnes pratiques à adopter » et Solution 2 « Proposer l'utilisation d'indicateurs de suivi des performances » ont été regroupées dans la nouvelle fiche FA Orga. 5 Solution 2 « Informer ses sous-traitants sur les bonnes pratiques à adopter et les indicateurs à suivre ».

En plus de ces fiches standard, une fiche « Autres actions » a été introduite à la fin de chaque axe. Chaque fiche liste de façon sommaire un ensemble de solutions innovantes :

- Gonflage automatique des pneumatiques
- Groupe non autonome à entraînement électrique
- Utilisation d'un véhicule à hydrogène
- Utilisation d'un mélange gaz-hydrogène
- Utilisation d'une émulsion eau-gazole
- Utilisation de HVO
- Equipements d'aide à l'éco-conduite
- Limitation des trajets à vide
- Développement des modes doux

Fiches actions

Axe Véhicule	... 21
Fiche n°1 : Modernisation et ajustement du parc à son usage	... 23
Fiche n°2 : Solutions techniques d'optimisation de la vitesse et du ralenti	... 35
Fiche n°3 : Utilisation de lubrifiants à économie d'énergie	... 45
Fiche n°4 : Utilisation d'accessoires pour diminuer la résistance aérodynamique	... 51
Fiche n°5 : Optimisation des essieux	... 59
Fiche n°6 : Amélioration de la maintenance des véhicules (hors pneumatique)	... 65
Fiche n°7 : Gestion du parc de pneumatiques	... 71
Fiche n°8 : Climatisation	... 91
Fiche n°9 : Allègement du véhicule	... 97
Fiche n°10 : Réduction des consommations liées aux besoins autres que la traction	... 101
Fiche n°11 : Température dirigée : choix du système de production de froid	... 105
Fiche n°12 : Température dirigée : équipements spécifiques et maintenance	... 127
Autres actions	... 135
Axe Carburant	... 137
Fiche n°1 : Motorisations électriques	... 139
Fiche n°2 : Utilisation de carburants alternatifs	... 147
Fiche n°3 : Optimisation de la combustion et de la propreté des moteurs Diesel	... 161
Fiche n°4 : Amélioration du suivi des consommations	... 167
Autres actions	... 177
Axe Conducteur	... 179
Fiche n°1 : Mise en place d'un programme éco-conduite	... 181
Fiche n°2 : Gestes économes et bonnes pratiques	... 195
Autres actions	... 201
Axe Organisation	... 203
Fiche n°1 : Recours aux modes non routiers	... 205
Fiche n°2 : Outils informatiques d'optimisation des trajets	... 221
Fiche n°3 : Optimisation du chargement des véhicules	... 229
Fiche n°4 : Travail collaboratif avec les clients pour une meilleure optimisation des transports	... 249
Fiche n°5 : Sensibilisation des sous-traitants routiers	... 257
Fiche n°6 : Optimisation du transport de marchandises en ville	... 263
Fiche n°7 : Responsabilité Sociétale de l'Entreprise	... 273
Autres actions	... 277

*Fiches actions Charte Objectif CO₂
Transport routier de marchandises*

Axe Véhicule

Fiche n°1 : Modernisation et ajustement du parc à son usage	...	23
Solution 1 : Optimisation de la puissance	...	25
Solution 2 : Choix d'une boîte de vitesse robotisée	...	28
Solution 3 : Optimisation du pont	...	31
Solution 4 : Accélération de la modernisation de la flotte	...	33
Fiche n°2 : Solutions techniques d'optimisation de la vitesse et du ralenti	...	35
Solution 1 : Régulateur de vitesse intelligent	...	38
Solution 2 : Bridage de la vitesse maximale des véhicules	...	40
Solution 3 : Coupure automatique du moteur au ralenti	...	43
Fiche n°3 : Utilisation de lubrifiants à économie d'énergie	...	45
Solution : Utilisation de lubrifiants à économie d'énergie	...	47
Fiche n°4 : Utilisation d'accessoires pour diminuer la résistance aérodynamique	...	51
Solution 1 : Accessoires tracteur et cabine	...	53
Solution 2 : Accessoires remorque ou caisse	...	57
Fiche n°5 : Optimisation des essieux	...	59
Solution 1 : Essieu relevable sur la remorque	...	61
Solution 2 : Essieu arrière auto vireur sur la remorque	...	63
Fiche n°6 : Amélioration de la maintenance des véhicules (hors pneumatique)	...	65
Solution 1 : Mise en place d'un outil de suivi de maintenance	...	67
Solution 2 : Réalisation d'un carnet de bord destiné aux conducteurs	...	70
Fiche n°7 : Gestion du parc de pneumatiques	...	71
Solution 1 : Pneumatiques basse résistance	...	73
Solution 2 : Recreusage et rechapage des pneumatiques	...	78
Solution 3 : Contrôle du gonflage des pneumatiques	...	83
Solution 4 : Optimisation de la géométrie	...	89
Fiche n°8 : Climatisation	...	91
Solution 1 : Climatisation évaporative	...	93
Solution 2 : Climatisation autonome	...	95
Fiche n°9 : Allègement du véhicule	...	97
Solution 1 : Allègement du véhicule	...	99
Fiche n°10 : Réduction des consommations liées aux besoins autres que la traction	...	101
Solution 1 : Optimisation de l'alimentation des équipements auxiliaires	...	103

Fiche n°11 : Température dirigée : choix du système de production de froid	...	105
Solution 1 : Définition de l'usage d'un engin pour le bon dimensionnement de son groupe frigorifique	...	109
Solution 2 : Groupes frigorifiques de transport ayant une option de biberonnage	...	111
Solution 3 : Groupe frigorifique à Haute Efficacité Energétique	...	113
Solution 4 : Groupe frigorifique électrique autonome	...	116
Solution 5 : Utilisation d'engins munis d'un groupe frigorifique cryogénique de CO ₂ ou d'azote liquide à injection indirecte	...	118
Solution 6 : Utilisation d'engins munis d'un groupe frigorifique cryogénique d'azote liquide à injection directe	...	121
Solution 7 : Engins réfrigérants équipés de plaques eutectiques ou d'un groupe dit à accumulation	...	124
Solution 8 : Chariot cryogénique	...	126
Fiche n°12 : Température dirigée : équipements spécifiques et maintenance	...	127
Solution 1 : Equipements et maintenance spécifiques pour réduire les pertes de froid	...	129
Solution 2 : Maintenance des équipements frigorifiques	...	131
Solution 3 : Réfrigération connectée	...	133
Autres actions	...	135

Axe Véhicule – Fiche N° 1

Modernisation et ajustement du parc à son usage

SYNTHESE

Description de l'action

Lors du renouvellement du parc, trois principaux éléments définissent le dimensionnement du véhicule : la puissance, la boîte de vitesses et le pont. Ces éléments doivent être adaptés au type d'usage du véhicule.

En parallèle de ces adaptations spécifiques, une réflexion plus globale sur l'accélération du renouvellement de la flotte vers la dernière norme Euro en vigueur peut être envisagée.

Cette action doit être mise en œuvre dès l'achat du véhicule, en forte interaction avec les constructeurs : elle est d'une importance capitale, car elle implique le parc de véhicules sur sa durée de vie.

Domaine de pertinence

Cette action s'adapte à tous les secteurs du transport. La plupart des actions de l'axe véhicule sont à étudier en cohérence avec cette action d'ajustement du parc.

L'accélération de la modernisation de la flotte est à mettre en vis-à-vis des possibilités d'utilisation d'énergies alternatives au gazole (cf. fiches Carb 1 et Carb 2).

Solutions	Gains CO ₂	Retour sur investissement	Faisabilité	Domaine de pertinence
Optimisation de la puissance <small>Choix d'une puissance raisonnable, adaptée au besoin</small>	0% à 10% 3% à 5%	>3 ans à <1 an	Difficile à Facile	VUL PP GP ER
Choix d'une boîte de vitesses robotisée <small>Equipement de boîtes robotisées</small>	0% à 10% 3% à 7% <small>CEE TRA-EQ-115</small>	>3 ans à <1 an	Difficile à Facile	VUL PP GP ER
Optimisation du pont <small>Choix du rapport de pont adapté au besoin</small>	0% à 10% 2,5%	>3 ans à <1 an	Difficile à Facile	VUL PP GP ER
Accélération de la modernisation de la flotte <small>Renouvellement des véhicules anciens vers la dernière norme Euro en vigueur</small>	0% à 10% Variable	>3 ans à <1 an Variable	Difficile à Facile	VUL PP GP ER

Le manque d'études et de mesures sur ces optimisations du véhicule ne permet pas de déterminer un impact sur les émissions de polluants atmosphériques des 3 premières solutions. Concernant la 4^{ème} solution, les gains en termes de polluants atmosphériques seront directement liés à la norme Euro des véhicules utilisés.

Axe Véhicule – Fiche N° 1

Modernisation et ajustement du parc à son usage

FICHE DETAILLEE

Contexte et réglementation

On observe une augmentation constante de la puissance moyenne du parc de poids lourds français, qui se trouve aujourd'hui autour de 450 CV pour les véhicules grands routiers. Trois facteurs sont à l'origine de l'augmentation de la puissance du parc : la volonté des constructeurs d'offrir toujours plus à leurs clients, le confort des conducteurs et le souci de rester à une vitesse correcte en montée.

Plus récemment, on observe dans le cas des poids lourds une tendance au « downspeeding » qui va dans le sens d'une diminution des consommations : de l'ordre de 1 000 tours/mn sur un véhicule Euro VI, le régime au point de croisière sur un véhicule Euro V est de 1 280 tours/mn, alors qu'il est de 1 380 tours/mn sur un Euro IV. Pour un véhicule utilitaire léger d'un PTAC de 2 t, le couple maximum est atteint dès 1750-2500 tr/mn

Trois éléments en cascade sont à considérer :

- 1) le moteur, qui définit une puissance maximale ;
- 2) la boîte de vitesses, qui permet d'optimiser la traction ;
- 3) le pont, qui transmet aux roues l'énergie mécanique nécessaire pour assurer le déplacement du véhicule à différentes vitesses.

Le contexte est différent dans le cas des véhicules utilitaires légers puisque des limites sur les émissions de CO₂ par les véhicules utilitaires légers neufs existent depuis 2017 (règlement n° 510/2011). Dans le cadre du troisième paquet « mobilité propre », ces limites ont été revues en 2019 : les émissions de CO₂ des camionnettes neuves devront être inférieures de 15 % en 2025 et de 31 % en 2030 (par rapport aux niveaux de 2021). Il s'agit d'objectifs à l'échelle du parc de l'UE. L'effort de réduction des émissions de CO₂ sera réparti entre les constructeurs sur la base de la masse moyenne de leur parc de véhicules.

En parallèle, le Conseil de l'UE et le Parlement européen ont publié au Journal officiel de l'Union Européenne le 25/07/2019 le règlement (UE)2019/1242 fixant, pour la première fois dans l'UE, des normes pour les émissions de CO₂ des poids lourds neufs. Leurs rejets carbone devront être 30 % inférieurs en 2030 par rapport à ceux de la période de référence du 01/07/2019 au 30/06/2020. Les constructeurs de poids lourds qui ne respectent pas cet objectif « devront s'acquitter d'une pénalité financière prenant la forme d'une prime sur les émissions excédentaires », précise le Conseil. Un objectif intermédiaire de -15 % à l'horizon 2025 a également été adopté. Les véhicules basses émissions devront représenter 2 % de part de marché en 2025 sur les ventes de nouveaux véhicules. Le texte prévoit également que la Commission propose un objectif post-2030 dès 2022 et qu'il soit « aligné sur l'Accord de Paris ».

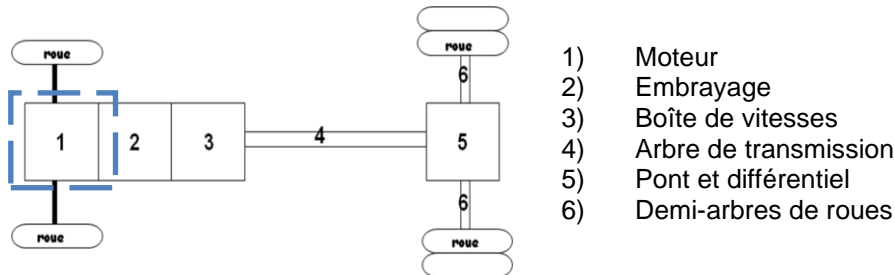
Pour les entreprises, ces réglementations constituent une incitation forte à optimiser leur parc de véhicules.

En parallèle des gains sur les consommations de carburant, les émissions polluantes des véhicules sont encadrées depuis les années 90 par des normes européennes, dites normes « Euros », issues de directives. Ces normes concernent les émissions d'oxydes d'azote (NOx), de monoxyde de carbone (CO), d'hydrocarbures (HC) et de particules (PM) mais n'imposent aucun objectif sur les émissions de gaz à effet de serre tels que le CO₂. Les seuils d'émissions pour les différentes normes Euro se durcissent de normes en normes et sont différents selon le type de véhicule (véhicule léger et véhicule lourd et la motorisation diesel ou essence).

La dernière norme pour les poids lourds, Euro VI, est en vigueur depuis le 01/01/2014. Celle pour les véhicules utilitaires légers <1305 kg, Euro 6c est en vigueur depuis septembre 2018, et depuis septembre 2019 pour les véhicules utilitaires légers de 1305 à 3500 kg.

Solution 1 : Optimisation de la puissance

Comment ça marche ?



La puissance est le premier paramètre qui influence la consommation du véhicule. En effet, une puissance trop élevée est un facteur de surconsommation à 3 niveaux :

- L'utilisation d'un moteur dans sa plus basse plage de fonctionnement (en dessous des 1100-1200 tours/mn) ne permet pas d'optimiser le rendement.
- Cette surpuissance entraîne un surpoids significatif du moteur et de la chaîne cinématique associée (cf. fiche action véhicule n°9 : allègement du véhicule).
- Enfin, l'expérience montre qu'une forte puissance disponible est parfois utilisée par le conducteur même si elle n'est pas forcément nécessaire.

L'enjeu est donc de réduire les marges de confort tout en permettant de satisfaire les contraintes de service en termes de performance logistique et de sécurité.

On considère qu'en régime de croisière sur un trajet plat, un long routier a besoin de 120-130 kW (soit 160-170 CV) pour maintenir sa vitesse : la puissance supplémentaire permet les accélérations ainsi que la conduite en côte, elle est donc un facteur de sécurité mais aussi un facteur de confort.

Dans le cas d'un véhicule utilitaire léger sur trajet routier, le besoin de puissance est généralement dans la fourchette de 60 (fourgon compact) à 130 CV (fourgon).

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

La consommation de carburant augmente significativement avec la puissance des véhicules.

Puissance (CV)	Consommation moyenne (litres/100 km)
60-130	10,2
131-170	21,0
171-230	23,2
231-310	30,5
311-380	33,4
381-480	34,7

Sources :

- Pour les véhicules utilitaires légers (catégorie 60-130 CV) : www.guidetopten.fr³ et www.ate.ch⁴
- Pour les poids lourds : www.energeco.org ; Données basées sur 1 300 tests réalisés avec un ensemble représentatif de véhicules de toutes catégories (petits porteurs, grands porteurs et ensembles routiers) basées sur les résultats du conso-comparateur « Energeco⁵ ».

³ Le guide Topten est une initiative du WWF-France et de l'association de consommateurs CLCV. Ce comparateur d'achat, développé sur le modèle Suisse www.topten.ch est soutenu par l'ADEME et fait partie du réseau Européen Euro-Topten www.topten.info, lui-même soutenu par la Commission Européenne (dernière mise à jour en sep. 2017 pour le site français ; le site suisse est toujours opérationnel).

⁴ L'ATE (Association Transports et Environnement) œuvre depuis 1979 en faveur de l'optimisation de la mobilité. L'outil EcoMobiliste fournit des recommandations concrètes pour l'achat des véhicules selon des critères écologiques.

⁵ www.energeco.org

Le tableau précédent montre, dans le cas des poids lourds, qu'une diminution de 50-80 CV permet d'économiser environ 5 %-10 % (environ 2 l/100 km) de carburant. Si l'on suppose que cet écart de consommation reflète à la fois l'augmentation de PTAC et l'augmentation de puissance dans des conditions identiques de charge, il paraît préférable de retenir la fourchette basse de cette estimation. Dans le cas des véhicules utilitaire léger, le gain de consommation est de l'ordre de 3 %. Il est proportionnellement plus faible que pour les poids lourds car les écarts de puissance pour un modèle donné sont moins élevés.

Pour certaines configurations de tournées spécifiques, lorsque les dénivelés sont importants, les poids lourds ont au contraire besoin d'une puissance supérieure.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gain lié à une diminution de la puissance de 50 CV (% consommation en l/100 km)	Gain lié à une augmentation de la puissance de 50 CV (% consommation en l/100 km)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	3 %	n.a
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	5 %	Variable
Grand porteur	Régional	>12 t		
Ensemble routier	Longue Distance	40 t		

Sources :

- Calcul moyen à partir des données du site www.energeco.org (pour les poids lourds)
- Estimation constructeur (pour les véhicules utilitaires légers)

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

L'impact sur les émissions de polluants atmosphériques d'une optimisation de la puissance du véhicule dépend de nombreux critères et notamment du type d'optimisation, de la situation de départ, de la technologie du véhicule, ... L'analyse des études sur le sujet⁶ montre que les effets sont très variables. Le manque de références pour atteindre des conclusions plus précises sur l'effet de l'optimisation de la puissance du moteur sur les émissions de polluants incite à considérer un effet variable non quantifiable.

Domaine de pertinence

Cette action est pertinente pour toutes les activités de transport.

Certains types de trajets empruntés peuvent représenter une contrainte pour cette solution. En effet, lorsque les dénivelés sont importants, des puissances élevées sont justifiées puisqu'elles permettent de conserver une vitesse suffisante. Cette solution sera d'autant plus pertinente que les véhicules sont dédiés à des parcours spécifiques permettant ainsi cette optimisation.

Dans le cas des véhicules utilitaires légers effectuant principalement des trajets urbains, il est important de tenir compte du type de charge transportée, et donc du métier, pour optimiser la puissance :

- Dans le cas où le véhicule transporte du « volume » (c'est-à-dire des marchandises ayant un ratio poids/volume faible) une puissance modérée suffit et l'on peut sans difficulté se situer dans la partie basse de la fourchette de puissance d'un modèle donné. En outre, pour consommer le moins possible, il est recommandé de concilier une chaîne cinématique longue et une faible puissance.
- Au contraire, si le véhicule transporte du « poids » et que le poids du véhicule chargé se rapproche du PTAC, il est préférable de disposer d'une réserve de puissance.

A contrario, dans le cas des véhicules utilitaires légers effectuant des trajets routiers longue distance, il est indispensable que le conducteur dispose de suffisamment de puissance, afin d'éviter de surconsommer, en particulier dans les montées avec des véhicules équipés d'un régulateur de vitesse. Pour un fourgon, on choisira une puissance d'au moins 120 CV.

⁶ ADEME, Estimation des gains potentiels en émissions de polluants atmosphériques (PM, NOx, COV) des actions de la charte d'engagement volontaire « Objectif CO₂ Les transporteurs s'engagent », 2016.

Mise en Œuvre

Cette action doit être engagée lors du renouvellement des véhicules.

La première étape consiste à réaliser une analyse des consommations en fonction de la puissance du véhicule, à charge transportée et à usage équivalents. Dans une deuxième étape, un dialogue poussé avec les différents constructeurs doit être engagé afin de choisir la puissance la mieux adaptée à la spécificité des activités du transporteur et aux missions du véhicule. Certains constructeurs proposent à leurs clients de tester les véhicules, ce qui peut être un moyen efficace de valider l'adéquation de la puissance au besoin et de mesurer la consommation du nouveau véhicule dans ses conditions d'utilisation.

Cette solution présente un temps court de retour sur investissement (< 1 an) puisque les modèles moins puissants sont en général moins chers à l'achat.

La faisabilité de mise en œuvre de cette solution peut être considérée comme facile à intermédiaire : si elle ne nécessite pas de changement dans l'organisation, la solution optimale n'est pas évidente à déterminer et se heurte aussi au degré de polyvalence des véhicules de certaines flottes.

Dans le cas des véhicules utilitaires légers, il faut compter un surcoût d'environ 1 500 € pour un supplément de puissance de 25 CV⁷. D'autre part, il est important que l'acheteur d'un véhicule utilitaire léger s'informe de manière détaillée auprès des constructeurs préalablement à l'achat, afin de tenir compte de l'évolution des gammes de véhicules dans le temps, et de leurs consommations moyennes⁸, qui peuvent avoir tendance à augmenter. De ce fait, si une entreprise souhaite par exemple renouveler un véhicule utilitaire léger de 120 CV pour un usage principalement longue distance, elle a plutôt intérêt à opter pour un 150 CV afin d'éviter que le moteur peine dans les montées, ce qui se traduirait par une augmentation de la consommation.

Suivi de la solution

La solution peut s'appliquer d'une part à une diminution de la puissance (cas standard) ou à une augmentation de la puissance (cas spécifique).

Indicateurs de suivi de la solution :

- Nombre de véhicules renouvelés avec une puissance inférieure (ou supérieure), à mission équivalente ;
- Ecart moyen entre la consommation des véhicules entrants et des véhicules sortants du parc (en litre/100 km).

Modalités pratiques de collecte des données :

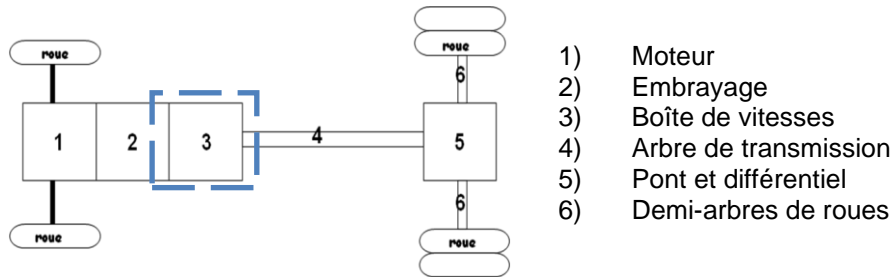
- Construction d'un tableau à double entrée présentant le nombre de véhicules du parc par puissance et par activité (missions des véhicules, contexte géographique, ...) ;
- Tableau de suivi des véhicules neufs : puissance, PTAC, type de boîte, rapport de pont, ...

⁷ Données du constructeur (passage d'un VUL de 100 CV à un 125 CV).

⁸ Par exemple un fourgon Euro V de 120 CV va consommer environ 2 l/100 km de plus qu'un équivalent Euro IV de même puissance (données du constructeur).

Solution 2 : Choix d'une boîte de vitesses robotisée

Comment ça marche ?



On distingue trois types de boîtes de vitesses : manuelles, automatiques et robotisées.

Les boîtes automatiques et robotisées permettent toutes deux de déterminer de façon automatique le meilleur rapport de transmission, mais avec des technologies différentes :

- La boîte de vitesses automatique est équipée d'un convertisseur de couple qui remplace l'embrayage. Ce convertisseur ayant besoin d'énergie pour fonctionner, il induit une légère surconsommation.
- La boîte de vitesses robotisée, BVR, (avec ou sans synchronisateur) comprend un robot électrohydraulique en plus de la boîte manuelle classique. Il commande la gestion électronique de l'embrayage et du passage des rapports. On peut assimiler le fonctionnement d'une BVR à la gestion automatisée d'une boîte manuelle. On distingue deux modes de fonctionnement dans cette solution technique :
 - Les boîtes « séquentielles » qui forcent à passer les rapports successivement ;
 - Les boîtes « impulsionnelles » qui permettent de sauter des rapports sans passer par les intermédiaires.

Les avantages par rapport à la boîte automatique sont multiples : la perte énergétique est moindre et l'entretien est moins coûteux. Par rapport à la boîte manuelle, cette solution apporte également une amélioration en termes de confort de conduite et de sécurité. Certaines options proposent des optimisations supplémentaires du fonctionnement de la boîte.

La boîte robotisée est proposée sur toutes les gammes de poids lourds, et est également disponible sur la plupart des véhicules utilitaires légers (tous PTAC).

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

L'intérêt d'une boîte de vitesses robotisée est de proposer une gestion automatique de l'embrayage et du passage des rapports, pour un coût énergétique limité.

Toutefois, la boîte de vitesses robotisée ne remplace pas l'anticipation des conducteurs. A titre d'exemple, à l'approche d'une montée, le conducteur pourra rétrograder plus tôt que la boîte robotisée. Certaines commandes électroniques peuvent cependant également intégrer des paramètres externes au moteur (changement de déclivité par exemple).

Pour les poids lourds, les résultats d'un test mené par l'ADEME et un transporteur sur 2 agences pilotes et 11 ensembles routiers de 40 t de PTAC et sur des périodes allant de 6 à 12 mois sont les suivants :

- Réduction moyenne de la consommation de 1,2 l/100 km ;
- Lissage des consommations entre les conducteurs (l'écart type se réduit de 2,5 l/100 km) ;
- Conducteurs originellement performants : consommation identique, voire légère augmentation ;
- Conducteurs originellement peu performants : forte diminution des consommations.

Dans le cas des véhicules utilitaires légers, la boîte robotisée est bien adaptée aux besoins de la circulation en milieu urbain. Son impact en termes de consommation de carburant se traduit par un lissage des performances des conducteurs. Sur des trajets urbains, on observe en effet, au sein d'une même entreprise, des différences de consommation de carburant pouvant aller jusqu'à 40 % selon le conducteur. Pour un conducteur ayant tendance à accélérer fortement, la boîte robotisée permet d'économiser beaucoup de carburant. Cependant, un « bon » conducteur ne verra pas sa consommation diminuer avec l'usage d'une boîte robotisée.

Le tableau suivant présente les gains associés à cette solution :

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gain lié à la solution (% consommation en l/100 km)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	7 %
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	4 %
Grand porteur	Régional	>12 t	3,5 %
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	3 %

Sources : ADEME, entretiens constructeurs

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Le passage à une boîte robotisée n'a pas d'effet identifiable sur les émissions de polluants atmosphériques. L'analyse des études sur le sujet⁹ montre qu'il manque des références pour atteindre des conclusions plus précises sur l'effet de l'optimisation de la puissance du moteur et de la chaîne cinématique sur les émissions de polluants. La réduction des fortes accélérations conduit cependant à envisager un impact positif sur les émissions de polluants atmosphériques.

Domaine de pertinence

Les gains liés à l'usage d'une boîte robotisée seront plus importants sur des parcours ou types de transport impliquant de nombreux changements dans les rapports de vitesses (zones urbaines, parcours avec variations fréquentes de dénivelés, ...).

Dans le cas des poids lourds, la boîte robotisée est devenue un standard sur la gamme longue distance.

Mise en Œuvre

Cette action doit être engagée lors du renouvellement des véhicules. Elle n'est pas envisageable a posteriori, car elle serait trop coûteuse. Le surcoût associé à l'équipement en boîte robotisée lors de l'achat d'un poids lourd est généralement compris entre 2 000 et 4 000 €. Pour un véhicule utilitaire léger du type fourgon, le surcoût à l'achat d'une boîte robotisée est de l'ordre de 1 500 €.

Une formation pour accompagner la prise en main des conducteurs est fortement recommandée pour donner suite au changement de boîte car le mode de conduite est notablement modifié.

Cette action est à envisager en lien avec l'action éco-conduite (Cond 1) et l'action de suivi des consommations (Carb 4). Elle a en effet moins de sens si les conducteurs sont déjà performants et pourra donc être proposée de préférence aux conducteurs les moins performants en termes de gestion de la boîte de vitesses.

Dans les conditions de coût listées ci-dessus, le temps de retour sur investissement est considéré comme intermédiaire (1-3 ans).

Enfin, la faisabilité de cette solution peut être considérée comme relativement facile, les boîtes robotisées étant proposées par tous les constructeurs.

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- Nombre de véhicules équipés d'une boîte de vitesses robotisée ;

Modalités pratiques de collecte des données :

- Tableau de suivi des véhicules neufs : puissance, PTAC, type de boîte, rapport de pont...

⁹ ADEME, Estimation des gains potentiels en émissions de polluants atmosphériques (PM, NOx, COV) des actions de la charte d'engagement volontaire « Objectif CO₂ Les transporteurs s'engagent », 2016.



Certificats d'économies d'énergie

Opération n° TRA-EQ-115

Véhicule de transport de marchandises optimisé

1. Secteur d'application

Véhicules de catégorie N3 selon l'article R.311.1 du code de la route

2. Dénomination

Achat ou location d'un véhicule de catégorie N3 neuf optimisé d'un poids total roulant autorisé (PTRA) supérieur ou égal à 40 tonnes.

3. Conditions pour la délivrance de certificats

Le véhicule neuf optimisé respecte les normes environnementales en vigueur et comporte les trois technologies suivantes :

- boîte de vitesse robotisée ;
- équipements pour l'aérodynamisme : déflecteur de toit et carénage latéral de l'interface entre la cabine et la remorque : le carénage latéral de l'interface est exigé uniquement pour les tracteurs routiers ;
- pneus à basse résistance au roulement : ils doivent appartenir à une classe d'efficacité en carburant au moins égale à C et à une classe d'adhérence sur sol mouillé au moins égale à C (classification au sens du règlement européen n°1222/2009 du 25 novembre 2009 sur l'étiquetage des pneumatiques en relation avec l'efficacité en carburant et d'autres paramètres essentiels).

La preuve de réalisation de l'opération mentionne l'achat ou la location d'un véhicule de transport de marchandises optimisé neuf et le fait que le véhicule optimisé comporte les trois technologies suivantes :

- pneus à basse résistance au roulement de classe d'efficacité en carburant supérieure ou égale à C et de classe d'adhérence sur sol mouillé supérieure ou égale à C ;
- équipements pour l'aérodynamisme : déflecteur de toit, carénage latéral de l'interface uniquement pour les tracteurs ;
- boîte de vitesse robotisée.

A défaut, la preuve de réalisation de l'opération mentionne l'achat ou la location d'un véhicule neuf avec ses marque et référence et elle est complétée par un document issu du fabricant indiquant que le véhicule de marque et référence acheté ou loué est un véhicule optimisé. Ce document indique que le véhicule optimisé comporte les trois technologies suivantes :

- pneus à basse résistance au roulement de classe d'efficacité en carburant supérieure ou égale à C et de classe d'adhérence sur sol mouillé supérieure ou égale à C ;
- équipements pour l'aérodynamisme : déflecteur de toit, carénage latéral de l'interface uniquement pour les tracteurs routiers ;
- boîte de vitesse robotisée.

Dans le cas de la location, la durée du contrat de location est égale ou supérieure à 24 mois.

Les documents justificatifs spécifiques à l'opération sont :

- une copie du certificat d'immatriculation du véhicule optimisé ;
- un état récapitulatif, issu du professionnel et signé par le bénéficiaire de l'opération, indiquant par véhicule, son numéro d'identification, la date de commande, la date d'immatriculation, le lieu de réalisation (nom du site, numéro de SIRET de l'établissement bénéficiaire, adresse du site).

4. Durée de vie conventionnelle

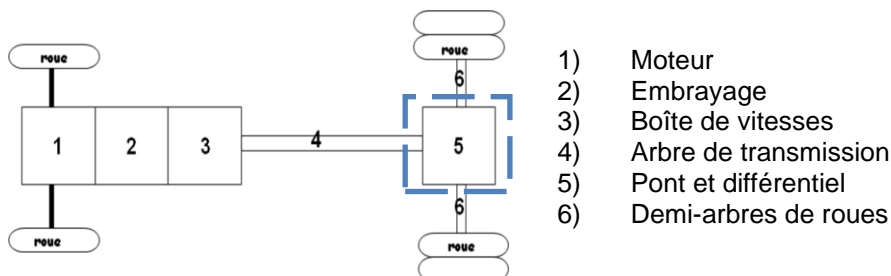
10 ans.

5. Montant de certificats en kWh cumac

Montant en kWh cumac par véhicule neuf optimisé		Nombre de véhicules neufs optimisés
181 300	X	N

Solution 3 : Optimisation du pont

Comment ça marche ?



- 1) Moteur
- 2) Embrayage
- 3) Boîte de vitesses
- 4) Arbre de transmission
- 5) Pont et différentiel
- 6) Demi-arbres de roues

Le pont assure la transmission de l'énergie du moteur jusqu'aux roues. La « longueur » du pont est le rapport de démultiplication entre la vitesse de rotation de l'arbre de transmission et la vitesse de rotation des roues. Elle peut varier entre 1:2,2 (pont rapide / pont long) et 1:2,8 (pont lent ou pont court).

Un rapport de pont long est pertinent pour de longues distances à vitesse stabilisée, mais les reprises seront plus faibles. Un rapport de pont court est pertinent pour des changements de vitesse fréquents. Les constructeurs de véhicules utilitaires légers ont tendance à allonger le rapport de pont pour pouvoir revendiquer des consommations aussi faibles que possible. La conséquence est parfois un manque de couple dans les côtes (pour gagner en nervosité, il faut en effet rétrograder sur le 3^{ème} ou le 4^{ème} rapport, ce qui a un impact négatif sur la consommation). En urbain, ce facteur est moins important car le chauffeur a toujours la possibilité de rétrograder pour accélérer franchement.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Pour les poids lourds, l'écart maximum de consommation entre la situation la plus favorable et la moins favorable en termes de réglage de pont est d'environ 5 %. Le gain moyen associé à cette action est de 2,5 %.

Le gain de consommation lié à l'utilisation d'un pont court sur un véhicule utilitaire léger à propulsion est du même ordre de grandeur que pour les poids lourds.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gain lié à la solution (% consommation en l/100 km)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	2,5 %
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	
Grand porteur	Régional	>12 t	
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	

Sources : www.energeco.org, entretiens constructeurs

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Une analyse des études sur le sujet¹⁰ montre que la solution n'a pas d'effet directement identifiable sur les émissions de polluants.

Il manque néanmoins des références pour atteindre des conclusions plus précises sur l'effet de l'optimisation du pont sur les émissions de polluants.

¹⁰ ADEME, Estimation des gains potentiels en émissions de polluants atmosphériques (PM, NOx, COV) des actions de la charte d'engagement volontaire « Objectif CO₂ Les transporteurs s'engagent », 2016.

Domaine de pertinence

Cette action est pertinente pour tous les types de véhicules. Le réglage du pont doit être discuté avec les constructeurs et adapté à la vitesse maximale et au type de trajet de chaque véhicule. Cette solution sera d'autant plus pertinente que les véhicules sont spécialisés sur des trajets récurrents, ce qui permet d'optimiser spécifiquement le véhicule.

En ce qui concerne les véhicules utilitaires légers, seuls les véhicules à propulsion sont concernés par cette solution¹¹. En pratique, les constructeurs ont tendance à proposer de plus en plus fréquemment un rapport de pont unique. Certains véhicules de 3,5 t à propulsion sont toutefois proposés avec deux rapports de pont : un « normal » et un « long », le couple long n'étant intéressant que pour les trajets sur autoroute (messagerie, course longue distance, ...).

Mise en Œuvre

Cette action doit être engagée lors du renouvellement des véhicules, car une modification a posteriori est coûteuse. Pour mettre en œuvre cette solution, il sera nécessaire de demander au constructeur une étude de modélisation. Pour réaliser cette étude, le constructeur aura alors besoin des informations concernant les caractéristiques des trajets effectués (dénivelés, vitesse maximum, nombre d'arrêts, conditions de circulation, ...). Grâce à ces éléments, le constructeur sera alors à même de fournir une information plus précise sur le rapport de pont optimum. Il est important de noter que les rapports de pont optimum sont associés à des caractéristiques précises des types de trajets réalisés. Toute modification de ces trajets ou des conditions d'utilisation aura des conséquences sur les performances du véhicule.

Cette solution présente un très bon temps de retour sur investissement (< 1 an) puisque les coûts spécifiques à cette solution sont nuls.

Enfin, la faisabilité de mise en œuvre de cette solution peut être considérée comme facile à intermédiaire : si elle ne nécessite pas de changement dans l'organisation, la solution optimale n'est pas évidente à déterminer et se heurte aussi au degré de polyvalence des véhicules de la flotte.

Suivi de la solution

Indicateurs de suivi de la solution :

- Nombre de véhicules ayant fait l'objet d'une optimisation de pont avec le constructeur ;
- Gain moyen (l/100 km) estimé par le constructeur après optimisation du pont.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Tableau de suivi des véhicules neufs : puissance, PTAC, type de boîte, rapport de pont, ...

¹¹ La plupart des véhicules utilitaires légers du type fourgon ou châssis-cabine sont proposés soit en mode propulsion (par les roues arrière), soit en mode traction. Dans ce dernier cas il n'y a pas de pont.

Solution 4 : Accélération de la modernisation de la flotte

Comment ça marche ?

Les véhicules les plus récents doivent répondre à la dernière norme Euro (Euro VI depuis le 1^{er} janvier 2014 pour les poids lourds et Euro 6 depuis le 1^{er} septembre 2015 pour les véhicules utilitaires légers). Même si une grande partie du parc roulant est déjà Euro VI (57 % pour la longue distance), une partie du parc reste composée de véhicules plus anciens.

PARC EXPLOITÉ SELON LA SPECIFICATION EURO DU VÉHICULE (EN %)

	0 à 19 salariés	20 à 49 salariés	50 salariés et plus	Ensemble 2017	Rappel 2016
Euro 0, I et II	0,0	0,0	0,2	0,1 %	0,1
Euro III	4,5	0,6	1,2	1,9 %	3,5
Euro IV	7,9	4,5	3,0	4,6 %	7,4
Euro V et EEV	42,1	39,3	33,0	36,7 %	46,4
Euro VI	45,5	55,6	62,6	56,7 %	42,6

Source : Enquête longue distance CNR 2017

L'objectif de cette action est ainsi d'anticiper le renouvellement des véhicules Euro IV (pour les véhicules lourds), Euro 4 (pour les véhicules légers) ou moins vers des véhicules Euro VI ou 6.

Pour développer ces nouveaux moteurs Euro VI, les constructeurs ont adopté deux stratégies différentes :

- Soit ils se sont basés sur un bloc moteur développé pour l'Euro V et l'ont optimisé (notamment pour les systèmes SCR -post-traitement par réduction catalytique sélective-)
- Soit ils sont repartis de zéro pour créer un nouveau moteur (notamment pour s'affranchir de l'EGR -recirculation refroidie des gaz d'échappement-)

Un filtre à particules complète systématiquement le système de réduction des NOx.

L'allègement d'un véhicule sans EGR, par rapport à un moteur avec EGR et SCR peut se monter à ~40 kg. Ce différentiel pourra servir à emporter plus de litres d'Adblue (~6 % en moyenne pour un moteur SCR alors que le taux d'un véhicule avec EGR et SCR est de 3 % en moyenne¹²).

Le renouvellement du parc de véhicules dépend du plan d'amortissement envisagé par l'entreprise. En général, la durée de vie des véhicules est fixée entre 8 et 10 ans en raison de l'impact financier. Le tableau ci-dessous présente la durée de vie moyenne des véhicules en km en fonction de la classe de PTAC. Plus le tonnage du véhicule augmente plus la durée de vie du véhicule augmente.

Classe de PTAC	Durée de vie en km
Porteur 3,5 t	300 000
Porteur 7,5 t	380 000
Porteur 12 t	480 000
Porteur 19 t	550 000
Ensemble routier	750 000

Source : Base Carbone

¹² Source : constructeur

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

L'enjeu est de dépolluer sans augmenter la consommation, or on sait que les moyens mis en œuvre pour amener à des réductions de polluants peuvent induire un accroissement de la consommation, qui, par le passé, a pu être compensé par l'optimisation du processus interne du moteur. Si la consommation moyenne d'un poids lourds est passée d'environ 50 l/100km au début des années 70 à 35 l/100 km dans les années 90, la mise en œuvre des normes à partir de Euro II n'a plus permis de gagner que 2 à 3 l/100 km.

Aucune hypothèse de gain n'est ainsi retenue par défaut puisqu'elle va dépendre en premier lieu :

- De la norme Euro du véhicule sortant du parc ;
- De la norme Euro du véhicule entrant.

D'autres considérations, comme la marque et le système de dépollution retenu (EGR ou SCR), vont également avoir une influence sur la réduction éventuelle des consommations. En effet, les approches technologiques utilisées par les constructeurs pour répondre aux seuils d'émissions des polluants atmosphériques ne sont pas les mêmes et vont engendrer une consommation énergétique spécifique différente.

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Les normes Euro s'appliquent lors de l'homologation des véhicules neufs sur banc d'essai. Pour les poids lourds, la réception par type porte sur le moteur (ou plus exactement le moteur parent d'une famille de moteurs), qui est homologué par rapport à ses émissions à l'échappement, car les poids lourds sont produits avec une grande variété de dimensions de châssis et de transmissions différentes (contrairement aux véhicules légers produits « en masse »).

En ce qui concerne les polluants atmosphériques, la pratique a montré un écart important (en positif comme en négatif selon le type de véhicule) entre les valeurs d'homologation sur le cycle testé et les valeurs observées en condition réelle de circulation (« facteur de conformité » pouvant varier de plusieurs unités). Ainsi les gains réels entre deux véhicules différents ne peuvent être évalués que dans le cadre de mesures à l'échappement en condition réelle d'exploitation. Toutefois, à isopérimètre de conditions d'utilisation du véhicule, les gains attendus par cette solution seront liés aux normes Euro des véhicules remplacés et des véhicules les remplaçant.

Domaine de pertinence

Cette action est pertinente pour toutes les activités de transport et tous les gabarits de véhicules. En outre le renouvellement anticipé de la flotte est particulièrement intéressant pour répondre à la mise en place par une agglomération d'une zone à faibles émissions mobilité (ZFE-m) sur tout ou partie de son territoire. A l'intérieur de la zone délimitée par la ZFE-m, l'accès est en effet limité pour les véhicules les plus émetteurs de polluants atmosphériques, dans l'objectif d'améliorer la qualité de l'air et protéger la santé des populations.

Mise en Œuvre

Cette action s'inscrit dans le cadre programmé du renouvellement de la flotte, en s'appuyant sur le changement des véhicules les plus anciens, sa faisabilité est donc facile puisque n'incorporant pas de développements spécifiques.

Le temps de retour sur investissement est variable puisqu'il va dépendre des véhicules remplacés et des véhicules les remplaçant (de la même façon que les gains en termes d'émissions de CO₂ ou de polluants atmosphériques dépendent également de l'ancien et du nouveau véhicule).

La question du renouvellement des véhicules peut être abordée de façon plus large et ouvrir à l'opportunité d'acquisition de véhicules à motorisations électriques (cf. fiche n°1 de l'axe carburant) ou à carburants alternatifs (cf. fiche n°2 de l'axe carburant).

Suivi de la solution

Indicateurs de suivi de la solution

- Nombre de véhicules Euro VI ou 6 achetés en renouvellement de véhicules Euro IV, 4 ou moins

Modalités pratiques de collecte des données :

- Suivi de l'état du parc

Axe Véhicule – Fiche n° 2

Solutions techniques d'optimisation de la vitesse et du ralenti

SYNTHESE

Description de l'action

Le bridage vitesse consiste à limiter / bloquer la vitesse du véhicule à une valeur maximale donnée. Cette valeur doit offrir le meilleur compromis entre la consommation et les contraintes d'exploitation (délai de livraison). Le choix de la vitesse de bridage doit être précédé d'une série de tests. La vitesse doit être définie au km/h près, entre 80 et 90 km/h pour les poids lourds et 110 km/h pour les véhicules utilitaires légers.

La coupure automatique du moteur au ralenti consiste à équiper le véhicule d'un système qui fait en sorte qu'à l'issue d'une durée réglable (quelques minutes) après l'arrêt du véhicule et le serrage du frein de parc, le moteur soit coupé automatiquement.








Le régulateur de vitesse intelligent permet une régulation prédictive de la vitesse en fonction des données de navigation.

Domaine de pertinence

Le bridage de la vitesse est particulièrement pertinent pour les parcours longue distance à vitesse stabilisée.

La coupure automatique du moteur au ralenti est préconisée dans le cas des trajets nécessitant de nombreux arrêts d'une certaine durée (enlèvements, livraisons).

Le régulateur de vitesse intelligent est utile en cas de parcours en terrain vallonné.

Solutions	Gains CO ₂	Retour sur investissement	Faisabilité	Domaine de pertinence
Régulateur de vitesse intelligent Adaptation de la vitesse à la topographie du terrain	0% 10% 0,5% à 4%	>3 ans <1 an	Difficile Facile	
Bridage de la vitesse maximale des véhicules Limitation de la vitesse maximale du véhicule	0% 10% 1,2% à 5%	>3 ans <1 an	Difficile Facile	  
Coupure automatique du moteur au ralenti Coupure automatique du moteur après une durée d'arrêt prédéterminée, moteur au ralenti	0% 10% 1% à 6%	>3 ans <1 an	Difficile Facile	  

Solutions	Gains NOx	Gains PM	Gains COV	Domaine de pertinence
<p>Régulateur de vitesse intelligent</p> <p>Adaptation de la vitesse à la topographie du terrain</p>	-	+	+	ER
<p>Bridage de la vitesse</p> <p>Limitation de la vitesse maximale du véhicule</p>	-	+	+	VUL GP ER
<p>Coupure automatique du moteur au ralenti</p> <p>Coupure automatique du moteur après une durée d'arrêt prédéterminée, moteur au ralenti</p>	+	+	+	PP GP ER

Axe Véhicule – Fiche n° 2

Solutions techniques d'optimisation de la vitesse et du ralenti

FICHE DETAILLEE

Contexte et réglementation

Bridage de la vitesse

Les poids lourds sont aujourd'hui soumis à des limitations de vitesse de circulation, définies dans les articles R413-7 et suivants du Code de la route :

- 90 km/h sur autoroute (80 km/h pour le transport de marchandises dangereuses) ;
- 80 km/h sur route (60 km/h relevée à 70 km/h sur route prioritaire pour le transport de marchandises dangereuses).
- 50 km/h en agglomération sauf sur le boulevard périphérique de Paris où cette dernière est relevée à 70 km/h.

La réglementation qui définit ces limitations de vitesse de circulation amène ainsi les constructeurs à calibrer les moteurs/véhicules de façon à avoir une consommation optimisée à 90 km/h. Brider le moteur en deçà de la réglementation est une mesure volontaire qui déplace le point de fonctionnement habituel. Dans le cas des véhicules utilitaires légers, la vitesse des véhicules d'un PTAC inférieur ou égal à 3,5 tonnes est limitée hors agglomération à 130km/h sur les autoroutes, à 110 km/h sur les routes à deux chaussées séparées par un terre-plein central et à 90 km/h sur les autres routes. En agglomération la vitesse de ces véhicules est limitée à 50 km/h (cette limite peut être relevée à 70 km/h sur les sections de route où les accès des riverains et traversées des piétons sont en nombre limité et sont protégés par des dispositifs appropriés).

Coupure automatique du moteur au ralenti

Contrairement au Canada et aux Etats-Unis, où la plupart des ralentis improductifs sont interdits, les réglementations française et européenne ne font pas mention de cette question.

Régulateur de vitesse intelligent

Ce dispositif, qui est une aide à la conduite, n'a aucune assise réglementaire.

Solution 1 : Régulateur de vitesse intelligent

Comment ça marche ?

Le régulateur de vitesse intelligent (ACC Adaptative Cruise Control) est un système complémentaire du régulateur de vitesse qui permet ainsi au global de combiner deux caractéristiques :

- Rouler à vitesse constante, indépendamment du profil et des conditions de route (vent, côtes, descentes, ...) : c'est le système de régulation de vitesse classique. Le conducteur fixe sa vitesse de croisière et le mécanisme prend le relais en maintenant cette allure. Pour décélérer, il faut freiner ou reprogrammer le système. Pour rouler plus vite, il suffit d'appuyer sur l'accélérateur.
- Rouler de façon adaptative avec contrôle de manière optimale de la vitesse en assistant le conducteur dans les montées et les descentes, et régulateur d'allure et d'espacement avec le véhicule précédant par rapport à des vitesses de croisière et de descente données : c'est le système prédictif ACC.

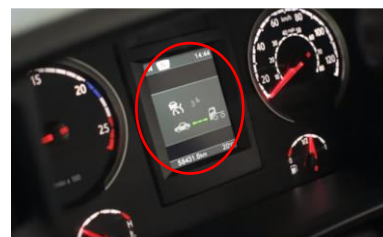
Le véhicule reconnaît sa position et adapte sa vitesse en fonction de toutes les informations collectées par caméras et système de navigation (lecture des panneaux de circulation et consultation à l'avance des données de navigation sur l'itinéraire, prenant en compte virages, ronds point et intersections, topographie, ...). Si la route est inconnue de la carte ou en cas de perte du signal GPS, le régulateur de vitesse redevient classique.



Bouton de commande du régulateur



Bouton de réglage au volant de l'ACC



Visualisation des réglages sur le tableau de bord

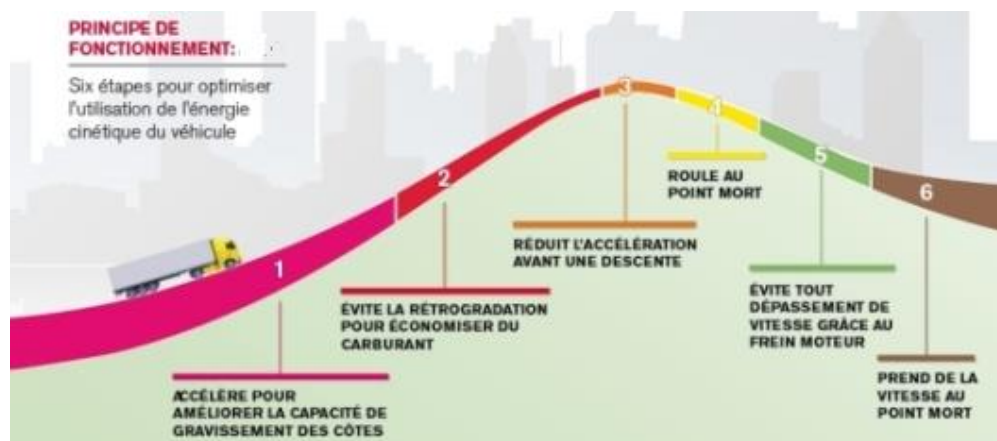
Source : Scania

Le régulateur est avant tout un élément de confort ; même s'il améliore la sécurité, il n'est pas un outil de sécurité.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

La fonction prédictive du régulateur de vitesse va contribuer à réduire la consommation de carburant sur des topographies de terrain particulières.

Des tests sur des tronçons d'autoroute ont abouti à des réductions de la consommation de l'ordre de 0,7 %, 4 % et 1,5 % respectivement en terrain légèrement vallonné, vallonné et avec des longues et pentes montées et descentes.



Source : Constructeur

Le gain retenu par l'entreprise dépendra fortement des itinéraires suivis par ses poids lourds.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à l'utilisation d'un régulateur de vitesse intelligent (% de réduction des émissions de CO ₂)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	-
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	-
Grand porteur	Régional	>12 t	-
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	0,5 à 4 %

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Par analogie avec les gains estimés en cas de mise en place d'une solution de « bridage de l'accélération »¹³, on obtient les gains ci-dessous.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (% de réduction des émissions de polluants)		
			NOx	PM	COV
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	-	+	+
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t			
Grand porteur	Régional	>12 t			
Ensemble routier	Longue Distance	40 t			

Ces gains sont à considérer pour un véhicule non équipé de filtres à particules.

Domaine de pertinence

Le régulateur de vitesse intelligent est surtout utile sur des routes vallonnées, beaucoup moins en montagne, où l'élan avant une montée apporte peu.

Mise en Œuvre

Une mise à plat du plan de transport et l'identification d'itinéraires clés et pertinents (terrain vallonné) est nécessaire au préalable de la mise en œuvre de cette action.

L'accumulation de données en temps réel, sur les trajets sélectionnés, permettra d'alimenter la base de données et d'ajuster de façon encore plus optimale le comportement prédictif du régulateur.

Le coût du régulateur de vitesse intelligent est de l'ordre de 2 000 €. Le temps de retour sur investissement est ainsi estimé à moins d'un an.

Suivi de la solution

Indicateurs de suivi de la solution :

- Nombre de véhicules équipés d'un régulateur de vitesse intelligent.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Suivi des consommations de carburant des véhicules sur lesquels un régulateur de vitesse intelligent a été installé.

¹³ ADEME, *Estimation des gains potentiels en émissions de polluants atmosphériques (PM, NOx, COV) des actions de la charte d'engagement volontaire « Objectif CO₂ Les transporteurs s'engagent »*, 2016.

Solution 2 : Bridage de la vitesse maximale des véhicules

Comment ça marche ?

La vitesse accroît la résistance aérodynamique de façon sensible, ce qui nécessite une demande de puissance accrue et augmente ainsi la consommation de carburant. La réduction de la vitesse de conduite permet donc une économie de carburant sensible et directe. Cette action est à relier à l'action « Modernisation et ajustement du parc à son usage » (fiche action n°1 de l'axe véhicule) : en effet, la chaîne cinématique d'un poids lourd peut être optimisée pour une vitesse proche de 90 km/h (notamment via le rapport de pont), auquel cas le bridage peut dans certains cas induire une hausse de la consommation.

Dans le cas des poids lourds, le calcul de la vitesse optimale doit être directement réalisé avec le constructeur. L'objectif sera de se situer dans un régime moteur autour de 1 100 à 1 200 tours/mn pour cette vitesse optimale et le rapport le plus élevé, ce qui permet d'obtenir un rendement maximal et donc de minimiser la consommation de carburant.

Dans le cas des véhicules utilitaires légers, le bridage de la vitesse peut s'envisager à une vitesse de 110 km/h sur parcours routier. Par contre, si le véhicule est utilisé sur des trajets principalement urbains, le bridage de la vitesse n'apporte pas de gain significatif de consommation (bien qu'il puisse se justifier au plan de la sécurité).

Bonne pratique

Il est indispensable que l'entreprise procède à une action collective d'information et de sensibilisation des conducteurs sur les vitesses maximales à ne pas dépasser. Cette action peut, le cas échéant, permettre d'éviter la mise en œuvre du bridage de la vitesse des véhicules, ou bien être menée en accompagnement du bridage de la vitesse.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Les gains retenus pour les différents types de véhicules et les différents types d'usages sont particulièrement significatifs sur des usages longue distance, car la part du trajet réalisé à vitesse maximale est prépondérante. Pour les usages régionaux, la part du trajet réalisée à vitesse maximale est plus faible et donc les gains sont moins importants. Enfin, pour des usages urbains, les gains peuvent être considérés comme négligeables car la part du trajet réalisé à vitesse maximale est minoritaire.

Pour les véhicules utilitaires légers sur des parcours routiers longue distance, le gain de consommation lié au bridage à 110 km/h est de 5 %¹⁴. Il peut même être nettement plus élevé pour certains conducteurs.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à un bridage (% de réduction des émissions de CO ₂)		
			Bridage de 90 à 80 km/h	Bridage de 90 à 85 km/h	Bridage à 110 km/h
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	-	-	5 % (en parcours routier longue distance)
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	-	-	-
Grand porteur	Régional	>12 t	2,5 %	1,2 %	-
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	5 %	2,5 %	-

Source : constructeurs

Nota Bene : le bridage peut dans certains cas être à l'origine d'une détérioration des performances en termes de consommation. En effet, un bridage à une vitesse trop basse risque de contraindre le conducteur à rétrograder plus souvent et donc induire des régimes moteurs plus élevés. Il faut alors détailler l'évolution du temps passé sur chaque rapport pour identifier l'éventuel impact négatif du bridage.

¹⁴ Source : constructeur de véhicules

Illustration : test transporteur sur des poids lourds (source : transporteur + ADEME)

Un test de l'impact du bridage moteur (à 80, 85 et 88 km/h) sur les consommations de carburant a été réalisé sur 77 véhicules (type ensemble routier) suivis pendant 2 mois.

Trois groupes de conducteurs ont été distingués en fonction de leur consommation moyenne :

- Groupe 1 : conducteurs consommant moins de 32 l/100 km → impact du bridage neutre
- Groupe 2 : conducteurs consommant entre 32 et 35 l/100 km
 - o le bridage à 88 km/h entraîne un gain 1 l/100 km
 - o le bridage à 85 km/h entraîne un gain 1,5 l/100 km
- Groupe 3 : conducteurs consommant plus de 35 l/100 km
 - o le bridage à 80km/h ressort comme le plus efficace et entraîne un gain de 6 l/100 km

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Une analyse des études sur le sujet¹⁵ permet de connaître avec une bonne précision l'effet de la vitesse sur les émissions de polluants. La vitesse moyenne reste une première approche. Des études donnant les émissions en fonction du couple vitesse/accélération seraient plus précises.

Si l'on fait l'hypothèse que les VUL réagissent généralement comme des VP en termes d'émissions, on peut déduire des sources présentées que la vitesse optimale de ces véhicules se situe autour de 80 km/h pour réduire les émissions de PM, NOx et COV au kilomètre parcouru. Il est cependant inadapté de brider la vitesse d'un VUL (nécessité de rouler sur autoroute, ...), un bridage de l'accélération sera plutôt envisagé. En ce qui concerne les poids lourds, la tendance est similaire, même si l'optimum semble se situer plus bas, entre 60 et 70 km/h.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (% de réduction des émissions de polluants)		
			NOx	PM	COV
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	-	+	+
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t			
Grand porteur	Régional	>12 t			
Ensemble routier	Longue Distance	40 t			

Ces gains sont à considérer pour un véhicule non équipé de filtres à particules.

Domaine de pertinence

Le bridage de la vitesse est pertinent pour les trajets longue distance avec des vitesses moyennes élevées et relativement stables.

Mise en Œuvre

Dans un premier temps, une discussion doit être organisée avec le constructeur afin de valider le point d'optimisation du véhicule et l'intérêt du bridage. Un test peut ensuite être réalisé sur un échantillon de véhicules tout en gardant une base de référence de véhicules non bridés (il peut être intéressant de tester différentes vitesses si la taille de l'échantillon reste significative). L'analyse des consommations permettra de valider rapidement la pertinence du bridage sur tout ou partie du parc.

Avant de mettre en place cette solution, il est conseillé d'analyser l'impact que pourra avoir cette solution. Un calcul économique doit être réalisé par activités afin de mettre en regard les gains de consommation et les inconvénients potentiels résultant de la diminution de la vitesse : augmentation des temps de parcours vis-à-vis des clients, moindre amortissement du matériel roulant et augmentation des horaires de conduite. L'acceptabilité auprès des conducteurs est également à tester. Enfin, il sera important de valider au préalable avec les clients la mise en place de cette solution (pour plus d'informations, se reporter à la fiche action de l'axe organisation des flux de transport n° 4 « Travail collaboratif avec les clients pour une meilleure optimisation des transports »).

Deux points facilitent la mise en œuvre du bridage : il s'agit d'une action qui peut être facilement ajustée (un retour en arrière simple et à coût quasiment nul) et les tests peuvent être réalisés sur une période

¹⁵ ADEME, *Estimation des gains potentiels en émissions de polluants atmosphériques (PM, NOx, COV) des actions de la charte d'engagement volontaire « Objectif CO₂ Les transporteurs s'engagent »*, 2016.

relativement courte. Un test simple peut consister à comparer sur 1 ou 2 mois d'exploitation les consommations de deux véhicules (l'un bridé, l'autre non) du même modèle et de même PTAC sur des trajets proches. Pour ces deux raisons, la faisabilité de cette solution peut être considérée comme facile. Enfin, le bridage a un coût négligeable. La seule dépense à prévoir est le coût de main-d'œuvre pour réaliser le nouveau paramétrage (ordre de grandeur : 20 mn de travail en atelier). Avec les hypothèses de gains et de coûts présentées ci-dessus, le retour sur investissement sera rapide (< 1 an).

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- Pourcentage de véhicules nouvellement bridés dans le parc de véhicules, en indiquant les vitesses retenues.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Suivi des consommations de carburant des véhicules sur lesquels un système de bridage a été installé.

Solution 3 : Coupure automatique du moteur au ralenti

Comment ça marche ?

Le fonctionnement au ralenti du moteur d'un véhicule à l'arrêt peut avoir plusieurs causes :

- L'habitude du conducteur de faire « chauffer » le moteur (cette opération n'est plus nécessaire avec les technologies actuelles) ;
- La nécessité de faire fonctionner des équipements auxiliaires, notamment la climatisation ou le chauffage ;
- La congestion routière ;
- Les temps d'attente pendant les chargements/déchargements du véhicule ;
- Ou tout simplement l'oubli.

Il est possible d'installer facilement un système permettant de stopper le moteur d'un véhicule à l'arrêt de façon automatique. En paramétrant le système, on peut faire en sorte qu'à l'issue d'une durée réglable (quelques minutes) après l'arrêt du véhicule et le serrage du frein de parc, le moteur soit coupé automatiquement.

Ce système peut être mis en place une fois le véhicule acheté : pour les véhicules récents, les constructeurs peuvent réaliser un paramétrage sur l'électronique du véhicule. Pour les véhicules plus anciens, des boîtiers existent pour activer l'arrêt moteur.

Cependant, la sensibilisation des conducteurs sur le bon usage du moteur reste bien entendu la meilleure solution, à mettre en œuvre en priorité (cf. Axe Conducteur – fiche n°1 relative à l'éco-conduite).

Bonne pratique

Une bonne sensibilisation des conducteurs et un suivi régulier et individualisé des temps de fonctionnement au ralenti est un prérequis à cette mesure. L'application de bonnes pratiques peut permettre d'éviter la mise en place de la mesure, ou de l'accompagner plus efficacement.

En outre, malgré un déclenchement automatique, la coupure peut être shuntée rien qu'en appuyant sur l'embrayage, ce qui relance le décompte avant la nouvelle coupure. La concertation/sensibilisation peut permettre d'éviter ces comportements, en essayant notamment d'en comprendre les raisons (climatisation, chauffage, idées reçues, etc.).

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

La consommation moyenne d'un poids lourd est d'environ 3 litres/h au ralenti. Comme il n'est pas rare que le moteur d'un poids lourd fonctionne 1 à 2 heures par jour lorsque le véhicule est à l'arrêt, ceci peut représenter des surconsommations allant jusqu'à 6 %. En moyenne, les constructeurs estiment qu'environ 1,5 % de la consommation de carburant est liée à l'usage du moteur lorsque le véhicule est à l'arrêt, ce qui représente environ 300 heures de fonctionnement du moteur au ralenti.

Ces chiffres sont des ordres de grandeur et varient fortement selon la durée des arrêts (plus le véhicule reste longtemps à l'arrêt avec moteur non coupé, plus le gain sera important). Un gain moyen de 2 à 6 % est retenu pour des trajets nécessitant de nombreux arrêts prolongés, tandis que les gains seront de 1 à 3 % pour des trajets avec peu d'arrêts.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à un système de coupure automatique du moteur au ralenti (% de réduction des émissions de CO ₂)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	-
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	1 à 6 %
Grand porteur	Régional	>12 t	
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	

Source : expertise ADEME, calculs réalisés à partir d'entretiens avec des constructeurs et des transporteurs

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

La coupure automatique du moteur au ralenti permet de limiter le temps de fonctionnement du moteur et donc de réaliser des économies en émissions de polluants et de carburant. Des technologies d'alimentation auxiliaires peuvent venir prendre le relais du moteur pendant les arrêts du véhicule. Les gains sur les NO_x, PM et COV sont ainsi proportionnels au temps passé à l'arrêt.

Comme il n'existe pas d'études européennes sur le sujet, une analogie avec les gains en CO₂ a été appliquée. Les émissions de polluants étant réduites dans une phase de fonctionnement du véhicule à l'arrêt (le moteur fonctionne sur un régime faible), on retiendra un gain d'émission pour l'ensemble des polluants dans la fourchette basse des gains en consommation de carburant ci-dessus.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (% de réduction des émissions de polluants)		
			NOx	PM	COV
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	-	-	-
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	+	+	+
Grand porteur	Régional	>12 t			
Ensemble routier	Longue Distance	40 t			

Domaine de pertinence

Cette solution est pertinente dans le cas des véhicules qui effectuent des arrêts nombreux et prolongés pour enlèvements ou livraisons. Elle n'est pas pertinente pour les véhicules utilitaires légers en milieu urbain.

Mise en Œuvre

Cette action est à réaliser en trois étapes : suivi et analyse des temps d'utilisation du moteur au ralenti, sensibilisation des conducteurs et mise en place de solutions automatisées.

Il est important de commencer par mettre en place un suivi rigoureux du temps passé par les véhicules à l'arrêt : la solution la plus fiable est de récupérer cette donnée grâce à un système d'informatique embarquée. Dans le cas où il n'y a pas de solution automatique, le temps peut être estimé en échantillonnant des trajets représentatifs des activités de l'entreprise et en demandant aux conducteurs de relever les temps à l'arrêt, ou en les accompagnant sur une période donnée.

Une simple sensibilisation peut être suffisante pour mettre en place une modification des comportements des conducteurs. Cette sensibilisation pourra prendre la forme d'un mini-guide, d'une formation ou plus simplement d'une lettre de sensibilisation. L'un des conseils serait alors de demander aux conducteurs d'arrêter le moteur dès qu'un arrêt dépasse 30 secondes.

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- Taux de diminution du nombre d'heures de ralenti moteur.

Modalités pratiques de collecte des données :

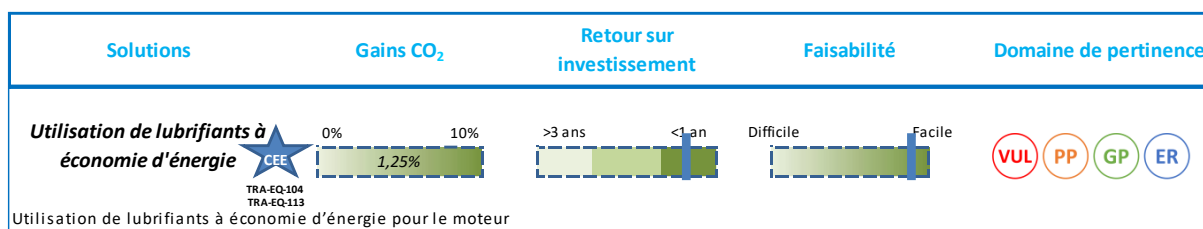
- Suivi des consommations liées à l'utilisation du ralenti moteur et/ou suivi du nombre d'heures de ralenti moteur.

Axe Véhicule – Fiche N° 3 Utilisation de lubrifiants moteurs à économie d'énergie *SYNTHESE*

Description de l'action	Domaine de pertinence
--------------------------------	------------------------------

Les lubrifiants à économie d'énergie permettent de réduire les consommations en réduisant les pertes mécaniques induites par les frottements.

Cette action est pertinente pour tous les domaines du transport de marchandises.



L'action est considérée comme sans effet avéré sur les émissions de polluants car elle n'impacte pas sur les processus sources de ces émissions.

Fiche Action – Véhicule N° 3

Utilisation de lubrifiants moteurs à économie d'énergie

FICHE DETAILLEE

Contexte et réglementation

Le principal rôle joué par les lubrifiants dans un véhicule est l'optimisation des frottements entre les différentes pièces en mouvement (paliers, pistons, chemises, distribution, ...). Les différents objectifs de l'utilisation de lubrifiants sont les suivants :

- Protection des pièces
- Refroidissements des contacts
- Nettoyage des pièces
- Limitation des frottements

Ces objectifs sont atteints grâce au dépôt d'une couche d'huile qui vient en interface entre ces pièces en mouvement.

On distingue trois catégories principales de lubrifiants : les huiles d'origine minérale, les huiles de synthèse et les huiles semi-synthétiques, ces dernières étant les plus fréquemment utilisées aujourd'hui. Ces huiles sont ensuite classées par « grade », correspondant principalement à leurs caractéristiques de viscosité. La classification la plus souvent utilisée est la classification SAE (Society of Automotive Engineers). Elle est structurée selon une classification du type xW-y avec :

- *x* : indice de viscosité à froid. Une faible valeur est le signe d'une bonne fluidité à basse température ;
- *y* : indice de viscosité à chaud (100-150 °C), représentant la viscosité pendant le fonctionnement du moteur.

Pour les poids lourds, c'est l'indice de viscosité à chaud qui est le plus important, étant donné les grandes distances effectuées et donc la prépondérance du temps de fonctionnement à chaud. A noter que l'huile standard la plus utilisée en France est l'huile 15W-40.

Depuis plus d'une dizaine d'années, le paramètre « économies d'énergie » est aussi pris en compte dans la recherche et développement. Il s'agit d'optimiser les 3 principaux paramètres du lubrifiant : sa durée de vie (continuer la tendance à l'augmentation des intervalles entre vidanges), sa fonction protectrice du moteur et enfin son coefficient de friction afin de diminuer les pertes liées aux frottements internes. Comme certaines de ces propriétés sont antagonistes, cette optimisation passe par des recherches pointues sur la formulation du lubrifiant.

Enfin, si des lubrifiants à économie d'énergie existent pour les moteurs, le pont et la boîte de vitesse, nous nous focalisons dans cette fiche sur les lubrifiants moteur car c'est là que les gains de carburant sont les plus significatifs.

Deux fiches CEE (CEE-TRA-EQ-113 pour les poids lourds, CEE n° TRA EQ 104 pour les véhicules utilitaires légers) existent pour les lubrifiants moteur à économie d'énergie, à condition que ces lubrifiants démontrent un gain de consommation de carburant supérieur à 1 % (pour plus de renseignements, se référer aux fiches CEE en annexe de cette fiche action).

Solution : Lubrifiants moteur à économie d'énergie

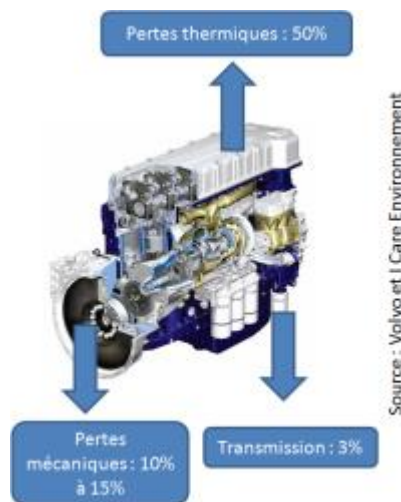
Comment ça marche ?

Les propriétés d'économie d'énergie des lubrifiants sont obtenues de deux façons complémentaires :

- A travers le travail sur la viscosité de l'huile : optimisation de la courbe de viscosité en fonction des caractéristiques de température, pression et cisaillement, dans le but d'obtenir une viscosité plus faible sans risque d'usure ou de grippage ;
- A travers l'ajout d'additifs spécifiques appelés modificateurs de frottement.

Les lubrifiants à économie d'énergie désignent les lubrifiants dont la performance en consommation de carburant est supérieure à la performance du lubrifiant de référence 15W40.

Les lubrifiants à économie d'énergie sont disponibles dans toutes les catégories d'huile (minérale, semi-synthétique et synthétique).



Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Les gains sur la consommation de carburant peuvent être obtenus par différents types d'essais :

- Essais sur bancs à rouleau dans des conditions normalisées ;
- Essai sur des flottes de véhicules en conditions réelles de fonctionnement.

Si les fournisseurs de lubrifiants mettent en avant des essais sur des flottes de véhicules avec des gains constatés allant jusqu'à 2-3 %, les essais normalisés sur banc moteur (suivant les conditions décrites dans la fiche CEE) montrent aujourd'hui des gains pour les lubrifiants actuellement commercialisés compris entre 1 et 1,5 %. Nous proposons en conséquence de retenir pour cette fiche action un gain standard de 1,25 % pour les poids lourds.

En conséquence, le gain associé à cette action est de 1,25 % de réduction de consommation de carburant.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (% de consommation de carburant en l/100 km)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	1,25 %
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	
Grand porteur	Régional	>12 t	
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	

Source : Fabricants, ADEME (pour les véhicules utilitaires légers : estimation).

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Une analyse des études sur le sujet¹⁶ montre que la solution n'a pas d'effet direct sur les émissions de polluants car cette action n'impacte pas la température de combustion. L'utilisation de ces lubrifiants amène uniquement à une réduction des émissions de polluants proportionnelle aux gains en consommation de carburant. Vu les incertitudes sur l'impact de la mesure, on considère ainsi que ceci n'a pas d'effet sur les émissions de polluants.

Domaine de pertinence

Les lubrifiants à économie d'énergie sont applicables à l'ensemble des usages de transport de marchandises.

Mise en Œuvre

Le choix du lubrifiant doit se faire en accord avec les préconisations du constructeur : le transporteur doit notamment veiller à ne pas descendre en dessous des spécifications de viscosité à chaud en faisant le choix d'une huile trop fluide.

Le choix des lubrifiants est fait soit par le transporteur, soit par le concessionnaire d'entretien moteur si l'entreprise a externalisé sa maintenance du moteur à un prestataire. Dans ce dernier cas, il faut veiller à ce que le contrat de sous-traitance précise bien quels lubrifiants doivent être utilisés par le prestataire. Le poste « lubrifiants » est relativement secondaire dans la structure de coût d'un transporteur (entre 0,5 % et 1 %), c'est pourquoi les économies de carburant générées permettent de contrebalancer les surcoûts des lubrifiants à économie d'énergie.

Dans le cas des poids lourds, en faisant l'hypothèse d'un surcoût d'environ 0,25 €/litre de lubrifiant et d'une consommation de lubrifiant d'environ 0,05 litre/100km (une vidange de 30 litres tous les 60 000 km), le surcoût est d'environ 0,01 €/100km.

Si le gain est de 1 % sur une consommation moyenne de 35 litres de carburant aux 100 km, avec l'hypothèse d'un litre de diesel à 1,1 €, on obtient un gain de 0,38 €/100km. En conséquence, le temps de retour peut être considéré comme très rapide (< 1 an).

Dans le cas des véhicules utilitaires légers, en faisant l'hypothèse d'une consommation de lubrifiant d'environ 0,05 litre/100km (une vidange de 15 litres tous les 30 000 km), le surcoût est également d'environ 0,01 €/100km.

Si le gain est de 1 % sur une consommation moyenne de 10 litres de carburant aux 100 km, avec l'hypothèse d'un litre de diesel à 1,1 €, on obtient un gain de 0,11 €/100 km. Le temps de retour peut être également considéré comme très rapide (< 1 an).

La faisabilité de cette solution peut être considérée comme facile : les produits sont disponibles sur le marché et leur application ne nécessite pas de changement d'organisation significatif chez le transporteur.

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- Pourcentage de lubrifiants à économie d'énergie utilisés pour le parc.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Consommation de lubrifiants du parc, par type de lubrifiant (en direct ou via le sous-traitant).

¹⁶ ADEME, *Estimation des gains potentiels en émissions de polluants atmosphériques (PM, NOx, COV) des actions de la charte d'engagement volontaire « Objectif CO2 Les transporteurs s'engagent »*, 2016.

Fiche de synthèse des « Certificats d'Économies d'Énergie » relative aux Lubrifiants moteurs économiseurs d'énergie



Certificats d'économies d'énergie

Opération n° TRA-EQ-104

Lubrifiant économiseur d'énergie pour véhicules légers

1. Secteur d'application

Véhicules de catégories M1 selon l'article R311.1 du code de la route.

2. Dénomination

Utilisation d'un lubrifiant économiseur d'énergie pour véhicules de catégorie M1.

3. Conditions pour la délivrance de certificats

La performance « Fuel Economy » du lubrifiant (Y) est donnée en pourcentage et est supérieure ou égale à 1,5 %.

Elle est mesurée selon la norme d'essai CEC-L-54-T-96 par un organisme accrédité selon la norme NF EN ISO/CEI 17025-2005 par le Comité français d'accréditation (COFRAC) ou tout autre organisme d'accréditation signataire de l'accord européen multilatéral pertinent pris dans le cadre de European co-operation for Accreditation (EA), coordination européenne des organismes d'accréditation.

Le bénéficiaire est la personne morale distribuant le lubrifiant à l'utilisateur final, sauf s'il s'agit d'un commerce de gros de ce lubrifiant consistant à acheter, entreposer et vendre ce lubrifiant à des détaillants, des grossistes, des intermédiaires, des utilisateurs professionnels ou des collectivités.

Dans le cas où le distributeur est un commerce de gros du lubrifiant consistant à acheter, entreposer et vendre ce lubrifiant à des détaillants, des grossistes, des intermédiaires, des utilisateurs professionnels ou des collectivités, le bénéficiaire est celui défini par l'arrêté du 4 septembre 2014 fixant la liste des éléments d'une demande de certificats d'économies d'énergie et les documents à archiver par le demandeur.

Le professionnel mettant en œuvre l'opération est la personne morale distribuant le lubrifiant à l'utilisateur final.

La preuve de réalisation de l'opération mentionne l'acquisition de lubrifiants par le bénéficiaire. Ce document mentionne le volume de lubrifiants par dénomination commerciale, par point de livraison, correspondant au lieu où est distribué le lubrifiant.

Les documents justificatifs spécifiques à l'opération sont :

- les procès verbaux des résultats des tests d'économies de carburant réalisés selon la norme d'essai CEC-L-54-T-96 par un organisme accrédité ;
- les fiches techniques des produits précisant les catégories ACEA, API ou ILSAC afin de justifier si les produits sont des lubrifiants Essence, Diesel ou Mixte ;
- un tableau de correspondance entre les appellations commerciales des produits utilisés et les références des formulations approuvées et testées par l'organisme accrédité pour mesurer l'économie d'énergie, et pour chaque lubrifiant : la performance « Fuel Economy » du lubrifiant, sa catégorie ACEA, API ou ILSAC et sa catégorie Essence, Diesel ou Mixte.

est à l'origine de la contribution dans le cadre du dispositif des certificats d'économies d'énergie ;

- la preuve de réalisation de l'opération est complétée par un état récapitulatif, daté et signé par le bénéficiaire, des lubrifiants acquis par le bénéficiaire et distribués à l'utilisateur final, indiquant le volume de lubrifiants distribués par appellation commerciale, par lieu de distribution (nom du site, numéro de SIRET de l'établissement, adresse du lieu de distribution), et par date de facturation et la référence de la preuve de réalisation de l'opération.

La date d'engagement de l'opération est la date d'acquisition la plus ancienne de l'état récapitulatif. La date d'achèvement de l'opération est la date d'acquisition la plus récente de l'état récapitulatif.

L'écart entre la date d'engagement et la date d'achèvement ne peut excéder 6 mois.

4. Durée de vie conventionnelle

1 an.

5. Montant de certificats en kWh cumac

Types de lubrifiants pour véhicules de catégorie M1	Montant en kWh cumac
Lubrifiants Diesel	$33 \times X1 + Y1$
Lubrifiants Essence	$19,4 \times X2 + Y2$
Lubrifiants Mixtes	$29,1 \times X3 + Y3$

X est le volume de lubrifiants utilisés, exprimé en litres.

Y est la performance « Fuel Economy » du lubrifiant, exprimée en %.

Exemple : pour une performance de 1,5 %, Y = 1,5

Y1 = performance « Fuel Economy » du lubrifiant pour les véhicules Diesel

Y2 = performance « Fuel Economy » du lubrifiant pour les véhicules Essence

Y3 = performance « Fuel Economy » du lubrifiant Mixte pour tous types de véhicule

Le montant de certificats d'économies d'énergie à attribuer est égal à la somme du montant de chaque type de lubrifiants pour véhicules de catégorie M1.



Certificats d'économies d'énergie

Opération n° TRA-EQ-113

**Lubrifiant économiseur d'énergie
pour des véhicules de transport de personnes ou de marchandises**

1. Secteur d'application

Flottes professionnelles de véhicules de transport de marchandises de catégories N2 ou N3 ou de véhicules de transport de personnes de catégories M2 ou M3 selon l'article R311.1 du code de la route.

2. Dénomination

Utilisation d'un lubrifiant économiseur d'énergie pour des véhicules de transport de personnes ou de marchandises.

3. Conditions pour la délivrance de certificats

La performance « Fuel Economy » du lubrifiant (Y) est donnée en pourcentage et est supérieure ou égale à 1 %.

Elle est mesurée par rapport à une huile moteur de grade 15W-40 répondant au standard ACEA E7 selon l'essai OM501FE par un organisme accrédité selon la norme NF EN ISO/CEI 17025 2005 par le Comité français d'accréditation (COFRAC) ou tout autre organisme d'accréditation signataire de l'accord européen multilatéral pertinent pris dans le cadre de European co-operation for Accreditation (EA), coordination européenne des organismes d'accréditation.

La preuve de réalisation de l'opération mentionne :

- l'acquisition d'un volume donné de lubrifiant ;
- la performance « Fuel Economy » du lubrifiant ;
- le fait que cette performance est mesurée selon l'essai OM501FE par un organisme donné accrédité selon la norme NF EN ISO/CEI 17025 2005 par le COFRAC ou un organisme d'accréditation donné.

A défaut, la preuve de réalisation de l'opération mentionne l'acquisition d'un volume donné de lubrifiant avec ses marque, référence ou appellation commerciale,

Les documents justificatifs spécifiques à l'opération sont :

- les procès verbaux des résultats des tests d'économies de carburant réalisés selon l'essai OM501FE par un organisme accrédité.
- lorsque la désignation des lubrifiants dans la preuve de réalisation de l'opération est différente de celle des formulations testées, un tableau de correspondance entre les marques, références ou appellations commerciales des produits utilisés et les références des formulations testées par l'organisme accrédité pour mesurer l'économie d'énergie et pour chaque lubrifiant sa performance « Fuel Economy ». Ce document est établi et signé par le fabricant du lubrifiant.
- un état récapitulatif issu du professionnel, daté et signé par le bénéficiaire de l'opération, indiquant le volume de lubrifiants utilisé par marque, référence ou appellation commerciale, par lieu de distribution (nom du site, numéro de SIRET de l'établissement du bénéficiaire, adresse du site), par date d'acquisition, par référence de la preuve de réalisation de l'opération, ainsi que la performance « Fuel Economy » des lubrifiants.

La date d'engagement de l'opération est définie comme la date d'acquisition du premier litre de lubrifiant et la date d'achèvement de l'opération correspond à la date d'acquisition du dernier litre lubrifiant. L'écart entre ces deux dates ne peut dépasser 6 mois.

4. Durée de vie conventionnelle

1 an.

5. Montant de certificats en kWh cumac

$$38\,700 \times X \times Y$$

Avec :

X = volume de lubrifiant utilisé en m³.

Y% : performance « Fuel Economy » du lubrifiant.

Exemple : pour une performance de 1,5 %, Y = 1,5

$$Y\% = Y2\% - Y1\%$$

Y1 en % : économie de carburant de l'huile de référence 15W-40 répondant au standard ACEA E7 utilisée, mesurée par rapport à l'huile étalon de l'essai OM501FE (Y1 : valeur attendue négative)

Y2 en % : économie de carburant de l'huile à tester, mesurée par rapport à l'huile étalon de l'essai OM501FE (Y2 : valeur attendue positive)

Axe Véhicule – Fiche n° 4

Utilisation d'accessoires pour diminuer la résistance aérodynamique

SYNTHESE


Description de l'action

Certains accessoires modifient la résistance aérodynamique exercée par l'air sur le véhicule et peuvent ainsi permettre de réduire la consommation.

Parmi les principaux types d'accessoires existants, on distingue ceux fixés à l'avant du véhicule (tracteur ou cabine) qui permettent notamment de réduire les turbulences à l'interface et ceux fixés à l'arrière (caisse ou remorque).

Domaine de pertinence

Cette action s'applique aux véhicules utilitaires légers du type châssis-cabines, aux porteurs et aux ensembles routiers. Son efficacité sera optimale pour les véhicules équipés d'une superstructure haute, maintenant une vitesse de croisière élevée.

Solutions	Gains CO ₂	Retour sur investissement	Faisabilité	Domaine de pertinence
Accessoires tracteur et cabine  Utilisation d'accessoires fixés à la cabine	0% 10% 0,5% à 10%	>3 ans <1 an	Difficile Facile	VUL PP GP ER
Accessoires remorque et caisse Utilisation d'accessoires fixés à la remorque	0% 10% 0,5% à 2%	>3 ans <1 an	Difficile Facile	PP GP ER

Solutions	Gains NOx	Gains PM	Gains COV	Domaine de pertinence
Accessoires tracteur et cabine Utilisation d'accessoires fixés à la cabine	+++	+	+	VUL PP GP ER
Accessoires remorque Utilisation d'accessoires fixés à la remorque	+++	+	+	PP GP ER

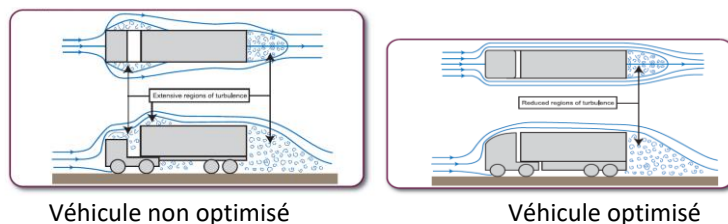
Axe Véhicule – Fiche n° 4

Utilisation d'accessoires pour diminuer la résistance aérodynamique

FICHE DETAILLEE

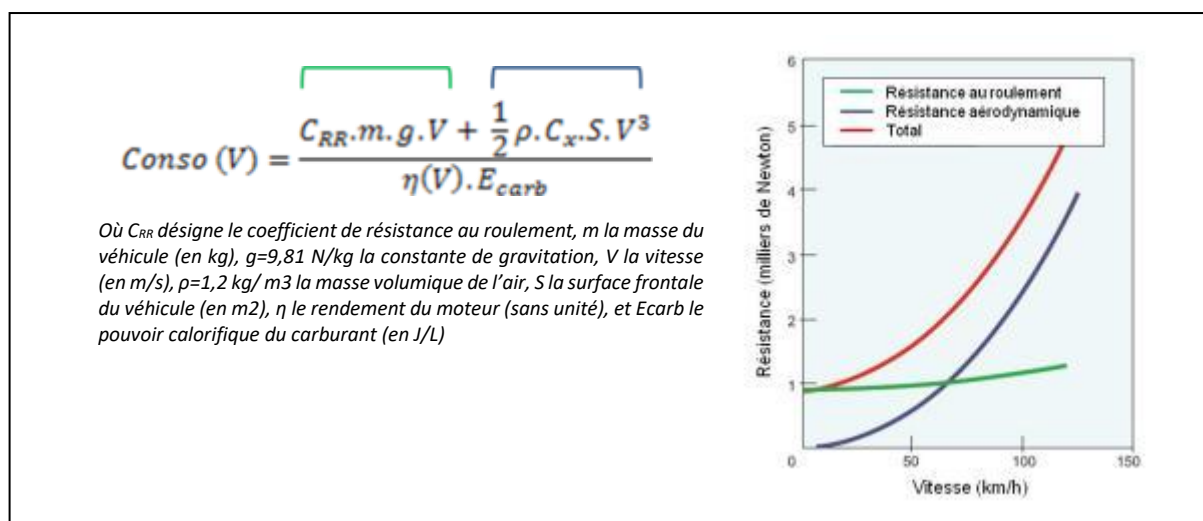
Contexte et réglementation

Quand un véhicule se déplace, l'air exerce une force sur le véhicule, de direction opposée à son mouvement. Cette force (la résistance aérodynamique) a un effet significatif sur la consommation de carburant des véhicules.



Source : Freight Best Practice

La formule ci-dessous donne une estimation de la consommation en régime stabilisé. Elle montre que la résistance dépend principalement de la forme du véhicule, de son aire frontale et de sa vitesse.



Cette puissance aérodynamique (aussi appelée « résistance aérodynamique » par abus de langage) varie comme le cube de la vitesse et s'accroît donc très fortement lorsque la vitesse augmente.

Les constructeurs et les carrossiers prennent en compte l'aérodynamisme dans le design de leurs nouveaux produits, mais les interfaces (entre tracteur et remorque notamment) ne sont pas toujours optimisées.

Des accessoires modifient la résistance aérodynamique exercée par l'air et peuvent ainsi permettre de réduire le coefficient de traînée (désigné par le terme C_x , voisin de 0,75 pour un poids lourd) et donc la consommation.

Les artifices utilisés doivent respecter les dimensions maximales autorisées, régies par les articles R. 312-10 à R. 312-13 du code de la route mais il n'existe pas de réglementation spécifique sur les accessoires. En équipant tracteur et remorque, on peut obtenir un gain total de l'ordre de 7-8 %. Les solutions décrites dans cette fiche décomposent les gains liés aux différents accessoires.

Solution 1 : Accessoires tracteur et cabine

Comment ça marche ?

Les déflecteurs situés sur le toit veillent à ce que l'air ne vienne pas heurter de plein fouet la partie supérieure de la remorque ou de la caisse et assurent une bonne continuité aérodynamique entre les parties avant et arrière du véhicule. Les accessoires latéraux (carénage latéral de l'interface et du châssis) permettent de limiter les turbulences autour du véhicule. Ces artifices sont pertinents pour les ensembles tracteur-remorque mais également pour les véhicules porteurs.

Déflecteur de toit pour un ensemble routier



Dans les cas où la hauteur de la remorque (ou de la caisse) est supérieure à celle du tracteur (ou de la cabine), le déflecteur de toit permet de lisser l'écoulement d'air au-dessus de la partie avant du véhicule. Les déflecteurs sont couramment utilisés pour les ensembles tracteur remorque de types tautliner.

Source : FBP

Déflecteur de toit pour un véhicule utilitaire léger (type châssis-cabine)



Source : Procar



Source : Procar

Carénage latéral de l'interface



Le carénage latéral permet de combler l'espace entre le tracteur (ou la cabine) et la remorque (ou la caisse). De même que pour les déflecteurs de toit, ces accessoires sont très utilisés pour les ensembles tracteur-tautliner mais les constructeurs développent également des accessoires s'adaptant à des transports spécifiques comme les vracs liquides. De manière générale, ils sont utiles dès qu'un espace supérieur à la dizaine de centimètres existe entre l'avant et l'arrière du véhicule.

Source : FBP

Carénage latéral du châssis tracteur



Le carénage du châssis permet d'éviter les turbulences autour de la partie avant du véhicule. Ce carénage permet de lisser l'écoulement de l'air sur les côtés du véhicule entre les deux essieux avant. Il se justifie dans les cas où il n'y a pas de continuité entre ces essieux.

Source : FBP

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Pour les poids lourds, le gain associé à un équipement complet est négligeable en usage urbain, égal à environ 3 % en interurbain et à environ 4,5 % en usage national.

Pour les véhicules utilitaires légers du type châssis-cabine, le gain associé à un déflecteur de toit est négligeable en usage urbain et de l'ordre de 8 à 10 % en interurbain ou en usage national. L'impact est particulièrement fort sur les châssis-cabine car la différence de hauteur entre la cabine et la carrosserie est généralement importante. Une analyse au cas par cas est nécessaire selon le type de trajets effectué.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à la mise en place d'un déflecteur toit (% de réduction des émissions de CO ₂)	Gains liés à la mise en place d'un carénage interface (% de réduction des émissions de CO ₂)	Gains liés à la mise en place d'un carénage châssis (% de réduction des émissions de CO ₂)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	8 %	Négligeable	Négligeable
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	Négligeable	Négligeable	Négligeable
Grand porteur	Régional	>12 t	1,5 %	1,5 %	Négligeable
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	2 %	2 %	0,5 %

Sources : entretiens constructeurs et étude "Freight Best Practice UK - Aerodynamics For efficient Road Freight Operations" (extrapolation de données longue distance aux usages urbains et régionaux). Pour les châssis-cabine : entretien constructeur.

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Les études¹⁷ issues de l'EPA (USA) donnent des éléments intéressants sur l'impact de l'aérodynamisme du véhicule sur ses émissions de polluants, du moins en ce qui concerne les émissions de NO_x. On peut déduire de ces études un fort impact positif de l'aérodynamisme sur la réduction des émissions de NO_x.

L'impact sur les consommations de carburant se répercute sur les émissions de particules et de COV qui sont probablement moins élevées.

Les sources étudiées ne prennent pas en compte les VUL, ni les petits porteurs. Concernant les VUL, plutôt utilisés en ville où l'aérodynamisme a beaucoup moins d'effet, le gain est considéré comme négligeable.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (% de réduction des émissions de polluants)		
			NO _x	PM	COV
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	Négligeable	Négligeable	Négligeable
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	+++	+	+
Grand porteur	Régional	>12 t			
Ensemble routier	Longue Distance	40 t			

Domaine de pertinence

Les accessoires aérodynamiques sont particulièrement pertinents pour les usages longue distance, avec des ensembles tracteurs remorques, camions porteurs ou véhicules utilitaires légers effectuant des longs trajets à vitesse régulière et à vitesse moyenne élevée. La composante de la résistance aérodynamique est alors plus forte que pour les usages urbains et régionaux. Dans le cas des véhicules utilitaires légers, les déflecteurs de toit peuvent se révéler utiles sur les châssis-cabines et sur les plateaux bâchés coulissants, sur des trajets routiers longue distance.

Cette solution sera particulièrement efficace sur des véhicules présentant des discontinuités : écart important de hauteur entre le tracteur (ou la cabine) et la remorque (ou la caisse), espace important entre l'avant et l'arrière du véhicule, géométrie non aérodynamique entre les essieux.

Mise en Œuvre

¹⁷ ADEME, Estimation des gains potentiels en émissions de polluants atmosphériques (PM, NO_x, COV) des actions de la charte d'engagement volontaire « Objectif CO₂ Les transporteurs s'engagent », 2016.

Les accessoires destinés à la partie avant du véhicule sont disponibles sur les tracteurs ou porteurs neufs, mais ils peuvent également être ajoutés a posteriori. Ils sont commercialisés par les carrossiers et par les constructeurs.

Il est toutefois important de noter que si la remorque n'est pas utilisée, la résistance aérodynamique du tracteur sera bien plus élevée, à moins que le déflecteur ne soit abaissé dans sa position horizontale. Certains déflecteurs sont d'ailleurs réglables et peuvent ainsi s'adapter précisément à la remorque de l'ensemble routier (en termes de hauteur et d'éloignement).

Les ordres de grandeur des coûts sont les suivants : 1 000 € pour un déflecteur de toit, 2 500 € pour un déflecteur de toit + un carénage latéral, 1 000 € pour un carénage latéral du châssis. Le coût relativement élevé de cette solution induit un temps de retour sur investissement assez long. Sur la base d'un équipement complet, il est de l'ordre de 3 ans.

En termes de faisabilité, cette solution est assez accessible, car la plupart des constructeurs proposent des « packages » pour l'ensemble des artifices avant, mais elle nécessite tout de même de réaliser un état des lieux précis des équipements, de se poser la question de la pertinence de l'équipement sur chaque véhicule (ex : prise en compte de la fréquence de décrochage) et enfin dans certains cas de passer du temps pour régler les déflecteurs.

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- Pourcentage de véhicules équipés, en précisant chaque type d'accessoire tracteur et cabine.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Suivi du nombre de véhicules équipés.

Fiche de synthèse des « Certificats d'Économies d'Énergie » relative au tracteur routier optimisé



Certificats d'économies d'énergie

Opération n° TRA-EQ-115

Véhicule de transport de marchandises optimisé

1. Secteur d'application

Véhicules de catégorie N3 selon l'article R.311.1 du code de la route

2. Dénomination

Achat ou location d'un véhicule de catégorie N3 neuf optimisé d'un poids total roulant autorisé (PTRA) supérieur ou égal à 40 tonnes.

3. Conditions pour la délivrance de certificats

Le véhicule neuf optimisé respecte les normes environnementales en vigueur et comporte les trois technologies suivantes :

- boîte de vitesse robotisée ;
- équipements pour l'aérodynamisme : déflecteur de toit et carénage latéral de l'interface entre la cabine et la remorque : le carénage latéral de l'interface est exigé uniquement pour les tracteurs routiers ;
- pneus à basse résistance au roulement : ils doivent appartenir à une classe d'efficacité en carburant au moins égale à C et à une classe d'adhérence sur sol mouillé au moins égale à C (classification au sens du règlement européen n°1222/2009 du 25 novembre 2009 sur l'étiquetage des pneumatiques en relation avec l'efficacité en carburant et d'autres paramètres essentiels).

La preuve de réalisation de l'opération mentionne l'achat ou la location d'un véhicule de transport de marchandises optimisé neuf et le fait que le véhicule optimisé comporte les trois technologies suivantes :

- pneus à basse résistance au roulement de classe d'efficacité en carburant supérieure ou égale à C et de classe d'adhérence sur sol mouillé supérieure ou égale à C ;
- équipements pour l'aérodynamisme : déflecteur de toit, carénage latéral de l'interface uniquement pour les tracteurs ;
- boîte de vitesse robotisée.

A défaut, la preuve de réalisation de l'opération mentionne l'achat ou la location d'un véhicule neuf avec ses marque et référence et elle est complétée par un document issu du fabricant indiquant que le véhicule de marque et référence acheté ou loué est un véhicule optimisé. Ce document indique que le véhicule optimisé comporte les trois technologies suivantes :

- pneus à basse résistance au roulement de classe d'efficacité en carburant supérieure ou égale à C et de classe d'adhérence sur sol mouillé supérieure ou égale à C ;
- équipements pour l'aérodynamisme : déflecteur de toit, carénage latéral de l'interface uniquement pour les tracteurs routiers ;
- boîte de vitesse robotisée.

Dans le cas de la location, la durée du contrat de location est égale ou supérieure à 24 mois.

Les documents justificatifs spécifiques à l'opération sont :

- une copie du certificat d'immatriculation du véhicule optimisé ;
- un état récapitulatif, issu du professionnel et signé par le bénéficiaire de l'opération, indiquant par véhicule, son numéro d'identification, la date de commande, la date d'immatriculation, le lieu de réalisation (nom du site, numéro de SIRET de l'établissement bénéficiaire, adresse du site).

4. Durée de vie conventionnelle

10 ans.

5. Montant de certificats en kWh cumac

Montant en kWh cumac par véhicule neuf optimisé		Nombre de véhicules neufs optimisés
181 300	X	N

Solution 2 : Accessoires remorque et caisse

Comment ça marche ?

Les accessoires destinés à la partie arrière du véhicule permettent de limiter les turbulences sur les côtés et à l'arrière du véhicule.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Défecteur arrière



Le déflecteur arrière permet de dévier vers le bas l'écoulement d'air derrière la remorque ou la caisse ce qui permet de réduire la zone de turbulence. Ce système est valable pour des véhicules dont la partie arrière présente une surface supérieure plane.

Source : SDR

Carénage latéral châssis remorque ou caisse



Le carénage du châssis permet d'éviter les turbulences autour de la partie arrière du véhicule en lissant l'écoulement de l'air sur les côtés du véhicule entre les essieux de la remorque ou de la caisse. Il se justifie dans les cas où il n'y a pas de continuité entre ces essieux.

Source : FBR

Les gains retenus sont indiqués ci-dessous :

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à la mise en place d'un déflecteur arrière (% de réduction des émissions de CO ₂)	Gains liés à la mise en place d'un carénage châssis (% de réduction des émissions de CO ₂)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	-	-
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	1 %	Négligeable
Grand porteur	Régional	>12 t	1 %	Négligeable
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	2 %	0,5 %

Sources : retours d'expérience des transporteurs adhérents à la charte Objectif CO₂, entretiens constructeurs, fournisseurs de solution et étude "Freight Best Practice UK - Aerodynamics For efficient Road Freight Operations" (extrapolation de données longue distance aux usages urbains et régionaux)

Il n'existe pas vraiment de « package type » pour les artifices arrière, chaque solution devant être choisie en fonction de la spécificité de la remorque ou de la cabine.

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Les études¹⁸ issues de l'EPA (USA) donnent des éléments intéressants sur l'impact de l'aérodynamisme du véhicule sur ses émissions de polluants, du moins en ce qui concerne les émissions de NO_x. On peut déduire de ces études un fort impact positif de l'aérodynamisme sur la réduction des émissions de NO_x.

L'impact sur les consommations de carburant se répercute sur les émissions de particules et de COV qui sont probablement moins élevées.

¹⁸ ADEME, Estimation des gains potentiels en émissions de polluants atmosphériques (PM, NO_x, COV) des actions de la charte d'engagement volontaire « Objectif CO₂ Les transporteurs s'engagent », 2016.

Les sources étudiées ne prennent pas en compte les petits porteurs. L'impact sur ce gabarit a été extrapolé depuis celui sur les grands porteurs.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (% de réduction des émissions de polluants)		
			NOx	PM	COV
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	Négligeable	Négligeable	Négligeable
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	+++	+	+
Grand porteur	Régional	>12 t			
Ensemble routier	Longue Distance	40 t			

Domaine de pertinence

Les accessoires aérodynamiques sont particulièrement pertinents pour les usages longue distance : ensembles tracteurs remorques ou camions porteurs effectuant des longs trajets et restant à une vitesse moyenne élevée.

Cette solution sera également plus efficace sur des grands véhicules : plus le corps du véhicule est long, plus les artifices offriront de bénéfices potentiels pour réduire la résistance.

Dans le cas des véhicules utilitaires légers cette solution n'apporte pas de gain de consommation significatif.

Mise en Œuvre

Les accessoires destinés à la partie arrière du véhicule (remorque ou caisse) sont disponibles sur certaines remorques ou porteurs neufs mais ils peuvent également être ajoutés a posteriori. Ils sont commercialisés par les carrossiers ou par des sociétés spécialisées en ce qui concerne les déflecteurs arrières.

Les ordres de grandeur de coûts sont les suivants : 1 000 € pour un carénage latéral du châssis, 800 € pour le déflecteur arrière.

Le déflecteur arrière peut être fixé facilement sur les remorques grâce un système de vis et d'écrous fourni avec le produit. Le transporteur devra vérifier que l'ajout de ce déflecteur ne fait pas sortir le véhicule des dimensions réglementaires.

Enfin, les conducteurs doivent être sensibilisés au fort impact de l'aérodynamisme de leur véhicule et notamment de leur remorque sur les consommations de carburant : ils doivent vérifier par exemple que les bâches sont correctement fermées et qu'il n'y a pas de sangles au vent.

Le temps de retour sur investissement est moyen (1-3 ans) : dans le cas d'un usage national, il est de l'ordre de presque 3 ans (calculé à partir des hypothèses de gain et de coût précédentes).

La faisabilité de cette solution peut être considérée comme moyenne : si le système de déflecteur arrière est simple à mettre en œuvre, les spécificités des remorques nécessitent de contacter un nombre important de fournisseurs pour identifier la meilleure solution pour chaque artifice et pour valider leur pertinence.

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- Pourcentage de véhicules équipés en précisant chaque type d'accessoire arrière.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Suivi du nombre de véhicules équipés.

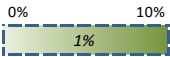



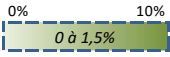



Axe Véhicule – Fiche n° 5 Optimisation des essieux SYNTHESE

Description de l'action	Domaine de pertinence
--------------------------------	------------------------------

L'optimisation des essieux, que ce soit avec un essieu relevable ou un essieu autovireur, offre dans les deux cas une réduction de la consommation grâce à une adhérence optimisée.

L'essieu relevable s'enclenche principalement lorsque le véhicule circule à vide alors que l'essieu autovireur réduit l'usure des pneumatiques dans les courbes.

Utilisable sur tout véhicule articulé, l'essieu relevable sera d'autant plus utile que la part des trajets à vide est importante et l'essieu autovireur que les marchandises transportées sont pondéreuses.

Solutions	Gains CO ₂	Retour sur investissement	Faisabilité	Domaine de pertinence
Essieu relevable sur les remorques				
<small>Essieu relevable pour les trajets à vide</small>				
Essieu arrière autovireur sur les remorques				
<small>Essieu autovireur pour une meilleure adhérence</small>				

Les gains en émissions de polluants atmosphériques pour cette action n'ont pas été quantifiés en raison d'une trop grande incertitude sur l'impact de la mesure. Néanmoins un effet positif mais non évaluable peut être retenu.

Axe Véhicule – Fiche n° 5 Optimisation des essieux SYNTHESE

Contexte et réglementation

Le décret n° 2012-1359 du 4 décembre 2012 concerne le PTRAs des véhicules de transport routier de marchandises de plus de 4 essieux et d'une charge totale maximale autorisée pour un essieu ou un groupe d'essieux. Il augmente la limite du PTRAs autorisé de 40 tonnes à 44 tonnes pour les véhicules de plus de 4 essieux. Cette limite est fixée à 12 tonnes pour les véhicules articulés d'un ensemble composé d'un véhicule à moteur et d'une remorque d'un train double circulant entre 40 et 44 tonnes. Lorsque les véhicules articulés d'un ensemble composé d'un véhicule à moteur et d'une remorque d'un train double circulent entre 40 et 44 tonnes et comportent un groupe de trois essieux, la charge totale supportée par ce groupe ne doit pas dépasser 27 tonnes.

En 2014, les poids lourds de 44 tonnes ont dû se doter d'un sixième essieu pour les véhicules neufs. Les véhicules anciens ont du se doter du 6^{ème} essieu en 2019.

La taxe à l'essieu ou Taxe Spéciale sur certains Véhicules routiers (TSVR) s'applique aux poids lourds de fort tonnage, dans le but de financer l'entretien de la voirie. Le propriétaire du véhicule doit effectuer une déclaration avant sa mise en circulation.

Sont soumis à la taxe :

- Les véhicules ayant au moins 2 essieux et dont le poids total en charge (PTAC) est supérieur ou égal à 12 tonnes ;
- Les véhicules composés d'un tracteur et d'une semi-remorque, dont le poids total roulant autorisé (PTRAs) est supérieur ou égal à 12 tonnes ;
- Les remorques d'un PTAC à partir de 16 tonnes ;
- Les véhicules immatriculés en France ou hors de l'Union européenne circulant sur la voie publique en France.

Solution 1 : Essieu relevable sur les remorques**Comment ça marche ?**

De forme droite, l'essieu relevable est constitué d'une seule pièce sur laquelle sont installés les roulements et les fusées. Son montage se réalise sur une suspension qui lui permet d'être relevé. La suspension est traditionnellement à air : elle est dotée d'un système de contrôle pneumatique et d'un mécanisme de levée par bras de levier constitué d'un ou de deux ballons. Dès que le signal de la levée d'essieu est enclenché, les ballons de la suspension se vident tandis que ceux pour la levée se gonflent.



Source : Volvo Trucks

Les semi-remorques -avec un grand écartement d'essieux- sont souvent équipés d'un essieu relevable voire de deux pour rendre les véhicules plus manœuvrables dans les virages. Cela permet de réduire les effets transversaux sur le châssis, la suspension et les pneus.

L'essieu relevé sur un semi-remorque descend automatiquement après avoir atteint 11 tonnes de charge sur les 2 essieux.

Quel que soit le câblage du véhicule, l'essieu relevable avant peut être aussi contrôlé en actionnant le système de frein de service.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Un second essieu relevable, adapté aux retours à vide, permet une meilleure adhérence à la chaussée et une réduction de la consommation de carburant de 4 %¹⁹ quand le véhicule circule à vide et permet au conducteur d'avoir à sa disposition la puissance de 2 essieux moteurs (6x4) et une meilleure maniabilité d'un essieu moteur simple (4x2).

Avec une hypothèse de 20 % de km à vide, le gain moyen retenu est donc de 1 %.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à l'essieu relevable (% de réduction des émissions de CO ₂)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	-
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	-
Grand porteur	Régional	>12 t	-
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	1 %

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Le fait de relever l'essieu va permettre de réduire les forces de résistance au mouvement et donc l'énergie nécessaire à une vitesse donnée. La moindre consommation du moteur pourrait s'accompagner d'une réduction des émissions.

Cependant, les gains en polluants sont difficilement associables aux économies de carburant. Même si un gain sur les émissions de polluants semble probable, on retiendra un effet positif mais non évaluable. Hors émissions à l'échappement, l'émission de particules liées à l'abrasion des pneumatiques et des systèmes de suspension va également logiquement diminuer.

¹⁹ Donnée constructeur

Domaine de pertinence

Cette action sera d'autant plus efficace que la part des trajets à vide est structurellement importante.

Mise en Œuvre

L'essieu relevable est généralement acquis à l'achat du semi-remorque (la faisabilité de cette action est donc facile). Même si le coût de l'essieu relevable est supérieur à celui d'un essieu classique, le surcoût est amorti sur la durée de vie de l'essieu en usure plus légère des pneumatiques et en consommation de carburant.

Les essieux relevables sont souvent mal utilisés par les conducteurs et supportent difficilement des charges importantes. Lorsque les essieux sont relevés ou les suspensions mal réglées alors des surcharges se produisent sur les autres essieux. Plus la charge au niveau des essieux est importante, plus les risques de déformation de la chaussée sont élevés. Si les essieux sont relevés alors la stabilité latérale du véhicule est affectée et le seuil de renversement du véhicule est diminué.

Suivi de la solution

Indicateurs de suivi de la solution :

- Nombre de remorques équipées d'essieux relevables
- Nombre d'essieux relevables par remorque

Modalités pratiques de collecte des données :

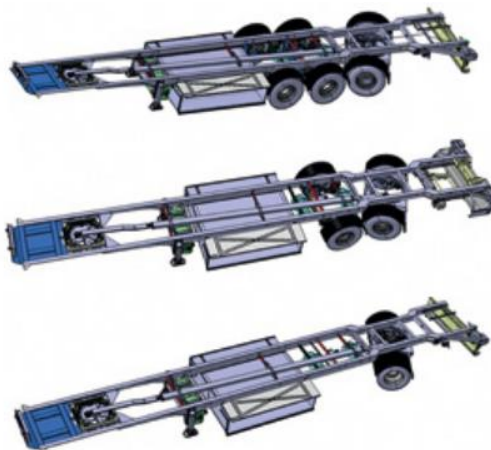
- Suivi des remorques équipées d'essieux relevables

Solution 2 : Essieu arrière autovireur sur les remorques

Comment ça marche ?

L'essieu autovireur est composé d'un essieu comprenant deux pivots verticaux à ses extrémités qui permettent aux roues de s'aligner dans le sens de la trajectoire réelle du véhicule sous l'action de la force latérale de friction des pneus sur le sol.

L'essieu doit être doté d'un mécanisme d'alignement et d'un mécanisme d'auto centrage.



Source : Chereau

L'essieu autovireur doit être verrouillé lorsque le véhicule est utilisé en marche arrière.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

L'essieu arrière autovireur offre une meilleure adhérence à la chaussée et donc une réduction de la consommation de carburant en limitant les forces de résistance au mouvement.

En lien avec la solution 3 « Contrôle du gonflage des pneumatiques » de la fiche 7 de l'axe véhicule, qui retient un gain moyen de 1,5 % pour les ensembles routiers grâce à une diminution de la résistance au roulement, on peut estimer²⁰ un gain moyen pour cette action, compris entre 0 et 1,5 %, en fonction du profil de l'itinéraire (tracé rectiligne ou virages).

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à l'essieu autovireur (% de réduction des émissions de CO ₂)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	-
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	-
Grand porteur	Régional	>12 t	-
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	0 à 1,5 %

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

L'essieu autovireur va permettre de réduire les forces de résistance au mouvement et donc l'énergie nécessaire à une vitesse donnée. La moindre consommation du moteur pourrait s'accompagner d'une réduction des émissions.

Cependant, les gains en polluants sont difficilement associables aux économies de carburant. Même si un gain sur les émissions de polluants semble probable, on retiendra un effet positif mais non évaluable. On peut souligner une moindre usure des pneus de l'essieu autovireur, entraînant une moindre émission de particules issues de l'abrasion, même si celle-ci est difficilement évaluable.

Domaine de pertinence

Peu de véhicules en France sont équipés d'essieux autovireurs, généralement plutôt utilisés dans le transport de marchandises exceptionnelles et de charges lourdes. En Italie ce type d'équipement est

²⁰ Raisonnement par analogie

plus courant, et au Canada, de nombreux semi-remorques (notamment de transport de bois) en sont équipés afin de permettre un rayon de braquage plus court, parfois nécessaire dans les conditions d'exploitations du véhicule.

L'essieu autovireur a un intérêt particulier pour les applications avec essieux rapprochés (tandem, tridem, etc.). Son usage permet en effet de limiter les sollicitations dues à la résistance dans les virages, et de réduire l'usure des pneumatiques et la consommation de carburant.

Au-delà des essieux autovireurs (suiveurs), les essieux directeurs améliorent considérablement les prestations des remorques et des semi-remorques : la motrice est moins sollicitée, ce qui entraîne une économie de carburant. Les essieux directeurs permettent également de réduire l'usure des pneumatiques : les véhicules parcourent un plus grand nombre de kilomètres avec le même jeu de pneumatiques et sont moins souvent contraints à l'arrêt pour des opérations de maintenance. Les essieux directeurs entraînés procurent les mêmes avantages économiques que les essieux autovireurs et permettent en plus au conducteur d'avoir le contrôle total de la remorque, en particulier lors des manœuvres en marche arrière.

Mise en Œuvre

L'essieu autovireur (ou directeur) est généralement acquis à l'achat de la semi-remorque (la faisabilité de cette action est donc facile). Un essieu autovireur est en moyenne deux fois plus cher qu'un essieu classique (encore plus pour un essieu dirigé), cependant ce surcoût est amorti sur la durée de vie de l'essieu en usure plus légère des pneumatiques et en consommation de carburant²¹.

Certains véhicules porteurs sont également équipés d'essieux relevables dirigés. Cette configuration est intéressante dans le cas d'équipements lourds de type hydrocureuse ou aspiratrice excavatrice, dont la répartition des charges n'est pas homogène. La direction du dernier essieu permet des braquages plus court, utiles notamment en zone urbaine. Ces véhicules restent cependant très marginaux sur le marché.

Suivi de la solution

Indicateurs de suivi de la solution :

- Part des remorques équipées d'essieux arrière autovireur.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Suivi des remorques équipées d'essieux arrière autovireur.

²¹ Source : SAE-SMB

Axe Véhicule – Fiche n° 6

Amélioration de la maintenance des véhicules (hors pneumatiques)

SYNTHESE

Description de l'action

Formaliser un plan de suivi de maintenance prenant en compte l'ensemble des véhicules est un moyen efficace pour améliorer la maintenance et en assurer le suivi. Des vérifications quotidiennes du véhicule par le conducteur participent également au maintien d'un bon rendement du moteur.

Domaine de pertinence

L'amélioration de la maintenance s'adresse à toutes les entreprises de transport et à tous les types de véhicules.

Solutions	Gains CO ₂	Retour sur investissement	Faisabilité	Domaine de pertinence
Mise en place d'un outil de suivi de maintenance	0% 10% 2%	>3 ans <1 an	Difficile Facile	VUL PP GP ER
Elaboration d'un système de suivi des actions de maintenance (réalisée et à venir) pour l'ensemble des véhicules d'une flotte.				
Réalisation d'un carnet de bord destiné aux conducteurs	0% 10% Indirect	>3 ans <1 an Indirect	Difficile Facile	VUL PP GP ER
Elaboration d'un carnet de bord pouvant recueillir les observations du conducteur				

Solutions	Gains NOx	Gains PM	Gains COV	Domaine de pertinence
Mise en place d'un outil de suivi de maintenance	Variable	Variable	NC	VUL PP GP ER
Elaboration d'un système de suivi des actions de maintenance (réalisée et à venir) pour l'ensemble des véhicules d'une flotte.				
Réalisation d'un carnet de bord destiné aux conducteurs	Indirect	Indirect	Indirect	VUL PP GP ER
Elaboration d'un carnet de bord pouvant recueillir les observations du conducteur				

Axe Véhicule – Fiche n° 6
Amélioration de la maintenance des véhicules (hors pneumatiques)
FICHE DETAILLEE

Contexte et réglementation

La maintenance préconisée par les constructeurs consiste à respecter leurs recommandations qui sont basées soit sur les distances parcourues par les véhicules (60/80/90 000 km pour les poids lourds, 30 à 40 000 km pour les véhicules utilitaires légers) soit sur le temps passé entre deux révisions (tous les 2 ou 3 ans). Cette maintenance consiste également à respecter les plannings de remplacement des pièces d'usure les plus courantes (plaquettes et disques de freins, filtres à air et à huile, ...).

Le suivi de la maintenance de chaque véhicule permet de maintenir un bon rendement moteur. Dans cette optique, le conducteur peut réaliser des vérifications quotidiennes afin de prévenir de futures pannes, ou organiser une visite supplémentaire avant la visite programmée.

Aucune réglementation n'impose de fréquence d'entretien des véhicules. Seul est imposé un contrôle technique annuel des véhicules dont le poids total en charge est supérieur à 3,5 tonnes (arrêté du 27 juillet 2004 relatif au contrôle technique des véhicules lourds, modifié par arrêtés en 2017 et 2018).

Les règles imposées aux véhicules utilitaires légers²² (véhicules de catégorie N1²³) pour le contrôle technique sont les mêmes que pour les véhicules particuliers. Les véhicules de plus de 4 ans sont soumis au contrôle technique (le contrôle doit être effectué dans les 6 mois qui précèdent le quatrième anniversaire de la première circulation du véhicule), qui doit être renouvelé obligatoirement tous les 2 ans.

²²<http://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?idArticle=LEGIARTI000020572753&cidTexte=LEGITEXT000006074228>

²³ « Véhicule conçu et construit pour le transport de marchandises ayant un poids maximal inférieur ou égal à 3, 5 tonnes ».

Solution 1 : Mise en place d'un système de suivi de maintenance

Comment ça marche ?

Afin d'optimiser le fonctionnement des véhicules en suivant rigoureusement leurs plans de maintenance respectifs, il peut être nécessaire de mettre en place des systèmes permettant d'identifier rapidement pour un véhicule son niveau de maintenance, son historique de maintenance ainsi que les futures actions à mener. Cette solution propose ainsi la mise en place d'un système simple (type tableur ou au format papier par exemple) par un responsable technique, pour recenser notamment l'ensemble des opérations de maintenance (dont réparations ponctuelles) réalisées et programmées en fonction du kilométrage ou du temps passé entre deux révisions (tous les 2 ou 3 ans). Ce suivi individualisé des véhicules permettra ainsi au responsable de la maintenance d'anticiper les futurs rendez-vous et de programmer les maintenances dans les temps préconisés, ceci afin d'éviter une dégradation du rendement moteur.

Des outils de gestion du planning de maintenance et d'alerte par véhicule sont également proposés par les constructeurs, sous réserve que les véhicules soient équipés d'un système de saisie des paramètres de conduite (accélération, freinages...). Ces outils permettent, à travers un système d'alerte automatique, de prévenir l'utilisateur du véhicule des prochaines échéances de maintenance de routine, compte tenu de son mode de conduite, une révision anticipée étant parfois nécessaire (cf. axe carburant, fiche n°3, solution 2).

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Même si les économies de carburant induites par cette action de management sont difficiles à évaluer, on peut considérer qu'une mauvaise optimisation de la maintenance peut entraîner pour un poids lourd de 40 t une surconsommation de 2 l/100 km soit environ 5 % de surconsommation (extrait du rapport « maîtrise des consommations de carburant dans le transport routier de marchandises » du projet BEET²⁴ et d'entretiens avec les constructeurs).

A titre d'exemple, certaines actions de maintenance permettent de prévenir des surconsommations :

- La dégradation des huiles peut engendrer une dégradation du rendement moteur. Le choix des huiles ainsi qu'une fréquence de vidange adaptée peuvent conduire à une différence de + ou - 1 l/100 km ;
- Une détérioration de l'efficacité de la boîte de vitesses peut aussi induire jusqu'à 2 l/100 km de consommation supplémentaire, soit 6 % de surconsommation (source : www.energeco.org).

On peut considérer que la mise en place d'un système de management formalisé de la maintenance du parc participe significativement à éviter cette surconsommation. Le gain retenu pour cette solution est de 2 % (il correspond à 50 % du gain maximal à cette action, soit environ 1 l/100 km).

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à la mise en place d'un système de maintenance (% de réduction des émissions de CO ₂)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	2 %
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	
Grand porteur	Régional	>12 t	
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	

Source : document BEET et entretiens constructeurs

²⁴ BEET (Benchmarking Energy Efficiency in Transport).

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Une analyse des études sur le sujet²⁵ montre que les effets de la maintenance des véhicules sur les émissions de polluants dépendent du type de réparation effectuée, de la catégorie du véhicule évaluée, du niveau d'entretien du véhicule au long du temps, de la norme de conception du véhicule, de la qualité du combustible utilisé lors de son fonctionnement et d'autres facteurs.

Il est également indiqué que les réductions des émissions de PM ont tendance à être accompagnées par une augmentation des émissions de NOx en raison de l'augmentation de la puissance consécutive des réparations.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (% de réduction des émissions de polluants)		
			NOx	PM	COV
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	+++	+++	NC
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t			
Grand porteur	Régional	>12 t			
Ensemble routier	Longue Distance	40 t			

Les gains attendus prennent ainsi en compte, outre la grande variation de cette action sur les émissions de NOx et PM (selon le type de réparation effectuée), notamment son effet inverse, c'est-à-dire les types de réparation amenant aux plus fortes réductions de NOx amènent aussi à de fortes augmentations de PM et vice-versa.

Domaine de pertinence

Cette action est adaptée à toutes les entreprises dont le suivi des opérations maintenance n'est pas réalisé de manière formalisée.

Mise en Œuvre

Afin de réaliser un système de suivi de maintenance (au format papier, tableur ou autre support informatique), il convient dans un premier temps de :

- Recenser les véhicules et leurs caractéristiques (catégorie, marque, puissance, kilométrage, année de mise en circulation,) ;
- Recenser l'ensemble des actions de maintenance réalisées (pièces changées, vérifications, vidanges,) via le carnet de maintenance du véhicule ou via le prestataire les ayant réalisées ;
- Enregistrer les préconisations du constructeur.

Ce système de suivi peut également mentionner et programmer l'ensemble des vérifications à effectuer, en particulier les points suivants :

- Contrôle et suppression des fuites d'air comprimé ;
- Vérification de l'étanchéité des réservoirs de gazole, de leurs bouchons, des canalisations ;
- Propreté des filtres (air, huile, gazole) et maintenance des filtres à particules (FAP) s'il y en a ;
- Vérification des « points durs » dans les roulements, des pièces tournantes ;
- Graissage de la sellette d'attelage ;
- Graissage de la direction, des suspensions et des transmissions ;
- Vidange du moteur ;
- Bon fonctionnement du circuit de refroidissement ;
- Contrôle de l'opacité des fumées d'échappement ;
- Surveillance des courroies et circuits électriques ;
- Suivi des quantités de fluides frigorigènes.

Dans le cas d'une gestion externalisée de la maintenance, le transporteur peut demander au prestataire de préciser le coût par véhicule, les procédures de maintenance, le rapport global et par véhicule, ... Dans le cas d'une gestion interne, le transporteur peut mettre en place un suivi précis des réparations effectuées.

²⁵ ADEME, *Estimation des gains potentiels en émissions de polluants atmosphériques (PM, NOx, COV) des actions de la charte d'engagement volontaire « Objectif CO₂ Les transporteurs s'engagent »*, 2016.

Le coût de mise en œuvre de cette solution est très minime si le suivi est effectué sous un logiciel du type tableur. Dans le cas d'un suivi sur un logiciel de maintenance, le coût peut être éventuellement plus important, en contrepartie d'une plus grande fiabilité du système. Dans tous les cas, le coût de mise en œuvre peut être considéré comme faible par rapport aux gains estimés (environ 2 %), c'est pourquoi le temps de retour sur investissement est court (<1 an). La mise en place de cette solution implique un investissement en temps pour définir le système de suivi. Sa faisabilité est intermédiaire.

Suivi de la solution

Indicateurs de suivi de la solution :

- Pourcentage de véhicules suivis via un tableur de maintenance ;
- Pourcentage de véhicules ayant été vérifiés avant date.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Exploitation du système de suivi décrit dans cette fiche.

Solution 2 : Réalisation d'un carnet de bord destiné aux conducteurs

Comment ça marche ?

L'entreprise peut réaliser un carnet de bord à destination des conducteurs recensant les principaux paramètres du véhicule sur lesquels le conducteur peut faire des remontées à destination du chef d'atelier. Ces observations peuvent être faites avant le départ et pendant le trajet, elles permettent de déceler des problèmes éventuels qui seront corrigés lors des opérations de maintenance.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Cette action de management est essentiellement préventive et les économies de carburants en résultant sont difficiles à évaluer (gains indirects).

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Cette action de management est essentiellement préventive et les gains sur les émissions de polluants sont difficiles à évaluer et a priori indirectes.

Domaine de pertinence

Cette action est adaptée à toutes les entreprises de transport et tous types de véhicules.

Mise en Œuvre

Réaliser un carnet de bord nécessite de mobiliser quelques ressources internes mais surtout de sensibiliser les conducteurs sur les problématiques de maintenance sur lesquels ils peuvent agir.

Il peut ainsi être demandé quotidiennement aux conducteurs de :

- Vérifier l'état général du véhicule ;
- Noter les problèmes éventuels d'huile moteur (niveau, fuites éventuelles) ;
- Signaler des anomalies au niveau du moteur et des équipements auxiliaires ;
- Détecter les problèmes de propreté et d'encrassement ;
- Remonter les problèmes d'enclenchement du ventilateur (s'il est débrayable).

Cette solution ne présente pas de gain de carburant direct et ne peut donc pas être associée à un temps de retour sur investissement. La mise en place de cette solution implique quelques changements organisationnels et l'implication des conducteurs, sa faisabilité est intermédiaire.

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de l'action :

- Nombre de conducteurs ayant assisté à une séance de sensibilisation et ayant reçu un carnet de bord.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Suivi de l'avancement des séances de sensibilisation et de la distribution des carnets de bord.

Axe Véhicule – Fiche n° 7

Gestion du parc de pneumatiques

SYNTHESE


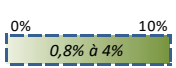




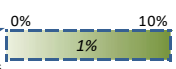




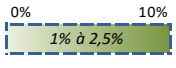








Description de l'action

Cette action propose d'optimiser la gestion du parc de pneumatiques sur différents aspects : l'acquisition de pneumatiques à basse résistance au roulement, le recrusage, le gonflage et la géométrie. Un bon entretien des pneumatiques sur leur durée de vie doit en effet permettre de réaliser des économies de carburant importantes tout en augmentant leur durée de vie.

Ces quatre solutions peuvent être envisagées séparément ou comme un programme global d'amélioration, notamment dans le cas d'une relation avec un concessionnaire pneumatique.

Domaine de pertinence

Cette action s'applique à tous les véhicules et activités de transport, à l'exception du recrusage et du rechapage qui ne s'appliquent pas aux véhicules utilitaires légers.

Solutions	Gains CO ₂	Retour sur investissement	Faisabilité	Domaine de pertinence
Pneumatiques basse résistance  <small>TRA-EQ-106 TRA-EQ-115</small>	 0,8% à 4%	 >3 ans <1 an	 Difficile Facile	
Recrusage et rechapage des pneumatiques  <small>TRA-SE-105 TRA-SE-108 & 110</small>	 1%	 >3 ans <1 an	 Difficile Facile	
Contrôle du gonflage des pneumatiques  <small>TRA-SE-104 TRA-SE-108 & 110</small>	 1% à 2,5%	 >3 ans <1 an	 Difficile Facile	
Optimisation de la géométrie  <small>TRA-SE-108 & 110</small>	 1,5%	 >3 ans <1 an	 Difficile Facile	

Les gains en émissions de polluants atmosphériques pour cette action n'ont pas été quantifiés en raison d'une trop grande incertitude sur l'impact de la mesure. Néanmoins un effet positif mais non évaluable peut être retenu.

Axe Véhicule – Fiche n° 7

Gestion du parc de pneumatiques

FICHE DETAILLEE

Contexte et réglementation

Le règlement européen n° 661/2009 définit une classification énergétique basée sur des coefficients de résistance au roulement (CRR) exprimés en kg/T. Le règlement européen n° 1222/2009 reprend quant à lui un système de labelling des pneumatiques avec un étiquetage énergétique par classe.

Cette dernière réglementation, applicable à partir de novembre 2012 au niveau européen, impose aux manufacturiers de rendre accessible certaines informations sur leurs pneumatiques. L'objectif de cette mesure est d'accroître la sécurité et l'efficacité économique et environnementale du transport routier par la promotion de pneumatiques sûrs, à faible niveau de bruit et efficaces en carburant. Le label est obligatoire pour tous les pneus neufs et prend en compte 3 critères :

- L'efficacité énergétique, i.e. l'impact sur la consommation de carburant, classée de A à G (même si la note G n'est plus utilisée). Plus on se rapproche de A (faible résistance au roulement), plus on économise du carburant ;
- L'adhérence (capacité de freinage du pneu) sur le sol mouillé (notée de A à G, même si la note G n'est plus utilisée) ;
- Le bruit de roulement extérieur du pneu au contact de la route est exprimé par 2 valeurs :
 - o Les émissions de bruit extérieur du pneu en décibels (dB)
 - o Le différentiel par tranche de 3 dB en dessous des seuils européens de volume sonore imposés aux pneumatiques (3 niveaux d'ondes, même si la 3^{ème} n'est plus utilisée)



Cette action regroupe un ensemble de leviers à activer ou pas suivant leur pertinence pour l'activité de l'entreprise. La gestion du parc de pneumatiques pouvant être externalisée ou réalisée en interne, les solutions seront appliquées indirectement via le prestataire ou directement par le transporteur.

A noter que les gains, estimés entre une situation avec l'action mise en place et une situation sans, peuvent également varier fortement, pour une même solution technique déployée, en fonction des pneumatiques utilisés (marque, modèle, ...).

Solution 1 : Pneumatiques basse résistance

Comment ça marche ?

A chaque tour de roue, la bande de roulement du pneu se déforme lorsqu'elle entre en contact avec le sol et le quitte à nouveau. La gomme, en se déformant, dégage de l'énergie sous forme de chaleur, ce phénomène est responsable à 90 % de la « résistance au roulement » du pneumatique. Un pneumatique « basse résistance » est un pneu dont le coefficient de résistance au roulement (C_{RR}) est peu élevé.

Ce C_{RR} peut être diminué en modifiant la composition du pneumatique (notamment grâce à l'ajout de silice dans le mélange des gommages) ou en modifiant la carcasse.

On peut ainsi diminuer le C_{RR} d'un pneumatique d'environ 1 kg/T.



Source : www.michelin.mu

Déperdition d'énergie sous l'effet de déformations du pneumatique

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

En régime stabilisé, la consommation du véhicule peut être estimée grâce à la formule suivante :

$$\text{Conso (V)} = \frac{C_{RR} \cdot m \cdot g \cdot V + \frac{1}{2} \rho \cdot C_x \cdot S \cdot V^3}{\eta(V) \cdot E_{carb}}$$

Avec m la masse du véhicule (en kg), g=9,81 N/kg la constante de gravitation, V la vitesse (en m/s), $\rho=1,2 \text{ kg/m}^3$ la masse volumique de l'air, C_x le coefficient de traînée (0,75 pour un poids lourd), S la surface frontale du véhicule (en m²), η le rendement du moteur (sans unité), et E_{carb} le pouvoir calorifique du carburant (en J/L)

Le lien entre le C_{RR} et la consommation est complexe, de nombreux paramètres entrant effectivement en ligne de compte : le type de véhicule, le type de parcours, le nombre d'essieux, le nombre de pneumatiques basse résistance utilisés, etc. Pour calculer la résistance moyenne, il convient de pondérer l'impact des différents essieux en fonction de la charge qu'ils transportent, la répartition standard est la suivante :

- Véhicules utilitaires légers et porteurs : 35 % essieu directeur, 65 % essieu moteur ;
- Ensemble tracteur + remorque : 15 % essieu directeur, 25 % essieu moteur, 60 % essieux de traînée.

Dans le cas des poids lourds, l'étiquette moyenne de résistance au roulement du parc de pneumatiques est l'étiquette D (C_{RR} compris entre 6,1 et 7 kg/T). Il convient de distinguer ici deux gammes de pneumatiques : la gamme longue distance et la gamme régionale. La gamme longue distance a généralement un coefficient de résistance au roulement plus faible que la gamme régionale (5,5 à 6 vs. 6,5 à 7 kg/T) car les besoins de résistance sont inférieurs (moins de virages et de freinages, revêtement de meilleure qualité, ...).

Les pneumatiques représentent globalement 35 % de la consommation de gazole d'un poids lourd. Les gains retenus et présentés ci-après ont été obtenus au moyen d'un calcul théorique à partir d'hypothèses d'un équipement permettant une diminution de la résistance au roulement de 10 % sur l'ensemble des pneumatiques pour les usages urbains et régionaux et de 5 % pour les usages longue distance. La formule présentée ci-dessus étant valable en régime stabilisé uniquement, un ajustement a été réalisé afin d'obtenir des gains représentatifs de chacun des usages. Ces gains correspondent aux ordres de grandeur communément mis en avant par les manufacturiers de pneumatiques.

Dans le cas des véhicules utilitaires légers, les pneumatiques représentent globalement 25 % de la consommation de gazole. La fiche CEE n° TRA-EQ-106 intitulée « Pneus de véhicules légers à basse résistance au roulement » concerne l'acquisition et le montage de pneumatiques ayant une classification énergétique au moins égale à C²⁶, pour le renouvellement sur des véhicules légers d'une flotte.

²⁶ Classification au sens du règlement européen n° 661/2009.

Il est estimé qu'un gain en C_{RR} de 1 kg/T sur les quatre pneus d'un véhicule conduit à une économie de carburant de l'ordre de 0,08 l/100 km, avec des fluctuations liées aux types de trajet (urbain, semi-urbain, autoroutier...), soit au maximum 0,8 % de la consommation moyenne d'un fourgon.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à un équipement en pneumatiques à plus basse résistance (% de réduction des émissions de CO ₂)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	0,8 %
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	1 %
Grand porteur	Régional	>12 t	3 %
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	4 %

Source : calculs théoriques ADEME sur la base des données des manufacturiers.

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Une analyse des études sur le sujet²⁷ montre qu'une meilleure gestion des pneumatiques permet de réduire les forces de résistance au mouvement et donc l'énergie nécessaire à une vitesse donnée. La moindre consommation du moteur pourrait s'accompagner d'une réduction des émissions NO_x. Cependant, les gains en polluants sont difficilement associables aux économies de carburant. Même si un gain sur les émissions de polluants semble probable, on retiendra un effet positif mais non évaluable. Cette analyse est appliquée à l'ensemble des solutions de la mesure « gestion du parc de pneumatiques ».

Impact sur les émissions sonores

L'impact sonore (le bruit de contact pneumatique/chaussée) résulte d'une interaction constante entre la roue et le sol. Le pneu tourne, subit une déformation constante et ses blocs de gomme heurtent le sol. Les principaux phénomènes générateurs de bruit concernent :

- L'impact des blocs de la bande de roulement lors du contact avec le sol et lors de son éloignement, en relation avec les vibrations de la carcasse du pneu qui produisent les effets de hurlement ou bourdonnement ;
- La compression de l'air dans les rainures de la bande de roulement, à laquelle les effets suivants sont liés : la résonance de l'air dans le réseau de rainures de la bande de roulement, les vibrations de l'air libéré à l'arrière du pneu et les turbulences du flux d'air entre la roue et le passage de roue ;
- Les vibrations lors du contact et l'expansion des blocs lors de la sortie de la surface de contact ;
- Une pression de pneu trop basse.



La note relative au bruit par rapport au label pneumatiques permet de connaître la valeur d'émission d'une part en valeur absolue et d'autre part par rapport aux seuils européens (1 onde sonore noircie = 3 dB ou plus en dessous de la limite européenne, 2 ondes sonores noircies = entre la limite européenne et 3 dB en dessous, 3 ondes sonores noircies = au-dessus de la limite européenne, plus utilisé à partir de 2016).

Comme les dB n'évoluent pas en échelle linéaire, une augmentation de 3 dB correspond à deux fois plus de bruit.

Domaine de pertinence

Cette solution sera d'autant plus pertinente que le véhicule fait de la longue distance et roule à vitesse stabilisée. A contrario, elle sera plus difficilement applicable pour les transports qui nécessitent des adhérences maximales : conditions météorologiques difficiles, pentes trop importantes, véhicules évoluant sur des chantiers, etc.

²⁷ ADEME, Estimation des gains potentiels en émissions de polluants atmosphériques (PM, NO_x, COV) des actions de la charte d'engagement volontaire « Objectif CO₂ Les transporteurs s'engagent », 2016.

Mise en Œuvre

Pour les poids lourds, les pneumatiques à faible résistance au roulement deviennent un standard sur certaines gammes, qui proposent des versions « classiques » et « économiques », avec surcoût moyen à l'achat de l'ordre de 1 % par rapport à un pneu ordinaire.

Dans le cas des véhicules utilitaires légers, le surcoût moyen lié à l'achat d'un pneumatique à faible résistance au roulement est de 4 %²⁸.

Préalablement à l'achat, il est conseillé de réaliser un audit ou un diagnostic par un spécialiste afin d'estimer le coefficient moyen de résistance au roulement de la flotte considérée.

Dans le cas d'une gestion du parc de pneumatiques externalisée, il faut demander au prestataire de choisir des pneumatiques de plus basse résistance dès que les contraintes de sécurité le permettent. Ce point doit donc être précisé dans les contrats, puis suivi au cours de l'exploitation. Dans le cas d'une gestion réalisée en interne, l'action implique de réaliser un suivi détaillé afin d'équiper certains véhicules en pneus basse résistance.

Cette solution a un temps de retour sur investissement court (< 1 an) avec les hypothèses de gain et de coût ci-dessus, et peut être considérée comme ayant une bonne faisabilité car elle ne présente pas de difficulté de mise en œuvre particulière (simplicité du diagnostic, disponibilité produit, rapidité mise en œuvre, ...).

Suivi de la solution

Indicateurs de suivi de la solution :

- Pourcentage de véhicules du parc équipés en pneumatiques à plus basse résistance en précisant les gammes équipées (véhicules utilitaires légers, petits porteurs, gros porteurs ou ensembles routiers) ;
- C_{RR} moyen du parc (si disponible auprès de votre prestataire de gestion du parc de pneumatiques).

Modalités pratiques de collecte des données :

- Suivi détaillé des pneumatiques utilisés par véhicule et par remorque (suivi effectué par l'atelier) : type de pneumatique par essieu et par véhicule, km d'utilisation, ...

²⁸ Information du constructeur.

Fiche de synthèse des « Certificats d'Économies d'Énergie » relative aux Pneus de véhicules légers à basse résistance au roulement



Certificats d'économies d'énergie

Opération n° TRA-EQ-106

Pneus de véhicules légers à basse résistance au roulement

1. Secteur d'application

Flotte professionnelle de véhicules de catégories M1 ou N1 selon l'article R311.1 du code de la route.

2. Dénomination

Acquisition et montage de pneumatiques de remplacement ayant une classification d'efficacité en carburant au moins égale à C sur des véhicules de catégories M1 ou N1.

3. Conditions pour la délivrance de certificats

Les pneumatiques ont une classification d'efficacité en carburant au moins égale à C ainsi qu'une classification en adhérence sur sol mouillé au moins égale à C (classification au sens du règlement européen n°1222/2009 du 25 novembre 2009 sur l'étiquetage des pneumatiques en relation avec l'efficacité en carburant et d'autres paramètres essentiels).

La preuve de réalisation de l'opération mentionne :

- l'achat et le montage de pneumatiques ;
- la quantité de pneumatiques ;
- la classe d'efficacité en carburant et la classe en adhérence sur sol mouillé des pneumatiques livrés.

A défaut, la preuve de réalisation de l'opération mentionne l'acquisition d'un nombre donné de pneumatiques avec leur marque et référence, et elle est accompagnée d'un document issu du fabricant indiquant la classe d'efficacité en carburant et la classe en adhérence sur sol mouillé des pneumatiques de marque et référence livrés.

Les documents justificatifs spécifiques à l'opération sont :

- un document, daté et signé par le bénéficiaire de l'opération, justifiant le kilométrage annuel moyen parcouru par les véhicules de catégories M1 et N1 de sa flotte. Le kilométrage annuel moyen parcouru par les véhicules pour la flotte considérée est égal à la somme des kilométrages de tous les véhicules de catégories M1 ou N1 de la flotte (éléments issus de l'outil de gestion et de suivi de la flotte) divisée par le nombre total de véhicules de la flotte. Cette valeur est déterminée sur l'année calendaire précédant la demande de certificats ;
- un état récapitulatif issu du professionnel, daté et signé par le bénéficiaire de l'opération, indiquant le nombre de pneumatiques par marque et référence, par lieu de distribution (nom du site, numéro de SIRET de l'établissement du bénéficiaire, adresse du site), par date d'acquisition, par référence de la preuve de réalisation de l'opération ainsi que la classe d'efficacité en carburant et la classe en adhérence sur sol mouillé des pneumatiques livrés.

La date d'engagement de l'opération est la date d'acquisition la plus ancienne de l'état récapitulatif. La date d'achèvement de l'opération est la date d'acquisition la plus récente de l'état récapitulatif.

L'écart entre la date d'engagement et la date d'achèvement ne peut excéder 6 mois.

4. Durée de vie conventionnelle

1 an.

5. Montant de certificats en kWh cumac

Classe d'efficacité en carburant des pneumatiques montés	Montant en kWh cumac	X	Nombre de pneumatiques	X	Kilométrage annuel moyen parcouru par les véhicules Y
A	0,011		N _A		
B	0,008		N _B		
C	0,006	N _C			

N_A est le nombre de pneumatiques de classe d'efficacité en carburant A

N_B est le nombre de pneumatiques de classe d'efficacité en carburant B

N_C est le nombre de pneumatiques de classe d'efficacité en carburant C

Fiche de synthèse des « Certificats d'Economies d'Énergie » relative au Véhicule de transport de marchandises optimisé



Certificats d'économies d'énergie

Opération n° TRA-EQ-115

Véhicule de transport de marchandises optimisé

1. Secteur d'application

Véhicules de catégorie N3 selon l'article R.311.1 du code de la route

2. Dénomination

Achat ou location d'un véhicule de catégorie N3 neuf optimisé d'un poids total roulant autorisé (PTRA) supérieur ou égal à 40 tonnes.

3. Conditions pour la délivrance de certificats

Le véhicule neuf optimisé respecte les normes environnementales en vigueur et comporte les trois technologies suivantes :

- boîte de vitesse robotisée ;
- équipements pour l'aérodynamisme : déflecteur de toit et carénage latéral de l'interface entre la cabine et la remorque ; le carénage latéral de l'interface est exigé uniquement pour les tracteurs routiers ;
- pneus à basse résistance au roulement : ils doivent appartenir à une classe d'efficacité en carburant au moins égale à C et à une classe d'adhérence sur sol mouillé au moins égale à C (classification au sens du règlement européen n°1222/2009 du 25 novembre 2009 sur l'étiquetage des pneumatiques en relation avec l'efficacité en carburant et d'autres paramètres essentiels).

La preuve de réalisation de l'opération mentionne l'achat ou la location d'un véhicule de transport de marchandises optimisé neuf et le fait que le véhicule optimisé comporte les trois technologies suivantes :

- pneus à basse résistance au roulement de classe d'efficacité en carburant supérieure ou égale à C et de classe d'adhérence sur sol mouillé supérieure ou égale à C ;
- équipements pour l'aérodynamisme : déflecteur de toit, carénage latéral de l'interface uniquement pour les tracteurs ;
- boîte de vitesse robotisée.

A défaut, la preuve de réalisation de l'opération mentionne l'achat ou la location d'un véhicule neuf avec ses marque et référence et elle est complétée par un document issu du fabricant indiquant que le véhicule de marque et référence acheté ou loué est un véhicule optimisé. Ce document indique que le véhicule optimisé comporte les trois technologies suivantes :

- pneus à basse résistance au roulement de classe d'efficacité en carburant supérieure ou égale à C et de classe d'adhérence sur sol mouillé supérieure ou égale à C ;
- équipements pour l'aérodynamisme : déflecteur de toit, carénage latéral de l'interface uniquement pour les tracteurs routiers ;
- boîte de vitesse robotisée.

Dans le cas de la location, la durée du contrat de location est égale ou supérieure à 24 mois.

Les documents justificatifs spécifiques à l'opération sont :

- une copie du certificat d'immatriculation du véhicule optimisé ;
- un état récapitulatif, issu du professionnel et signé par le bénéficiaire de l'opération, indiquant par véhicule, son numéro d'identification, la date de commande, la date d'immatriculation, le lieu de réalisation (nom du site, numéro de SIRET de l'établissement bénéficiaire, adresse du site).

4. Durée de vie conventionnelle

10 ans.

5. Montant de certificats en kWh cumac

Montant en kWh cumac par véhicule neuf optimisé		Nombre de véhicules neufs optimisés
181 300	X	N

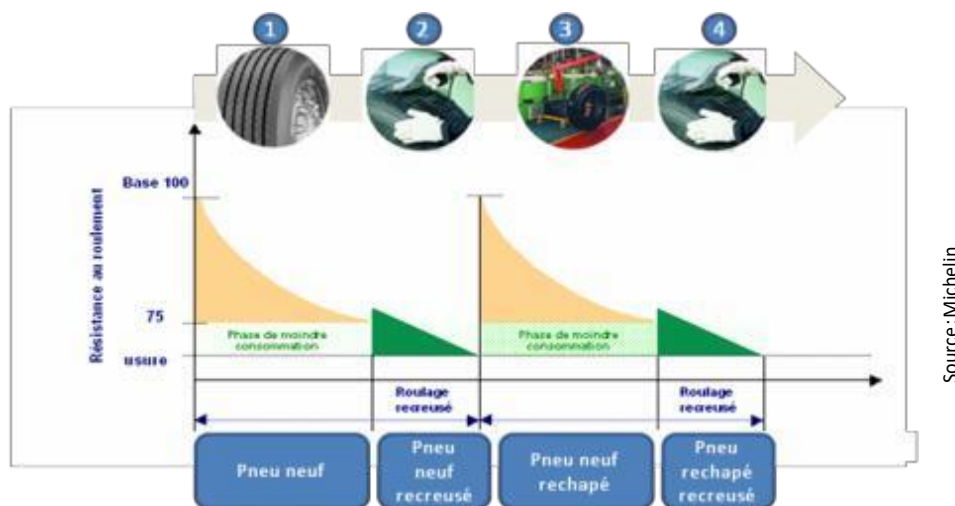
Solution 2 : Recreusage et rechapage des pneumatiques

Comment ça marche ?

Le recreusage consiste à redessiner les rainures principales de la bande de roulement au moment où leur profondeur atteint 2 à 3 mm, le but étant de prolonger la vie du pneu. Autorisé par le code de la route et recommandé par les fabricants de pneumatiques, le recreusage permet de redonner du potentiel d'adhérence au pneu, d'accroître de façon notable le rendement kilométrique, mais aussi de réaliser une économie de carburant, car le pneu poursuit sa vie dans la période où sa résistance au roulement est la plus faible.

Le rechapage est une technique consistant à remplacer la bande de roulement usée d'un pneumatique après s'être assuré par inspections visuelles, tactiles et par shearographie de la qualité de la carcasse. L'objectif est de donner une 2^{ème}, voire une 3^{ème} vie au pneumatique. Cette opération s'effectue dans des ateliers homologués (EN Règlement n°109) sur des pneumatiques poids lourds.

Les pneumatiques peuvent potentiellement passer par quatre étapes au cours de leur durée de vie :



Comme indiqué sur le schéma ci-dessus, la résistance au roulement (et donc la consommation de carburant) diminue au fur et à mesure de l'usure des pneumatiques. Le recreusage permet de prolonger la durée de vie du pneu sur sa période de consommation la plus faible.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Le gain, en termes de réduction de consommation, sur la phase de vie « recreusé » est de l'ordre de 1,5 l/100 km (soit environ 4,5 %). Ce gain n'est à prendre en compte que sur cette phase de vie qui représente 25% du cycle de vie, on obtient donc un gain d'environ 1 % de consommation pour l'utilisation de pneumatiques recreusés sur un véhicule.

Ce gain ne varie pas en fonction de la gamme du véhicule ou de son usage.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés au recreusage (% de réduction des émissions de CO ₂)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	Inapplicable
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	1 %
Grand porteur	Régional	>12 t	
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	

Source : manufacturiers

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Une analyse des études sur le sujet²⁹ montre qu'une meilleure gestion des pneumatiques permet de réduire les forces de résistance au mouvement et donc l'énergie nécessaire à une vitesse donnée. La moindre consommation du moteur pourrait s'accompagner d'une réduction des émissions NO_x.

Cependant, les gains en polluants sont difficilement associables aux économies de carburant. Même si un gain sur les émissions de polluants semble probable, on retiendra un effet positif mais non évaluable. Cette analyse est appliquée à l'ensemble des solutions de la mesure « gestion du parc de pneumatiques ».

Impact sur les émissions sonores

L'adhérence des pneumatiques à la chaussée est un facteur de nuisances sonores. La variation de décibels est fortement impactée selon l'état du pneumatique et le revêtement de la chaussée (béton, asphalte, ...).

Domaine de pertinence

Pour pouvoir être recreusé, le pneumatique doit porter l'indicateur « regroovable » ou le symbole « U » sur ses flancs. Les pneumatiques recreusés peuvent être placés sur tous les essieux du véhicule, à la différence des pneumatiques rechapés qui ne doivent pas être placés sur l'essieu directeur.

Le recreusage et le rechapage sont exclusivement destinés aux véhicules d'un PTAC > 3,5 t. Dans le cas des véhicules utilitaires légers, ces solutions sont inapplicables, voire dangereuses.

La fiche CEE n° TRA-SE-105 intitulée « Recreusage des pneumatiques » n'est pas cumulable avec les fiches CEE n° TRA-SE-108 et 110 (cf. Solution n°3) concernant la gestion externalisée et optimisée de la globalité du poste pneumatique, dans lesquelles l'opération de « recreusage » est citée.

Mise en Œuvre

A titre indicatif, le premier recreusage a lieu au bout de 180 à 220 000 km lorsqu'il s'agit de transport à l'échelle nationale, 110 à 120 000 km à l'échelle régionale)³⁰.

Les fabricants de pneus publient des instructions relatives aux dessins à suivre lors du recreusage de leurs pneus, aux largeurs appropriées recommandées, et aux profondeurs permises en dessous du fond de sculpture d'origine (après recreusage, les câbles ne doivent en aucun cas être apparents). Le recreusage doit être effectué par des professionnels selon ces règles.

L'ordre de grandeur du coût pour le recreusage d'un pneu est de 30 €.

Le temps de retour sur investissement du recreusage est court (< 1 an) avec les hypothèses de gain et de coût ci-dessus. Cette solution ne présente pas de difficulté de mise en œuvre particulière et peut donc être considérée comme ayant une bonne faisabilité.

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- Pourcentage de véhicules du parc dont les pneumatiques sont recreusés.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Suivi du parc de pneumatiques par essieu et par véhicule ; type de pneumatique, étape du cycle de vie (1^{er} recreusage, ...) et nombre de km parcourus.

²⁹ ADEME, *Estimation des gains potentiels en émissions de polluants atmosphériques (PM, NO_x, COV) des actions de la charte d'engagement volontaire « Objectif CO₂ Les transporteurs s'engagent »*, 2016.

³⁰ Source : entretiens avec les fabricants de pneumatiques

Fiche de synthèse des « Certificats d'Économies d'Énergie » relative au Recreusage des pneumatiques poids lourds



Certificats d'économies d'énergie

Opération n° TRA-SE-105

Recreusage des pneumatiques

1. Secteur d'application

Véhicules de transport de personnes et de marchandises de catégories M2, M3, N2, N3, O3 ou O4 selon l'article R.311-1 du code de la route.

2. Dénomination

Recreusage de pneumatiques neufs ou rechapés.

Cette opération n'est pas cumulable avec les fiches d'opérations standardisées TRA-SE-108 et TRA-SE-109, TRA-SE-110 et TRA-SE-111.

3. Conditions pour la délivrance de certificats

Le recreusage est effectué par un professionnel.

La preuve de réalisation de l'opération mentionne le recreusage de pneumatiques neufs ou rechapés, le nombre de pneumatiques recreusés et la période sur laquelle ces pneumatiques ont été recreusés. Cette période ne peut dépasser six mois.

La date d'engagement est la date de réalisation du premier recreusage figurant sur la preuve de réalisation.

La date d'achèvement est la date de réalisation du dernier recreusage figurant sur la preuve de réalisation.

4. Durée de vie conventionnelle

1 an.

5. Montant de certificats en kWh cumac

Montant en kWh cumac par pneumatique recreusé		Nombre de pneumatiques recreusés
360	X	N

Zoom sur « rechapage et économie circulaire »

Le rechapage constitue une étape importante de l'économie circulaire du pneumatique poids lourd (pneumatique neuf de qualité, entretien, recreusage, rechapage, ...). La bonne gestion de ce cycle s'avère vertueuse sur le plan économique (avec notamment une diminution du prix de revient kilométrique pour le transporteur du fait de l'amélioration de la longévité du produit), social (des emplois de proximité peu délocalisables) et écologique (économie de matières premières, d'énergie et apparition tardive du déchet).

Tous les pneumatiques ne sont cependant pas rechapables. Deux conditions doivent être respectées pour qu'un pneu soit accepté au rechapage :

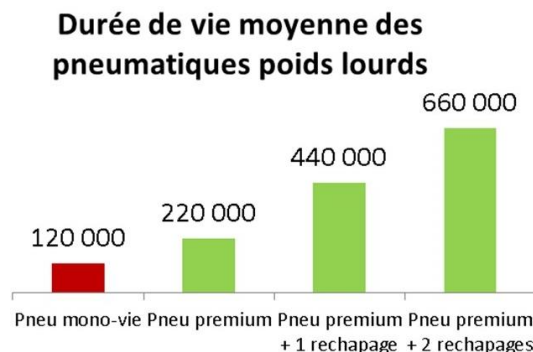
- Les pneumatiques doivent avoir été conçus dès l'origine pour être rechapés de manière optimale. Seuls ceux dont la carcasse est suffisamment robuste pour vivre plusieurs vies sont retenus par les rechapeurs. On parle alors de pneumatiques premium ou multi-vie, par opposition à des pneumatiques d'entrée de gamme non rechapable et donc mono-vie.
- Par ailleurs, un pneu ne peut être rechapé que s'il a été entretenu de manière professionnelle et régulière. Les règles de bonnes pratiques de la profession recensent plus de 10 motifs d'élimination.

Le tri des carcasses est effectué à la fois sur les lieux de démonte et chez les rechapeurs et dans tous les cas par des opérateurs disposant d'une solide expérience professionnelle. L'inspection des carcasses s'effectue dans un premier temps de façon visuelle et tactile, puis de façon assistée, avec les lignes de shearographie des ateliers de rechapage.

Rechapage et durée de vie des pneumatiques

La durée de vie d'un pneumatique poids lourds varie fortement en fonction du type d'utilisation et de la qualité intrinsèque du pneumatique :

- Un pneu d'entrée de gamme, qualifié de mono-vie dans la mesure où il n'est pas conçu pour être rechapé, présente une durée de vie moyenne d'environ 120 000 km.
- Un pneu neuf premium réalise en moyenne 100 000 km supplémentaires et enregistre une durée de vie moyenne de 220 000 km. Ce pneu étant conçu pour être rechapé, il doublera, voire triplera sa longévité et réalisera respectivement 440 000 km ou 660 000 km.



Source : SNCP d'après étude EY – Octobre 2016

L'amélioration régulière de la qualité des procédés de rechapage font qu'aujourd'hui on réalise autant de kilomètres avec un pneumatique neuf premium qu'avec un rechapé. Cela n'était pas vrai il y a 15 ans en arrière.

Rechapage et réduction du prix de revient kilométrique

Un pneumatique rechapé est jusqu'à 40 % moins cher qu'un pneu neuf équivalent. Le rechapage permet de conférer une 2^{ème} voire une 3^{ème} vie à un pneumatique sans compromis sur la sécurité et sur les performances.

Un pneumatique premium est en revanche plus cher à l'achat qu'un pneu d'entrée de gamme. Cette comparaison de prix a cependant ses limites dans la mesure où la durée de vie d'un pneumatique premium est deux fois plus élevée.

La comparaison doit donc s'effectuer sur la base du prix de revient kilométrique qui permet d'apprécier le coût réel du pneumatique sur l'ensemble de sa durée de vie. Ce calcul permet de faire ressortir la compétitivité coût à l'usage du couple premium + rechapage(s) face à des pneus d'entrée de gamme dont les performances en termes d'adhérence ou de résistance au roulement demeurent globalement plus faibles.

Rechapage et moindre consommation de matières premières et d'énergie

Le poids moyen d'un pneumatique pour véhicules utilitaires lourds s'élève à 65 kg. L'opération de rechapage consiste à apporter une nouvelle bande de roulement d'un poids moyen de 20 kg :

- La production de deux pneus neufs nécessite le recours à 130 kg de matières premières (caoutchouc, charges, inserts textiles et métallique...);
- La production d'un pneu neuf suivi du rechapage de ce même pneu ne nécessitera que le recours à 85 kg de matière (65 kg du pneu initial + 20 kg de la bande roulement du rechapé).

L'économie de matières premières s'élève à 35 %.

Si le pneumatique est rechapé une seconde fois, l'économie atteint les 48 % (3 pneus neufs versus 1 pneu neuf et 2 rechapages).

L'économie est encore plus marquée si l'on intègre dans le calcul le différentiel de kilomètres parcourus (1 pneu neuf premium + 1 rechapage : 440 000 km, 2 pneus neufs d'entrée de gamme : 240 000 km).

Rechapage et moindre production de déchets

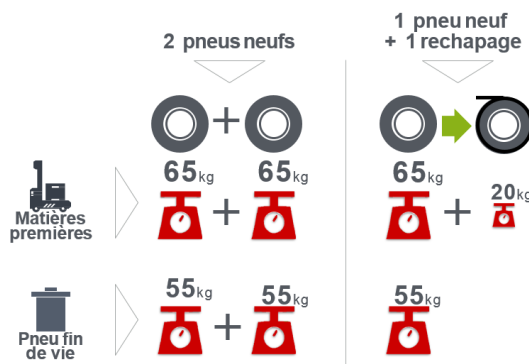
Le rechapage minore par ailleurs la production de déchets à valoriser (valorisation matière ou énergétique) et contribue à améliorer le bilan écologique du pneumatique.

Sur la base d'un poids moyen d'un pneu usé de 55 kg :

- L'usage de deux pneumatiques neufs conduit à la production de 110 kg de déchets à valoriser (55 kg x 2) ;
- L'usage d'un pneu neuf et d'un rechapé conduit à la production de seulement 55 kg de déchets (une seule carcasse à valoriser).

La moindre production de déchet s'élève à 50 % et même à 67 % avec deux rechapages.

Le gain est encore plus marqué si l'on rapporte la production de déchets au kilomètres parcourus (cf. point ci-dessus).



Source : SNCP

Green deal tyre simulator ® : un outil d'aide à la décision pour les transporteurs³¹

Les manufacturiers de pneumatiques regroupés au sein du SNCP (Syndicat national du caoutchouc et des polymères) ont mis en ligne en 2018, un outil opérationnel d'aide à la décision pour les transporteurs routiers. Ce simulateur permet de comparer les performances économiques et environnementales de pneumatiques poids lourd premium rechapables avec celles de pneumatiques non rechapables.

L'outil est structuré pour appréhender 3 types de véhicules : Tracteur 4 X 2 + semi 3 essieux 40 T, Porteur 4 x 2 19T, Bus urbain 4 x 2 19T

Le simulateur (www.lecaoutchouc.com/tco) permet d'apprécier le coût kilométrique, la consommation de carburant, le TCO (Total Cost of Ownership), la consommation de matières premières, le volume de déchets à traiter ainsi que les émissions de CO₂ pour les différentes offres de pneumatiques poids lourds.

³¹ www.rechapage.fr

Solution 3 : Contrôle du gonflage des pneumatiques

Comment ça marche ?

Le sous-gonflage des pneus génère une flexion exagérée de la carcasse, qui a pour conséquence un échauffement du pneu, l'augmentation de sa résistance au roulement et son usure prématurée. Sous-gonfler les pneus se traduit ainsi par une hausse de la consommation de carburants et une diminution de la durée de vie du pneumatique.

Une solution alternative de plus en plus fréquemment utilisée par les entreprises pour réduire la contrainte liée au gonflage des pneumatiques est le gonflage des pneus à l'azote. Les mélanges de gomme sont en effet légèrement plus étanches vis-à-vis de l'azote que de l'air. Bien qu'un pneu gonflé à l'azote se dégonfle plus lentement qu'un pneu gonflé à l'air, il nécessite également une surveillance régulière. Les règles et les conseils donnés pour le gonflage des pneus avec de l'air restent tous applicables.

Le cas du gonflage automatique des pneumatiques

Un équipementier propose un système de gonflage automatique des pneumatiques, complètement intégré au pneu lui-même (technologie AMT -Air Maintenance Technology-). Un régulateur interne détecte lorsque la pression de gonflage des pneus chute en dessous du niveau prédéfini. Il s'ouvre alors pour permettre à l'air de passer dans le tube de pompage. En roulant, la déformation du pneu aplatit le tube, poussant l'air vers la valve. L'air entre dans la cavité du pneumatique, permettant ainsi un maintien en continu de la pression recommandée. Cette technologie permet d'éviter le sous-gonflage comme le sur-gonflage mais représente un surcoût d'investissement important par rapport aux pneumatiques classiques. Cette technologie n'est donc pas détaillée plus en avant mais uniquement présentée à titre indicatif.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Une pression de gonflage insuffisante peut avoir comme effet une surconsommation jusqu'à 2,5 % sur une longue distance³².

Dans le cas des poids lourds, les gains retenus dans le tableau ci-dessous correspondent à un sous-gonflage moyen de 15%.

Dans le cas des véhicules utilitaire légers, la fiche CEE n° TRA-SE-104 intitulée « Station de gonflage des pneumatiques » précise que le sous gonflage augmente la résistance au roulement d'un pneumatique et par conséquent la consommation de carburant d'un véhicule. Des études montrent qu'un différentiel de pression de 0,3 bar de pression engendre une surconsommation de 0,05 l/100 km par référence au test UTAC normalisé (soit +6 % de résistance au roulement) et pour un différentiel de 1 bar de pression une surconsommation de 0,23 l/100 km (soit +30 % de résistance au roulement). Ceci correspond à une surconsommation comprise entre 1,2 % et 6 % en fonction du différentiel de pression. En outre, dans une étude d'impact réalisée par la Commission européenne, il est indiqué qu'au niveau de l'UE une remise à la pression correcte des pneumatiques du parc automobile permettrait d'économiser 2,5 % de la consommation de carburant.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à l'optimisation du gonflage des pneumatiques ³³ (% de réduction des émissions de CO ₂)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	2,5 %
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	1 %
Grand porteur	Régional	>12 t	1 %
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	1,5 %

Source : manufacturiers, fiche CEE.

³² En outre, la durée de vie du pneumatique sera augmentée. En effet un sous-gonflage de 10 % entraîne une usure accrue de 10 %.

³³ Pour les véhicules de plus de 3,5 t le taux de sous-gonflage est plus faible que pour les VUL, d'où des gains de CO₂ inférieurs.

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Une analyse des études sur le sujet³⁴ montre qu'une meilleure gestion des pneumatiques permet de réduire les forces de résistance au mouvement et donc l'énergie nécessaire à une vitesse donnée. La moindre consommation du moteur pourrait s'accompagner d'une réduction des émissions NO_x.

Cependant, les gains en polluants sont difficilement associables aux économies de carburant. Même si un gain sur les émissions de polluants semble probable, on retiendra un effet positif mais non évaluable. Cette analyse est appliquée à l'ensemble des solutions de la mesure « gestion du parc de pneumatiques ».

Impact sur les émissions sonores

L'impact sonore (le bruit de contact pneumatique/chaussée) résulte d'une interaction constante entre la roue et le sol. Le pneu tourne, subit une déformation constante et ses blocs de gomme heurtent le sol. Une pression de pneu trop basse est un des principaux phénomènes générateurs de bruit.

Domaine de pertinence

Cette action s'applique à tous les domaines du transport. Elle sera plus efficace pour les véhicules parcourant de longues distances lorsque le sous-gonflage est important.

Le gonflage à l'azote est pertinent pour tous les types de véhicules.

Mise en Œuvre

Cette action implique de contrôler régulièrement la pression des pneumatiques. En pratique, il est recommandé de vérifier et d'ajuster la pression des pneus une fois par mois³⁵.

Pour un poids lourd, la pression d'un pneu sur un essieu moteur peut s'échelonner de 6,5 à 8,5 bars et sur une remorque de 7 à 9 bars. Pour un véhicule utilitaire léger, la pression peut s'échelonner de 3 à 5,8 bars³⁶.

Dans le cas d'une gestion externalisée, le contrôle des pressions de gonflage des pneus de chaque véhicule doit être effectué au minimum tous les deux mois. De plus, après toute intervention sur un pneumatique, une mise à niveau des pressions de tous les pneus du véhicule doit être réalisée. En moyenne, cela assure un maximum de 5 % d'écart de pression par rapport à la pression nominale conseillée et donc pas de surconsommation de carburant. La pression nominale peut être ajustée selon l'utilisation du véhicule, c'est-à-dire selon la charge moyenne et les itinéraires empruntés.

Pour une gestion réalisée en interne, différentes modalités de contrôle existent :

- Vérification systématique de la pression en atelier
- Vérification en dynamique en équipant les véhicules en manomètres
- Mise en place de systèmes d'alerte automatique (installation de LED ou de capteurs de pression électroniques-TPMS, Tyre Pressure Monitoring System-)

Le temps de retour sur investissement du contrôle régulier de la pression des pneus est court. Cette solution peut nécessiter, dans le cas de la gestion interne, de mettre en place un mécanisme de suivi manuel ou automatique et sa faisabilité peut donc être considérée comme intermédiaire.

Pour le gonflage à l'azote des pneus d'une flotte de véhicules, le prix d'achat d'une bouteille de 200 bars est d'environ 50 €. L'impact est insignifiant en termes de coût par pneu gonflé.

La gestion externalisée ou optimisée de la globalité du poste pneumatique fait l'objet respectivement des fiches CEE n° TRA-SE-108 et 110.

³⁴ ADEME, Estimation des gains potentiels en émissions de polluants atmosphériques (PM, NO_x, COV) des actions de la charte d'engagement volontaire « Objectif CO₂ Les transporteurs s'engagent », 2016.

³⁵ Fiche CEE T912 : Gonflage des pneumatiques pour véhicules VL et VUL.

³⁶ <http://www.conti-online.com>: Manuel Technique Continental Pneus pour véhicule utilitaires.

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- Pourcentage de véhicules du parc dont les pneumatiques sont remis à pression a minima tous les deux mois. (NB : cette fréquence indicative doit être augmentée si des écarts de pression de l'ordre de 10 % sont constatés).

Modalités pratiques de collecte des données :

- Mise en place d'un tableau de suivi de la pression des pneumatiques par véhicule.

Fiche de synthèse des « Certificats d'Économies d'Énergie » relative à une Station de gonflage des pneumatiques



Certificats d'économies d'énergie

Opération n° TRA-SE-104

Station de gonflage des pneumatiques

1. Secteur d'application

Transport : tous véhicules de catégorie M1 ou N1 selon l'article R.311-1 du code de la route.

2. Dénomination

Mise en place d'un contrat d'entretien pour de nouvelles stations de gonflage ou pour le maintien d'installations existantes conformément au cahier des charges Travaux de Normalisation des pneumatiques pour la France (TNPF).

3. Conditions pour la délivrance de certificats

Les prestations de gonflage de l'installation ne sont pas tarifées.

La station de gonflage respecte les conditions du cahier des charges Travaux de Normalisation des Pneumatiques pour la France (TNPF):

- facilité d'accès aux utilisateurs ;
- affichage visible dans la station de gonflage du panneau avec le message du TNPF :
« Des pneus bien gonflés : les 10 conseils pour rouler en toute sécurité » ;
- l'opération de gonflage doit se faire en toute sécurité pour tous les utilisateurs ;
- le maintien des installations est conforme au cahier des charges du TNPF.

La date d'engagement de l'opération est la date de signature du contrat d'entretien. La date d'achèvement de l'opération est la date anniversaire de signature du contrat d'entretien.

Le professionnel est le prestataire de service signataire du contrat d'entretien.

La preuve de réalisation de l'opération est le contrat en cours de validité (hors reconduction tacite) signé entre le bénéficiaire et le professionnel, le cas échéant avec ses avenants, qui prouve de l'entretien de la station de gonflage et dans lequel le remplacement des organes défectueux est garanti dans un délai maximal de 15 jours.

Les documents justificatifs spécifiques à l'opération sont :

- la procédure de contrôle quotidien ;
- l'état récapitulatif, issu du professionnel et signé par le bénéficiaire de l'opération, des stations de gonflage des pneumatiques, sous contrat d'entretien, mentionnant par station son type, A, B ou C, son nom et son adresse.

4. Durée de vie conventionnelle

1 an.

5. Montant des certificats en kWh cumac

Trois types de stations de gonflage sont définis :

Stations de gonflage de type A (N_A) : implantées sur des autoroutes ou des voies de grande circulation de type autoroutier avec des aires de stationnement/repos.

Stations de gonflage de type B (N_B) : implantées dans des zones urbaines ou des agglomérations (zones industrielles, d'activité, parkings grands publics) et hors agglomération, hors parkings privés d'entreprises ou de collectivités locales.

Stations de gonflage de type C (N_C) : implantées dans les parkings privés d'entreprises ou de collectivités locales, ces parkings hébergeant les véhicules des employés et/ou ceux appartenant à l'entreprise ou à la collectivité locale (au sens de flotte professionnelle).

Type de station	Montant en kWh cumac par station	X	Nombre de stations de gonflage	
Type A	534 200		N_A	
Type B	148 400		N_B	
Type C	39 600		N_C	

Fiche de synthèse des « Certificats d'Économies d'Énergie » relative à la Gestion externalisée de la globalité du poste pneumatique



Certificats d'économies d'énergie

Opération n° TRA-SE-108

Gestion externalisée de la globalité du poste pneumatique (Véhicules de transport de marchandises)

1. Secteur d'application

Véhicules de transport de marchandises de catégories N2 ou N3 de plus de 7,5t jusqu'à 44t (ensembles articulés et porteurs) selon l'article R.311-1 du code de la route.

2. Dénomination

Gestion externalisée de la globalité du poste pneumatique sur une flotte de véhicules de catégories N2 ou N3.

Cette opération n'est cumulable ni avec la fiche d'opération standardisée TRA-SE-105 ni avec la fiche d'opération standardisée TRA-SE-110.

3. Conditions pour la délivrance de certificats

Les pneumatiques en gestion externalisée équipent des véhicules de poids maximal P tel que : 7,5 tonnes \leq P \leq 44 tonnes (ensembles articulés et porteurs).

La gestion externalisée de la globalité du poste pneumatique est confiée à un professionnel et elle comporte au moins les opérations suivantes : réglage des géométries, contrôle des pressions, recrusage, permutation et/ou retournement sur jante et suivi des usures.

La preuve de réalisation de l'opération est le contrat en cours de validité (hors reconduction tacite) signé entre le bénéficiaire et le professionnel, le cas échéant avec ses avenants, qui prouve de l'entretien des pneumatiques et des services réalisés sur les pneumatiques.

Ce contrat inclut :

- pour chaque établissement du bénéficiaire, identifié par son nom, SIRET et adresse, le nombre et le type de véhicules concernés (ensemble articulé ou porteur) ;
- les services suivants : réglage des géométries, contrôle des pressions, recrusage, permutation et/ou retournement sur jante et suivi des usures ;
- le recrusage de 65% minimum des pneus quittant l'entreprise pour rechapage ou valorisation ;
- la vérification de la pression des pneus des véhicules trois fois par an en moyenne (sur vérification ou remplacement du pneu) ;
- l'acceptation au rechapage de 70% minimum des pneus neufs introduits dans la flotte (hors dommages accidentels) ;
- le fait que l'ensemble des véhicules sous contrat subissent au moins une fois par an une opération de permutation et/ou de retournement sur jante.

La date d'engagement de l'opération est définie comme la date de signature du contrat, ou, lorsque le contrat original arrive à échéance ou lorsqu'il ne respecte pas l'intégralité des exigences ci-dessus, la date de signature de l'avenant prolongeant le contrat ou permettant de respecter l'ensemble des exigences ci-dessus.

La date d'achèvement de l'opération est définie comme la date de signature du contrat (pour la première année de contrat) puis comme la date anniversaire de signature du contrat (pour les années suivantes). Le contrat est encore valide minimum un an après la date d'achèvement de l'opération.

4. Durée de vie conventionnelle

1 an.

5. Montant des certificats en kWh cumac

Type de véhicules	Montant en kWh cumac par ensemble articulé		Nombre d'ensembles articulés en gestion externalisée
Ensemble articulé	4 700	X	N

Type de véhicules	Montant en kWh cumac par porteur		Nombre de porteurs en gestion externalisée
Porteur	1 700	X	N

Fiche de synthèse des « Certificats d'Économies d'Énergie » relative à la Gestion optimisée de la globalité du poste pneumatique



Certificats d'économies d'énergie

Opération n° TRA-SE-110

Gestion optimisée de la globalité du poste pneumatique (Véhicules de transport de marchandises)

1. Secteur d'application

Véhicules de transport de marchandises de catégories N2 ou N3 de plus de 7,5t jusqu'à 44t (ensembles articulés et porteurs) selon l'article R.311-1 du code de la route.

2. Dénomination

Gestion optimisée de la globalité du poste pneumatique sur une flotte de véhicules de catégories N2 ou N3.

Cette opération n'est cumulaire ni avec la fiche d'opération standardisée TRA-SE-105 ni avec la fiche d'opération standardisée TRA-SE-108.

3. Conditions pour la délivrance de certificats

Les pneumatiques en gestion optimisée équipent des véhicules de poids maximal P tel que : $7.5 \text{ tonnes} \leq P \leq 44 \text{ tonnes}$ (ensembles articulés et porteurs).

La gestion optimisée de la globalité du poste pneumatique est confiée à un professionnel et elle comporte au moins les opérations suivantes : réglage des géométries, contrôle des pressions, recrusage, permutation et/ou retournement sur jante et suivi des usures.

La preuve de réalisation de l'opération est le contrat tripartite en cours de validité (hors reconduction tacite) signé entre le bénéficiaire, le manufacturier des pneumatiques et le professionnel, le cas échéant avec ses avenants, qui prouve de l'entretien des pneumatiques et des services réalisés sur les pneumatiques.

Ce contrat inclut :

- pour chaque établissement du bénéficiaire, identifié par son nom, SIRET et adresse, le nombre et le type de véhicules concernés (ensemble articulé ou porteur) ;
- les services suivants : réglage des géométries, contrôle des pressions, recrusage, permutation et/ou retournement sur jante et suivi des usures ;
- le recrusage de 50 % minimum des pneus quittant l'entreprise pour rechapage ou valorisation ;
- la vérification de la pression des pneus des véhicules trois fois par an en moyenne (sur vérification ou remplacement du pneu) ;
- le fait que l'ensemble des véhicules sous contrat subissent au moins une fois par an une opération de permutation et/ou de retournement sur jante.

La date d'engagement de l'opération est définie comme la date de signature du contrat, ou, lorsque le contrat originel arrive à échéance ou lorsqu'il ne respecte pas l'intégralité des exigences ci-dessus, la date de signature de l'avenant prolongeant le contrat ou permettant de respecter l'ensemble des exigences ci-dessus.

La date d'achèvement de l'opération est définie comme la date de signature du contrat (pour la première année de contrat) puis comme la date anniversaire de signature du contrat (pour les années suivantes). Le contrat est encore valide minimum un an après la date d'achèvement de l'opération.

4. Durée de vie conventionnelle

1 an.

5. Montant des certificats en kWh cumac

Type de véhicules	Montant en kWh cumac par ensemble		Nombre d'ensembles articulés en gestion optimisée
Ensemble articulé	3 900	X	N

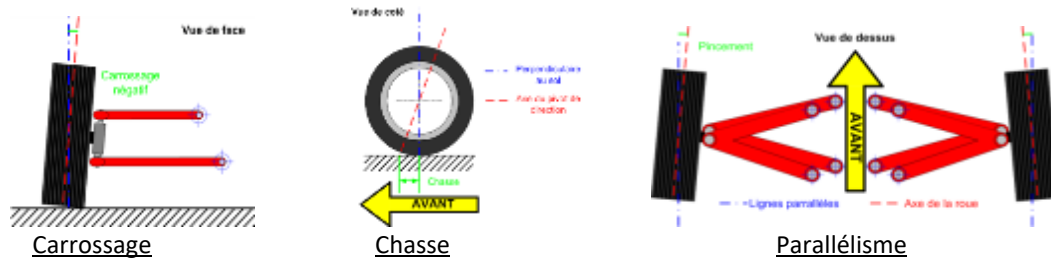
Type de véhicules	Montant en kWh cumac par porteur		Nombre de porteurs en gestion optimisée
Porteur	1 400	X	N

Solution 4 : Optimisation de la géométrie

Comment ça marche ?

Différents angles définissent la géométrie : le carrossage, le pivot, la chasse et le parallélisme. Ces angles doivent être parfaitement harmonisés pour éviter une usure prématurée et une surconsommation :

- Le carrossage est l'inclinaison de la roue par rapport à la verticale ;
- Le pivot est l'angle formé par l'axe de pivot et la verticale vu de face ;
- La chasse est l'angle formé par l'axe de pivot et la verticale vu de côté ;
- Le parallélisme est l'angle que forme le plan de la roue et l'axe longitudinal du véhicule.



Source :
www.autotekno.com

Un mauvais réglage de ces paramètres augmente la résistance au roulement et induit par conséquent des surconsommations de carburant.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Les surconsommations liées à des dérèglages peuvent atteindre 1 l/100 km. Le gain retenu, pour donner suite aux échanges avec les manufacturiers, est de 0,5 l/100 km soit 1,5 %.

Ce gain ne varie pas en fonction de la gamme du véhicule ou de son usage.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à l'optimisation de la géométrie des pneumatiques (% de réduction des émissions de CO ₂)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	1,5 %
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	
Grand porteur	Régional	>12 t	
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	

Source : manufacturiers

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Une analyse des études sur le sujet³⁷ montre qu'une meilleure gestion des pneumatiques permet de réduire les forces de résistance au mouvement et donc l'énergie nécessaire à une vitesse donnée. La moindre consommation du moteur pourrait s'accompagner d'une réduction des émissions NO_x.

Cependant, les gains en polluants sont difficilement associables aux économies de carburant. Même si un gain sur les émissions de polluants semble probable, on retiendra un effet positif mais non évaluable. Cette analyse est appliquée à l'ensemble des solutions de la mesure « gestion du parc de pneumatiques ».

³⁷ ADEME, Estimation des gains potentiels en émissions de polluants atmosphériques (PM, NO_x, COV) des actions de la charte d'engagement volontaire « Objectif CO₂ Les transporteurs s'engagent », 2016.

Domaine de pertinence

Cette solution s'applique à tous les véhicules et activités de transport.

Mise en Œuvre

Le contrôle de la géométrie doit être effectué par un professionnel. L'ordre de grandeur du coût d'un contrôle est de 150 euros.

En plus de la géométrie, il est possible d'optimiser l'usure des pneumatiques en les permutant de l'extérieur vers l'intérieur et inversement. Sur un essieu moteur, le fait de permuter les pneumatiques peut améliorer leur durée de vie d'environ 10 %.

Le temps de retour sur investissement du contrôle régulier de la géométrie est court (< 1 an) d'après les hypothèses de coût et de faisabilité présentées plus haut. Cette solution présente une facilité de mise en œuvre intermédiaire (implication d'un professionnel sur site ou en externe).

L'opération de « réglage des géométries » est indiquée dans les fiches CEE n° TRA-SE-108 et 110 (cf. Solution n°3) concernant la gestion externalisée et optimisée de la globalité du poste pneumatique.

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- Pourcentage de véhicules pour lesquels la géométrie est vérifiée au moins une fois par an.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Tableau de suivi de contrôle de la géométrie des pneumatiques : diagnostic par essieu et par véhicule, type d'opération entreprise pour redresser la géométrie.

Axe Véhicule – Fiche n° 8 Climatisation SYNTHESE

Description de l'action

L'objectif de cette action est de proposer une solution de réduction des émissions associées à l'utilisation de la climatisation. Le remplacement des systèmes de climatisation classiques par une climatisation de type évaporative ou autonome permet respectivement de s'affranchir de l'utilisation des gaz réfrigérants, qui ont un impact négatif important sur le changement climatique, et de limiter les surconsommations liées à l'utilisation du moteur au ralenti.

Domaine de pertinence

Cette action s'applique à tous les domaines du transport et à tous les véhicules équipés de systèmes de climatisation.

Solutions	Gains CO ₂	Retour sur investissement	Faisabilité	Domaine de pertinence
Climatisation évaporative	0% à 10% 3% à 3,3%	>3 ans à <1 an	Difficile à Facile	VUL, PP, GP, ER
Equipement en système de climatisation évaporative				
Climatisation autonome	0% à 10% 0 à 2%	>3 ans à <1 an	Difficile à Facile	GP, ER
Equipement en système de climatisation autonome				

Solutions	Gains NOx	Gains PM	Gains COV	Domaine de pertinence
Climatisation évaporative	+	NC	NC	VUL, PP, GP, ER
Equipement en système de climatisation évaporative				
Climatisation autonome	Variable	Variable	Variable	GP, ER
Equipement en système de climatisation autonome				

Axe Véhicule – Fiche n° 8
Climatisation
FICHE DETAILLEE

Contexte et réglementation

L'utilisation de la climatisation dans les véhicules a amené plus de confort et de sécurité pour les conducteurs. Cependant, cette technologie a aussi engendré une augmentation des émissions des gaz à effet de serre des transports pour deux raisons :

- Le fonctionnement de la climatisation nécessite l'entraînement d'un compresseur par le moteur thermique du véhicule ce qui accroît la consommation de carburant de ce dernier (et donc les émissions de CO₂) ;
- Les boucles de climatisation ne sont pas parfaitement étanches et les fluides frigorigènes utilisés, qui peuvent s'en échapper, ont un très fort effet sur le réchauffement climatique (1430 fois plus important que le CO₂).

Traditionnellement la climatisation des véhicules est réalisée par l'utilisation du fluide frigorigène « R - 134a ». Jusqu'à présent, cette technologie de climatisation par compression a été largement diffusée par les constructeurs en première monte.

Gestes et bonnes pratiques

En complément à toute action liée à l'optimisation de la climatisation, il est indispensable que l'entreprise mène également une sensibilisation aux éco-gestes (cf. axe « conducteur », fiche action 2, solution 1). Cette sensibilisation peut porter sur des gestes simples tels que :

- Stationner à l'ombre quand c'est possible ;
- Ouvrir les fenêtres pour évacuer la chaleur avant que la climatisation soit en marche ;
- Fermer les fenêtres dès que la climatisation fonctionne ;
- Ne pas dépasser 4 à 5 °C de différence entre l'extérieur et l'intérieur du véhicule climatisé ;
- Eteindre la climatisation automatique tant qu'il ne fait pas trop chaud ;
- Recycler l'air de l'habitacle par temps très chaud.

Solution 1 : Climatisation évaporative

Comment ça marche ?

Dans le cas de la climatisation évaporative, l'air extérieur chaud et sec est filtré, rafraîchi et réhydraté grâce à l'évaporation d'eau puis diffusé dans la cabine. Cette technologie présente la particularité de fonctionner en air neuf, sans recyclage de l'air intérieur, tout en apportant une filtration et une purification de l'air extérieur introduit. La climatisation évaporative a fait l'objet de tests de validation et de plusieurs centaines de mises en application en situation réelle, depuis plusieurs années, qui confirment la satisfaction de ses utilisateurs. D'un point de vue environnemental, la technologie évaporative présente les avantages cumulés de n'utiliser aucun fluide frigorigène agissant sur l'effet de serre et de diminuer la surconsommation de carburant due au fonctionnement de la climatisation.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Un appareil de climatisation classique contient environ 1 kg de gaz frigorigène avec un taux d'émissions fugitives et irrégulières moyen de l'ordre de 17 % par an. Sur un an, ces rejets de fluide frigorigène correspondent à des émissions d'environ 240 kg éq. CO₂ (soit de l'ordre de 2 g de CO₂ par kilomètre parcouru pour un véhicule parcourant 120 000 km par an). D'autre part, la surconsommation de carburant liée à l'utilisation d'un appareil de climatisation classique est de l'ordre de 5 %. Les systèmes de climatisation évaporative étant trois fois plus efficaces, cette action entrainera une réduction des consommations de carburant d'environ 3 %.

Dans le tableau ci-dessous, les gains sur les consommations de carburant et sur les émissions de CO₂ ont été distingués. En effet, dans le second cas les deux avantages environnementaux de la climatisation évaporative s'ajoutent (absence de fluide frigorigène et surconsommations limitées).

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à l'utilisation de climatisation évaporative par rapport à la climatisation classique ³⁸	
			(% de réduction des consommations de carburant)	(% de réduction des émissions de CO ₂ , émissions de fluide frigorigène inclus)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	3 %	3,3 %
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t		
Grand porteur	Régional	>12 t		
Ensemble routier	Longue Distance	40 t		

Source : ADEME

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Une analyse des études sur le sujet³⁹ ne permet pas de retenir un gain pour les émissions de PM et de COV. Pour les NOx, on retiendra une économie sur les émissions de quelques %.

Ces conclusions sont néanmoins difficilement attribuables par analogie aux véhicules lourds (non traités par les sources étudiées).

³⁸ En moyenne répartie sur l'ensemble de l'année. En effet, en période de fonctionnement, le gain de consommation est de 20 à 25 %.

³⁹ ADEME, Estimation des gains potentiels en émissions de polluants atmosphériques (PM, NOx, COV) des actions de la charte d'engagement volontaire « Objectif CO₂ Les transporteurs s'engagent », 2016.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (% de réduction des émissions de polluants)		
			NOx	PM	COV
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	+	NC	NC
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t			
Grand porteur	Régional	>12 t			
Ensemble routier	Longue Distance	40 t			

Domaine de pertinence

L'abaissement de la température étant plus faible qu'avec une climatisation classique (de -9 à -13 °C pour une température extérieure de 35 °C), l'entreprise doit au préalable se poser la question d'une éventuelle dégradation du confort de conduite des conducteurs. Néanmoins, l'air de la cabine est réhydraté ce qui supprime la sensation d'air sec induite par les systèmes de climatisation classique.

Mise en Œuvre

Afin de valider la pertinence de la mise en place d'un système de climatisation évaporative, il appartient à l'entreprise d'exiger de la part de ses fournisseurs potentiels une proposition dans chacune des deux technologies concurrentes (cabine équipée de la climatisation « classique » par compression et cabine équipée de la climatisation évaporative) en faisant apparaître les points suivants :

- Nature du fluide frigorigène utilisé ;
- Quantité mise en jeu dans chaque équipement (charge nominale) ;
- Puissance mécanique absorbée pour le fonctionnement de la climatisation.

L'investissement dans un système de climatisation évaporative pour une cabine est de l'ordre de 1 500 euros (montage sur un véhicule neuf non équipé d'une climatisation traditionnelle).

Le coût d'utilisation est divisé par 3 par rapport à un système de climatisation conventionnel (qui consomme l'équivalent de 5 à 6 CV de puissance).

Avec les hypothèses de gain et de coût ci-dessus, le temps de retour sur investissement d'un système de climatisation évaporative est de l'ordre de 1,5 année. Sa faisabilité est intermédiaire.

Dans le cas d'une commande de véhicules par une collectivité territoriale dans le cadre d'une procédure de marché public, il est possible d'utiliser la clause d'allotissement des commandes en vue du développement durable permettant de commander séparément le véhicule sans climatisation et la climatisation évaporative.

Il convient de préciser que la climatisation évaporative présente certaines contraintes dans sa mise en œuvre : l'installation du système sur le toit du véhicule peut poser problème car le toit n'est pas parfaitement plat. En outre, elle entraîne une augmentation de la consommation de carburant en raison de la réduction de l'aérodynamique du véhicule. Enfin, au niveau de son utilisation, elle nécessite un remplissage quotidien (ou presque) du réservoir d'eau pour le fonctionnement de la climatisation.

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- Pourcentage de véhicules du parc utilisant un système de climatisation évaporative.

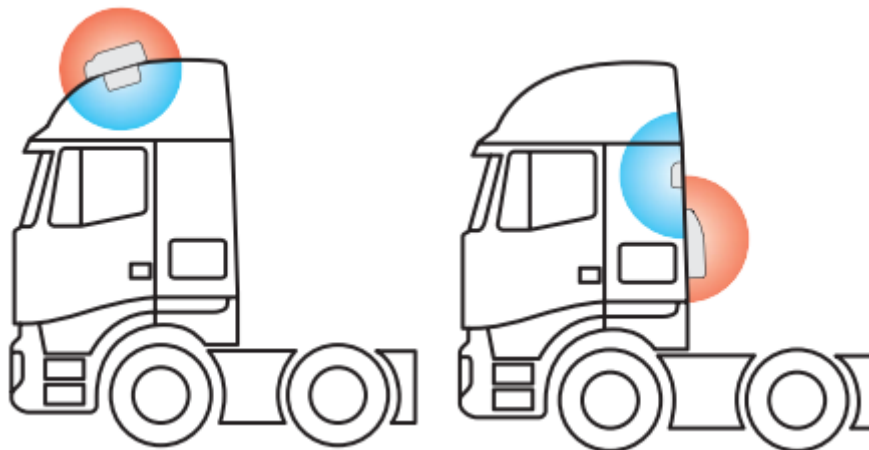
Modalités pratiques de collecte des données :

- Suivi des systèmes de climatisation équipant le parc de véhicules.

Solution 2 : Climatisation autonome

Comment ça marche ?

La climatisation autonome ou indépendante, systèmes équipés d'un compresseur, permet de refroidir la cabine conducteur quand le moteur est arrêté. Le système de climatisation peut fonctionner pendant plusieurs heures (un système de coupure assure la disponibilité de la batterie pour le redémarrage du véhicule). L'installation de ces dispositifs peut se faire sur le toit ou à l'arrière de la cabine.



Source : Equipementier

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Les appareils de climatisation autonome vont utiliser le même gaz frigorigène qu'un appareil de climatisation classique. Par contre, en éteignant le moteur pendant les pauses tout en conservant une réfrigération, ce système va permettre de réduire la consommation de carburant de l'ordre de 5 % (surconsommation de carburant liée à l'utilisation d'un appareil de climatisation classique) sur la plage horaire d'utilisation de la climatisation classique à l'arrêt. En considérant une utilisation tous les soirs de cette climatisation autonome, on approche un gain moyen de 2 %. Ainsi, selon l'utilisation qui en sera faite, le gain retenu oscillera entre 0 et 2 %.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à l'utilisation de climatisation autonome par rapport à la climatisation classique (% de réduction des consommations de carburant)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	-
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	-
Grand porteur	Régional	>12 t	-
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	0 à 2 %

Le gain global attendu va en effet fortement varier en fonction de 2 paramètres principaux :

- La température extérieure : conditions climatiques globales sur la période considérée (variables d'une année à l'autre), zone climatique sur laquelle le parcours est opéré (besoins en climatisation différents entre des parcours au sud ou au nord de la France) et période (différentiel de température important entre les saisons) ;
- L'organisation logistique : nombre d'heures d'arrêts prolongés du véhicule (si le véhicule rentre au dépôt tous les jours, le gain sera nul).

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Les gains sur les NO_x, PM et COV sont proportionnels au temps passé à l'arrêt moteur coupé. Comme il n'existe pas d'études européennes sur le sujet, une analogie avec les gains en CO₂ peut être appliquée (cf. fiche n°2, solution n°3 « coupure automatique du moteur au ralenti » de l'axe « véhicule »). Les émissions de polluants étant réduites dans une phase de fonctionnement du véhicule à l'arrêt (le moteur fonctionne sur un régime faible), on retiendra un gain d'émission pour l'ensemble

des polluants de l'ordre du gain en consommation de carburant. Néanmoins, comme le gain final retenu par l'entreprise va être fortement variable en fonction de ses conditions d'exploitation et des conditions climatiques, aucune valeur spécifique n'a été spécifiquement indiquée pour les gains sur les différents polluants atmosphériques.

Domaine de pertinence

Cette action n'a de sens que si le véhicule est immobilisé régulièrement sur parking pendant plusieurs heures avec le conducteur à bord.

Mise en Œuvre

L'investissement dans un système de climatisation autonome pour une cabine est de l'ordre de 2 000 euros.

Comme un système de climatisation classique consomme de l'ordre de 3,5 l/h, ce type de dispositif devrait rapidement devenir rentable, mais le temps de retour sur investissement va dépendre in fine du temps d'utilisation de la climatisation à l'arrêt.

La faisabilité est facilitée grâce à des kits d'installation simples et une maintenance légère.

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- Pourcentage de tracteurs équipés de la climatisation autonome.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Suivi des systèmes de climatisation équipant le parc de véhicules.

Axe Véhicule – Fiche N° 9 Allègement du véhicule SYNTHESE

Description de l'action

Cette action intervient sur le poids à vide du véhicule dans son ensemble (tracteur et remorque dans le cas d'un ensemble routier). La diminution du poids à vide permet de réduire la résistance au roulement dans le cas où le véhicule est saturé en volume et d'augmenter la capacité de transport dans le cas où il est saturé en poids.

Domaine de pertinence

Cette action est particulièrement pertinente pour les transports spécifiques avec des remorques dédiées sur lesquelles des efforts d'allègement peuvent être entrepris. Il existe également des carrosseries allégées pour les véhicules utilitaires légers du type châssis-cabines. La réflexion doit avoir lieu lors de l'achat de nouveau matériel.

Solutions	Gains CO ₂	Retour sur investissement	Faisabilité	Domaine de pertinence
Allègement du véhicule	0% à 10% 0,5% à 20%	>3 ans à <1 an Variable	Difficile à Facile	VUL PP GP ER
Choix d'un véhicule (tracteur et remorque) plus léger				

Les gains en émissions de polluants atmosphériques pour cette action n'ont pas été quantifiés en raison d'une trop grande incertitude.

Axe Véhicule – Fiche N° 9
Allègement du véhicule
FICHE DETAILLEE

Contexte et réglementation

Les limites de PTAC pour les différents véhicules du transport de marchandises sont détaillées ci-dessous :

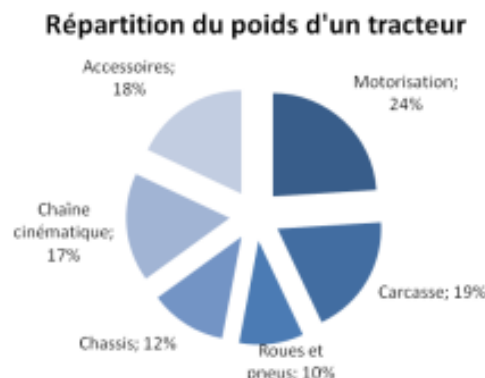
- 3,5 t pour un utilitaire pouvant se conduire avec le permis B (tourisme) ;
- 19 t pour un véhicule à moteur à deux essieux ;
- 26 t pour un véhicule à moteur à trois essieux ;
- 32 t pour un véhicule à moteur à quatre essieux ou plus ;
- 44 t pour les ensembles articulés (« semi-remorques ») : tracteurs de 7 t + remorques de 8 t + capacité maximale de fret de 29 t.

Les poids moyens des véhicules à vide s'échelonnent entre 1 et 15 tonnes selon les différentes classes de PTAC. Ce poids représente 60 % du PTAC pour les véhicules utilitaires légers et 34 % pour les ensembles articulés.

Classe de PTAC	Moyenne du PTAC de la catégorie (tonnes)	Poids moyen à vide (tonnes)	Moyenne de la charge utile maximale (tonnes)
< 1,5 tonnes	1,30	0,90	0,40
1,5 à 2,5 tonnes	1,80	1,10	0,70
2,51 à 3,5 tonnes	2,90	1,70	1,20
3,5 tonnes	3,50	2,10	1,40
3,51 à 5 tonnes	4,74	2,37	2,37
5,1 à 6 tonnes	5,67	2,84	2,84
6,1 à 10,9 tonnes	8,80	4,11	4,69
11 à 19 tonnes	16,32	6,53	9,79
19,1 à 21 tonnes	19,37	7,75	11,62
21,1 à 32,6 tonnes	26,87	10,21	16,66
Tracteurs routiers	44,00	15,00	29,00

Source : Documentation des facteurs d'émissions de la Base Carbone © - V 11.0.0

Pour les ensembles articulés, le poids du tracteur représente la moitié du poids à vide, il se décompose de la manière suivante :



Source : Technologies and Approaches to Reducing the Fuel Consumption of Medium- and Heavy-Duty Vehicles

Solution : Allègement du véhicule

Comment ça marche ?

Une augmentation du poids du véhicule augmente d'une part la consommation et d'autre part la puissance nécessaire en montée et pour accélérer. En choisissant de remplacer les matériaux classiquement utilisés par d'autres matériaux plus légers, il est possible d'alléger le poids à vide des véhicules.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

On peut distinguer deux cas de réduction lorsque le véhicule est chargé :

- **Le véhicule sature en volume**

Le gain de poids à vide permettra de diminuer la consommation en litres/100 km puisque le poids du véhicule induit une surconsommation.



- **Le véhicule sature en poids (maximum du PTAC)**

Dans ce cas, la consommation en litres/100 km n'est pas modifiée, mais le gain de poids à vide permettra de transporter plus de marchandises et ainsi de diminuer l'indicateur en g CO₂/t.km.



Source : ADEME

Par ailleurs, la consommation sera réduite dans les deux cas lors de tout trajet parcouru à vide ou avec un véhicule non saturé en masse ou en volume.

Dans le cas des poids lourds, les gains indiqués ci-dessous ont été calculés pour un allègement de 500 kg du poids à vide du véhicule. Il s'agit d'un objectif atteignable dans de nombreux cas. Ces gains ont été calculés en prenant pour référence un PTAC moyen de 20 tonnes pour les porteurs et de 40 tonnes pour les ensembles routiers.

Pour les véhicules utilitaires légers du type châssis-cabine, le gain de poids lié à l'utilisation d'une carrosserie légère peut atteindre environ 400 kg (une caisse traditionnelle d'une épaisseur de 14 mm pèse environ 800 kg alors qu'une caisse en thermoplastique d'une épaisseur de 20 mm pèse 400 kg⁴⁰). Le gain de consommation serait de 2 à 3 l/100 km⁴¹.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Cas de la saturation en volume : gains liés à un allègement de 500 kg (litres/100 km)	Cas de la saturation en poids : gains liés à un allègement de 500 kg (litres/t.km)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	-	Jusqu'à 20 %
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	-	-
Grand porteur	Régional	>12 t	1 %	4 %
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	0,5 %	2 %

Sources: entretiens utilisateurs, calculs théoriques et étude "Technologies and Approaches to Reducing the Fuel Consumption of Medium- and Heavy-Duty Vehicles", National Research Council, 2010.

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Une analyse des études sur le sujet⁴² ne permet pas de retenir un gain pour les émissions de polluants atmosphériques. En effet, l'impact sur le fonctionnement du véhicule et ses consommations de carburant est trop faible pour être considéré tenant compte des incertitudes.

⁴⁰ Entretien constructeur.

⁴¹ Données du constructeur, sur la base des premiers retours d'expérience.

⁴² ADEME, Estimation des gains potentiels en émissions de polluants atmosphériques (PM, NOx, COV) des actions de la charte d'engagement volontaire « Objectif CO₂ Les transporteurs s'engagent », 2016.

Domaine de pertinence

Cette action est pertinente pour tous les types de transport. Les actions spécifiques les plus appropriées concernent particulièrement les remorques. Dans la mesure où le poids est l'un des seuls axes de différenciation des fabricants de remorques, de nombreuses propositions existent dans ce domaine. Dans le cas des véhicules utilitaires légers du type châssis-cabine, une solution intéressante consiste à équiper le véhicule d'un soubassement châssis en aluminium et d'une carrosserie monocoque en thermoplastique mono-matériau⁴³. Le gain de charge utile peut atteindre 45 %. Outre leurs bonnes caractéristiques mécaniques, ces carrosseries présentent l'avantage d'être recyclables. Par contre, les réparations étant plus difficiles en cas d'impact, une action de sensibilisation du personnel est recommandée en parallèle afin de réduire la sinistralité. Cette solution n'est pas adaptée aux véhicules utilitaires légers du type fourgon.

Mise en Œuvre

Cette solution doit être mise en œuvre lors de la décision d'achat du véhicule. L'allègement recherché peut concerner :

- Le tracteur ou le porteur : dans ce cas, le critère du poids doit être considéré dans le choix global du modèle (choix abordé dans la fiche n°1 de l'axe Véhicule). Selon l'usage, si les trafics sont uniquement régionaux et ne nécessitent pas de découchage ou certains auxiliaires de cabine qui permettent d'alléger le tracteur cela permettra de diminuer la consommation et surtout d'augmenter la charge utile. Aussi une cabine avec un confort moindre sera plus légère.
- La remorque : Il est nécessaire lors de cet achat de bien prendre en compte les spécificités de l'entreprise utilisatrice en termes d'offre de transport : les dimensions des remorques doivent être choisies avec précision afin d'éviter des effets de seuil (quelques centimètres peuvent affecter significativement le taux de chargement). Par ailleurs, le choix de réhausseurs peut permettre d'adapter la remorque à son chargement et au tracteur, et ainsi de limiter la résistance aérodynamique. Le marché est très diffus et il existe de nombreux cas particuliers. Chaque solution sera alors très spécifique et adaptée au contexte d'utilisation. Les principales catégories de remorques concernées sont les suivantes : bâchées (savoyardes et tautliners), citernes et bennes.

L'action d'allègement du véhicule présente une faisabilité intermédiaire. Si les changements organisationnels sont plutôt faibles et les temps de mise en œuvre restreints, la recherche d'une solution optimale peut demander un peu de temps et le marché n'offre pas forcément les produits adaptés aux usages spécifiques de l'entreprise.

Les surcoûts de matériaux légers sont difficiles à évaluer compte tenu de la diversité des situations. Le retour sur investissement sera donc variable. Le calcul doit être réalisé au cas par cas par les transporteurs.

Dans le cas des véhicules utilitaires légers du type châssis-cabine, le surcoût à l'achat d'une carrosserie monocoque en thermoplastique mono-matériau est au maximum de l'ordre de 10 % du prix du véhicule. Selon les premiers retours d'expérience, l'amortissement serait réalisé en 3 mois environ.

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- Gain de poids sur les nouveaux véhicules du parc (en kg) avec indication du type de transport considéré (saturation volume ou saturation poids).

Modalités pratiques de collecte des données :

- Suivi du poids à vide des véhicules (et suivi des t.km).

⁴³ La plupart des caisses de châssis-cabines sont réalisées en contreplaqué stratifié et non recyclable (bois + polyester + colle).

Axe Véhicule – Fiche action n° 10
Réduction des consommations liées aux besoins autres que la traction
SYNTHESE

Description de l'action

Les consommations auxiliaires d'un véhicule (pompes, ...) peuvent être réduites en optimisant le rendement nécessaire à la production de cette énergie : moteur (principal ou secondaire) ou batterie (principale ou autonome). Les solutions techniques spécifiques sont propres à chaque type de transport, c'est pourquoi il est difficile de définir des gains et des coûts types pour cette action.

Domaine de pertinence

Cette solution est adaptée à des types de transport spécifiques, comme le vrac liquide, le déménagement, le bâtiment et travaux publics, ... : tous les types de transport dont les véhicules sont équipés d'équipements auxiliaires consommateurs d'énergie.

Solutions	Gains CO ₂	Retour sur investissement	Faisabilité	Domaine de pertinence
Optimisation de l'alimentation des équipements auxiliaires	0% Variable 10%	>3 ans Variable <1 an	Difficile Facile	VUL PP GP ER
Présentation des différentes solutions d'alimentation des équipements auxiliaires et des axes d'optimisation				

Les gains en émissions de polluants atmosphériques pour cette action n'ont pas été quantifiés en raison de l'effet indirect et variable de la mesure.

Axe Véhicule – Fiche action n° 10
Réduction des consommations liées aux besoins autres que la traction
FICHE DETAILLEE

Contexte et réglementation

Plusieurs sources d'énergie sont utilisables pour l'alimentation des équipements auxiliaires des véhicules de transport de marchandises : le moteur du véhicule, la batterie ou un moteur autonome. Ces différentes solutions d'alimentation en énergie auront chacune leurs points forts et selon l'utilisation, l'une ou l'autre de ces solutions sera préférable. Par exemple, si ces équipements ont vocation à être souvent utilisés pendant l'arrêt du véhicule, un moteur autonome ou une batterie seront plus intéressants car cela permettra d'éviter la sollicitation du moteur lorsqu'il est au ralenti.

L'utilisation du moteur à l'arrêt n'est pas réglementée au niveau français ou européen. A contrario, dans d'autres régions du monde, l'utilisation abusive du moteur à l'arrêt peut être sanctionnée (USA, Canada). Cette action est complémentaire à la fiche n°1 de l'axe conducteur « Mise en place d'un programme éco-conduite ».

Solution : Optimisation de l'alimentation des équipements

Comment ça marche ?

Il existe de nombreux types d'équipements auxiliaires alimentés par un moteur autonome ou non autonome ou par la batterie du véhicule : toupie, benne basculante, bras de levage, malaxeur, pompe... Ces équipements sont nombreux et leurs caractéristiques varieront fortement d'un type d'utilisation à un autre. L'adaptation d'une solution à une utilisation se fera donc au cas par cas.

La solution la moins consommatrice est de toute évidence le recours à la batterie du véhicule (moteur éteint) ou auxiliaire lorsque cela est possible.

La deuxième solution à privilégier est l'utilisation d'un moteur autonome ; cependant, cette solution sera performante si la consommation horaire est inférieure à celle du moteur au ralenti.

Enfin si aucune de ces deux solutions n'est applicable, il peut être intéressant de discuter avec le constructeur du choix de la motorisation et du réglage du moteur qui permettront d'optimiser les deux usages du moteur : traction et fonctionnement des équipements auxiliaires.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Dans le cas de la substitution de l'utilisation du moteur du véhicule par un moteur autonome, l'économie de carburant sera la différence entre les consommations des deux moteurs. Le ralenti moteur consommant en moyenne 2 litres par heure, la consommation du moteur autonome devra être inférieure.

L'utilisation de la batterie permet d'éviter la consommation du ralenti moteur (2 l/h), voire davantage si la puissance nécessaire au fonctionnement de l'équipement auxiliaire est supérieure à la puissance délivrée par le moteur au ralenti.

Dans le choix des différentes solutions, le poids de la motorisation des consommations auxiliaires est à surveiller : une augmentation du poids peut venir dégrader la consommation pendant les trajets (et donc, effacer les gains liés aux consommations auxiliaires principalement à l'arrêt).

A titre d'exemple, le tableau ci-dessous présente les puissances et consommations induites par des équipements :

Type	Nombre moyen d'heures de fonctionnement (h/an)	Puissance (kW)	Consommation de gazole (l/h)
Camion à benne basculante	100	20 - 50	4 - 10
Malaxeur	100 - 280	40 - 90	8 - 17
Camion à grue	100 - 280	20-30	4-6
Camion pompe à béton	200 - 800	160 - 220	40 - 170

Source : Scania « sélection d'une prise de mouvement » et consommation moyenne groupe électrogène

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Cette mesure a un effet indirect et variable sur les émissions de CO₂ et de polluants atmosphériques. Les gains associés ne peuvent donc pas être quantifiés.

Domaine de pertinence

Cette solution est applicable à l'ensemble des véhicules équipés d'équipements auxiliaires alimentés par un moteur autonome ou non autonome.

Mise en Œuvre

La première tâche à réaliser est d'identifier les consommations de carburant des équipements auxiliaires pour pouvoir s'adresser le plus précisément possible à un constructeur ou fournisseur de solution. Pour cela, le transporteur peut recourir à de l'informatique embarquée qui lui permettra, quand le véhicule est à l'arrêt, de mesurer la consommation liée aux équipements auxiliaires. En l'absence d'informatique embarquée, le transporteur pourra estimer la puissance à fournir nécessaire à partir des puissances nominales des équipements consommateurs d'énergie, et aboutir ainsi à un calcul théorique en litres / heure : cette deuxième approche est néanmoins très approximative.

Chaque solution d'optimisation sera particulière. Il est nécessaire que le transporteur se rapproche des fournisseurs afin d'opter pour une technologie conciliant au mieux les aspects technico-économique et

énergétique. Le fournisseur sera le plus à même d'estimer le coût et la faisabilité du passage à une nouvelle technologie.

Suivi de la solution

Indicateurs de suivi de la solution :

- Consommation de carburant (ou d'électricité) des équipements auxiliaires avant optimisation (l/h ou kWh) ;
- Consommation de carburant (ou d'électricité) des équipements auxiliaires après optimisation (l/h ou kWh) ;
- Nombre d'heures d'utilisation annuelle des équipements.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Connaissance de la consommation horaire de carburant afin d'isoler les consommations des auxiliaires ;
- Suivi du nombre d'heures d'utilisation des équipements auxiliaires.

Axe Véhicule – Fiche n°11

Température dirigée : choix du système de production de froid


SYNTHESE

Description de l'action

Au moment de l'achat d'un véhicule sous température dirigée, le choix de la technologie de production de froid ainsi que son dimensionnement ont un impact significatif sur la consommation de carburant et les émissions de CO₂. Les nouvelles technologies disponibles permettent des gains significatifs.

Domaine de pertinence

Ces solutions peuvent être appliquées à tous les types de transport sous température dirigée.

Solutions	Gains CO ₂ ¹	Retour sur investissement ¹	Faisabilité	Domaine de pertinence
Définition de l'usage d'un engin pour le bon dimensionnement de son groupe frigorifique	0% à 100% Variable	>3 ans à <1 an Variable	Difficile à Facile	ER
Choix d'un groupe frigorifique dont la puissance est adaptée à l'usage du véhicule				
Groupe frigorifique de transport ayant une option de biberonnage	0% à 100% 5% à 10%	>3 ans à <1 an Variable	Difficile à Facile	VUL PP GP ER
Possibilité de raccordement du groupe froid au réseau électrique lorsque le véhicule est arrêté				
Groupe frigorifique à Haute Efficacité Energétique 	0% à 100% 50%	>3 ans à <1 an	Difficile à Facile	VUL PP GP ER
Deux types de groupes peuvent être choisis, soit un groupe autonome, soit un groupe non-autonome				
Groupe frigorifique électrique autonome	0% à 100% 90%	>3 ans à <1 an Variable	Difficile à Facile	VUL PP GP
Utilisation d'un groupe frigorifique fonctionnant sur batteries				
Utilisation d'engins munis d'un groupe frigorifique cryogénique de CO₂ ou d'azote liquide à injection indirecte	0% à 100% 75%	>3 ans à <1 an	Difficile à Facile	GP ER
Utilisation de CO ₂ ou d'azote liquide comme fluide frigorigène en injection indirecte				
Utilisation d'engins munis d'un groupe frigorifique cryogénique d'azote liquide à injection directe	0% à 100% 65%	>3 ans à <1 an	Difficile à Facile	GP ER
Utilisation d'azote liquide comme fluide frigorigène en injection directe				
Engins réfrigérants équipés de plaques eutectiques ou d'un groupe dit à accumulation	0% à 100% 97%	>3 ans à <1 an	Difficile à Facile	VUL PP
Utilisation d'un groupe froid accumulant le froid dans des plaques ou profilés eutectiques via le courant secteur.				
Chariot cryogénique	0% à 100% 75%	>3 ans à <1 an	Difficile à Facile	VUL PP
Utilisation d'un chariot cryogénique pour mutualiser le transport de marchandises en multi-température				

¹ Les gains et les temps de retour sur investissement présentés ici sont relatifs aux émissions de CO₂ et aux coûts associés au groupe froid.

Solutions	Gains NOx	Gains PM	Gains COV	Domaine de pertinence
<p>Définition de l'usage d'un engin pour le bon dimensionnement de son groupe frigorifique</p> <p>Choix d'un groupe frigorifique dont la puissance est adaptée à l'usage du véhicule</p>	Indirect	Indirect	Indirect	ER
<p>Groupe frigorifique de transport ayant une option de biberonnage</p> <p>Possibilité de raccordement du groupe froid au réseau électrique lorsque le véhicule est arrêté</p>	+++	+++	+++	VUL PP GP ER
<p>Groupe frigorifique à Haute Efficacité Energétique</p> <p>Deux types de groupes peuvent être choisis, soit un groupe autonome, soit un groupe non-autonome</p>	+++	NC	NC	VUL PP GP ER
<p>Groupe frigorifique électrique autonome</p> <p>Utilisation d'un groupe frigorifique fonctionnant sur batteries</p>	+++	NC	NC	VUL PP GP
<p>Utilisation d'engins munis d'un groupe frigorifique cryogénique de CO₂ ou d'azote liquide à injection indirecte</p> <p>Utilisation de CO₂ ou d'azote liquide comme fluide frigorigène en injection indirecte</p>	+++	+++	+++	GP ER
<p>Utilisation d'engins munis d'un groupe frigorifique cryogénique d'azote liquide à injection directe</p> <p>Utilisation d'azote liquide comme fluide frigorigène en injection directe</p>	+++	+++	+++	GP ER
<p>Engins réfrigérants équipés de plaques eutectiques ou d'un groupe dit à accumulation</p> <p>Utilisation d'un groupe froid accumulant le froid dans des plaques ou profilés eutectiques via le courant</p>	+++	+++	+++	VUL PP
<p>Chariot cryogénique</p> <p>Utilisation d'un chariot cryogénique pour mutualiser le transport de marchandises en multi-température</p>	+++	+++	+++	VUL PP

Axe Véhicule – Fiche n°11
Température dirigée : choix du système de production de froid
FICHE DETAILLEE

Contexte et réglementation

Le transport des produits alimentaires sous température dirigée engendre des émissions directes de gaz à effet de serre du fait de la combustion du carburant des véhicules et des groupes froids mais aussi au travers des fuites de gaz frigorigènes qui sont de puissant gaz à effet de serre. Le potentiel de réduction des émissions de CO₂ est potentiellement très important car près de 11 000 véhicules frigorifiques sont renouvelés par an dont 24 % de semi-remorques, 20 % de porteurs et 56 % de véhicules inférieurs à 3,5 tonnes (24 % de l'ensemble des engins mis sur le marché en 2014 sont multi-températures). Ce fort renouvellement du parc représente un potentiel important de réduction des émissions d'autant que près de 20 % des émissions de CO₂ globales d'un camion frigorifique (traction + production de froid) sont induites par les groupes froids (*source ADEME*).

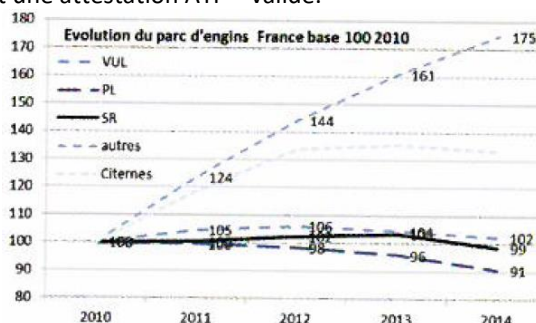
Dans le cas des véhicules effectuant de la distribution urbaine, la part du groupe froid dans les émissions globales du véhicule peut atteindre 30 %⁴⁴.

	Ventilation de chaque technologie par gabarit de véhicules				Nombre de véhicules en France
	Petit Véhicule jusqu'à 5 t	Véhicule de 5 t à 26 t	Remorques et semi-remorques	Total	
Froid mécanique non Autonome	92 %	11 %	1 %	40 %	44 400
Froid mécanique Autonome	3 %	82 %	99 %	54 %	60 300
Froid Accumulé	5 %	5 %	0 %	3 %	3 900
Froid cryogénique	0 %	1 %	1 %	1 %	700
Total	41 %	29 %	31 %	100 %	111 000

Nombre de véhicules	45 000	32 000	34 000	109 140
Taux de renouvellement	13 %	5 %	10 %	10 %
Nombre de véhicules renouvelés	6 000	1 500	3 500	11 000

Etat du parc Français, 2007, *source : entretiens fabricants et association professionnelle*

Le parc français de véhicules frigorifiques est assez stable depuis plus d'une dizaine d'années même s'il a connu un tassement et un vieillissement suite à la crise économique de 2008. En 2014, la France compte 140 000 engins frigorifiques dont 110 000 ayant une attestation ATP⁴⁵ valide.



Source : Cemafroid

⁴⁴ Source : Projet ANR PREDIT « TRUE »: Truck Refrigeration for Urban Environment (2007-2011, labellisé LUTB 2015): Réduction de la consommation énergétique d'un véhicule frigorifique, par une approche globale incluant l'étude de la production de froid et la minimisation des apports thermiques (cité par François Clavier Conseil : « Bonnes Pratiques Energétiques pour la Distribution Urbaine de Denrées Périssables - UNTF-TF 26 janvier 2011 »). Sur une tournée de 7h, un véhicule parcourt 100 km à 30 l/100 km (soit 30 l) et le groupe fonctionne pendant 5 heures à 3 l/h (15 l). Consommation du groupe = 33 % de la consommation totale (15/45).

⁴⁵ Le transport des produits alimentaires sous température dirigée est réglementé par l'ATP (Accord relatif aux transports internationaux de denrées périssables et aux engins spéciaux à utiliser pour ces transports) qui constitue un « standard » européen, voire mondial.

Solution 1 : Définition de l'usage d'un engin pour le bon dimensionnement de son groupe frigorifique

Comment ça marche ?

Un engin frigorifique est équipé d'une caisse isotherme et d'un groupe frigorifique pour produire du froid et ainsi pouvoir transporter des marchandises périssables (fruits, légumes, viandes...), des produits chimiques, ou autres matériaux sensibles à la variation de température ou nécessitant des températures constantes.

Le choix d'un groupe frigorifique doit se baser sur la puissance de production de froid requise pour :

- Respecter les températures réglementaires des produits à transporter,
- S'adapter à l'utilisation des engins frigorifiques,
- Prendre en compte le comportement de ces matériels durant leur durée de vie moyenne⁴⁶
- Respecter les obligations de l'Accord ATP⁴⁷ qui impose que la puissance frigorifique utile du dispositif est supérieure aux déperditions thermiques en régime permanent à travers les parois pour la classe considérée, multipliée par le facteur 1,75.

En conséquence, le transporteur, lors de l'achat d'un engin frigorifique, doit définir les caractéristiques permettant à son fournisseur de réaliser le dimensionnement thermique correct du groupe frigorifique au regard de son utilisation.

Ces informations constituent un cahier des charges qui reprend :

- La nature des denrées à transporter
- La température réglementaire à laquelle ces denrées doivent être conservées
- Le type de distribution concerné permettant d'estimer le nombre de ruptures de charge prévisibles (ouvertures de porte, distance parcourue)

En fonction de ce cahier des charges, le transporteur doit s'assurer que ces éléments ont bien été pris en compte par son fournisseur. Il doit de plus s'assurer que le dimensionnement de la puissance et de l'efficacité énergétique du groupe frigorifique sur toute la plage d'utilisation de l'engin est effectivement adapté à l'usage prévu.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Dans le cas du transport longue distance, il est pertinent de considérer que le nombre d'ouvertures de portes est limité. Dans ces conditions, la mesure consistant à dimensionner le groupe frigorifique au plus juste des besoins ci-dessus mentionnés (coefficient de sécurité de 1,75 entre la puissance frigorifique utile du dispositif et les déperditions thermiques de l'engin pour la classe considérée) est pertinente pour limiter la consommation énergétique du groupe et donc son impact CO₂.

Un tel engin, dans des conditions d'usage différentes, risque de ne pas produire suffisamment de froid pour respecter la réglementation en matière de chaîne du froid.

Les bénéfices en termes de réduction de consommation de carburant et d'émissions de CO₂ seront variables en fonction de chaque situation.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gain lié à la solution (% de réduction de la consommation du groupe froid)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	-
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	-
Grand porteur	Régional	>12 t	-
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	Variable

⁴⁶ Le coefficient de vieillissement de la caisse isotherme est d'environ 5 % par an pendant environ 12 ans pour des semi-remorques, 4,5 % pour des porteurs et 3,5% pour des véhicules utilitaires légers (source Cemafroid)

⁴⁷ Accord ATP révisé le 2 janvier 2011

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Les émissions associées au groupe froid peuvent représenter jusqu'à la quasi-totalité des émissions de polluants d'un véhicule lorsque celui-ci est équipé de technologies récentes de traitement des émissions (véhicules EURO V ou EURO VI). Plusieurs ajustements ou changement de technologie concernent le groupe froid et peuvent donc permettre des gains très importants sur les émissions totales du véhicule. Chaque solution amène des impacts différenciés.

Domaine de pertinence

Cette action est pertinente pour les engins frigorifiques destinés à réaliser des transports sur longues distances avec peu d'ouverture de portes.

Mise en Œuvre

Chaque situation sera particulière et il est nécessaire que le transporteur se rapproche des constructeurs afin d'opter pour une technologie optimale conciliant au mieux l'aspect technico-économique et énergétique. Le fournisseur sera ainsi le plus à même d'estimer le coût et la faisabilité du passage à un groupe adapté à son usage.

Le temps de retour sur investissement sera à évaluer au cas par cas.

Suivi de la solution

Indicateurs de suivi de la solution :

- Consommation de carburant des groupes frigorifiques pour les engins pour lesquels l'usage n'est pas pris en considération dans le dimensionnement ou utilisés dans des conditions différentes de celles préconisées ;
- Consommation de carburant des groupes frigorifiques pour les engins pour lesquels l'usage est pris en compte dans le dimensionnement et utilisés dans les conditions préconisées.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Connaissance de la consommation horaire des groupes frigorifiques ;
- Suivi du nombre d'heures d'utilisation des groupes frigorifiques.

Solution 2 : Groupes frigorifiques de transport ayant une option de biberonnage

Comment ça marche ?

Le biberonnage offre la possibilité de raccorder le groupe frigorifique au réseau électrique lors de son fonctionnement statistique.

Lors de son exploitation, un véhicule reste environ 10 à 15 % du temps dans les dépôts. Or, certains groupes froids autonomes ont la possibilité de fonctionner en utilisation statique sur le réseau électrique. Ce branchement permet de substituer le moteur fonctionnant au GNR ou au gazole routier par l'électricité du réseau lorsque le véhicule est à l'arrêt. Dans le cas de groupes électriques autonomes, il n'est pas nécessaire d'avoir un équipement électrique supplémentaire. En revanche, pour les groupes purement mécaniques cela demande l'ajout d'un moteur électrique.

Cette action est possible lors d'opérations de chargement/déchargement dans les plates-formes logistiques, lors de la mise en froid mais aussi sur les aires d'autoroutes ou dans les navires Ro-Ro lorsque cela est rendu possible par la présence de prises de courant accessibles. L'efficacité de cette solution est aussi liée à la sensibilisation du conducteur aux enjeux associés à cette action, car celui-ci doit penser à brancher le groupe lorsque cela est possible.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

En considérant qu'un groupe froid fonctionne 10-15 % de son temps grâce à l'électricité du réseau, il est ainsi possible de réduire de 10-15 % sa consommation de carburant, soit 0,4 l/h pour une consommation initiale de 2,8 l/h. Toutefois, le recours au réseau électrique en substitution à l'utilisation du carburant a aussi un impact. En considérant que le groupe froid consomme 4 kWh pour une heure de fonctionnement, les émissions de CO₂ associés sont d'environ 370 g éq CO₂⁴⁸ en utilisant l'électricité du réseau. Cet impact peut toutefois être réduit en utilisant une source d'énergie renouvelable.

La réduction globale des émissions de CO₂ est alors de l'ordre de 5 à 10%.

Pour un véhicule utilitaire léger, le gain est du même ordre (le groupe consomme de 1,5 à 2 kWh).

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gain lié à la solution (% de réduction des émissions de CO ₂ associées à l'utilisation du groupe froid)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	5 - 10 %
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	
Grand porteur	Régional	>12 t	
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	

Source : Calcul ADEME à partir des données des hypothèses retenues dans les fiches CEE

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

La technologie de biberonnage consiste à brancher le groupe frigorifique lorsque cela est possible (notamment lors des passages au dépôt). Lorsque le groupe est relié au réseau électrique, le moteur du véhicule peut donc être éteint, ou le groupe indépendant ne consomme plus de carburant.

Pour information, les seuils d'émissions règlementaires des groupes mécaniques sont les suivants :

- NOx : 34 g/h
- HC : 8 g/h
- PM 3 g/h

Lors des phases de biberonnage, le moteur thermique du groupe frigorifique est à l'arrêt et n'émet donc plus de polluants. On considère que 15 % du temps de fonctionnement du groupe frigorifique passe en branchement secteur. Toutes choses égales par ailleurs, on considère donc un potentiel de réduction des émissions polluantes de cette même valeur.

⁴⁸ En considérant les émissions moyennes de CO₂ engendrées par la production d'un kWh en France (incluant les pertes en ligne), soit 92 g de CO₂ éq en 2010. Source : Bilan Carbone® v6.1.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (% de réduction des émissions de polluants)		
			NOx	PM	COV
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	+++	+++	+++
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t			
Grand porteur	Régional	>12 t			
Ensemble routier	Longue Distance	40 t			

Domaine de pertinence

Cette technologie est adaptée à l'ensemble des véhicules.

Mise en Œuvre

Cette technologie nécessitera la mise en place de prises de courant aux places de stationnement des plateformes de chargement. Il est pertinent d'envisager avec les clients chargeurs l'éventualité d'installer des prises de courant sur les lieux de livraison.

L'ajout d'un moteur électrique ou d'un compresseur supplémentaire est facturé en option, avec un surcoût important dans certains cas. Ces surcoûts étant très variables, le temps de retour sur investissement est à étudier au cas par cas.

En tenant compte de la disponibilité sur le marché des technologies associées, de la modification de l'organisation du travail découlant de la nécessité de brancher le groupe pour l'alimenter et de la nécessité de mettre en place les prises de courant, la faisabilité de cette solution est entre facile et intermédiaire.

Dans le cas des véhicules utilitaires légers, cette technologie est proposée en option par les constructeurs au prix d'environ 400 €.

Suivi de la solution

Indicateurs de suivi de la solution :

- Pourcentage de groupe autonome utilisant le réseau électrique lors de son fonctionnement statique ;
- Nombre d'heures de fonctionnement du groupe lorsque le véhicule est à l'arrêt, avant mis en place de la solution.

Modalités pratiques de collecte des données

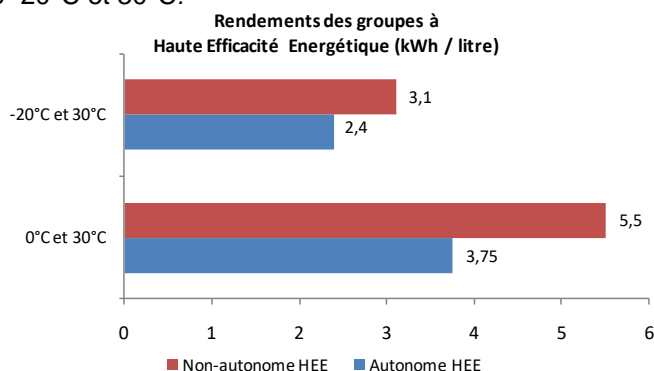
- Connaissance des technologies utilisées par la flotte ;
- Suivi du nombre de véhicules remplacés par un véhicule neuf équipé d'un groupe autonome utilisant le réseau électrique lors de son fonctionnement statique.

Solution 3 : Groupe frigorifique à Haute Efficacité Energétique

Comment ça marche ?

Lors de l'acquisition d'un groupe frigorifique, deux technologies à haute efficacité énergétique peuvent être choisies :

- **Groupes autonomes à Haute Efficacité Energétique** : le principe du groupe autonome repose sur l'utilisation d'un moteur Diesel indépendant qui entraîne le compresseur pour la production de froid. Les dispositions à respecter pour atteindre le niveau de performance « haute efficacité énergétique » sont détaillées dans la fiche CEE TRA-EQ-111. Ainsi, les rendements globaux minimums à respecter sont de 3,75 kWh / litre entre 0°C et 30°C et de 2,4 kWh / litre entre -20°C et 30°C.
- **Groupes non-autonomes à Haute Efficacité Energétique** : Le principe du groupe non-autonome repose sur l'utilisation du moteur du véhicule qui entraîne directement un convertisseur d'énergie produisant l'énergie nécessaire pour la production du froid. Les rendements globaux minimums à respecter⁴⁹ sont de 5,5 kWh / litre entre 0°C et 30°C et de 3,1 kWh / litre entre -20°C et 30°C.



Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

L'utilisation d'un système à haute efficacité énergétique entraîne une réduction de la consommation d'énergie du groupe pouvant aller jusqu'à 50 % par rapport aux solutions actuelles. En considérant une consommation de carburant de 2,8 l/h, le gain est donc de 1,4 litre par heure de fonctionnement soit 4 kg éq CO₂ / heure (source : Fiche CEE concernant la consommation moyenne).

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gain lié à la solution (% de réduction de la consommation du groupe froid)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	50 %
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	
Grand porteur	Régional	>12 t	
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	

Source : Fiche CEE

La part de carburant consommé par le groupe froid variant de 10 à 30 %, en fonction de nombreux paramètres (notamment le type de véhicule et d'organisation), le passage à un groupe à haute efficacité énergétique permettra de réduire la consommation globale de carburant de 5 à 15 %.

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

L'efficacité du système à HEE permet une économie d'énergie de 50 %, soit 50 % de carburant consommé en moins par le groupe frigorifique. Le rapport n'est cependant pas linéaire entre la consommation de carburant et les émissions de polluants.

⁴⁹ Les dispositions à respecter pour atteindre un niveau de performance « haute efficacité énergétique » étaient détaillées dans la fiche CEE TRA-EQ-12 (non disponible pour les véhicules utilitaires légers).

Cet impact est également fortement variable selon la technologie EURO du véhicule et donc la part des émissions totales du véhicule que représente le groupe froid.

En considérant l'impact de technologies similaires (en raisonnant par analogie, en identifiant les processus communs à plusieurs mesures, dans ce cas la climatisation évaporative par exemple) on retiendra un impact approchant la dizaine de % sur les NOx. L'impact sur les émissions de COV et de PM reste trop incertain pour pouvoir le quantifier.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (% de réduction des émissions de polluants)		
			NOx	PM	COV
Véhicule utilitaire léger	Température dirigée	≤3,5 t	+	NC	NC
Petit porteur		3,6-12 t			
Grand porteur		>12 t			
Ensemble routier		40 t			

Domaine de pertinence

Les groupes à Haute Efficacité Energétique sont adaptés à l'ensemble des véhicules sous température dirigée et à tous les types de transport.

L'offre destinée aux véhicules utilitaires légers reste toutefois limitée. Pour ce type de véhicules, la technologie du groupe non autonome à entraînement électrique constitue une alternative intéressante (voir fiche « autres actions » de l'axe véhicule).

Mise en Œuvre

Le recours à ces technologies doit se faire au moment de l'achat du véhicule.

Les coûts associés à l'achat d'un **groupe non autonome à haute performance énergétique** sont les suivants :

- Pour les véhicules ayant un PTAC compris entre 5,5 à 26 t la fourchette de prix est large, de 14 000 et 38 000 € selon les configurations d'application et de compartiments. Les coûts de cette solution varient également selon la taille des véhicules ;
- Pour les véhicules de PTAC 40 T : la fourchette de prix est comprise entre 22 000 et 38 000 € selon les configurations d'application et de compartiments.

Concernant l'achat d'un **groupe autonome à haute performance énergétique**, les coûts associés sont les suivants :

- Pour les véhicules ayant un PTAC compris entre 5,5 à 26 t, les coûts se situent entre 10 000 et 24 000 € ;
- Pour les véhicules de PTAC 40 T les coûts sont compris entre 15 000 et 28 000 €.

Le surcoût par rapport à un groupe standard dépend de la technologie utilisée, celui-ci peut être compris dans une fourchette très large, de 5 % à 70 %. Le temps de retour sur investissement sera donc long. Cette solution est encore peu disponible sur le marché (peu de fabricants proposent déjà ce type de groupe) mais elle n'engendre aussi aucun changement significatif en termes d'exploitation, la faisabilité de cette solution est donc entre facile et intermédiaire.

Suivi de la solution

Indicateurs de suivi de la solution :

- Pourcentage de groupe à haute efficacité énergétique ;
- Nombre d'heures de fonctionnement du groupe froid ;
- Consommation de carburant des groupes froids autonomes.

Modalités pratiques de collecte des données

- Connaissance des technologies utilisées par la flotte ;
- Suivi du nombre de véhicules remplacés par un véhicule neuf équipé d'un groupe à haute efficacité énergétique.

Fiche de synthèse des « Certificats d'Économies d'Énergie » relative à un Groupe frigorifique autonome à HEE



Certificats d'économies d'énergie

Opération n° TRA-EQ-111

Groupe frigorifique autonome à haute efficacité énergétique pour camions, semi-remorques, remorques et caisse mobiles frigorifiques

1. Secteur d'application

Véhicules de transport routier de marchandises de catégorie N2 ou N3 jusqu'à 44 tonnes et véhicules remorqués de catégorie O3 ou O4 selon l'article R.311.1 du code de la route.

2. Dénomination

Acquisition (achat ou location) d'un véhicule neuf équipé d'un groupe frigorifique diesel neuf à haute efficacité énergétique, de type autonome.

Le groupe est installé soit sur un porteur routier neuf équipé d'une caisse frigorifique, soit sur une semi-remorque neuve, ou une remorque neuve.

3. Conditions pour la délivrance de certificats

Le rendement global R_g en kWh/l pour un véhicule équipé d'un groupe frigorifique diesel autonome est le rapport de la puissance frigorifique (kW) sur la consommation de carburant du groupe (l/h).

La valeur du coefficient de performance pondéré ou $R_{g_{pondéré}}$ est obtenue à partir de quatre mesures distinctes du rendement global aux conditions suivantes (puissance nominale et charge partielle en régime réfrigéré et régime surgelé) et pondérées comme suit :

- puissance nominale à 0°C/+30°C (pondération de 14%)
- puissance nominale à -20°C/+30°C (pondération de 6%)
- puissance à charge partielle 0°C/+30°C (pondération de 56%)
- puissance à charge partielle -20°C/+30°C (pondération de 24%).

Les puissances nominales sont mesurées suivant le référentiel ATP, les puissances à charge partielle sont mesurées suivant la norme EN-16440-1.

Le groupe frigorifique est un groupe frigorifique à compression autonome, entraîné par un moteur thermique indépendant dont le coefficient de performance pondéré $R_{g_{pondéré}}$ est supérieur à 1,93 kWh frigorifiques/l de gasoil.

Le groupe frigorifique est installé sur un véhicule neuf immatriculé en France.

Dans le cas d'une location, la durée du contrat de location du véhicule sur lequel est installé le groupe frigorifique est au minimum de 24 mois, hors reconduction tacite.

La preuve de réalisation de l'opération mentionne l'achat ou la location d'un véhicule neuf équipé d'un groupe frigorifique à haute efficacité énergétique neuf, de type autonome, le numéro d'identification ou d'immatriculation du véhicule équipé de ce groupe frigorifique et la valeur de $R_{g_{pondéré}}$.

Les documents spécifiques à l'opération sont :

- une attestation datée et signée par le constructeur du groupe frigorifique indiquant :
 - les valeurs du rendement global (R_g) à puissance nominale et à charge partielle déterminées pour les régimes de températures 0°C/+30°C et -20°C/+30°C ;
 - les références des rapports d'essais du groupe frigorifique dans lesquels figurent les puissances frigorifiques à puissance nominale (valeur ATP) et à charge partielle (norme EN-16440-1) ainsi que les valeurs de consommations correspondantes.

L'ensemble de ces éléments (valeurs R_g et rapports d'essais) est établi par une station d'essais officielle ATP (Accord relatif aux transports internationaux de denrées périssables) figurant sur la liste officielle de l'UNECE et reconnue par le Cemafroid, Autorité compétente bénéficiant de la délégation de service public en France.

- le certificat d'immatriculation du véhicule équipé.

4. Durée de vie conventionnelle

10 ans

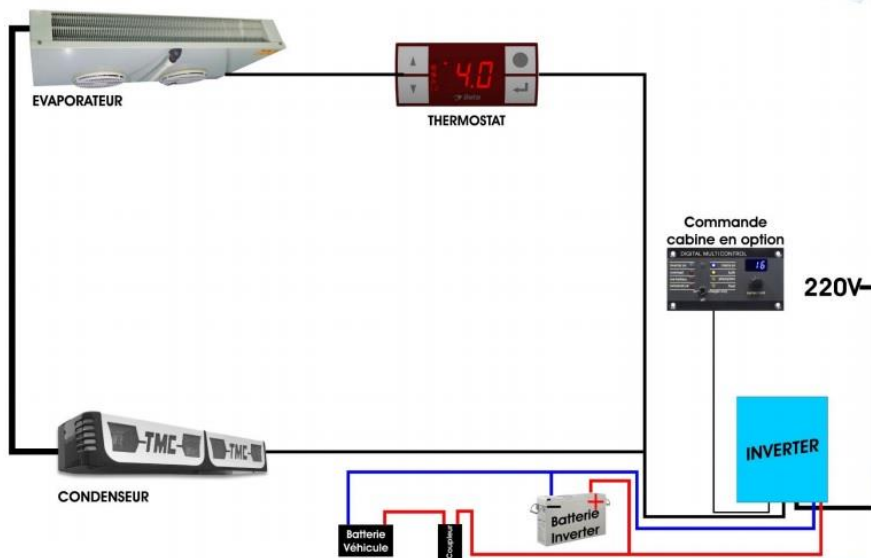
5. Montant de certificats en kWh cumac

$$187\,700 * (R_{g_{pondéré}} - 1,93)$$

Solution 4 : Groupe frigorifique électrique autonome

Comment ça marche ?

Le groupe frigorifique 100 % électrique autonome est basé sur une conception sans courroie avec un circuit frigorifique totalement en cuivre et une faible charge de fluide frigorigène. Le groupe est alimenté par une ou plusieurs batteries rechargeables grâce à un alternateur, dédié ou non, via un « inverter » (variateur de fréquence).



Source : TMC SAROUL

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

L'utilisation de ce système électrique autonome à haute efficacité énergétique entraîne une réduction de la consommation d'énergie du groupe de plus de 90 % par rapport aux solutions actuelles (source : fournisseur)

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gain lié à la solution (% de réduction de la consommation du groupe froid)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	90 %
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	
Grand porteur	Régional	>12 t	
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	

La part de carburant consommé par le groupe froid variant de 10 à 30 %, en fonction de nombreux paramètres (notamment le type de véhicule et d'organisation), le passage à un groupe frigorifique autonome permettra de réduire la consommation globale de carburant de 9 à 27 %.

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

L'efficacité de ce système électrique autonome permet une économie d'énergie de 90 %, soit 90 % de carburant consommé en moins par le groupe frigorifique. Le rapport n'est cependant pas linéaire entre la consommation de carburant et les émissions de polluants.

Cet impact est également fortement variable selon la technologie EURO du véhicule et donc la part des émissions totales du véhicule que représente le groupe froid.

En considérant l'impact de technologies similaires (groupe frigorifique à HEE notamment) on retiendra une hypothèse conservatrice d'impact approchant la dizaine de % sur les NOx. L'impact sur les émissions de COV et de PM reste trop incertain pour pouvoir le quantifier.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (% de réduction des émissions de polluants)		
			NOx	PM	COV
Véhicule utilitaire léger	Température dirigée	≤3,5 t	+	NC	NC
Petit porteur		3,6-12 t			
Grand porteur		>12 t			
Ensemble routier		40 t			

Impact sur les émissions sonores

Le groupe frigorifique électrique autonome permet de réduire les émissions sonores grâce à sa technologie silencieuse.

Domaine de pertinence

Les groupes frigorifiques électriques autonomes sont adaptés à l'ensemble des véhicules sous température dirigée et à tous les types de transport, du véhicule utilitaire léger au gros porteur (pour les ensembles routiers la problématique vient du découplage entre le tracteur et la remorque sur laquelle le système sera installé).

Ces groupes offrent une autonomie de plusieurs heures selon le pack batteries. La puissance frigorifique délivrée est constante par un fonctionnement à 100 % même au ralenti ou en autonomie.

Mise en Œuvre

Le groupe frigorifique autonome peut être installé sur n'importe quel type de véhicule, sans modification technique (absence de kit moteur). Il faut compter environ 4 jours d'immobilisation du véhicule.

Concernant la pose d'un groupe électrique autonome, les fourchettes de coûts associées sont les suivantes (et vont dépendre des options et de l'autonomie demandée) :

- Pour un porteur 26 t, entre 17 et 20 k€ ;
- Pour un véhicule utilitaire léger, entre 5 et 7 k€.

Le temps de retour sur investissement va dépendre de deux facteurs antagonistes :

- Le surcoût par rapport à un groupe standard qui peut varier dans une fourchette très large ;
- Les coûts d'exploitation et d'entretien qui sont réduits par rapport à un groupe standard.

Une hypothèse de temps de retour sur investissement variable est donc posée (à préciser une fois les caractéristiques techniques souhaitées clairement définies).

Cette solution est encore peu disponible sur le marché (peu de fabricants proposent ce type de groupe) mais elle n'engendre aussi aucun changement significatif en termes d'exploitation, la faisabilité de cette solution est donc entre facile et intermédiaire.

Suivi de la solution

Indicateurs de suivi de la solution :

- Pourcentage de groupes froids autonomes ;
- Nombre d'heures de fonctionnement du groupe froid ;
- Consommation de carburant des groupes froids autonomes.

Modalités pratiques de collecte des données

- Connaissance des technologies utilisées par la flotte ;
- Suivi du nombre de véhicules équipés d'un groupe froid autonome.

Solution 5 : Utilisation d'engins munis d'un groupe frigorifique cryogénique de CO₂ ou d'azote liquide à injection indirecte

Comment ça marche ?

Dans ces engins, le groupe à compression contenant des fluides frigorigènes HFC que l'on trouve dans les engins traditionnels est remplacé par un groupe cryogénique à injection indirecte de CO₂ ou d'azote liquide (le CO₂ est du « CO₂ fatal » issu de process industriel).

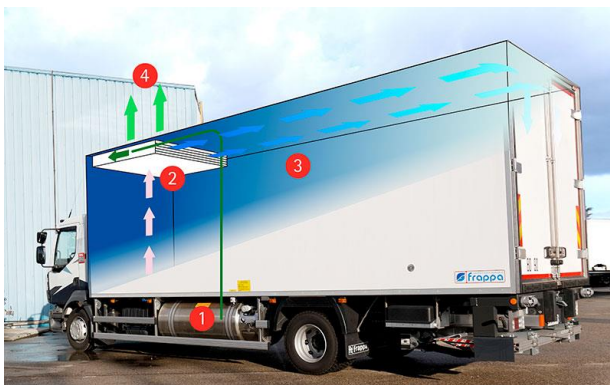
Le CO₂ ou l'azote liquide est stocké dans des réservoirs embarqués sur le véhicule, et est acheminé depuis le réservoir du véhicule dans un échangeur thermique jouant le rôle d'un évaporateur. Cet échangeur est fixé à l'intérieur de l'espace de chargement et muni de moyens de circulation d'air. Ainsi, il permet le refroidissement de l'air interne de la chambre à la température désirée. La chaleur extraite de l'air permet, tout d'abord, une évaporation complète du fluide cryogénique (CO₂ ou azote liquide) circulant dans l'échangeur, puis une élévation de sa température jusqu'à une température proche de celle de l'enceinte. Le fluide cryogénique en sortie d'échangeur est alors rejeté à l'extérieur après avoir cédé un maximum d'énergie de refroidissement. Ce système permet une descente en température plus rapide qu'avec un groupe Diesel classique et est de surcroît silencieux.

Cas du CO₂ liquide à injection indirecte

Les semi-remorques ou les porteurs sont équipés d'un réservoir de 330 ou 430 litres pour des masses de CO₂ respectives de 373 et 489 kg. Une expérimentation menée en Île-de-France et Basse-Normandie avec deux camions porteurs transportant des produits surgelés (-18 °C) a montré que la consommation moyenne de CO₂ était de 34 kg/h sur une année, à comparer à la consommation de 2,4 l/h de gasoil pour les groupes frigorifiques diesel témoins. Dans ce contexte, l'autonomie du véhicule est de l'ordre de 10 à 14 heures avec un temps de recharge en CO₂ d'environ 12 minutes.

Cas de l'azote liquide à injection indirecte

Les véhicules possèdent un réservoir d'azote liquide (NL) de 330 à 1 000 litres. La consommation est fonction de la configuration (type de véhicule, mono ou multi-température, nombre d'ouverture de porte,). La consommation moyenne d'azote liquide peut varier de 20 à 30 l/h pour un camion selon ces paramètres. Le temps de remplissage est de moins de 10 min.



Principe du procédé par échange indirect à l'azote (source : Messer)

1. Le camion frigorifique est doté d'un réservoir isotherme spécial rempli en azote liquide.
2. A partir de ce réservoir embarqué, l'azote liquide passe à l'intérieur d'un échangeur et refroidit ainsi l'air de la remorque frigorifique. Ce transfert de frigorie entraîne le passage de l'azote de l'état liquide à l'état gazeux.
3. Des ventilateurs font circuler cet air refroidi dans la caisse du camion. Ainsi, les frigories de l'azote maintiennent le chargement à la température désirée en assurant une atmosphère stable et froide du compartiment.
4. Pendant le fonctionnement du groupe frigorifique cryogénique, l'azote est rejeté sous forme gazeuse dans l'atmosphère, dont il est le principal composant.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Comparativement à un système standard de production de froid, la cryogénie permet de réduire les émissions de CO₂ par l'absence d'énergie fossile pour le fonctionnement du groupe et par l'absence des émissions de CO₂ liées aux fuites de fluide HFC. Le bilan CO₂ de cette technologie dépend uniquement de l'énergie nécessaire à la production du fluide, CO₂ ou azote liquide, et à son acheminement sur le lieu d'utilisation.

Cas du CO₂ liquide à injection indirecte

Comparativement à un système standard de production de froid, cette technologie permet de réduire de 60 à 90% les émissions de CO₂ en fonction du lieu de production du CO₂ cryogénique et de son origine, en prenant en compte la partie production et acheminement du CO₂ cryogénique. Nous retiendrons un gain moyen des émissions de CO₂ par heure de fonctionnement de 75 %.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gain lié à la solution groupe cryogénique à détente indirecte de CO ₂ liquide (% de réduction des émissions de CO ₂)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	-
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	-
Grand porteur	Régional	>12 t	75 %
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	

Source: Life Cycle Analysis of temperature-controlled foods by truck transport - CIT Ekologik AB - octobre 2002

Cas de l'azote liquide à injection indirecte

Cette solution ne consomme pas de carburant et utilise de l'azote liquide, aussi elle ne rejette pas de CO₂ localement. En tenant compte des émissions CO₂ lors de la production de l'azote et de son transport comparativement à un système standard de production de froid, cette technologie permet de réduire de 60 à 90 % les émissions de CO₂ pour la France, par heure de production de froid. Nous retiendrons un gain moyen des émissions de CO₂ par heure de fonctionnement de 75 %.

Empreinte carbone 10 fois plus faible qu'un groupe frigorifique diesel classique, soit 25 tonnes équivalent CO₂ en moins par an et par camion.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gain lié à la solution (% de réduction des émissions de CO ₂)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	-
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	-
Grand porteur	Régional	>12 t	75 %
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	

Source : A partir des informations 2010 du Rapport de développement durable de la société L'Air Liquide.

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Les technologies de cryogénisation permettent une réduction totale des émissions de PM et de NOx du groupe frigorifique mais ces émissions ne sont pas nulles si on considère celles due au transport du fluide cryogénique du lieu de production vers la station de distribution. Les émissions de COV suivent la même tendance : le système ne repose plus sur le moteur diesel mais sur un rechargement secteur (électrique) : on considère donc un impact CO₂ lié au mix énergétique mais aucun impact sur les polluants atmosphériques locaux.

La réduction totale des émissions polluantes du groupe froid, ramené aux émissions totales du véhicule (modèle EURO V retenu) donne les impacts suivants (les gains sont plus importants sur les PM) :

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (% de réduction des émissions de polluants)		
			NOx	PM	COV
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	+++	+++	+++
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t			
Grand porteur	Régional	>12 t			
Ensemble routier	Longue Distance	40 t			

Nb : Les impacts sont similaires pour une technologie de cryogénisation directe ou indirecte

Impact sur les émissions sonores

Le groupe frigorifique cryogénique à l'azote liquide émet 40 dB de volume sonore, ce qui est inférieur au seuil réglementaire de 65 dB et 100 fois moins de puissance sonore au regard de la norme PIEK (60 dB) exigée pour les livraisons urbaines de nuit.

Domaine de pertinence

Cette technologie est adaptée aux porteurs, remorques et semi-remorques. Le CO₂ et l'azote liquide n'étant pas distribués directement en station, le rechargement en fluide peut être un inconvénient sur les trajets nationaux et internationaux.

Dans le cas des véhicules utilitaires légers, la solution n'est pas pertinente car le système est trop volumineux (réservoir) et diminue excessivement le volume utile.

Mise en Œuvre

Concernant la mise en œuvre de cette solution, plusieurs points doivent être examinés :

- L'approvisionnement en fluide (CO₂ ou azote liquide) peut présenter un inconvénient sur les trajets nationaux et/ou internationaux du fait de la non-distribution en station. Néanmoins, les transporteurs peuvent s'organiser afin de mettre en place des cuves dans leurs propres bases logistiques. Le coût de location d'une cuve de 20 à 50 m³ est d'environ 800 € par mois. Le prix d'une livraison est d'environ 50-60 €. L'utilisation de cette technologie n'engendre pas de surcoût d'utilisation par rapport à un véhicule standard, vu que le prix moyen d'un kilogramme de CO₂ liquide est d'environ 13 centimes d'euros et la consommation moyenne d'un groupe de 34 kg/h et le prix moyen d'un litre d'azote liquide est d'environ 10 centimes d'euros et la consommation moyenne d'un groupe de 30 l/h.
- Le poids du groupe et du véhicule est le même que pour un groupe froid standard. En effet, le poids du groupe cryogénique, hors réservoir, est de l'ordre de 35 kg. Or le poids total du groupe (avec le réservoir) est proche du poids d'un groupe frigorigène standard. La répartition de la masse dans le véhicule étant différente (le centre de gravité du véhicule est plus bas avec ce système), un véhicule équipé d'un groupe cryogénique sera plus stable dans les courbes.
- Cette technologie nécessite la mise en place d'un réchauffeur auxiliaire fonctionnant au choix de l'utilisateur à l'électricité, au gasoil ou au gaz naturel pour l'ensemble des véhicules équipés d'un groupe cryogénique indirect azote et pour les semi-remorques équipées d'un groupe cryogénique CO₂. Pour les camions porteurs équipés d'un groupe cryogénique CO₂, la fonction réchauffage est assurée par une dérivation du circuit d'eau moteur.
- Les coûts d'exploitation du système sont comparables au système standard si l'on considère l'ensemble des paramètres suivants :
 - o le groupe froid cryogénique indirect liquide est au même prix que le groupe Diesel et sa durée de vie est de 14 ans à comparer aux 7 ans d'un groupe Diesel.
 - o les coûts de maintenance sont divisés par deux.
 - o la possibilité de mettre en place un rideau d'air, un contacteur de portes, un déflecteur sur le toit de la cabine et une formation spécifique des conducteurs.
- Il est recommandé de former les conducteurs à l'utilisation de ces nouvelles technologies et à leurs spécificités afin d'optimiser au mieux les gains attendus.

Pour des informations complémentaires concernant cette technologie, voir le guide pratique « Camions frigorifiques refroidis à l'azote liquide », édité par l'INRS – ED 6124 – Février 2012, téléchargeable via le lien suivant : <http://www.inrs.fr/accueil/produits/mediatheque/doc/publications.html?refINRS=ED%206124>

Suivi de la solution

Indicateurs de suivi de la solution :

- Pourcentage d'engins équipés de groupes froid cryogénique au CO₂ ou à l'azote liquide en injection indirecte ;
- Ratio tonne transportée/coût d'exploitation comparé.

Modalités pratiques de collecte des données :

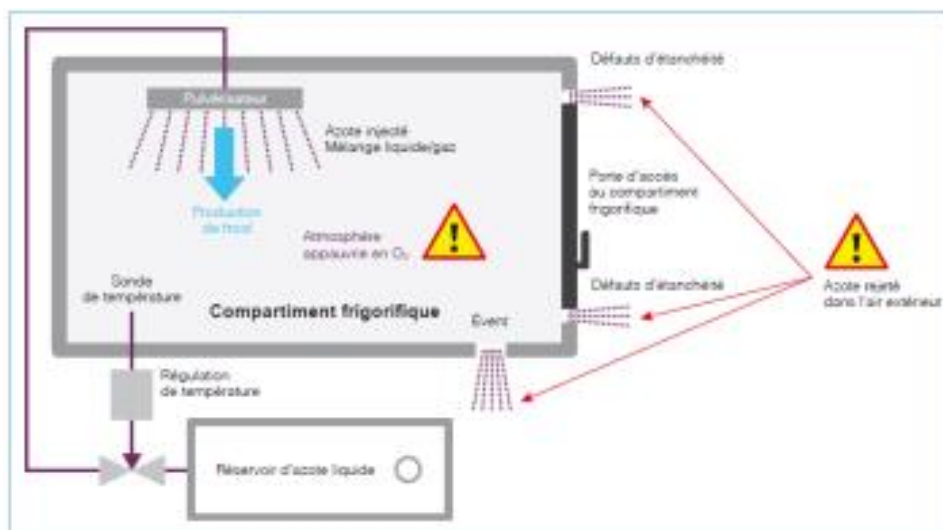
- Connaissance des technologies utilisées par la flotte ;
- Suivi du nombre de véhicules remplacés par un véhicule neuf équipé d'un groupe froid cryogénique au CO₂ ou à l'azote liquide.

Solution 6 : Utilisation d'engins munis d'un groupe frigorifique cryogénique d'azote liquide à injection directe

Comment ça marche ?

L'azote liquide, obtenu par distillation de l'air liquide, est utilisé comme fluide frigorigène en remplacement des gaz HFC. Le gaz est stocké dans des réservoirs sur le véhicule et est relâché par vaporisation tout au long de la tournée directement dans la caisse isotherme. Ce système permet une descente en température plus rapide qu'avec un groupe frigorifique classique et est beaucoup moins bruyant. Une source électrique additionnelle est nécessaire pour alimenter un système de contrôle et de sécurité pour la ventilation de la caisse lors du déchargement.

Les semi-remorques possèdent un ou deux réservoirs d'azote liquide de 650 litres chacun ou un seul réservoir de 1 000 litres. Les porteurs sont équipés d'un réservoir 450 litres ou 650 litres. La consommation moyenne d'azote liquide est de 20 à 30 l/h soit une autonomie de 2 à 3 jours.



Principe du procédé par injection directe d'azote (schéma extrait de « Camions frigorifiques refroidis à l'azote liquide » ED 6124 © INRS)

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Les émissions de CO₂ se situent uniquement au niveau de la fabrication initiale de l'azote liquide et de son acheminement sur le lieu d'utilisation. Comparativement à un système standard de production de froid, cette technologie permet de réduire de 40 à 90 % les émissions de CO₂, suivant le lieu de production de l'azote liquide, par heure de production de froid. Nous retiendrons un gain moyen des émissions de CO₂ par heure de fonctionnement de 65 %.

Dans le cas des véhicules utilitaires légers, cette solution n'est pas pertinente car elle diminue excessivement le volume utile et accroît notablement le poids (réservoir).

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gain lié à la solution (% de réduction de la consommation du groupe froid)
Véhicule utilitaire léger	Urbain		
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	-
Grand porteur	Régional	>12 t	65 %
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	

Source: "Energy life cycle assessment in truck refrigeration" – MWH – janvier 2007

Impacts sur les émissions de polluants atmosphériques

Les technologies de cryogénération permettent une réduction totale des émissions de PM et de NOx du groupe frigorifique mais ces émissions ne sont pas nulles si on considère celles due au transport du fluide cryogénique du lieu de production vers la station de distribution. Les émissions de COV suivent la même tendance : le système ne repose plus sur le moteur diesel mais sur un rechargement secteur (électrique) : on considère donc un impact CO₂ lié au mix énergétique mais aucun impact sur les polluants atmosphériques locaux.

La réduction totale des émissions polluantes du groupe froid, ramenée aux émissions totales du véhicule (modèle EURO V retenu) donne les impacts suivants (les gains sont plus importants sur les PM) :

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (% de réduction des émissions de polluants)		
			NOx	PM	COV
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	+++	+++	+++
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t			
Grand porteur	Régional	>12 t			
Ensemble routier	Longue Distance	40 t			

Nb : Les impacts sont similaires pour une technologie de cryogénération directe ou indirecte

Domaine de pertinence

Cette technologie est adaptée aux grands porteurs et semi-remorques.

L'azote liquide n'étant pas distribué directement en station, le rechargement en fluide peut être un inconvénient sur les trajets nationaux et internationaux.

Cette technologie n'est pas adaptée au transport de marchandises de types organismes vivants (plantes, ...) du fait que l'azote diffusé directement dans la caisse diminue la proportion d'oxygène dans l'air.

Mise en Œuvre

Concernant la mise en œuvre de cette solution, plusieurs points doivent être examinés :

- Le rechargement en fluide peut être un inconvénient sur les trajets nationaux et internationaux du fait que l'azote liquide n'est pas distribué en station. Néanmoins, les transporteurs peuvent s'organiser afin de mettre en place des cuves dans leurs propres bases logistiques. Le coût de location d'une cuve de 20 à 50 m³ est d'environ 800 € par mois tandis que le prix d'une livraison est d'environ 60 €. Le prix moyen d'un litre d'azote liquide étant d'environ 10 c€ et la consommation moyenne d'un groupe de 30 l/h, l'utilisation de cette technologie n'engendre pas de surcoût d'utilisation par rapport à un véhicule standard.
- Cette technologie nécessite la mise en place d'un réchauffeur auxiliaire fonctionnant au propane.
- Avant d'effectuer le déchargement, il est obligatoire de ventiler la caisse, car l'azote diminue la proportion d'oxygène dans l'air ambiant de la caisse et peut provoquer un risque d'anoxie pour le manutentionnaire.
- L'offre en termes de solution cryogénique est assez restreinte et la mise en place de cette solution engendre des modifications des habitudes de travail du transporteur de par les spécificités de fonctionnement de ces groupes (rechargement et gestion des approvisionnements en fluide notamment).

Pour informations complémentaires concernant cette technologie, voir le guide pratique «Camions frigorifiques refroidis à l'azote liquide», édité par l'INRS – ED 6124 – Février 2012, téléchargeable via le lien suivant : <http://www.inrs.fr/accueil/produits/mediatheque/doc/publications.html?refINRS=ED%206124>

Suivi de la solution

Indicateurs de suivi de la solution :

- Pourcentage d'engins équipés de groupes froid cryogénique à l'azote liquide en détente directe ;
- Ratio tonne transportée/coût d'exploitation comparé.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Connaissance des technologies utilisées par la flotte ;
- Suivi du nombre de véhicules remplacés par un véhicule neuf équipé d'un groupe froid cryogénique à l'azote liquide.

Solution 7 : Engins réfrigérants équipés de plaques eutectiques ou d'un groupe dit à accumulation

Comment ça marche ?

Plaques eutectiques

Le froid est produit par un système à compression mécanique entraîné par l'électricité du réseau (de préférence pendant la nuit) et accumulé dans des plaques ou profilés eutectiques. Le froid accumulé est ensuite restitué durant la tournée du véhicule, tant que la réserve de froid est disponible.

Cette technologie nécessite de pré-conditionner les plaques avant d'utiliser le véhicule, à l'aide d'un système frigorifique indépendant ou non de l'engin. Elle fonctionne sur le principe de la glacière transportable. Elle permet ainsi de limiter les appels de puissance après ouverture de la caisse, le froid étant maintenu directement sur les produits réfrigérés par les plaques eutectiques.

La production de froid par de la neige carbonique

Cette technologie est basée sur un concept différent des plaques eutectiques en termes de technique d'accumulation du froid, par le fait que l'apport de froid est effectué par de la neige carbonique en granulés (stockée dans des réservoirs en central), qui est chargée dans le véhicule avant le début de chaque tournée.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Comparativement à un groupe autonome et/ou non-autonome « standard », cette technologie ne nécessite pas d'énergie pour produire du froid pendant le transport puisque les plaques restituent la réserve de froid accumulé. Le gain est ainsi de 100 % dans le cas d'un système à compression mécanique entraîné par l'électricité du réseau et 95 % concernant les émissions de CO₂ du fait que 1,0 à 1,7 kg de CO₂ équivalent sont émis par la consommation d'électricité sur le réseau⁵⁰ (capacités cumulées comprises entre 18 et 30 kWh). Cependant, le gain sera plus faible si la mise en température des plaques eutectiques nécessite de l'énergie thermique (par exemple recours à un groupe électrogène). L'autonomie atteint 4, 6 ou 8 h selon le modèle.

En revanche, la masse des plaques eutectiques est supérieure à celle d'un système à compression ce qui peut entraîner une surconsommation de carburant du véhicule pour déplacer l'engin et une limitation de sa charge utile.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gain lié à la solution (% de réduction des émissions de CO ₂ associées à l'utilisation du groupe froid)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	97 %
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	
Grand porteur	Régional	>12 t	-
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	-

Source : Constructeurs

La part de carburant consommé par le groupe froid variant de 10 à 30 % en fonction de nombreux paramètres (notamment le type de véhicule et d'organisation), le passage à un groupe froid accumulé permettra de réduire la consommation globale de carburant de 9 à 28 %. En outre, avant l'achat de l'équipement, il sera indispensable d'effectuer une analyse précise de l'impact du surpoids des plaques eutectiques, qui diminuera d'autant la charge utile du véhicule.

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

La technologie de réfrigération par plaques eutectiques n'émet aucun polluant local car les plaques sont réfrigérées par branchement sur secteur. Au niveau du véhicule, ce sont donc l'ensemble des émissions associées au groupe froid qui sont évitées. En fonction des émissions totales du véhicules (et de sa norme EURO), l'impact est plus ou moins déterminant. Sur un véhicule de norme EURO V, les émissions du groupe froid peuvent représenter presque la quasi-totalité des émissions de polluants atmosphériques. Le tableau ci-dessous reprend donc les impacts de l'équipement d'un véhicule en plaques eutectiques.

⁵⁰ En considérant les émissions moyennes de CO₂ engendrées par la production d'un kWh en France (incluant les pertes en ligne), soit 57 g de CO₂ éq en 2018 (Source : Base Carbone).

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (% de réduction des émissions de polluants)		
			NOx	PM	COV
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	+++	+++	+++
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t			
Grand porteur	Régional	>12 t			
Ensemble routier	Longue Distance	40 t			

Domaine de pertinence

Cette solution est surtout adaptée à la distribution urbaine de produits surgelés avec des véhicules utilitaires légers ou des petits porteurs. Les fréquentes ouvertures de portes sont peu préjudiciables au regard de l'inertie thermique de cette technologie.

La technologie des plaques eutectiques est bien adaptée dans les cas où le véhicule doit impérativement être sécurisé en température. C'est le cas principalement des glaciers et des fournisseurs de viennoiseries surgelées.

La technologie d'apport de froid par de la neige carbonique convient bien lorsque le véhicule utilitaire léger est utilisé en limite de charge utile, le système étant deux à trois fois moins lourd que des plaques eutectiques. Elle est également bien adaptée pour réfrigérer des cellules de faible volume dans les véhicules multi-température (voir axe Organisation, fiche action n°3, solution 7).

Mise en Œuvre

La solution nécessite une maintenance limitée. Cependant, les plaques eutectiques présentent l'inconvénient d'être lourdes et donc pénalisantes pour la charge utile. Par ailleurs, pour maintenir la performance des plaques eutectiques, il est important de les dégivrer dès que de la glace apparaît en surface.

Le coût d'investissement des plaques eutectiques se situe entre 3 000 et 12 000 € pour les petits véhicules jusqu'à 5 tonnes et 8 000 à 12 000 € pour les petits porteurs. En considérant les gains et les coûts présentés dans cette fiche, le temps de retour sur investissement sera court (<1 an).

Cette solution est encore peu répandue sur le marché et engendre des modifications des habitudes de travail du transporteur du fait des spécificités de fonctionnement de ces groupes (rechargement et gestion des approvisionnements en fluide notamment), la faisabilité de cette solution sera donc intermédiaire.

La technologie d'apport de froid par de la neige carbonique suppose une analyse détaillée préalable, du fait de l'investissement nécessaire pour stocker la neige carbonique en central. Elle ne se justifie que pour des flottes dépassant une dizaine de véhicules.

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- Pourcentage d'engins réfrigérants de la flotte de véhicules disposant de groupes froids accumulés.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Inventaire des technologies utilisées par la flotte ;
- Suivi du nombre de véhicules remplacés par un engin neuf équipé d'un engin réfrigérant.

Solution 8 : Chariot cryogénique

Comment ça marche ?

L'utilisation d'un chariot cryogénique permet le maintien en température des marchandises sur un espace restreint, de façon modulaire, plutôt que de refroidir l'ensemble du véhicule.



Source : Air Liquide

Le froid cryogénique est obtenu grâce au dioxyde de carbone (solide ou liquide) :

- Dans le cas du CO₂ à l'état solide, à -80 °C, de la glace carbonique (sous forme de neige, sticks, plaquettes ou blocs) est stockée à l'intérieur du chariot
- Dans le cas du CO₂ à l'état liquide à -20 °C (20 bars), un système d'injection directe (avec pistolet) est utilisé. Le transfert se fait porte fermée et alimente une « boîte CO₂ » spécifique à l'intérieur du chariot

Les avantages fournis par le chariot cryogénique (sur son domaine de pertinence) concernent ainsi :

- Aucune influence des températures externes
- Aucun impact de la fréquence des ouvertures du véhicule
- Qualité de froid constante (pas de dégradation du rendement du groupe froid)
- Contamination croisée réduite
- Solution multi-températures (frais, surgelés...)
- Propriétés bactériostatiques du CO₂
- Réduction du risque d'oxydation des aliments

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Comparativement à un groupe autonome et/ou non-autonome « standard », cette technologie ne nécessite pas d'énergie pour produire du froid pendant le transport puisque le CO₂ cryogénique stocké restitue la réserve de froid accumulé. Néanmoins, 4 kg de CO₂ sont nécessaires pour faire fonctionner un chariot cryogénique durant 12 heures. Les équipementiers mettent ainsi en avant une réduction par 4 de l'empreinte carbone par rapport à la réfrigération mécanique.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gain lié à la solution (% de réduction des émissions de CO ₂ associées à l'utilisation du groupe froid)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	75 %
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	
Grand porteur	Régional	>12 t	-
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	-

Source : Constructeurs

La part de carburant consommé par le groupe froid variant de 10 à 30 % en fonction de nombreux paramètres (notamment le type de véhicule et d'organisation), le passage à un chariot cryogénique permettra de réduire la consommation globale de carburant de 7 à 23 %.

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Les technologies de cryogénéisation permettent une réduction totale des émissions de PM et de NOx du groupe frigorifique mais ces émissions ne sont pas nulles si on considère celles dues au transport du CO₂ cryogénique du lieu de production vers le site (possibilité de production de la neige carbonique directement sur site). Les émissions de COV suivent la même tendance. On considère donc un impact CO₂ mais aucun impact sur les polluants atmosphériques locaux.

La réduction totale des émissions polluantes du groupe froid, ramené aux émissions totales du véhicule (modèle EURO V retenu) donne les impacts suivants (les gains sont plus importants sur les PM)

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (% de réduction des émissions de polluants)		
			NOx	PM	COV
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	+++	+++	+++
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t			
Grand porteur	Régional	>12 t			
Ensemble routier	Longue Distance	40 t			

Impact sur les émissions sonores

Deux facteurs divergents vont entrer en compte dans la mesure du niveau sonore obtenu :

- Un système de froid cryogénique complètement silencieux (pas d'entraînement mécanique) ;
- Mais les roues du chariot vont engendrer des émissions sonores lors des livraisons.

Domaine de pertinence

Cette solution est surtout adaptée à la distribution urbaine avec des véhicules utilitaires légers ou des petits porteurs. La fréquence d'ouvertures des portes du véhicule n'a aucun impact sur le maintien de la température, d'où la forte adaptabilité à un réseau de distribution fragmentée, en particulier pour des solutions multi-températures.

Mise en Œuvre

La solution nécessite une maintenance quasi nulle.

Le temps de retour sur investissement est estimé comme court (<1 an).

Cette solution n'engendre pas de modification des habitudes de travail du transporteur (c'est le préparateur qui va devoir s'assurer de la présence du CO₂ cryogénique). Par contre cette technologie d'apport de froid suppose une analyse détaillée préalable, d'une part du fait de l'investissement nécessaire pour stocker/préparer le CO₂ cryogénique en central, et d'autre part pour la réorganisation des plans de transport qu'elle induit de par sa flexibilité.

Du fait de ces spécificités, la faisabilité de cette solution est considérée comme intermédiaire.

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- Nombre de chariots cryogéniques utilisés

Modalités pratiques de collecte des données :

- Inventaire des technologies utilisées par la flotte ;
- Suivi du nombre de véhicules utilisant des chariots cryogéniques.

Axe Véhicule – Fiche n° 12
Température dirigée : équipements spécifiques et maintenance
SYNTHESE

Description de l'action

Domaine de pertinence

Au-delà du choix des technologies de production (groupe froid) et de conservation (caisse) du froid, le transporteur peut faire le choix de mettre en place des options spécifiques (arrêt automatique du groupe froid, détecteur de porte ouverte...), mais aussi suivre avec précision les performances de ses véhicules pour prévenir les avaries liées à la production ou la conservation du froid.

Ces solutions peuvent être appliquées à tous les transports sous température dirigée.

Solutions	Gains CO ₂ ¹	Retour sur investissement ¹	Faisabilité	Domaine de pertinence
Équipements spécifiques pour réduire les pertes de froid	0% à 100% 15% à 25%	>3 ans à <1 an	Difficile à Facile	VUL PP GP ER
Mise en place de rideaux et choix de portes adaptées aux types de transport et de véhicule				
Maintenance des équipements frigorifiques	0% à 100% 5%	>3 ans à <1 an Variable	Difficile à Facile	VUL PP GP ER
Elaboration d'un système de suivi des actions de maintenance spécifique (réalisée et à venir) pour l'ensemble des véhicules utilisés pour le transport sous température dirigée				
Réfrigération connectée	0% à 100% Indirect	>3 ans à <1 an Variable	Difficile à Facile	VUL PP GP ER
Dispositif de suivi des températures mesurées en temps réel				

¹ Les gains et le temps de retour sur investissement présentés ici sont relatifs aux émissions de CO₂ et aux coûts associés au groupe froid.

Les équipements spécifiques pour réduire les pertes de froid et la maintenance des équipements frigorifiques ont un impact sur les émissions de CO₂, cependant la trop grande incertitude sur les relations potentielles avec la réduction des émissions de polluants atmosphériques ne permet pas de détailler un gain précis sur ces derniers.

Axe Véhicule – Fiche n° 12
Température dirigée : équipements spécifiques et maintenance
FICHE DETAILLEE

Contexte et réglementation

Concernant les exigences liées aux performances thermiques et à l'étanchéité, les véhicules (caisse et groupes) doivent être conformes aux exigences de l'ATP⁵¹. A ce titre, chaque engin doit disposer d'une attestation ATP valide ou lorsque cette attestation n'est pas requise, de disposer de la preuve d'une évaluation équivalente assurant le même niveau de conformité. Les exigences de l'ATP sont vérifiées selon les modalités appliquées en France par le décret n° 2007-1791 du 19 décembre 2007.

A l'inverse, l'installation de technologies de réfrigération connectée ne s'appuie sur aucune exigence réglementaire.

⁵¹ ATP : Accord relatif aux transports internationaux de denrées périssables et aux engins spéciaux à utiliser pour ces transports

Solution 1 : Equipements spécifiques pour réduire les pertes de froid

Comment ça marche ?

L'ouverture fréquente et prolongée de la caisse lors des livraisons engendre des pertes de froid qui peuvent être importantes. A la fermeture de la caisse, le groupe devra produire l'apport supplémentaire de froid nécessaire pour remettre la caisse en température. Cette production de froid engendrera alors une surconsommation d'énergie. Des équipements supplémentaires adaptés peuvent cependant être ajoutés à la caisse afin de réduire ces pertes de froid lors des opérations de chargement et déchargement.

Le transporteur a ainsi le choix entre plusieurs solutions :

- Equiper les portes du véhicule de rideaux à lamelles plastiques, de rideau d'air ou d'un sas arrière pour limiter les entrées d'air chaud et humide à chaque ouverture ;
- Choisir des ouvertures adaptées au type de transport et de véhicule. Le transporteur doit ainsi s'assurer que les portes sont adaptées aux modalités de chargement et déchargement des unités logistiques livrées (cartons, rolls, palettes) pour limiter leurs temps d'ouverture. Il peut s'agir selon le cas de portes latérales ou de portes arrière avec hayon élévateur ;
- Equiper les portes du véhicule de capteur d'ouverture : à chaque ouverture de porte le groupe froid sera alors coupé pour éviter de souffler de l'air froid vers l'extérieur ;
- Prévoir un coffre accessible pour stocker le diable ou les équipements servant à la livraison, ce qui permettra de limiter les ouvertures de portes.

(Source : Syndigel et Cemafruid)

Le rideau à lanières reste une solution sûre, même s'il génère des contraintes pour le livreur. Il convient également de surveiller le vieillissement des lanières et d'ajuster leur longueur au contact du plancher à température ambiante.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Les gains associés à cette solution varieront en fonction des solutions choisies par le transporteur. Le tableau suivant présente les gains associés à chaque équipement :

Equipement	Gain associé (% de réduction de la consommation du groupe froid)
Rideaux à lanières	14 %
Contacteurs permettant l'arrêt du groupe froid	14 %
Ouvertures adaptées	8 %
Coffre accessible pour stocker le matériel de livraison	7 %

Sources : ADEME et François Clavier Conseil

En mettant en place au moins deux de ces équipements, le gain sera alors au moins d'environ 25 % dans le cas des poids lourds.

Dans le cas des véhicules utilitaires légers, les rideaux d'air sont inadaptés aux véhicules du type « fourgon » du fait des contraintes d'encombrement. En outre, les contacteurs d'arrêt du froid ne peuvent être envisagés puisque les groupes sont en majorité non autonomes. La meilleure solution consiste généralement à combiner des rideaux à lanières et une ouverture adaptée.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gain lié à la solution (% de réduction de la consommation du groupe froid)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	15 %
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	25 %
Grand porteur	Régional	>12 t	
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	

Sources : ADEME, François Clavier Conseil, données loueurs de flottes ;

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Il n'est pas possible de déterminer un impact potentiel de ces équipements sur les émissions de polluants atmosphériques. On retiendra donc un impact positif mais non évaluable.

Domaine de pertinence

Cette solution est applicable à tous les transports frigorifiques ayant de forts et fréquents échanges thermiques lors des livraisons.

Elle est particulièrement recommandée dans le cas des véhicules utilitaires légers effectuant des tournées de distribution en milieu urbain.

Mise en Œuvre

Au moment de l'achat de la caisse, le transporteur devra se rapprocher du constructeur afin d'opter pour les équipements les mieux adaptés à son activité tout en prenant en compte les performances thermiques de ces équipements. En revanche, il s'agira de bien prendre en compte les désagréments (inconforts et hygiène) liés à l'utilisation des rideaux à lanières (prix d'environ 80 €) au cours des chargements et déchargements (une sensibilisation des conducteurs sur les avantages et inconvénients de ces solutions semble nécessaire). En revanche, les solutions techniques de type contacteurs ou rideau à air ne nécessitent pas de formation spécifique.

En termes de retour sur investissement, celui-ci peut être considéré comme rapide du fait que ces équipements représentent une faible part du prix d'achat d'un véhicule. La faisabilité de cette solution peut être considérée comme relativement facile, notamment du fait de la disponibilité des équipements mentionnés.

Suivi de la solution

Indicateurs de suivi de la solution :

- Nombre de véhicules équipés de rideaux à lamelles plastiques ou de rideau d'air ;
- Nombre de véhicules équipés d'ouvertures adaptées ;
- Nombre de véhicules équipés de contacteurs ;
- Nombre de véhicules équipés d'un coffre spécifique pour le diable ou les équipements servant à la livraison ;
- Consommation de carburant liée à la production de froid.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Connaissance des équipements du parc ;
- Suivi des consommations liées à la production de froid avant et après la mise en œuvre des solutions.

Solution 2 : Maintenance des équipements frigorifiques

Comment ça marche ?

Afin de maintenir les performances de production et de conservation du froid, il est impératif de suivre avec précision les recommandations des constructeurs et de vérifier régulièrement les équipements spécifiques. Les groupes de production de froid qui contiennent plus de 2 kg de fluide frigorigène sont soumis à l'obligation réglementaire du contrôle périodique d'étanchéité des circuits et de réparation rapide en cas de détection de fuite⁵².

Par ailleurs, une maintenance efficace et globale de l'engin frigorifique contribue à l'efficacité énergétique de l'ensemble et assure la sécurité sanitaire des denrées transportées (vérification de l'étanchéité des caisses, nettoyage des évaporateurs intérieurs, révision des moteurs du camion et du groupe - changement d'huile, etc...).

Tout engin en service relevant de l'arrêté du 1^{er} juillet 2008⁵³ est soumis à l'obligation de passer avec succès à 6, 9 et 12 ans un test de renouvellement de l'attestation de conformité technique. Ce test est constitué d'un contrôle visuel de l'état général de l'isothermie de la caisse et d'un essai de descente et de maintien en température de l'engin.

Ces procédures et les caractéristiques à respecter sont disponibles sur www.cemafrroid.fr.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Optimiser la maintenance des équipements de production et de conservation du froid permet de maintenir les performances des équipements. Les gains associés à cette action seront très variables. Par exemple, vérifier le bon état des rideaux et leur bon fonctionnement (hauteur des rideaux adaptés à la caisse par exemple) permet de réduire les consommations du groupe froid de 5 %.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gain lié à la solution (% de réduction de la consommation du groupe froid)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	5 %
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	
Grand porteur	Régional	>12 t	
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	

Source : ADEME et François Clavier Conseil

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Les sources actuelles ne permettent pas de déterminer un impact potentiel de la maintenance des équipements de production et de conservation du froid sur les émissions de polluants atmosphériques. On retiendra donc un impact positif mais non évaluable.

Domaine de pertinence

Cette solution est applicable à tous les transports routiers frigorifiques.

Mise en Œuvre

Afin de rendre la maintenance de ces équipements plus efficace, il est conseillé de mettre en place un système de suivi de maintenance pour chaque véhicule. Les différentes étapes sont :

- Recenser les véhicules et leurs caractéristiques (catégorie, type de groupe froid, type de caisse, marque, puissance, kilométrage, année de mise en circulation) ;
- Recenser l'ensemble des actions de maintenance réalisées (pièces changées, vérifications des circuits de refroidissement, dégivrage si pertinent, ...) via le carnet de maintenance du véhicule ou le prestataire les ayant réalisés ;
- Enregistrer les préconisations du constructeur.

⁵² Code de l'Environnement Articles R543 75 à 126

⁵³ Fixant les modalités du contrôle technique des engins de transport de denrées périssables



Le coût de mise en œuvre de cette solution est très variable. La solution permettra d'éviter les surconsommations et les fuites, mais aussi d'avoir à racheter trop souvent des recharges de gaz frigorigènes. Le temps de retour sur investissement est lui aussi variable.

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de l'action :

- Nombre de véhicules frigorifiques suivis

Suivi de la solution :

- Pourcentage du nombre de véhicules frigorifiques
- Carnet de maintenance

Solution 3 : Réfrigération connectée

Comment ça marche ?

Un système de réfrigération connectée ou télématique du froid est une unité frigorifique dotée de dispositifs avancés de communication en temps réel capables d'envoyer des notifications aux clients de manière anticipée.

Dotée d'un système de géolocalisation reliés à des sondes de température et des capteurs d'ouverture de porte, l'entreprise peut connaître et historiser grâce à des applications en ligne les températures en temps réel (justificatif fiable en cas de litige) ainsi que l'itinéraire : tracé, variations de température et heure d'arrivée du véhicule, mais aussi définir des seuils d'alerte.



Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

L'option de « connectivité » n'a pas d'impact direct sur la consommation de carburant. Néanmoins, le suivi en temps réel des variations de température permet de mettre en place des actions préventives plutôt que curatives et ainsi de limiter les surconsommations éventuelles en agissant directement sur les causes de la modification de la température de référence.

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

L'option de « connectivité » n'a pas d'impact direct sur les émissions de polluants atmosphériques.

Domaine de pertinence

Cette solution est applicable à tous les transports routiers frigorifiques.

Mise en Œuvre

Ces dispositifs de remontées d'informations automatisées, fondées sur des températures mesurées en permanence à l'aide de capteurs connectés présentent l'avantage d'être dotés d'une autonomie considérable qui, associée à la faible consommation d'énergie des réseaux sur lesquels ils se connectent, leur assurent une durée de vie de plusieurs années.

Ces capteurs peuvent s'adapter à tous les équipements de production de froid et sont simples à installer (et légers) puisqu'ils ne nécessitent aucun raccordement. De nombreux fournisseurs proposent ce type de solutions techniques.

La faisabilité de cette solution est donc simple.

Le temps de retour sur investissement de la solution est plus difficile à appréhender car il est lié :

- Au coût du dispositif : ~300 € HT pour l'enregistreur radio-fréquence, ~700 € HT pour le transmetteur GSM/GPRS et de 10 à 20 € HT d'abonnement mensuel par thermomètre géré ;
- Aux gains financiers éventuels : dus d'une part à la limitation des pertes financières liées aux ruptures de la chaîne du froid (aspect préventif) et d'autre part à la traçabilité du respect de la chaîne du froid en cas de litige et d'engagement de la responsabilité des différents acteurs de cette chaîne.



Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- Nombre de véhicules frigorifiques suivis

Modalités pratiques de collecte des données :

- Connaissance des équipements du parc

Axe Véhicule – Autres actions

Cette page centralise d'autres solutions de réduction des émissions de CO₂, en lien avec l'axe véhicule, présentant un aspect innovant ou de niche.

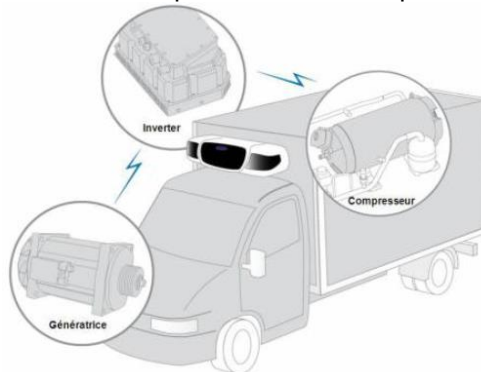
Cette fiche sera complétée au fur et à mesure des mises à jour de ce guide.

Autres actions quantitatives identifiées :

- **Gonflage automatique des pneumatiques** : cité dans la solution n°3 de la fiche n°7 de l'axe véhicule (gonflage des pneumatiques)
- **Groupe non autonome à entraînement électrique** : cité dans la solution 3 de la fiche n°11 de l'axe véhicule, cf. description ci-dessous

Focus sur le groupe non autonome à entraînement électrique

Cette technologie, adaptée à une utilisation intensive en distribution urbaine, est basée sur le principe suivant : La puissance délivrée par l'arbre moteur est transformée en électricité par l'intermédiaire d'un convertisseur ayant une fonction de génératrice de courant. La puissance électrique est régulée par un « inverter » en fonction des besoins en réfrigération et est transmise à un compresseur hermétique à vitesse variable qui fonctionne à des vitesses différentes en fonction de la puissance livrée par l'inverter. Il délivre une capacité de réfrigération constante pendant toutes les phases de réfrigération.



Cette technologie est bien adaptée aux véhicules utilitaires légers sous température dirigée, avec des arrêts fréquents (multiples ouvertures de portes pour les livraisons, embouteillages...). Elle permet un contrôle précis de la chaîne du froid en fournissant une puissance frigorifique constante quel que soit le régime moteur du véhicule, même au ralenti. La puissance frigorifique maximale est atteinte dès 1 000 tours par minute, offrant un « froid constant » tout au long d'une tournée de livraison.

En outre, le système de production de froid étant hermétique, les émissions de CO₂ liées aux fuites de réfrigérant sont réduites de 75 % par rapport à un groupe de technologie conventionnelle. En outre, la descente en température est jusqu'à deux fois plus rapide, permettant un gain de 20 % de la consommation de carburant du groupe en phase de descente en température.

Axe Carburant

Fiche n°1 : Motorisations électriques	...	139
Solution 1 : Stop & Start	...	141
Solution 2 : Véhicules hybrides	...	143
Solution 3 : Véhicules électriques	...	145
Fiche n°2 : Utilisation de carburants alternatifs	...	147
Solution 1 : Utilisation du GNV/bioGNV	...	150
Solution 2 : Utilisation du B30	...	153
Solution 3 : Utilisation du B100		156
Solution 4 : Utilisation de l'ED95	...	158
Fiche n°3 : Optimisation de la combustion et de la propreté des moteurs Diesel	...	161
Solution 1 : Maintien de la propreté des circuits d'alimentation et d'injection des moteurs diesel	...	163
Fiche n°4 : Amélioration du suivi des consommations	...	167
Solution 1 : Collecte de l'information	...	169
Solution 2 : Télémétrie embarquée (consommation)	...	172
Solution 3 : Gestion et utilisation de l'information	...	176
Autres actions	...	177

Axe Carburant – Fiche n° 1 Motorisations électriques SYNTHESE

Description de l'action

Le choix du mode de propulsion s'effectue au moment de l'achat du véhicule. Deux alternatives aux moteurs diesel classiques sont actuellement disponibles, pour une gamme limitée d'usages : la motorisation hybride et la motorisation électrique. Les moteurs peuvent également être équipés de systèmes Stop & Start.

Domaine de pertinence

Les trois solutions décrites dans cette fiche sont adaptées exclusivement aux usages urbains, avec de fréquents arrêts.

Solutions	Gains CO ₂	Retour sur investissement	Faisabilité	Domaine de pertinence
Stop & Start	0% à 100% 1% à 5%	Long à Rapide	Difficile à Facile	VUL PP
Choix d'une motorisation intégrant un système Stop & Start				
Véhicules hybrides	0% à 100% 10% à 15%	Long à Rapide	Difficile à Facile	PP GP
Recours à un véhicule hybride pour les livraisons en milieu urbain				
Véhicules électriques	0% à 100% 94%	Long à Rapide	Difficile à Facile	VUL PP GP
Recours à un véhicule électrique pour effectuer les derniers kilomètres en ville				

Solutions	Gains NOx	Gains PM	Gains COV	Domaine de pertinence
Stop & Start	+	+	+	VUL PP
Choix d'une motorisation intégrant un système Stop & Start				
Véhicules hybrides	+	+++	+++	PP GP
Recours à un véhicule hybride pour les livraisons en milieu urbain				
Véhicules électriques	+++	+++	+++	VUL PP GP
Recours à un véhicule électrique pour effectuer les derniers kilomètres en ville				

Axe Carburant – Fiche n° 1 Motorisations électriques FICHE DETAILLEE

Contexte et réglementation

Plusieurs solutions alternatives aux moteurs diesel existent. Elles sont toutes basées sur la substitution de tout ou partie de la consommation de carburants fossiles par l'utilisation de l'électricité : solution de Stop & Start, motorisation hybride ou motorisation électrique, les deux dernières ne couvrant pas encore l'ensemble des véhicules de transport routier de marchandises.

Ces technologies présentent plusieurs points forts d'un point de vue environnemental, notamment par rapport aux émissions de CO₂ et de polluants, mais aussi en termes de bruit. Le recours à des technologies basées sur l'utilisation de l'électricité en remplacement de carburants fossiles permet d'éliminer les émissions directes de polluants (pour la partie basée sur l'utilisation de l'électricité) et de CO₂.

Ce point pourrait devenir primordial à l'avenir du fait des restrictions de circulation mises en place par les grandes agglomérations liées aux zones à faibles émissions (ZFE). Le principe d'une ZFE consiste en la possibilité pour une collectivité de limiter l'accès à une partie du territoire aux véhicules les plus émetteurs de polluants atmosphériques pendant une période donnée (jours, heures, etc.), selon des critères de son choix, dans l'objectif d'améliorer la qualité de l'air et protéger la santé des populations. En France, il est actuellement possible de mettre en œuvre ce dispositif sous l'appellation « zones à circulation restreinte » (ZCR)⁵⁴. La loi d'orientation des mobilités⁵⁵ renomme ce dispositif en « zone à faibles émissions » (ZFE). 15 métropoles ont déjà répondu présentes à l'appel lancé par le Gouvernement en juillet 2018 et se sont engagées à mettre en œuvre une ZFE, témoignant d'une véritable dynamique autour de cet outil. La mise en place de ce dispositif s'accompagne en général d'aides financières, appelées « fonds de conversion », pour le renouvellement des véhicules anciens vers des véhicules à faible émission.

Des règlements sur le transport et la livraison des marchandises en ville sont également en vigueur dans plusieurs villes et favorisent l'utilisation de véhicules « propres ». Par exemple, depuis 2007, les professionnels du transport livrant dans Paris sont soumis à un règlement⁵⁶ tenant compte du principe environnemental, les véhicules « propres⁵⁷ » étant les seuls à pouvoir livrer 24h/24.

D'autres modes de propulsion que ceux présentés dans cette fiche font l'objet d'une R&D intensive et pourraient arriver sur le marché de façon industrielle dans les années à venir (véhicule hydrogène à pile à combustible, propulsion bi- ou tri-mode, ...). Toutefois, en l'état actuel du marché, il a été choisi de ne présenter que les solutions suivantes : Stop and Start, motorisation hybride et motorisation électrique. Ces autres modes de propulsion sont néanmoins discutés dans la partie « Autres actions » de l'axe Carburant.

En parallèle, la loi de finance pour 2020 prolonge jusqu'au 31/12/2021 le dispositif de suramortissement⁵⁸ pour l'acquisition d'un véhicule fonctionnant exclusivement à l'énergie électrique ou à l'hydrogène.

⁵⁴ Tel que défini dans la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique (LTECV).

⁵⁵ LOM, promue le 24 décembre 2019.

⁵⁶ Charte des bonnes pratiques des transports et livraisons dans la Ville de Paris.

⁵⁷ Electrique, gaz, hybride ou qui répond à la dernière norme Euro en vigueur et dont la surface est inférieure à 29 m².

⁵⁸ 20 % pour un véhicule de PTAC ≥2,6t et <3,5t, 60 % pour un PTAC ≥3,5t et ≤16t et 40 % pour un PTAC >16t

Solution 1 : Stop & Start

Comment ça marche ?

La technologie Stop & Start entraîne d'abord la coupure automatique du moteur dès l'immobilisation du véhicule (pour donner suite à un arrêt à un feu rouge ou dans un embouteillage par exemple) puis son redémarrage après relâchement de la pédale de frein. Elle correspond au premier niveau d'hybridation⁵⁹. Le système s'actionne à l'aide d'un dispositif électrique alerno-démarrreur.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Afin d'estimer l'impact de cette solution, il faut connaître le nombre d'heures annuel pendant lequel le véhicule est à l'arrêt au ralenti (via une estimation ou grâce à l'informatique embarquée). Le tableau ci-dessous présente des gains pour différentes fréquences d'arrêt du véhicule.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à	
			5 arrêts de 10-60 s/h (92 heures par an) (% de réduction des émissions de CO ₂)	10 arrêts de 10-60 s/h (183 heures par an) (% de réduction des émissions de CO ₂)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	2,5 %	5,0 %
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	1,0 %	2,0 %
Grand porteur	Régional	>12 t	-	-
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	-	-

Sources et hypothèses :

- Petit porteur : consommation moyenne à l'arrêt : 1,1 l/h, 50 000 km parcourus annuellement, consommation de 20 l/100 km. Nombre de jours d'utilisation des véhicules : 220 jours (source CNR)
- Véhicule utilitaire léger : Donnée constructeur (retours de banc d'essai, sur cycle urbain, base fourgon 125 CV, consommation moyenne au ralenti : 2 l/h ; 18 400 km parcourus annuellement, consommation de 10 l/100 km.

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Une analyse des études sur le sujet⁶⁰ permet de mettre en avant une relation positive du Stop & Start sur les émissions de polluants. Le redémarrage à chaud permet également de limiter les émissions de polluants. Cette technologie est donc bénéfique à la fois pour réduire les émissions de CO₂ et celles des polluants.

On retiendra un impact cependant faible sur les émissions de polluants atmosphériques du fait d'une faible économie sur les consommations du véhicule et de plus faibles émissions de polluants lorsque le véhicule est à l'arrêt.

La consultation d'expert sur le sujet vient souligner des points de vigilance : le Stop & Start augmente l'occurrence des redémarrages du moteur. D'après les constructeurs automobiles, il est très difficile de maîtriser les NOx à ce moment. On peut donc attendre des « bouffées » de NOx au redémarrage des moteurs diesel.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (% de réduction des émissions de polluants)		
			NOx	PM	COV
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	+	+	+
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t			
Grand porteur	Régional	>12 t			
Ensemble routier	Longue Distance	40 t			

⁵⁹ Rapport de l'Assemblée Nationale : Définition et Implications du concept de voiture propre.

⁶⁰ ADEME, Estimation des gains potentiels en émissions de polluants atmosphériques (PM, NOx, COV) des actions de la charte d'engagement volontaire « Objectif CO₂ Les transporteurs s'engagent », 2016.

Domaine de pertinence

Le Stop & Start est fréquemment utilisé sur les véhicules utilitaires léger et les petits porteurs, pour les usages nécessitant des arrêts fréquents (arrêts aux feux, embouteillages, livraisons). Le gain de carburant sera d'autant plus important que le trajet comporte de nombreuses phases avec moteur au ralenti. Le gain sera donc plus élevé dans le cas d'une tournée que dans le cas d'une course de point à point. Outre le gain de consommation de carburant, le Stop & Start est très apprécié des chauffeurs du fait du confort de conduite qu'il procure (silence pendant les périodes d'arrêt du véhicule).

A contrario, sur des trajets principalement routiers avec peu d'arrêts, ce système ne présente pas d'intérêt.

Enfin, le système Stop & Start est à proscrire en transport frigorifique urbain avec un véhicule utilitaire léger ou un porteur équipé d'un groupe non autonome, car il aurait une incidence néfaste sur le fonctionnement des groupes.

Mise en Œuvre

Ce système doit être choisi dès l'achat du véhicule. L'adaptation sur un véhicule existant est trop coûteuse. En outre, elle pose souvent des problèmes liés au fait que l'on modifie la chaîne cinématique (problèmes d'homologation) et que le démarreur doit être renforcé (moteur électrique direct sur le volant moteur).

Le surcoût à l'achat est inférieur à 1 000 € pour un poids lourd et inférieur à 500 € pour un véhicule utilitaire léger.

A priori, le Stop & Start n'a pas d'impact négatif significatif sur l'usure des démarreurs, qui sont conçus pour des fréquences d'arrêts élevées. En considérant les gains potentiels et les coûts présentés ci-dessus, on peut considérer que le retour sur investissement sera rapide (< 1 an) à partir de 5 arrêts par jour.

Cette solution est relativement simple à mettre en œuvre. La faisabilité de cette solution est donc élevée.

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- Pourcentage de véhicules équipés de la technologie Stop & Start dans le parc.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Exploitation du fichier de suivi de la flotte de véhicules et suivi des temps passés à l'arrêt (moteur au ralenti).

Solution 2 : Véhicules hybrides

Comment ça marche ?

La motorisation hybride consiste à associer en série ou en parallèle une motorisation thermique et une motorisation électrique. Deux fonctions principales sont assurées grâce à la motorisation électrique, le démarrage du véhicule puis l'optimisation de l'utilisation du moteur thermique notamment lors des fortes sollicitations (en réduisant les besoins de puissance par rapport au moteur thermique). La plupart du temps, les batteries du moteur électrique se rechargent en utilisant une partie de la puissance du moteur thermique ou lors des phases de freinage.

L'utilisation de l'électricité comme source d'énergie pour certaines fonctions des véhicules routiers offre de nombreux avantages au niveau environnemental (absence de pollution en milieu urbain, réduction du bruit), énergétique et technique (robustesse et performances énergétiques des moteurs). A noter toutefois que l'utilisation du moteur électrique pour un véhicule hybride non rechargeable se limite en général à la phase de redémarrage/accélération du véhicule.

De plus, contrairement aux véhicules électriques, les véhicules hybrides ne nécessitent pas d'infrastructures d'approvisionnement spécifiques (sauf pour les véhicules hybrides dits « rechargeables » ou « plug-in »).

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Plus le véhicule hybride sera affecté à un usage urbain avec de nombreux arrêts, plus les gains de consommation seront importants. A contrario, un véhicule hybride affecté principalement à des trajets sur autoroute avec peu d'arrêts ne présentera qu'un gain de consommation très faible puisque la partie électrique du moteur sera très peu sollicitée et le surcoût de l'hybride ne compensera pas le gain issu de la diminution de la consommation de carburant.

L'hybridation pour un moteur diesel permet de diminuer de 10 à 30 % la consommation selon la technologie. Des mesures en exploitation réelle montrent que pour des hybrides de type parallèle diesel/électrique, la consommation est réduite de 20 à 30 % sur des trajets péri-urbains et de 3 % sur autoroute (Source : ADEME). L'hypothèse retenue ici est un gain de l'ordre de 10 à 15 % en termes de consommation de carburant lors du remplacement d'un porteur à usage urbain fonctionnant préalablement au gazole par un véhicule hybride de même catégorie.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à la solution (% de réduction des émissions de CO ₂)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	-
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	10 à 15 %
Grand porteur	Régional	>12 t	
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	-

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Une analyse des études sur le sujet⁶¹ montre un impact positif sur l'ensemble des polluants considérés. Néanmoins, la relation entre adoption de l'hybride et réduction des polluants ne peut être considérée comme automatique. La meilleure performance des moteurs hybrides en termes d'émissions de CO₂ peut en effet entraîner une hausse des émissions de polluants (NO_x notamment, les particules sont moins impactées).

Du fait que la technologie hybride est très peu répandue au niveau du transport routier et concerne principalement les bus et les VUL, les effets de l'hybride sur les poids lourds sont moins bien appréhendés.

⁶¹ ADEME, Estimation des gains potentiels en émissions de polluants atmosphériques (PM, NO_x, COV) des actions de la charte d'engagement volontaire « Objectif CO₂ Les transporteurs s'engagent », 2016.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (% de réduction des émissions de polluants)		
			NOx	PM	COV
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	-	-	-
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	+	+++	+++
Grand porteur	Régional	>12 t			
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	-	-	-

Impact sur les émissions sonores

La motorisation hybride permet de réduire les nuisances sonores par rapport à un véhicule diesel équivalent mais l'impact est fortement corrélé au niveau d'hybridation retenu.

Afin de prévenir le risque de collision avec les usagers vulnérables (piétons et cyclistes) qui ne sont pas encore habitués à faire attention à ces véhicules plus silencieux, certains sont équipés de signaux d'alerte à faible vitesse.

Domaine de pertinence

L'hybride apporte une réponse aux utilisateurs qui font principalement des trajets urbains avec de nombreux arrêts. En outre, contrairement au véhicule électrique, l'hybride n'a pas de contrainte d'autonomie.

L'offre commerciale actuelle de véhicules hybrides est principalement limitée aux véhicules ayant un PTAC entre 3,6 t et 26 t et se concentre sur les véhicules hybrides non rechargeables. Aujourd'hui encore, l'offre de véhicules utilitaires légers hybrides est très peu développée⁶², les constructeurs préférant privilégier les modèles tout électriques.

Mise en Œuvre

L'offre commerciale de poids lourds avec une motorisation hybride est en développement constant et évolue rapidement d'année en année. Les coûts associés vont aussi évoluer rapidement. Il est conseillé de se rapprocher des fournisseurs de véhicules pour échanger avec eux sur les coûts et bénéfices de leurs véhicules. Il est donc préconisé de réaliser une étude de faisabilité technico-économique avant la mise en place de cette solution, intégrant notamment les contextes d'utilisation de ces véhicules.

Par ailleurs, la faisabilité de cette solution peut être considérée comme moyenne du fait des problèmes de disponibilité de ces véhicules (offre encore restreinte).

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- Pourcentage de véhicules hybrides dans le parc.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Exploitation du fichier de suivi de la flotte de véhicules.

⁶² Un constructeur américain développe des véhicules utilitaires hybrides rechargeables équipés d'une batterie de 13,6 kW accordant une autonomie électrique de 50 km et une consommation moyenne d'essence de 3,3 l/100km.

Solution 3 : Véhicules électriques

Comment ça marche ?

Le principe de fonctionnement d'un véhicule électrique consiste à stocker l'énergie sous forme électrique grâce à l'utilisation d'un système de stockage. L'énergie stockée est transmise au moteur par l'intermédiaire d'un contrôleur qui transforme le courant continu de la batterie en courant alternatif.

La recharge des véhicules électriques peut se faire par branchement au réseau électrique. Le moteur électrique peut également transformer l'énergie cinétique du véhicule en énergie électrique pendant les phases de décélération et de freinage, ce qui permet de recharger la batterie.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Bien qu'elle n'engendre aucune consommation directe de carburant fossile, l'utilisation d'un véhicule électrique nécessite une production d'électricité, elle-même à l'origine d'émissions de gaz à effet de serre. Toutefois, compte tenu du « mix énergétique » de la production française d'électricité⁶³, on estime que la réduction des émissions de CO₂ en France métropolitaine par rapport à un véhicule similaire fonctionnant au gazole est proche de 95 %.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à la solution (% de réduction des émissions de CO ₂)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	94 %
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	94 %
Grand porteur	Régional	>12 t	94 %
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	-

Source : calcul ADEME pour des véhicules de 3,5 t et de 5,5t.

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

La technologie électrique est celle qui émet le moins de polluants atmosphériques. Un passage à cette technologie a donc forcément des effets bénéfiques sur les émissions de polluants.

Les émissions de PM sont également fortement impactées même si on conserve les émissions issues de l'abrasion des freins et de l'usure des pneus.

En outre, l'impact local des émissions de polluants fait que seules les émissions issues de la combustion sont considérées (contrairement au CO₂ où les émissions amont sont prises en compte).

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (% de réduction des émissions de polluants)		
			NOx	PM	COV
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	+++	+++	+++
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t			
Grand porteur	Régional	>12 t			
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	-	-	-

Impact sur les émissions sonores

La motorisation électrique permet une absence de nuisances sonores. Pour autant les émissions sonores en conditions réelles d'exploitation ne sont pas nulles (contact pneumatique/chaussée).

Domaine de pertinence

Du fait de leur autonomie encore limitée (de l'ordre de 200 km en moyenne), les véhicules électriques sont surtout adaptés aux livraisons en ville et aux trajets sur courte/moyenne distance. L'offre actuelle n'inclue pas encore les tracteurs routiers et est limitée pour les plus gros gabarits de porteurs.

La pertinence de l'usage des véhicules utilitaires légers électriques est étroitement liée à la mise en œuvre d'un travail collaboratif avec les collectivités (voir introduction à la fiche action « Orga 6 »). En

⁶³ En considérant les émissions moyennes de CO₂ engendrées par la production d'un kWh en France (incluant les pertes en ligne), soit 57 gCO₂éq/kWh en 2018. Source : Base Carbone.

particulier, la disponibilité des prises de recharge dans les centres villes constitue aujourd'hui un point de vigilance pour les entreprises.

Mise en Œuvre

Malgré l'évolution de la technologie électrique, le coût d'achat d'un véhicule électrique reste bien supérieur à celui d'un véhicule diesel de la même catégorie. Le prix d'un véhicule électrique peut doubler celui d'un véhicule diesel équivalent (coût des batteries inclus). A contrario, lors de la phase d'utilisation du véhicule, les coûts sont réduits de 90 %, d'où l'importance d'une utilisation optimale du véhicule afin d'approcher l'équilibre économique.

Le pack batteries est souvent proposé en location (compter de l'ordre de 75 € HT/mois).

Le surcoût à l'achat (même s'il est en partie compensé par le bonus écologique de 3 000 €) constitue aujourd'hui encore un frein à un retour sur investissement satisfaisant (>3 ans).

Concernant le déploiement de la solution plusieurs points organisationnels sont à prendre en compte :

- La disponibilité des véhicules : relativement bonne sur les petits gabarits de VUL elle s'amenuise plus le gabarit augmente. Le marché reste néanmoins en très forte évolution et on peut noter que depuis 2018, de nombreux constructeurs se lancent sur le marché des ensembles routiers électriques. De fortes évolutions sur ces véhicules (offre et autonomie) sont à attendre dans les années à venir.
- Les caractéristiques de véhicules : la charge utile d'un véhicule électrique est parfois inférieure à celle d'un véhicule standard (encombrement des batteries). Ce point peut avoir un impact sur l'organisation du transport en augmentant, dans certains cas, le nombre de trajets à effectuer. Cet aspect doit être considéré par l'utilisateur lors de l'analyse de cette solution.
- L'autonomie des véhicules : malgré les progrès constants sur les technologies des batteries (d'où l'avantage sur ce point de la location des batteries par rapport à leur achat) les autonomies restent limitées mais suffisantes pour un rayon d'action à courte/moyenne distance.
- Les consommations annexes : il est nécessaire de s'assurer que les conditions d'utilisation du véhicule sont compatibles avec la capacité des batteries du véhicule et l'organisation logistique mise en place. En effet, l'usage de la climatisation/chauffage, de signalisation lumineuse, d'un hayon arrière, d'un groupe frigorifique, ... vont induire des surconsommations. Ce point doit être étudié en détail avec le fabricant au moment de l'achat du véhicule par rapport à ces équipements supplémentaires.
- La disponibilité des infrastructures de recharge des batteries : c'est un point crucial à étudier en détail avant de procéder à l'achat d'un véhicule électrique (particulièrement en milieu urbain, les demandes effectuées auprès des gestionnaires de parkings ayant des difficultés à aboutir). Deux types de solutions sont envisageables pour une entreprise de transport qui souhaite recharger ses véhicules électriques en milieu urbain : la solution « privatisée » consistant à acheter une place dans un parking et à l'équiper, ou la solution « location d'un emplacement avec prise de recharge » dans un lieu stratégique (parking public, ...).

Cette solution reste relativement difficile à mettre en œuvre. Sa faisabilité se situe donc entre moyenne et difficile.

Suivi de la solution

Indicateurs de suivi de la solution :

- Kilométrage parcouru par les véhicules électriques ;
- Consommation d'électricité correspondante ;
- Pourcentage de véhicules électriques dans le parc.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Exploitation du fichier de suivi de la flotte de véhicules, suivi de la consommation électrique des véhicules.

Axe Carburant – Fiche n° 2 Utilisation de carburants alternatifs SYNTHESE

Description de l'action

Des carburants alternatifs au gazole sont disponibles sans changement radical de mode énergétique

Le B30 contient 30 % d'esters méthyliques d'huiles végétales (contre 7 % au maximum en volume pour le gazole standard actuel) ou d'esters d'huiles alimentaires usagées.

Le B100 contient quant à lui 100 % d'esters méthyliques d'huiles végétales.

L'ED95, bioéthanol produit par fermentation, est quant à lui disponible depuis 2016.

Le GNV, Gaz Naturel Véhicule, fonctionne dans un moteur à allumage commandé. Ce carburant est disponible sous forme gazeuse comprimée (GNC) ou liquide cryogénique (GNL), en versions fossile ou bio.

Le recours aux biocarburants permet de réduire les émissions de CO₂ du puits à la roue, s'ils respectent les critères de durabilité de la directive 2009/28/CE et en l'absence d'effets liés à des changements d'affectation des sols.

Domaine de pertinence

Le B30 est utilisable dans tous les véhicules Diesel depuis la norme Euro II jusqu'à la norme actuelle Euro VI.



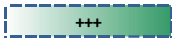


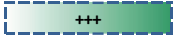
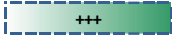


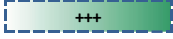
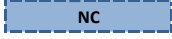


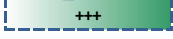
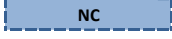

Le B100 est utilisable dans des véhicules Diesel homologués par les constructeurs.

L'ED95 nécessite un moteur diesel adapté.

N'étant pas distribué en station-service, ces carburants ne sont accessibles qu'aux entreprises ayant une flotte captive et des stockages privés.

Le GNV permet de couvrir tous les usages du transport routier de marchandises et nécessite la mise en place d'une station de recharge privée ou l'utilisation du réseau encore limité de stations publiques.

Solutions	Gains CO ₂	Retour sur investissement	Faisabilité	Domaine de pertinence
Utilisation du GNV/bioGNV Recours à des véhicules à motorisation gaz				
Utilisation du B30 Utilisation de B30 pour une flotte captive				
Utilisation du B100 Utilisation de B100 pour une flotte captive				
Utilisation de l'ED95 Utilisation de l'ED95 pour une flotte captive				

Solutions	Gains NOx	Gains PM	Gains COV	Domaine de pertinence
<p>Utilisation du GNV/bioGNV</p> <p>Recours à des véhicules à motorisation gaz</p>				
<p>Utilisation du B30</p> <p>Utilisation de B30 pour une flotte captive</p>				
<p>Utilisation du B100</p> <p>Utilisation du B100 pour une flotte captive</p>				
<p>Utilisation de l'ED95</p> <p>Utilisation de l'ED95 pour une flotte captive</p>				

Axe Carburant – Fiche n° 2 Utilisation de carburants alternatifs FICHE DETAILLEE

Contexte et réglementation

La directive (UE) 2018/2001 du 11 décembre 2018 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables (qui refond la directive 2009/28/CE aussi appelée directive « EnR ») fixe comme objectif que d'ici 2030, au moins 14 % de la consommation finale d'énergie dans le secteur des transports provienne de sources renouvelables.

Le B30 est un biocarburant composé en volume de 70 % de gazole et de 30 % d'ester méthylique d'acides gras (huiles végétales EMHV, huiles alimentaires usagées issues du recyclage EMHU, graisses animales EMHA). En 2017, le biodiesel représentait 7,7 % de la consommation nationale (en contenu énergétique) de gazole⁶⁴.

Le B100, composé quant à lui de 100 % d'EMHV, est autorisé par arrêté depuis le 7 avril 2018.

Les caractéristiques du bioéthanol ED95 ont été définies par l'arrêté du 29 mars 2016. Il figure sur la liste des carburants autorisés en France depuis le 4 février 2016 – modifiant l'arrêté du 22 décembre 1978 – et n'est autorisé que pour les flottes professionnelles de véhicules disposant d'une logistique d'approvisionnement spécifique et de leurs propres capacités de stockage et de distribution. Le stockage enterré du bioéthanol répond à la Norme EN 12285-1 relative aux exigences applicables aux réservoirs.

La filière GNV est pleinement opérationnelle en France pour les véhicules lourds.

Le bioGNV est issu de ressources renouvelables (contrairement au GNV issu de ressources fossiles⁶⁵) et à ce titre aucune émission de CO₂ n'est attribuable à son utilisation. Il bénéficie ainsi d'un contexte réglementaire particulièrement favorable.

Le montage d'une station de recharge gaz est soumis à une déclaration ou autorisation ICPE en fonction du débit ou de la capacité de l'installation.

En parallèle, la loi de finance pour 2020 prolonge jusqu'au 31/12/2021 le dispositif de suramortissement⁶⁶ pour l'acquisition d'un véhicule fonctionnant exclusivement au gaz naturel, bio-gaz, ED95 ou B100 ou fonctionnant en bicarburation gaz naturel/gazole.

⁶⁴ Source : MTES

⁶⁵ Le GNV issu des ressources fossiles, comparativement au gazole, permet notamment de réduire les émissions de particules, de NO_x, de SO_x ainsi que le bruit. A contrario, il ne conduit pas à des gains en termes d'émissions de CO₂ en usage poids lourds ou VUL (pour des questions de rendement).

⁶⁶ 20 % pour un véhicule de PTAC ≥2,6t et <3,5t, 60 % pour un PTAC ≥3,5t et ≤16t et 40 % pour un PTAC >16t

Solution 1 : Utilisation du GNV/bioGNV

Comment ça marche ?

Le Gaz Naturel pour Véhicule (GNV) est composé de plus de 85 % de méthane, de 2 à 8 % d'éthane et d'une très faible quantité d'autres hydrocarbures comme le propane et le butane.

Le méthane est un gaz incolore et inodore. C'est le principal composant du gaz naturel, deux fois moins inflammable que les autres carburants hydrocarbures. Plus léger que l'air, le GNV se dissipe rapidement en cas de fuite, contrairement aux autres carburants. Il est stocké et utilisé sous forme gazeuse ou liquide et est distribué en station-service dédiée à caractère privatif ou public.

Le GNV regroupe trois gaz naturels carburants :

- Le Gaz Naturel Comprimé ou Compressé (GNC) couvre l'ensemble des usages de la mobilité, sous forme gazeuse ;
- Le Gaz Naturel Liquéfié (GNL) est particulièrement adapté aux longues distances grâce à son autonomie importante, sous forme liquide cryogénique ;
- Le bioGNV est obtenu grâce à la méthanisation de déchets organiques, qui peut ensuite être utilisé sous forme compressée (bioGNC) ou liquide (bioGNL).

Le développement d'une flotte fonctionnant au GNV (GNC ou GNL) requiert :

- D'une part des véhicules spécifiques adaptés et équipés d'un moteur à allumage commandé et d'un dispositif de stockage de carburant spécifique (différent entre les versions GNC et GNL mais pas entre le GNV et le bioGNV) ;
- D'autre part d'une infrastructure spécifique de recharge, qui peut être une station publique, une station privative ou une station mutualisée entre plusieurs transporteurs.

Le bioGNL étant une technologie en voie de développement, il n'est pas traité dans la suite de cette fiche.

Etant donné qu'entre les solutions gaz ou bio-gaz, les véhicules, les infrastructures et le carburant gazeux lui-même sont identiques, il n'a été retenu qu'une seule fiche commune. Seuls les impacts en termes d'émissions de CO₂ vont être différents.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Plusieurs expérimentations détaillées⁶⁷ indiquent un gain réel à l'échappement (i.e. du réservoir à la roue) pour le GNV (GNC et GNL). Par exemple le gain mesuré pour un 44t GNC se situe entre +7 et -30 % en fonction du type de voirie (de l'autoroute +7 %, à l'urbain dense -7 %, en passant par les routes nationales -30 %). A noter que les émissions de CO₂ à l'échappement sont identiques entre le GNC (bioGNC y compris) et le GNL.

Si on considère les émissions du puits au réservoir, on constate 4,5 % de gain en faveur du GNC par rapport à une motorisation diesel⁶⁸. Les émissions du puits au réservoir du GNL étant 59 %⁶⁹ plus élevées pour le GNL que pour le GNC, l'impact global pour le GNL par rapport au diesel risque d'être négatif.

En ce qui concerne le bioGNC, la situation est inversée puisque dans ce cas, comme le CO₂ libéré correspond au CO₂ absorbé par les végétaux méthanisés, on estime une diminution des émissions de CO₂ de 75 % de la filière bioGNC par rapport à la filière GNC du puits à la roue.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (% de réduction des émissions de CO ₂)		
			GNC	BioGNC	GNL
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	4,5 %	80 %	-
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t			
Grand porteur	Régional	>12 t			
Ensemble routier	Longue Distance	40 t			

⁶⁷ Principalement le Projet Equilibre 2017-2018 « Analyse des consommations et émissions de CO₂ et NOx sur des poids-lourds GNV et Diesel » et NGVA Europe 2017 « Greenhouse Gas Intensity from Natural Gas in Transport »

⁶⁸ Source : Base Carbone®

⁶⁹ Source NGVA Europe, 2017, pour des semi-remorques

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Contrairement aux émissions de CO₂, les émissions de polluants atmosphériques sont identiques entre le GNC (y compris le bioGNC) et le GNL.

Le gaz naturel, qu'il soit d'origine fossile ou issu d'un processus de méthanisation, de pyrogazéification, ou de l'association de CO₂ avec de l'hydrogène, est composé à plus de 95 % de méthane. Ceci explique que sa combustion ne produise qu'une partie infime de particules ou de composés organiques volatiles, en comparaison avec les technologies diesel ou les motorisations à essence. Les émissions d'oxydes d'azote (NOx) sont également fortement réduites.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution ⁷⁰ (% de réduction des émissions de polluants)		
			NOx	PM	COV
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	+++	+++	+++
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t			
Grand porteur	Régional	>12 t			
Ensemble routier	Longue Distance	40 t			

Impact sur les émissions sonores

On estime⁷¹ que l'utilisation d'une motorisation GNV permet de diviser par trois la pollution sonore pour les poids lourds et par deux pour les véhicules utilitaires légers.

En outre, on constate une suppression des fumées (nuisance visuelle) et des odeurs (nuisance olfactive).

Domaine de pertinence

Plusieurs dizaines de modèles existent en motorisation GNC, permettant de couvrir aussi bien les véhicules utilitaires légers⁷² que les ensembles routiers, tout en offrant une autonomie allant jusqu'à plus de 500 km (en fonction de la taille des réservoirs).

L'offre est beaucoup plus restreinte en GNL et ne concerne que quelques tracteurs, mais avec une autonomie beaucoup plus importante que celle de la version GNC, de l'ordre de 1 000 km.

A ces critères de disponibilité des véhicules et d'autonomie, qui vont conditionner, en fonction de leurs usages, le basculement de tout ou partie de la flotte vers une motorisation GNV, va se rajouter la question centrale de l'avitaillement en gaz. En effet, le réseau de stations GNV est encore très limité et va donc nécessiter une planification précise des transports pour s'assurer du ravitaillement :

- Soit en envisageant une station privative ou mutualisée sur site
- Soit en intégrant les localisations des stations publiques (si disponible) aux parcours.

Mise en Œuvre

Au-delà de la limitation de l'offre commerciale en véhicules à motorisation GNV, leur surcoût par rapport à un véhicule équivalent diesel est à prendre en compte (de 5 à 30-40 % selon le type de véhicule).

Plusieurs autres points concernant l'avitaillement doivent être considérés lors de la mise en place de cette solution :

- Disponibilité du GNV : Si l'ensemble des stations GNL sont aujourd'hui accessibles aux poids-lourds, il n'en est pas de même avec les stations GNC. Certaines, construites il y a déjà quelques années, n'ont été conçues que pour accueillir les véhicules particuliers et les utilitaires légers. Le nombre de stations GNL est limité⁷³ (32, dont la plupart mixtes GNLC). Les stations GNC se chiffrent à 105 (et à peu près autant sont en projet ou en réflexion), dont 57 qui proposent du bioGNC.

⁷⁰ Principalement le Projet Equilibre 2017-2018 « Analyse des consommations et émissions de CO₂ et NOx sur des poids-lourds GNV et Diesel » et NGVA Europe 2017 « Greenhouse Gas Intensity from Natural Gas in Transport »

⁷¹ Source : gaz-mobilite.fr

⁷² Les VUL sont proposés en version bi-fuel avec une réservoir d'essence complémentaire. La bicarburant est presque entièrement transparente pour le conducteur : les changements de carburant se font en toute discrétion. Ce double réservoir garantit une autonomie de l'ordre de 600 km.

⁷³ Données arrêtées à juin 2019.

- Coût des investissements si implantation d'une station privative (ou mutualisée), avec aménagements de sécurité spécifiques et modification de l'exploitation, notamment des modalités de ravitaillement (charge rapide ou à la place).

Il semble ainsi nécessaire de réaliser une étude faisabilité technico-économique avant la mise en place de cette solution.

La faisabilité de cette solution est considérée comme difficile du fait de la disponibilité limitée des véhicules et surtout de la problématique de l'avitaillement, et le temps de retour sur investissement est estimé supérieur à 3 ans (sans prendre en compte l'implantation d'une station privative).

Il est important de garder à l'esprit que l'aspect local de la production de bioGNV peut initier de fortes synergies sur un territoire donné et que l'utilisation de bioGNV peut se substituer à l'utilisation de GNV pour une flotte déjà équipée de motorisation gaz.

Suivi de la solution

Indicateurs de suivi de la solution :

- Pourcentage de véhicules fonctionnant au GNC ;
- Pourcentage de véhicules fonctionnant au GNL ;
- Pourcentage de kilomètres effectués avec du GNC ;
- Pourcentage de kilomètres effectués avec du bioGNC ;
- Pourcentage de kilomètres effectués avec du GNL ;
- Volume de GNC consommé
- Volume de bioGNC consommé ;
- Volume de GNL consommé.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Suivi du nombre de véhicules fonctionnant au GNC et GNL ;
- Suivi de la consommation de GNC, bioGNC et GNL.

Solution 2 : Utilisation du B30

Comment ça marche ?

Le B30 est constitué en volume à 70 % de gazole et de 30 % d'Ester Méthylique d'Acides Gras (EMAG). Les Esters Méthylés d'Huile Végétale (EMHV) est la principale forme d'EMAG utilisée (~94 %⁷⁴). En France, c'est principalement l'huile de colza qui est utilisée (avec une faible part d'huile de tournesol, mais on retrouve aussi de l'huile de soja et de palme) pour la fabrication d'EMHV obtenu par une opération dite de transestérification avec du méthanol⁷⁵. Les caractéristiques physico-chimiques des EMHV sont voisines de celles du gazole, ce qui permet de les utiliser en mélange avec du gazole dans les moteurs Diesel classiques. Une incorporation de 30 % dans le gazole classique est réalisée pour donner du B30.

Une variante au B30 EMVH est le B30 EMHU est constitué à 70 % de gazole et de 30 % d'ester méthylique d'huiles alimentaires usagées issus du recyclage⁷⁶. Les caractéristiques physico-chimiques des EMHU, strictement identiques à celles des EMHV, sont voisines de celles du gazole, ce qui permet de les utiliser en mélange avec du gazole dans les moteurs Diesel classiques. Une incorporation de 30 % dans le gazole classique est réalisée pour donner du B30 EMHU.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

D'après le rapport sur les « Analyses de Cycle de Vie appliquées aux biocarburants de première génération consommés en France » publié par l'ADEME en février 2010, la réduction d'émission de GES (en l'absence d'effet liés à des changements d'affectation des sols) liée à l'utilisation de B30⁷⁷ par rapport au gazole pur⁷⁸ est de 13,6 % par km parcouru.

Le gazole standard⁷⁹ contenant déjà au maximum 7 % d'ester d'huile végétale, la réduction effective des émissions de CO₂ liée à l'utilisation du B30 dépendra donc du taux d'incorporation de biodiesel dans le gazole standard (et sera dans tous les cas, inférieure à 17 % par kilomètre parcouru). En considérant un taux d'incorporation moyen de 6 % en volume⁸⁰ dans le gazole, la réduction des émissions de CO₂ sera donc de 13,6 %.

Le B30 EMHU permet une réduction des émissions de CO₂ (du puits à la roue) de 26 % du fait de l'utilisation d'une huile recyclée à la place d'une huile végétale pure⁸¹. En considérant un taux d'incorporation moyen de 6 % en volume dans le gazole, la réduction des émissions de CO₂ sera donc de 20,8 %.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (% de réduction des émissions de CO ₂)	
			B30 EMHV	B30 EMHU
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	13,6 %	20,8 %
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t		
Grand porteur	Régional	>12 t		
Ensemble routier	Longue Distance	40 t		

⁷⁴ En 2017 les EMAG ont représenté 89 % des volumes de biocarburants incorporés dans le gazole (83,5 % sous forme d'EMHV, 4,3 % sous forme d'EMHU -huile usagée- et 1,2 % sous forme d'EMHA -huile animale-), source : MTES.

⁷⁵ Ou de l'éthanol. Dans ce cas on obtient un Ester Ethylique d'Acide Gras (EEAG). Cette voie est encore peu développée.

⁷⁶ La même variante est possible à partir des graisses animales. Le niveau de disponibilité sur le marché pour les B30 à partir d'huiles alimentaires usagées ou de graisses animales n'est pas connu de manière précise (information seulement présente pour l'instant chez les distributeurs).

⁷⁷ A partir d'huile de colza.

⁷⁸ Le B30 est principalement préparé à partir de gazole B0 (donc sans biocarburant).

⁷⁹ Le gazole standard, qui correspond en fait au gazole qu'on trouve à la pompe et qui est principalement destiné aux véhicules légers, peut contenir jusqu'à 7 % en volume de biodiesel : c'est un taux maximum, pas un taux fixe même si le biodiesel est incorporé de manière banalisée.

⁸⁰ Source : fabricant de carburant

⁸¹ Les gains sont obtenus en considérant soit le biocarburant pur, soit un carburant incorporant uniquement une seule origine de biocarburant alors que les carburants additivés mis à la consommation comportent en général un mélange de biocarburants.

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Une analyse des études sur le sujet⁸² met en avant la relation proportionnelle entre une forte teneur en carburant alternatif et la réduction des émissions de particules (PM), de composés organiques volatiles (COV) et d'hydrocarbures, alors qu'au contraire, les émissions d'oxydes d'azote (NOx) ont tendance à augmenter.

Le biodiesel à base d'huile de palme a une influence particulièrement forte sur la réduction des particules.

Le tableau ci-dessous présente les impacts constatés pour l'utilisation du B30.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (% de réduction des émissions de polluants)		
			NOx	PM	COV
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t		+++	+++
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t			
Grand porteur	Régional	>12 t			
Ensemble routier	Longue Distance	40 t			

Domaine de pertinence

Les B30 sont utilisables dans tous les véhicules Diesel depuis la norme Euro II jusqu'à la norme actuelle Euro VI.

Il est nécessaire au préalable de s'assurer de l'autorisation préalable des constructeurs pour le maintien de la garantie.

N'étant pas distribué en station-service, ce carburant n'est accessible qu'aux entreprises ayant une flotte captive et des stockages privatifs et nécessite de passer un contrat avec un distributeur de carburant pour l'approvisionnement.

Mise en Œuvre

Le carburant B30 n'étant pas disponible en station, il sera nécessaire de posséder une cuve dédiée à ce carburant sur site. Ceci impliquera donc soit d'utiliser une cuve existante en remplaçant le carburant stocké par du B30, soit de construire une nouvelle cuve. Concernant la première option, les cuves de carburant utilisées pour le Diesel peuvent recevoir du B30. Il est toutefois conseillé de faire réaliser un nettoyage de la ou des cuves avant le premier remplissage au B30. Dans le cas où la seconde option serait choisie, il sera nécessaire de tenir compte de la réglementation ICPE pour la construction de la cuve. Pour une cuve de 40 m³, le coût de création d'une ICPE dédiée sera de l'ordre de 60 k€.

Le surcoût d'utilisation du B30 est d'environ 1 à 3 % par km parcouru⁸³. En effet, son prix moyen est aujourd'hui de l'ordre de celui du gazole et le B30 entraîne ainsi une surconsommation d'environ 1 à 3 %⁸⁴.

En outre, il est nécessaire de confirmer la garantie constructeur et prévoir une maintenance adaptée des véhicules notamment des filtres à huile, un traitement spécifique des réservoirs et une réduction des pas de vidange. Dans certains cas, il peut être pertinent d'ajouter un pré-filtre afin de tenir compte de l'éventualité du développement de bactéries, par exemple des salmonelles.

La complexité de cette solution résidera dans la mise en place des cuves spécifiques et le ravitaillement de la flotte et des véhicules hors zone de ravitaillement. Mis à part cette contrainte, cette solution sera ensuite assez facilement intégrée dans l'organisation du fait de la compatibilité des moteurs. La faisabilité de la solution est donc entre facile et intermédiaire.

La mise en œuvre du B30 EMHU est la même que pour le B30. Il n'y a pas de surcoût d'utilisation du B30 EMHU par rapport au B30. En effet, son prix moyen⁸⁵ est aujourd'hui de l'ordre de celui du B30 et le B30 EMHU entraîne une surconsommation d'environ 5 %.

⁸² ADEME, Estimation des gains potentiels en émissions de polluants atmosphériques (PM, NOx, COV) des actions de la charte d'engagement volontaire « Objectif CO₂ Les transporteurs s'engagent », 2016.

⁸³ L'énergie contenue dans un litre d'EMHV est de l'ordre de 33 MJ tandis qu'un litre de gazole pur contient près de 36 MJ. L'utilisation du B30 entraîne donc une surconsommation de 9 % par rapport au gazole pur.

⁸⁴ Calcul effectué dans les conditions fiscales de 2011, et hors coûts de transport.

⁸⁵ Source : Distributeur de carburant

Suivi de la solution

Indicateurs de suivi de la solution :

- Pourcentage de véhicules fonctionnant au B30 ;
- Pourcentage de kilomètres effectués avec du B30 ;
- Nombre de litres de carburant B30 consommés.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Suivi du nombre de véhicules fonctionnant au B30 ;
- Suivi de la consommation de B30.

Solution 3 : Utilisation du B100

Comment ça marche ?

Encadré par la norme européenne EN 14214, le B100 est un carburant composé à 100 % d'Ester Méthylrique d'Acides Gras (EMAG). Les Esters Méthyliques d'Huile Végétale (EMHV) sont la principale forme d'EMAG utilisée (~94 %). En France, le carburant type B100 est issu à 100 % de l'huile de colza.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

L'autonomie et la consommation d'un véhicule fonctionnant au B100 sont sensiblement équivalentes à celle d'un véhicule fonctionnant au gazole (de 0 à +5 % d'écart en fonction du type de voirie⁸⁶). Sur l'ensemble du cycle de vie du produit, l'utilisation de B100 permet de réduire de 60 %⁸⁷ les émissions de gaz à effet de serre par rapport au gazole.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (% de réduction des émissions de CO ₂)		
			B100		
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	60 %		
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t			
Grand porteur	Régional	>12 t			
Ensemble routier	Longue Distance	40 t			

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Pour les véhicules lourds de dernière génération, le B100 permet d'atteindre, en matière d'émissions de particules, le même niveau qu'un véhicule fonctionnant au gaz naturel⁸⁸.

Les premiers résultats pour les NOx semblent indiquer, comme pour le B30, une légère augmentation des émissions⁸⁹.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (% de réduction des émissions de polluants)		
			NOx	PM	COV
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t			
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t		+++	NC
Grand porteur	Régional	>12 t			
Ensemble routier	Longue Distance	40 t			

Domaine de pertinence

Le B100 est utilisable uniquement pour des véhicules diesel homologués et conçus ou adaptés B100. N'étant pas distribué en station-service, ce carburant n'est accessible qu'aux entreprises ayant une flotte captive ainsi que leurs propres capacités de stockage et de distribution. Il nécessite de passer un contrat avec un distributeur de carburant pour l'approvisionnement.

Mise en Œuvre

Le carburant B100 n'étant pas disponible en station, il sera nécessaire de posséder une cuve dédiée à ce carburant sur site. Ceci impliquera donc soit d'utiliser une cuve existante en remplaçant le carburant stocké par du B100, soit de construire une nouvelle cuve. Concernant la première option, les cuves de carburant utilisées pour le Diesel peuvent recevoir du B100. Le fonctionnement en cuve est inchangé et l'entretien est similaire. Il est toutefois conseillé de réaliser un nettoyage de la ou des cuves avant le

⁸⁶ Les données de surconsommation doivent être affinées par des retours en conditions réelles d'utilisation

⁸⁷ Source : Base Carbone®

⁸⁸ Données fournisseur

⁸⁹ Source : ADEME

premier remplissage au B100. Certains fournisseurs peuvent mettre à disposition une cuve spécifique pour la durée du contrat d'approvisionnement et prendre en charge son installation.

Le B100 bénéficie d'une Taxe Intérieure de Consommation sur les Produits Energétiques (TICPE) réduite et d'une trajectoire adaptée sur 5 ans. En 2018, la TICPE sur le B100 était de 11,83 cts/litre contre 60,75 cts/litre pour le gazole.

La faisabilité de la solution est facilitée par un cadre fiscal adapté, la prise en charge des modifications apportées aux véhicules ainsi que l'installation de cuves connectées par certaines entreprises spécialisées. Le coût du poste carburant, à iso-distance parcourue, reste plus élevé pour le B100 que pour son équivalent gazole.

Suivi de la solution

Indicateurs de suivi de la solution :

- Pourcentage de véhicules fonctionnant au B100 ;
- Pourcentage de kilomètres effectués avec du B100 ;
- Nombre de litres de carburant B100 consommés.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Suivi du nombre de véhicules fonctionnant au B100 ;
- Suivi de la consommation de B100.

Solution 4 : Utilisation de l'ED95

Comment ça marche ?

Le bioéthanol est un alcool produit par fermentation, soit du sucre issu de plantes -betteraves, cannes à sucre- soit de l'amidon issu de céréales -blé, maïs- (bioéthanol 1^{ère} génération). Il peut également provenir de résidus et de déchets -moûts et marcs- de la vinification (bioéthanol 2^{ème} génération).

Le bioéthanol ED95, défini par l'article 1 de l'arrêté du 29 mars 2016 relatif aux caractéristiques du carburant ED95 comme « un mélange d'éthanol, d'eau et d'additifs favorisant l'auto-inflammation et la lubrification, destiné à l'alimentation de moteurs thermiques à allumage par compression » est utilisé seul à hauteur de 95 % dans des moteurs diesel adaptés, et contient 95 % d'éthanol aqueux en volume et 5 % d'additifs.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

La photosynthèse (absorption de CO₂ par la plante) permet de contrebalancer les émissions produites lors de la phase d'utilisation du véhicule, avec une réduction de 66,13 % des émissions totales de CO₂ (sur l'Analyse du Cycle de Vie)⁹⁰.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (% de réduction des émissions de CO ₂)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	66,13 %
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	
Grand porteur	Régional	>12 t	
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Le bioéthanol permet de réduire⁹¹ les émissions locales d'oxydes d'azote et de particules fines de l'ordre de quelques dizaines de 30 % par rapport aux seuils de la norme Euro VI. Ce sont des gains maximums car d'une part les émissions de nombreux moteurs Euro VI en conditions d'exploitation sont déjà nettement en-dessous des seuils réglementaires et d'autre part le gain sur les NOx aura tendance à s'annuler sur des trajets urbains.

Les tests réalisés ne permettent pas de conclure pour les COV (pas de données mesurées).

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (% de réduction des émissions de polluants)		
			NOx	PM	COV
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t			
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	+++	+++	NC
Grand porteur	Régional	>12 t			
Ensemble routier	Longue Distance	40 t			

Domaine de pertinence

L'offre commerciale est limitée à un constructeur et uniquement sur le segment des poids lourds.

Les véhicules fonctionnant à l'ED95 sont particulièrement pertinents pour de la distribution urbaine et régionale, y compris en température dirigée.

N'étant pas distribué en station-service, ce carburant n'est accessible qu'aux entreprises ayant une flotte captive et des stockages privatifs et nécessite de passer un contrat avec un distributeur de carburant pour l'approvisionnement.

⁹⁰ Source : Base Carbone® sans changement d'affectation des sols

⁹¹ Données constructeur

Mise en Œuvre

Réservé à des flottes professionnelles ayant leur propre dispositif de stockage de carburants, l'ED95 est autorisé en France depuis 2016, bien après les pays du nord de l'Europe (Suède, Finlande, Norvège...) et, plus récemment l'Espagne ou l'Allemagne.

Le coût à l'acquisition d'un véhicule fonctionnant à l'ED95 est comparable à son équivalent diesel. Il convient toutefois de prendre en compte une surconsommation de l'ordre de 50 % qui sera compensée par un prix du carburant moins élevé. En outre, l'utilisation de cette technologie implique des coûts de maintenance multipliés par deux par rapport à un véhicule diesel. Dans ces conditions, le temps de retour sur investissement est considéré comme long.

La faisabilité de la solution est estimée entre intermédiaire et difficile du fait de la mise en place de cuves spécifiques et de l'impossibilité de ravitaillement de la flotte et des véhicules à l'extérieur. La faiblesse de l'offre commerciale peut également être un frein au déploiement de cette solution.

Suivi de la solution

Indicateurs de suivi de la solution :

- Pourcentage de véhicules fonctionnant à l'ED95 ;
- Pourcentage de kilomètres effectués avec de l'ED95 ;
- Nombre de litres de carburant ED95 consommés.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Suivi du nombre de véhicules fonctionnant à l'ED95 ;
- Suivi de la consommation d'ED95.

Axe Carburant – Fiche n° 3

Optimisation de la combustion et de la propreté des moteurs Diesel

SYNTHESE

Description de l'action

Cette solution permet de retrouver les caractéristiques de fonctionnement optimales du moteur.

Domaine de pertinence

Cette solution concerne tous les domaines du transport routier de marchandises, le produit utilisé étant applicable à l'ensemble des moteurs diesel.

Solutions	Gains CO ₂	Retour sur investissement	Faisabilité	Domaine de pertinence
<p>Maintien de la propreté des circuits d'alimentation et d'injection des moteurs diesel</p> <p><small>CEE TRA-EQ-119</small></p>	<p>0% 10%</p> <p style="text-align: center;">3%</p>	<p>>3 ans <1 an</p>	<p>Difficile Facile</p>	<p>VUL PP GP ER</p>
<p>Produit auxiliaire permettant de retrouver les caractéristiques de fonctionnement optimales du moteur</p>				

Solutions	Gains NOx	Gains PM	Gains COV	Domaine de pertinence
<p>Maintien de la propreté des circuits d'alimentation et d'injection des moteurs diesel</p>	+			<p>VUL PP GP ER</p>
<p>Produit auxiliaire permettant de retrouver les caractéristiques de fonctionnement optimales du moteur</p>				

Axe Carburant - Fiche n° 3
Optimisation de la combustion et de la propreté des moteurs Diesel
FICHE DETAILLEE

Contexte et réglementation

Le carburant utilisé dans les moteurs diesel a pour rôle de transformer l'énergie thermique en énergie mécanique de propulsion. Ce carburant normé (Norme EN 590) satisfait aux exigences d'une combustion optimisée par les constructeurs et les motoristes.

Les contraintes principales de l'utilisation de ce carburant sont :

- L'obtention d'un rendement énergétique le plus élevé possible.
- La minimisation des émissions de rejets polluants.

En effet la combustion d'un moteur diesel (comme dans une chaudière), n'est ni parfaite, ni complète. Elle produit des résidus sous la forme d'hydrocarbures imbrûlés et de monoxyde de carbone. L'azote contenu dans l'air réagit avec l'oxygène lorsque la température est élevée pour créer des oxydes d'azote (NOx). Tous ces produits sont des polluants, plus ou moins toxiques.

Les systèmes de post-traitement des gaz d'échappement (catalyseurs d'oxydation, filtres à particules, pièges à NOx, ...) et les dispositions prises directement sur le moteur comme les systèmes EGR et SCR ont pour but de diminuer ces polluants. Mais ils ne les éliminent pas complètement et leur efficacité diminue avec le temps, tout particulièrement lorsque les moteurs sont mal utilisés ou mal entretenus (injecteurs encrassés, échappement ou admission colmatés, ...).

Des produits de performance existent sur le marché modifiant certaines spécifications du carburant normé.

Il est privilégié le maintien des qualités du carburant fourni, sans changer la norme, le but étant d'obtenir une baisse significative de la consommation et des émissions polluantes.

Solution : Maintien de la propreté des circuits d'alimentation et d'injection des moteurs diesel

Comment ça marche ?

La baisse de la consommation de carburant et des émissions polluantes est obtenue en :

- Agissant sur la déstructuration des dépôts des lignes de transfert, de l'injection, des chambres de combustion, turbosoufflantes et ligne d'échappement ;
- Ré-émulsionnant et en stabilisant le carburant pour conserver ses caractéristiques de base pendant toute son utilisation.

Cette solution permet de retrouver les caractéristiques de fonctionnement optimales du moteur.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Les fournisseurs d'additifs mettent en avant des essais sur des flottes à usage de transports avec des gains constatés pouvant varier.

Les gains de consommation devront être validés par un laboratoire agréé suivant un cycle de conduite 60 NERV (sous protocole ADEME) avec un véhicule en charge.

Les baisses de la consommation de carburant et de CO₂ devront être au minimum de 3 %.

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Une analyse des études sur le sujet⁹² montre que les réductions des émissions de NOx sont accompagnées par une augmentation des émissions de PM et HC (les émissions de COV sont considérées proportionnelles aux émissions de HC).

Il manque néanmoins des études plus poussées qui évaluent l'impact de la propreté des circuits d'alimentation et d'injection des moteurs diesel des VUL et des PL sur les émissions de polluants, d'où une dispersion importante sur les gains retenus.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (% de réduction des émissions de polluants)		
			NOx	PM	COV
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	+		
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t			
Grand porteur	Régional	>12 t			
Ensemble routier	Longue Distance	40 t			

Domaine de pertinence

Cette solution concerne tous les domaines du transport routier de marchandises, le produit utilisé étant applicable à l'ensemble des moteurs diesel.

Mise en Œuvre

Le produit ne change pas les caractéristiques par rapport à la norme EN 590.

L'application et l'utilisation du produit peuvent s'effectuer de deux façons :

- Dans le réservoir de carburant ;
- Dans les cuves de stockage de carburant.

Les produits sont disponibles sur le marché, leur application ne nécessite pas d'organisation complexe qui pourrait pénaliser l'utilisateur. L'horizon de mise en œuvre est donc < 1 an.

⁹² ADEME, Estimation des gains potentiels en émissions de polluants atmosphériques (PM, NOx, COV) des actions de la charte d'engagement volontaire « Objectif CO₂ Les transporteurs s'engagent », 2016.



Suivi de la solution

Indicateurs de suivi de la solution :

- Comptabilisation de la consommation de produit utilisé ;
- Comptabilisation de la consommation de carburant.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Suivi interne des consommations.

Fiche de synthèse des « Certificats d'Économies d'Énergie » relative à l'optimisation de la combustion et de la propreté des moteurs Diesel



Certificats d'économies d'énergie

Opération n° TRA-EQ-119

Optimisation de la combustion et de la propreté des moteurs Diesel

1. Secteur d'application

Véhicules de transport en commun de personnes de catégories M2 ou M3, véhicules de transport de marchandises de catégories N2 ou N3 selon l'article R311-1 du code de la route.

2. Dénomination

Utilisation d'un auxiliaire pour optimiser la combustion et le maintien de la propreté des circuits d'alimentation, d'injection et des chambres de combustion des moteurs diesel.

3. Conditions pour la délivrance de certificats

L'auxiliaire utilisé permet un gain (Y) de consommation de carburant supérieur ou égal à 3 %.
Ce gain de consommation de carburant est validé par un programme d'essai selon un cycle de conduite « 60NERV » mis au point par l'IFSTTAR ou un cycle équivalent, et réalisé sous contrôle de l'UTAC-CERAM ou par un organisme accrédité selon la norme NF EN ISO/CEI 17025:2005 par le Comité français d'accréditation (COFRAC) ou tout autre organisme d'accréditation signataire de l'accord européen multilatéral pertinent pris dans le cadre de European co-operation for Accreditation (EA), coordination européenne des organismes d'accréditation.

La mise en œuvre de l'auxiliaire de combustion ne conduit pas à une augmentation des émissions polluantes suivantes : CO, HC, NO, et particules.

La preuve de réalisation de l'opération mentionne :

- l'acquisition d'un volume donné d'auxiliaire d'optimisation de la combustion ou d'un volume de carburant traité avec un auxiliaire d'optimisation de la combustion ;
- le gain de consommation de carburant obtenu avec cet auxiliaire ;
- la concentration de la solution de traitement (litre de solution de traitement utilisée / nombre de litres de gazole traités) dans le cas d'un auxiliaire d'optimisation ;
- la concentration de l'auxiliaire d'optimisation de la combustion dans le carburant utilisé dans le cas de carburant traité.

À défaut, la preuve de réalisation de l'opération mentionne :

- dans le cas d'un auxiliaire d'optimisation, l'acquisition d'un volume donné d'auxiliaire d'optimisation de la combustion avec ses marque et référence, et elle est accompagnée d'un document issu du fabricant qui indique :
 - le gain de consommation de carburant obtenu par l'auxiliaire de marque et référence cité par la preuve de réalisation de l'opération ;
 - la concentration de la solution de traitement (litre de solution de traitement utilisée / nombre de litres de gazole traités).
- dans le cas d'un carburant traité, l'acquisition d'un volume donné de carburant traité avec un auxiliaire d'optimisation de la combustion avec ses marque et référence, et elle est accompagnée d'un document issu du distributeur de produits pétroliers qui indique :
 - le gain de consommation de carburant obtenu par l'auxiliaire ou le carburant additivé de marque et référence cité par la preuve de réalisation de l'opération ;
 - la concentration de l'auxiliaire d'optimisation de la combustion dans le carburant utilisé.

Les documents justificatifs spécifiques à l'opération sont :

- la copie du rapport d'essai mentionnant le gain (Y) de consommation de carburant mesuré en pourcentage ;
- dans le cas de l'acquisition d'un volume d'auxiliaire d'optimisation de la combustion, un état récapitulatif issu du professionnel, daté et signé par le bénéficiaire de l'opération, indiquant le volume d'auxiliaire d'optimisation de la combustion utilisé par marque et référence, par lieu de distribution (nom du site, numéro de SIRET de l'établissement du bénéficiaire, adresse du site), par date d'acquisition, par référence de la preuve de réalisation de l'opération, ainsi que la performance de l'auxiliaire ;
- dans le cas de l'acquisition de carburant traité avec un auxiliaire d'optimisation de la combustion, un état récapitulatif issu du professionnel, daté et signé par le bénéficiaire de l'opération, indiquant le volume de carburant traité avec un auxiliaire d'optimisation de la combustion utilisé par marque et référence, par lieu de distribution (nom du site, numéro de SIRET de l'établissement du bénéficiaire, adresse du site), par date d'acquisition, par référence de la preuve de réalisation de l'opération, ainsi que la performance de l'auxiliaire.

La date d'engagement de l'opération est la date d'acquisition la plus ancienne de l'état récapitulatif. La date d'achèvement de l'opération est la date d'acquisition la plus récente de l'état récapitulatif.

L'écart entre la date d'engagement et la date d'achèvement ne peut excéder 6 mois.

4. Durée de vie conventionnelle

1 an.

5. Montant de certificats en kWh cumac

Type d'acquisition	Montant en kWh cumac
Auxiliaire d'optimisation de la combustion	$9\,700 * X / Z * Y$
Carburant traité avec un auxiliaire d'optimisation de la combustion	$9\,700 * W * Y$

Avec :

- X = volume d'auxiliaire d'optimisation de la combustion utilisé (m³) ;
- W = volume de carburant traité avec un auxiliaire d'optimisation de la combustion utilisé (m³) ;
- Y = gain de consommation de carburant associé à l'utilisation de l'auxiliaire de combustion (par exemple si le gain est de 3 % alors Y=0,03) ;
- Z = concentration de la solution de traitement utilisée figurant sur la preuve de réalisation de l'opération (nombre de litres d'auxiliaire d'optimisation de la combustion / nombre de litres de gazole traités).

Axe Carburant – Fiche n° 4

Amélioration du suivi des consommations

SYNTHESE

Description de l'action

Domaine de pertinence

Savoir mesurer et suivre précisément sa consommation de carburant (par véhicule et par conducteur) permet à l'entreprise de définir un état des lieux initial et de se fixer un objectif de réduction chiffré et réaliste, ainsi que des actions ciblées (tout ce qui se mesure s'améliore !).
Trois solutions sont proposées : la collecte de l'information relative à la consommation, la télématique embarquée (qui est un type particulier de collecte) et la gestion et l'utilisation des données de consommation.

L'action est pertinente pour tous les domaines du transport routier.

Solutions	Gains CO ₂	Retour sur investissement	Faisabilité	Domaine de pertinence
Collecte de l'information <small>CEC TRA-SE-113</small>				
Mise en place d'un système de suivi des consommations par véhicule et conducteur				
Télématique embarquée (consommation) <small>CEC TRA-EQ-103</small>				
Installation d'équipement de télématique embarquée permettant le suivi de la consommation par véhicule et conducteur				
Gestion et utilisation de l'information				
Traitement des données collectées				

Solutions	Gains NOx	Gains PM	Gains COV	Domaine de pertinence
Collecte de l'information				
Mise en place d'un système de suivi des consommations par véhicule et conducteur				
Télématique embarquée (consommation)				
Installation d'équipement de télématique embarquée permettant le suivi de la consommation par véhicule et conducteur				
Gestion et utilisation de l'information				
Traitement des données collectées				

Axe Carburant – Fiche n° 4
Amélioration du suivi des consommations
FICHE DETAILLEE

Contexte et réglementation

De plus en plus de transporteurs savent suivre précisément leurs consommations de carburant. Cette attention croissante résulte de la pression économique et de l'augmentation du prix des carburants, qui devrait se poursuivre dans les années à venir.

Le poste carburant constitue pour les transporteurs routiers :

- Le deuxième poste de coût (23,7 %), derrière les salaires, s'agissant des activités de longue distance (PTAC 40 tonnes).
- Le troisième poste de coût (16,8 %), derrière les postes salaires et matériel, s'agissant des activités réalisées au niveau régional par des porteurs.
- S'agissant des entreprises utilisant des véhicules utilitaires légers, le deuxième ou troisième poste de coût (entre 8 % et 20 %) derrière les postes salaires, charges et locations financières et autres charges locatives.

(Source : chiffres Comité National Routier, décembre 2018, SNTL)

Une bonne gestion des consommations de carburant permet donc d'augmenter de manière significative la compétitivité.

Cette action est à relier à d'autres actions, notamment les suivantes :

- « Informer ses sous-traitants sur les bonnes pratiques à adopter et les indicateurs à suivre » de la fiche action n°5 de l'axe organisation des flux de transport. En effet, les méthodes de suivi des consommations de carburant et les indicateurs associés peuvent être transmis aux sous-traitants ;
- « Mise en place d'un programme d'éco-conduite » (fiche action n°1 de l'axe conducteur). C'est en suivant précisément la consommation des conducteurs que l'on identifiera ceux qui auront besoin de suivre une formation à l'éco-conduite.

Solution 1 : Collecte de l'information

Comment ça marche ?

Les différents processus de remontée d'information sont les suivants, du plus simple vers le plus sophistiqué :

	Méthode	Avantages	Inconvénients	Niveau d'incertitude
1	Communication des volumes par les conducteurs à chaque apport de carburant	<ul style="list-style-type: none"> Investissement quasi-nul 	<ul style="list-style-type: none"> Peu fiable Nécessite la mise en place d'un système de vérification 	<ul style="list-style-type: none"> 20 %
2	Retour des consommations en stations par les distributeurs de carburants	<ul style="list-style-type: none"> Permet une vérification des données remontées par les conducteurs 	<ul style="list-style-type: none"> Harmonisation nécessaire entre les données des différents fournisseurs Possibilités d'erreurs de saisie des km 	<ul style="list-style-type: none"> 10 %
3	Suivi informatique des consommations internes (cas de cuves de carburants internes à l'entreprise)	<ul style="list-style-type: none"> Automatisation du processus 	<ul style="list-style-type: none"> Pertinent uniquement pour les pleins réalisés en interne Erreurs de saisies possibles sur les distances 	<ul style="list-style-type: none"> 7 %
4	Télématique embarquée (cf. solution 2 de la présente fiche action)	<ul style="list-style-type: none"> Permet la transmission directe des consommations Peut intégrer des modules complémentaires : paramètres de conduite, positionnement du véhicule, ... 	<ul style="list-style-type: none"> Coût Peut nécessiter une formation par les fournisseurs de solution pour accompagner les conducteurs dans l'utilisation 	<ul style="list-style-type: none"> 5 %

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

La collecte de l'information n'a pas d'impact direct en termes de gain de consommation de carburant. Il est néanmoins constaté chez la majorité des transporteurs que lorsque les conducteurs savent que la consommation est suivie véhicule par véhicule, cela suffit en général à faire baisser les consommations (au moins temporairement).

En outre, pour les responsables logistiques des entreprises de transport, la connaissance fine des consommations par conducteur et/ou par véhicule constitue un préalable à la mise en place de toute mesure d'optimisation (éco-conduite, système de bonus/malus...).

Enfin, la mise en place d'outils de gestion de la consommation est un premier pas vers la diminution de ces consommations, et donc vers un gain en émissions de CO₂.

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

La collecte de l'information n'a pas d'impact direct en termes de réduction des émissions de polluants.

Domaine de pertinence

Cette solution concerne tous les domaines du transport routier.

Mise en Œuvre

Chaque méthode requiert une mise en œuvre différente :

- **Méthode 1 « via conducteurs »** : pour mettre en œuvre la méthode 1, il faut demander à tous les conducteurs de noter à chaque plein effectué les données relatives aux volumes de carburant achetés et le kilométrage auquel le plein a été fait ;
- **Méthode 2 « via distributeurs de carburant »** : les distributeurs de carburant proposent des cartes personnelles, attribuées par véhicule ou par conducteur. Ces cartes permettent de consolider la facturation et donc les consommations de carburant ;
- **Méthode 3 « via informatique cuves internes »** : les cuves de carburant doivent être équipées de capteurs permettant un relevé des volumes prélevés ;
- **Méthode 4 « via informatique embarquée »** : cette méthode nécessite un investissement plus important. Elle inclut parfois des fonctionnalités supplémentaires permettant une optimisation globale de la gestion de flotte (exemple : géolocalisation, gestion des temps de conduite, etc.). Le coût d'un boîtier est de l'ordre de 1 000 €, auquel il faut rajouter un coût d'abonnement mensuel variable (quelques dizaines d'euros) en fonction des services choisis par le transporteur (voir solution 2 de la présente fiche action « Télématique embarquée »).

Cette solution ne présente pas de gain de carburant direct et ne peut donc pas être associée à un temps de retour sur investissement. Quelle que soit la méthode de suivi choisie, un certain nombre de personnes devront être mobilisées, la faisabilité de cette solution est donc intermédiaire.

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- Recenser la (ou les) méthode(s) de suivi utilisée(s) (méthodes n°1 à 4 ci-avant) ainsi que le niveau de précision estimé (exprimé en pourcentage).

Sur le portail en ligne Objectif CO₂, l'entreprise devra donc :

Cocher la méthode mise en œuvre	→	
Détailler la façon dont la méthode est prévue d'être déployée à chaque période (*)	→	
Indiquer l'état d'avancement lors du bilan annuel, en fonction de l'atteinte des objectifs définis ci-dessus période par période (**)	→	
Indiquer tout commentaire supplémentaire utile sur la mise en place de l'action	→	

(*) Par exemple pour la méthode 2, en période 1 : équipement de cartes distributeurs pour la catégorie de véhicules « zone longue », pour la période 2 : généralisation à 100 % de la flotte, et pour la période 3 : intégralité de la flotte déjà équipée.

(**) La période 3 correspond par défaut à un objectif fixé à 100 %. En reprenant l'exemple ci-dessus, si les véhicules zones longues représentent 70 % du parc et que la moitié ont pu être équipés de cartes carburant en période 1, l'avancement sera de 70 % * 50 % = 35 % (pour un objectif de 70 %). Si tous les véhicules du parc ont finalement pu être équipés en période 2, le niveau d'avancement sera de 100 % (pour un objectif également de 100 %). En période 3, comme tous les véhicules sont déjà équipés, l'avancement reste de 100 %.

Fiche de synthèse des « Certificats d'Économies d'Énergie » relative au suivi des consommations de carburants grâce à des cartes privatives



Certificats d'économies d'énergie

Opération n° TRA-SE-113

Suivi des consommations de carburants grâce à des cartes privatives

1- Secteur d'application

Flottes professionnelles de véhicules de catégories M1 ou N1 selon l'article R.311.1 du code de la route.

2-Dénomination

Équipement de véhicules d'une flotte professionnelle par des cartes privatives pour le carburant, associé à un système de gestion et de suivi des consommations.

3-Conditions pour la délivrance de certificats

Le bénéficiaire de l'opération est la personne morale gestionnaire de la flotte de véhicule qui utilise le système de gestion et de suivi des consommations de carburant.

Le professionnel mettant en œuvre l'opération est le professionnel mettant les cartes privatives à disposition du bénéficiaire.

Sont exclus :

- les systèmes où plusieurs cartes d'un même professionnel sont affectées à un même véhicule ;
- les systèmes où une carte est affectée à plusieurs véhicules ;
- le cumul de l'opération standardisée pour plusieurs cartes provenant de plusieurs professionnels différents pour la même flotte.

L'opération inclut l'activation de la saisie du kilométrage à chaque plein, afin de mesurer les consommations.

Les dates d'engagement et d'achèvement de l'opération sont confondues et correspondent à la date de création ou de renouvellement de chaque carte privative.

La preuve de réalisation de l'opération est le contrat conclu entre le bénéficiaire et le professionnel pour l'équipement de la flotte avec des cartes privatives pour le carburant comportant la possibilité de l'activation de la saisie du kilométrage à chaque plein, afin de mesurer les consommations.

Le document justificatif spécifique à l'opération est l'état récapitulatif, issu du professionnel et signé par le bénéficiaire de l'opération, des cartes privatives diffusées mentionnant pour chaque carte :

- la carte par son numéro unique, sa date de création ou, le cas échéant, sa date de renouvellement, et le statut de la carte : en création ou en renouvellement ;
- et le véhicule associé (immatriculation ou numéro d'identification unique) avec sa catégorie (M1 ou N1), et la mention de l'activation de la saisie du kilométrage.

4- Durée de vie conventionnelle

4 ans.

5- Montant de certificats en kWh cumac

Catégories des véhicules	Montant en kWh cumac par véhicule	X	Nombre de cartes affectées à un seul véhicule
M1 ou N1	750		N

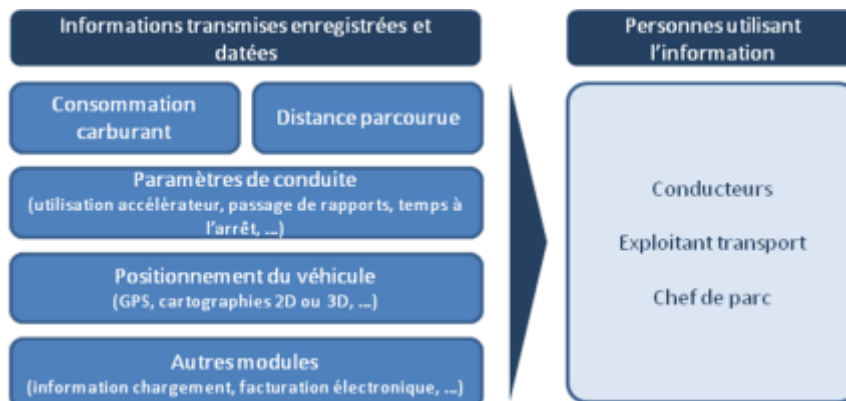
NB : le nombre de cartes est identique au nombre de véhicules équipés de cartes.

Solution 2 : Télématicque embarquée (consommation)

Comment ça marche ?

Le terme « télématicque » recouvre des systèmes très variés, mais il désigne de façon générale des appareils d'aide aux opérations de transport, qui combinent des technologies de l'information et des outils de télécommunication, dont l'objectif est d'avoir un meilleur contrôle des véhicules et un meilleur suivi des conducteurs. Une utilisation efficace de ces appareils peut permettre des progrès significatifs en termes de sécurité et de productivité.

Le marché met en concurrence une cinquantaine de fournisseurs provenant de l'univers des télécoms et de l'informatique, ainsi que les constructeurs de véhicules qui proposent en général des produits très complets en première ou seconde monte.



Types d'informations et personnes concernées

Trois types d'utilisateurs sont concernés par l'informatique embarquée et peuvent profiter des informations transmises : le chauffeur (retours sur sa conduite), l'exploitant (aide à l'organisation) et le chef de parc (optimisation de la maintenance).

Dans cette solution, on s'intéresse uniquement à la fonction « suivi des consommations » de la télématicque embarquée.

Ces produits permettent d'optimiser la « gestion de parc ». Ils sont destinés aux responsables d'entreprises, leur permettant de connaître les informations suivantes, par véhicule et par chauffeur :

- Suivi des consommations, des kilométrages et du régime moteur ;
- Suivi de ratios comparant la consommation de carburant, les kilomètres parcourus et les émissions de CO₂ ;
- Une gestion automatique de la maintenance (récapitulatif du planning d'entretien, alerte en temps réel en cas de défaillance technique du véhicule) ;
- Un outil pédagogique destiné à la fois au gestionnaire de flotte et au conducteur, permettant à ce dernier d'être alerté en cas de sous/sur-régime du moteur, de vitesse excessive ou de freinages trop brutal.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Cette solution ne réduit les consommations que si elle est couplée à une formation des conducteurs à l'éco-conduite.

La fiche de synthèse du certificat d'économie d'énergie « Télématicque embarquée pour suivi de conduite d'un véhicule »⁹³, dont le domaine d'application couvre les « flottes de véhicules professionnels » définit la nature des données minimales devant être fournies par le système de télématicque : consommation du véhicule, kilométrage, utilisation de l'accélérateur, utilisation des freins, régime moteur et temps d'arrêt avec moteur fonctionnant au ralenti. Le gain moyen de consommation imputé à la télématicque est d'environ 5 %.

⁹³ Fiche de calcul TRA-EQ-03

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à la télématique embarquée (% de réduction des émissions de CO ₂), si cette solution est couplée à la fiche action Conducteur n°1 « Mise en place d'un programme éco-conduite »
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	5 %
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	
Grand porteur	Régional	>12 t	
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Une analyse des études sur le sujet⁹⁴ montre que l'équipement des véhicules avec ces systèmes permet la réduction des émissions de polluants en visant l'augmentation de la fluidité du trafic. Cette action a ainsi un grand potentiel de réduction des émissions de polluants même si la dispersion des réductions possibles est assez ample selon le type de technique appliquée.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (% de réduction des émissions de polluants)		
			NOx	PM	COV
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	+++	+	+++
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t			
Grand porteur	Régional	>12 t			
Ensemble routier	Longue Distance	40 t			

Domaine de pertinence

Cette solution s'applique particulièrement aux grands routiers et aux véhicules les plus consommateurs car le temps de retour sur investissement de l'équipement sera plus réduit. Toutefois, compte tenu des évolutions technologiques récentes et des diminutions de prix des équipements, cette solution est aujourd'hui devenue également intéressante pour les véhicules utilitaires légers sur des trajets urbains. La formation à l'écoconduite, les outils informatiques et les mesures correctives en aval forment un tout indissociable.

Mise en Œuvre

Pour l'entreprise, le coût de mise en œuvre d'un système de télématique embarquée est composé du prix de la pose de l'appareil sur chaque véhicule (moins de 100 € par véhicule) et d'un coût de location (moins de 30 €/véhicule/mois). Depuis le début des années 2000, la part d'équipement du parc a constamment progressé pour se situer aujourd'hui aux alentours de 10%.

Les informations remontant du véhicule sont fréquemment traitées à travers un serveur géré par le constructeur du véhicule ou par le fournisseur du système. Ce type de service est inclus de plus en plus souvent dans le contrat d'entretien.

Cette solution ne donnera des résultats tangibles que si sa mise en œuvre est liée à la formation des conducteurs à l'éco-conduite. Il est conseillé d'installer l'équipement avant la formation, car ainsi la télématique pourra fournir un point « zéro » fiable et permettra de suivre les gains et d'orienter les conducteurs vers des formations complémentaires en fonction leurs comportements respectifs.

Les conducteurs doivent être intégrés en amont dans la réflexion sur l'installation de systèmes de télématique embarquée. Une déclaration doit d'ailleurs être déposée par l'entreprise auprès de la CNIL (Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés).

Le temps de retour sur investissement de cette solution est de l'ordre d'une année (les coûts sont relativement élevés mais les gains le sont également). Sa faisabilité est intermédiaire. L'installation d'outils de télématique embarquée peut avoir de nombreux impacts sur le fonctionnement de l'entreprise (organisation du service informatique, gestion de nouveaux flux d'informations, ...).

⁹⁴ ADEME, Estimation des gains potentiels en émissions de polluants atmosphériques (PM, NOx, COV) des actions de la charte d'engagement volontaire « Objectif CO₂ Les transporteurs s'engagent », 2016.

Lors de l'acquisition d'un système de télématique embarquée, l'entreprise de transport doit veiller à vérifier si le gain de consommation de carburant revendiqué par le fournisseur est réaliste, ainsi que la manière dont ce gain a été chiffré. Il sera utile pour cela de recouper plusieurs offres concurrentes.

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- Pourcentage de véhicules équipés de télématique embarquée (avec un module de relevé des consommations).

Modalités pratiques de collecte des données :

- Suivi du nombre de véhicules équipés d'un système de télématique embarquée (avec un module de relevé des consommations).

Fiche de synthèse des « Certificats d'Économies d'Énergie » relative à l'installation d'équipement de télématique embarquée



Certificats d'économies d'énergie

Opération n° TRA-EQ-103

Télématique embarquée pour le suivi de la conduite d'un véhicule

1. Secteur d'application

Véhicules de catégories M ou N selon l'article R.311.1 du code de la route.

2. Dénomination

Mise en place et activation d'un équipement neuf de télématique embarquée et accès aux analyses comportementales par les conducteurs et par les gestionnaires de flotte.

3. Conditions pour la délivrance de certificats

Le véhicule est immatriculé en France.

L'équipement de télématique installé et activé fournit les données minimales suivantes :

- la consommation du véhicule ;
- le kilométrage ;
- l'utilisation de l'accélérateur ;
- l'utilisation des freins ;
- le régime moteur ;
- les temps d'arrêt avec moteur fonctionnant.

L'accès aux analyses comportementales est activé.

Le professionnel est la personne morale ayant installé l'équipement de télématique embarquée ou le vendeur du véhicule neuf équipé de série.

Dans le cas de la location, la durée du contrat de location de l'équipement de télématique embarquée et/ou du véhicule où cet équipement est installé, est supérieure ou égale à 24 mois.

Si le véhicule n'est pas équipé de série :

La preuve de réalisation de l'opération est la facture d'achat ou le contrat de location de l'équipement mentionnant :

- la mise en place d'un équipement neuf de télématique embarquée ;
- le n° d'identification figurant sur le certificat d'immatriculation du véhicule sur lequel est mis en place cet équipement ;
- les données suivantes fournies par l'équipement : la consommation du véhicule, le kilométrage, l'utilisation de l'accélérateur, l'utilisation des freins, le régime moteur et les temps d'arrêt avec moteur fonctionnant.

A défaut, la preuve de réalisation de l'opération mentionne le n° d'identification figurant sur le certificat d'immatriculation du véhicule sur lequel est mis en place un équipement neuf avec les marque et référence de l'équipement et elle est complétée par un document issu du fabricant indiquant que l'équipement de marque et référence installé est un équipement de télématique embarquée fournissant les données suivantes : la consommation du véhicule, le kilométrage, l'utilisation de l'accélérateur, l'utilisation des freins, le régime moteur et les temps d'arrêt avec moteur fonctionnant.

Le document justificatif spécifique à l'opération est un état récapitulatif issu du professionnel, daté et signé par le bénéficiaire de l'opération indiquant par catégorie de véhicules (M1, N1, M2, N2, M3 ou N3) : le n° d'identification figurant sur le certificat d'immatriculation des véhicules équipés de télématique embarquée, les marque et référence de l'équipement de télématique embarquée installé, le lieu d'installation (nom du site, numéro de SIRET de l'établissement du bénéficiaire, adresse du site), la référence de la preuve de réalisation de l'opération.

Si le véhicule est neuf et équipé de série de télématique embarquée :

La preuve de réalisation de l'opération est la facture d'achat, ou le contrat de location, du véhicule. La preuve de réalisation mentionne la mise en place d'un équipement de télématique embarquée, le n° d'identification figurant sur le certificat d'immatriculation du véhicule sur lequel est mis en place cet équipement, et les données fournies par l'équipement où figurent à minima : la consommation du véhicule, le kilométrage, l'utilisation de l'accélérateur, l'utilisation des freins, le régime moteur et les temps d'arrêt avec moteur fonctionnant. La durée du contrat de location est supérieure ou égale à 24 mois.

A défaut, la preuve de réalisation de l'opération mentionne le n° d'identification figurant sur le certificat d'immatriculation du véhicule sur lequel est mis en place un équipement neuf avec les marque et référence de l'équipement et elle est complétée par un document issu soit du fabricant de l'équipement soit du vendeur du véhicule neuf indiquant que l'équipement de marque et référence installé sur le véhicule est un équipement de télématique embarquée. Ce document mentionne les données fournies par l'équipement où figurent à minima : la consommation du véhicule, le kilométrage, l'utilisation de l'accélérateur, l'utilisation des freins, le régime moteur et les temps d'arrêt avec moteur fonctionnant.

4. Durée de vie conventionnelle

4 ans.

5. Montant des certificats en kWh cumac

Catégorie des véhicules	Montant en kWh cumac par véhicule équipé de télématique embarquée	X	Nombre de véhicules équipés par catégorie
M1	1 600		N
N1	2 700		N
N2 et N3	27 000		N
M2 et M3	19 900	N	

Solution 3 : Gestion et utilisation de l'information

Comment ça marche ?

On distingue 3 niveaux de gestion qui permettront de comprendre plus ou moins finement les consommations de carburant observées :

- **niveau minimal** : analyser les données de consommation en l/100 km et les comparer aux consommations standard (cf. site www.energeco.org ou www.cnr.fr)
- **niveau intermédiaire** : caractériser les trajets (vitesse moyenne, type de parcours, type de marchandises transportées), détailler les données de consommation par principaux types de véhicules (ensembles routiers, grands et petits porteurs) puis les analyser ;
- **niveau maximal** : prendre en compte tous les paramètres de conduite (vitesse, utilisation du régime et couple, utilisation du ralenti et des freins, de l'embrayage...) mais aussi des paramètres exogènes qui relèvent du véhicule et/ou des conditions de son utilisation opérationnelles (PTAC du véhicule, type d'activité de transport, congestion, type de voirie,). Réaliser une estimation des données de consommation en l/t.km.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

De même que pour la solution collective de l'information, il n'y a pas d'impact direct, mais l'analyse détaillée des consommations permettra d'identifier des gains potentiels et de sélectionner les actions les plus pertinentes.

Les analyses de consommation peuvent également permettre l'établissement de programmes de formation personnalisée adaptés à chaque conducteur en fonction de ses performances.

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

La gestion et l'utilisation de l'information n'a pas d'impact direct en termes de réduction des émissions de polluants.

Domaine de pertinence

Cette solution concerne tous les domaines du transport routier.

Mise en Œuvre

La mise en place d'un système de reporting et d'analyse des consommations nécessite un investissement significatif en temps et éventuellement l'intervention de ressources dédiées. Le transporteur peut faire progresser son niveau d'analyse en suivant les trois niveaux décrits dans la rubrique « Comment ça marche ? ».

Cette gradation permettra de comprendre dans le détail les paramètres influençant la consommation et leur poids relatif. L'investissement en temps est étroitement lié à la taille de la flotte et à la diversité des activités de transport de l'entreprise. A titre indicatif, un équivalent temps plein peut se justifier à partir d'une flotte de 100 véhicules lorsque l'on souhaite un niveau de gestion maximal.

Cette solution ne présente pas de gain de carburant direct et ne peut donc pas être associée à un temps de retour sur investissement. Elle nécessite des changements organisationnels puisque des ressources doivent consacrer du temps au traitement des informations : sa faisabilité peut être considérée comme intermédiaire.

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- Indiquer le niveau de gestion de l'information (niveau 1, 2 ou 3).

Axe Carburant – Autres actions

Cette page centralise d'autres solutions de réduction des émissions de CO₂, en lien avec l'axe carburant, présentant un aspect innovant ou de niche.

Cette fiche sera complétée au fur et à mesure des mises à jour de ce guide.

Autres actions quantitatives identifiées (en lien avec l'utilisation de carburants alternatifs) :

- **Utilisation d'un véhicule à « hydrogène »** : utilisation d'un véhicule électrique à pile à combustible, cf. description ci-dessous.
- **Utilisation d'un mélange gaz-hydrogène** : cf. description ci-dessous.
- **Utilisation d'une émulsion eau gazole** : par exemple l'EEG40, biocarburant composé de 60 % de gazole, de 27 % d'ester d'huiles alimentaires usagées issues du recyclage (EMHU) et de 13 % d'eau et d'additif.
- **Utilisation de HVO** : carburant à base d'huiles végétales hydrotraitées, utilisable dans les moteurs diesel actuels (pur ou mélangé au gazole) mais nécessite une cuve dédiée (non distribué en stations-services) ; réduction des émissions de CO₂ de 82,58 % du puits à la roue.⁹⁵

Focus sur le véhicule hydrogène

Les technologies hydrogène regroupent 2 types de technologies :

- Les moteurs fonctionnant directement avec de l'hydrogène comme source d'énergie
- Les moteurs électriques alimentés par de l'électricité produite en direct par une pile à combustible (PAC) fonctionnant à l'hydrogène

L'essentiel de la R&D porte sur cette 2^{ème} voie : la PAC est un dispositif électrochimique dans lequel l'hydrogène et l'oxygène gazeux se combinent pour fournir de l'électricité, de l'eau et de la chaleur suivant un processus inverse de celui de l'électrolyse. Du dihydrogène, H₂ à l'état gazeux, est contenu dans des bouteilles, faisant office de réservoir, dans le véhicule. L'énergie produite est stockée dans une batterie qui alimente directement le moteur électrique du véhicule.

Selon l'ADEME⁹⁶, le vecteur hydrogène permet en effet d'apporter des solutions de mobilité propres et flexibles en diversifiant l'offre d'électromobilité.

Néanmoins, les technologies associées à l'hydrogène mobilité sont encore chères et les expérimentations et prédéploiements à venir nécessitent, comme toute technologie émergente, un soutien pour amorcer la demande de véhicules et accélérer l'industrialisation. Les enjeux sont en partie liés à la mise en place de chaînes d'assemblage automatisées, pour les piles mais aussi pour certains équipements périphériques, qui permettra de baisser les coûts. En parallèle, l'apparition de réglementations locales ciblant les émissions polluantes en milieux urbains participe à faire émerger le marché des véhicules « zéro émission à l'usage ». A terme, des modèles économiques sont ainsi atteignables pour une mobilité électrique hydrogène professionnelle.

L'introduction de ces véhicules est également dépendant du déploiement de l'infrastructure d'avitaillement, pour lesquelles des stations-services locales peuvent être rentabilisées rapidement dès lors qu'elles alimentent de manière régulière des véhicules qui opèrent dans la zone.

⁹⁵ Source : base carbone[®] ; FE HVO à base d'huiles alimentaires usagées (HAU) - sans changement d'affectation des sols = 0.544 kgCO₂e/litre

⁹⁶ https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/avis-de-lademe_hydrogene_mai_avril2018.pdf

Au final, les technologies batteries et pile à combustible apparaissent aujourd'hui comme complémentaires dans le domaine de l'électromobilité. L'usage du vecteur hydrogène est intéressante pour des profils d'usage exigeants, pour lesquels on souhaite des véhicules propres à l'émission avec un niveau de service élevé : autonomie énergétique accrue, maintien de la charge utile, disponibilité du véhicule, et conditions de raccordement au réseau électrique.

Quant au bilan environnemental de la mobilité hydrogène, « du puits à la roue », il est complexe et va dépendre principalement de la nature de la source primaire (renouvelable versus fossile) et de la distance d'acheminement entre la production de l'hydrogène et la station-service. Par ailleurs, des solutions pour limiter l'emploi de certains métaux précieux doivent être étudiées et mises en place (recyclage, amélioration des technologies actuelles).

Focus sur l'utilisation d'un mélange gaz-hydrogène

Des expérimentations ont eu lieu à Dunkerque (sur des bus et non des poids-lourds) avec l'utilisation d'un mélange de gaz naturel (80 %) et d'hydrogène (20 %). L'objectif était de proposer une transition souple à l'hydrogène utilisant des technologies et infrastructures disponibles. Il s'agissait de tester sur site réel ce nouveau carburant propre et d'en évaluer l'intérêt technique et économique.

Les moteurs des deux bus GNV participant au test ont été légèrement modifiés. L'expérimentation a montré que l'hydrogène améliore la combustion du gaz naturel, ce qui permet d'atteindre de meilleures performances techniques et de réduire les émissions de gaz à effet de serre (diminution d'environ 8 % par rapport au GNV) et les émissions de polluants locaux. L'utilisation du mélange gaz / hydrogène a permis au final de réduire la consommation énergétique et a apporté un agrément de conduite reconnu par les conducteurs de bus.

L'installation d'une station hydrogène sur le site de la station GNV a été nécessaire. L'hydrogène est produit directement sur site par un électrolyseur qui décompose l'eau en oxygène. L'hydrogène est ensuite stocké et comprimé sur place avant d'être mélangé au gaz naturel présent sur le site. Une borne de distribution spéciale a été installée pour permettre le remplissage des réservoirs des bus.

Axe Conducteur

Fiche n°1 : Mise en place d'un programme éco-conduite	...	181
Solution 1 : Première formation à l'éco-conduite	...	184
Solution 2 : Formations régulières à l'éco-conduite	...	187
Solution 3 : Système de management de la performance éco-conduite	...	190
Fiche n°2 : Gestes économes et bonnes pratiques	...	195
Solution 1 : Sensibilisation aux bonnes pratiques d'éco-conduite	...	197
Solution 2 : Sensibilisation aux bonnes pratiques spécifiques au transport sous température dirigée	...	199
Autres actions	...	201

Axe Conducteur – Fiche n° 1

Mise en place d'un programme éco-conduite

SYNTHESE

Description de l'action

Domaine de pertinence

L'objectif principal d'un programme d'éco-conduite est de modifier les comportements des conducteurs afin qu'ils adoptent de manière pérenne une conduite économe en carburant.

Plusieurs degrés peuvent être envisagés dans un programme éco-conduite : un premier apprentissage des principes de l'éco-conduite (**première formation**), la mise à jour régulière de cette formation (**formations régulières**), et enfin l'intégration d'objectifs de conduite économe dans le système de management des conducteurs (**système de management éco-conduite**).

Cette action est destinée à l'ensemble des conducteurs routiers.

Solutions	Gains CO ₂	Retour sur investissement	Faisabilité	Domaine de pertinence
Première formation à l'éco-conduite <small>CEE TRA-SE-101 TRA-SE-102</small>				
Suivi d'une formation éco-conduite constituant le point de départ du programme « éco-conduite »				
Formations régulières à l'éco-conduite				
Suivi de séances de formations de rappel et actions de sensibilisation afin de conserver les gains acquis				
Système de management de la performance éco-conduite				
Mise en place d'un système de management afin de faire vivre le programme « éco-conduite » dans la durée et de maintenir les gains sur la consommation dans le temps				

Solutions	Gains NOx	Gains PM	Gains COV	Domaine de pertinence
Première formation à l'éco-conduite				
Suivi d'une formation éco-conduite constituant le point de départ du programme « éco-conduite »				
Formations régulières à l'éco-conduite				
Suivi de séances de formations de rappel et actions de sensibilisation afin de conserver les gains acquis				
Système de management de la performance éco-conduite				
Mise en place d'un système de management afin de faire vivre le programme « éco-conduite » dans la durée et de maintenir les gains sur la consommation dans le temps				

Axe Conducteur – Fiche n° 1
Mise en place d'un programme éco-conduite
FICHE DETAILLEE

Contexte et réglementation

Les formations obligatoires

Depuis 1995, les conducteurs du transport routier public de marchandises sont soumis à des obligations de formation visant à développer la qualité, la sécurité et les conditions de travail. Le décret du 8 novembre 2004 a étendu ce dispositif aux conducteurs salariés des entreprises exerçant des transports privés de marchandises quel que soit leur secteur d'activité.

Si la réglementation française n'impose pas, à proprement parler, de formations à l'éco-conduite, ces notions sont en partie incluses au sein des formations obligatoires, notamment la Formation Continue Obligatoire (FCO).

A titre de rappel, Il existe deux types de formations obligatoires :

- La Formation Initiale Minimum Obligatoire (FIMO) qui concerne tout salarié occupant pour la première fois un emploi de conducteur routier ou affecté à la conduite d'un véhicule de plus de 7,5 tonnes de PTAC. La FIMO comporte 140 heures de formation.
- La Formation Continue Obligatoire (FCO) qui concerne tout salarié occupant un emploi de conducteur routier ou affecté à la conduite d'un véhicule de plus de 3,5 tonnes de PTAC. Cette formation doit être renouvelée tous les cinq ans. Depuis le 10 septembre 2008, date d'application de la Directive européenne 2003/59/CE du 15 juillet 2003, la FCO est passée de 3 à 5 jours. Cette directive a été transposée en droit français par le Décret 2007-1340 du 11 septembre 2007 « relatif à la qualification initiale et continue », et le contenu de la formation a été précisé dans l'arrêté du 3 janvier 2008. Le premier des quatre thèmes abordés dans la FCO concerne le « Perfectionnement à la conduite rationnelle axée sur les règles de sécurité » d'une durée de 11 h dont 6 h consacrées au perfectionnement de la conduite. Il aborde les points suivants :
 - o La prise en compte des caractéristiques techniques du véhicule ;
 - o Le perfectionnement à une conduite sûre et économique, les possibilités de l'informatique embarquée, l'optimisation de la consommation du carburant ;
 - o Le chargement, l'arrimage, le respect des consignes, la bonne utilisation du véhicule ;
 - o L'application pratique de la conduite en situation normale comme en situation difficile.

Si le sujet de l'éco-conduite peut être abordé au sein de la FCO (dans un format réglementé et le plus souvent dans un format de formation inter-entreprises, c'est-à-dire non adapté aux spécificités de chaque entreprise), cette FCO ne respecte pas forcément les conditions d'une formation éco-conduite telle que définie dans la solution n°1 (formation à l'éco-conduite).

En outre, les véhicules utilitaires légers ne sont pas concernés par la FCO.

Des formations spécifiques « éco-conduite » sont proposées pour s'adapter aux besoins des entreprises de transport, le plus souvent en format intra-entreprise.

Deux fiches CEE existent pour la formation à l'éco-conduite (CEE n°TRA-SE-101 & 102), correspondant aux poids lourds et aux véhicules utilitaires légers : le calcul du gain associé est basé sur un gain de 3 % la première année qui suit la formation et de 0 % les années suivantes (sauf si le conducteur assiste à une formation de rappel).

Le guide de l'ADEME (2014) sur la labellisation des formations à l'éco-conduite en Aquitaine préconise les six phases (avec durée minimale) suivantes pour la formation :

- Un audit de conduite libre du stagiaire sur route (voie publique) d'une durée de 30 mn qui permet d'analyser sa conduite et sa consommation ;
- Des cours théoriques d'une durée de 2h (cf. détails ci-dessous) ;
- Une démonstration éco-conduite de 30 mn réalisée par le formateur sur route ;
- Une conduite guidée éco-conduite réalisée par le stagiaire avec le formateur d'une durée de 30 mn ;

- Une conduite autonome effectuée par le stagiaire sur route (voie publique) d'une durée de 30 mn qui permet d'analyser son éco-conduite et sa nouvelle consommation ;
- L'analyse et la conclusion compareront les résultats de la conduite libre et de la conduite autonome du stagiaire (durée 10 mn).

Le corpus théorique devra aborder a minima les sujets suivants :

- L'éco-conduite et ses enjeux ;
- Les techniques de l'éco-conduite : démarrage, changements de vitesse, accélérations, ralentissement/freinage, distances de sécurité, vitesse stable, anticipation, conduite hors et en agglomération, virages et montagne ;
- L'aérodynamisme et le chargement, les risques routiers ;
- Les caractéristiques techniques des moteurs modernes ;
- La présentation des autres paramètres technologiques : boîte de vitesses, pneumatiques, climatisation, moteur en marche à l'arrêt ;
- Le perfectionnement de la conduite : les points à vérifier avant le départ, les contrôles périodiques, les aides à l'éco-conduite.

Statut et formation spécifique des conducteurs livreurs en milieu urbain

A ce jour, aucune formation obligatoire n'existe pour les chauffeurs livreurs conduisant avec le permis B (à noter qu'il existe cependant un « titre professionnel Conducteur livreur sur véhicule utilitaire léger »). Or on observe une forte demande de la profession du transport de marchandises en ville pour disposer de formations spécifiques, ainsi que d'un « statut et d'une formation des livreurs » qui définirait les règles à respecter et les prérequis de la livraison urbaine, avec une prise d'engagements des conducteurs sur différents thèmes de la conduite en ville (les divers usagers sur les routes, comment s'adapter aux autres usagers...) et sur la réglementation spécifique aux livraisons (utilisation de la route, couloirs de circulation, stationnements, déchargements...).

Pour pallier ce manque, certaines entreprises de transport par VUL ont pris l'initiative de mettre en place en interne un diplôme de chauffeur-livreur, généralement en coopération avec un organisme de formation. Ces diplômes, souvent reconnus par l'Etat, permettent d'améliorer la considération portée par les clients aux chauffeurs de l'entreprise.

Même si la formation spécifique des conducteurs livreurs en milieu urbain ne concerne pas l'éco-conduite à proprement parler, elle constituerait un élément de sensibilisation important, dont l'entreprise et le conducteur pourraient retirer de multiples bénéfices : diminution de la conduite agressive, partage de la route avec d'autres usagers en milieu urbain, gestion du stress au volant, gestion des situations à risque. En outre, la mise en œuvre d'un statut des chauffeurs-livreurs (au plan régional, voire au plan national) permettrait d'homogénéiser la situation.

Les collectivités, l'Etat et les organisations professionnelles ont un rôle décisif dans le processus d'élaboration d'un tel statut et des conditions de formation nécessaires à l'acquisition de ce statut.

D'une durée d'environ une semaine, la formation initiale des conducteurs de véhicules utilitaires légers (≤3,5 t de PTAC) s'articulerait autour de 3 thèmes⁹⁷ :

- Acquérir les connaissances spécifiques du métier de conducteur de véhicules utilitaires légers ;
- Appliquer les bases d'une conduite axée sur les règles de sécurité et la conduite rationnelle ;
- Adopter un comportement professionnel en phase avec son environnement.

Le tableau ci-dessous indique la répartition des thèmes de cette formation (pour une durée totale de 35 heures).

Thème	Durée
Accueil et présentation de la formation	1 h 00
Perfectionnement à la conduite rationnelle axée sur les règles de sécurité	13 h 00
Application des réglementations	10 h 30
Santé, sécurité routière et sécurité environnementale	7 h 00
Service, Logistique	2 h 00
Evaluation des acquis et synthèse du stage	1 h 30

⁹⁷ Source : AFTRAL.

Solution 1 : Première formation à l'éco-conduite

Comment ça marche ?

La première formation à l'éco-conduite constitue la première étape de la mise en place d'un programme éco-conduite. **Elle s'inscrit dans le cadre d'une démarche volontaire de l'entreprise (hors formations obligatoires FCO ou FIMO).**

Une formation à l'éco-conduite est constituée d'une partie théorique (en salle) et d'une partie pratique (conduite du véhicule). Elle doit nécessairement prendre en compte les aspects suivants :

La partie théorique consiste à sensibiliser les conducteurs sur les enjeux de l'éco-conduite et sur les moyens d'adopter une conduite économe. Les thèmes abordés doivent être les suivants :

- Rappel des enjeux : CO₂ et transport, part du coût carburant dans la structure de coût d'un transporteur, ...
- Présentation des caractéristiques techniques des moteurs modernes : rappel du principe de fonctionnement d'un moteur : couple, puissance, consommation spécifique, circuit d'alimentation, norme Euro...
- Présentation des autres paramètres technologiques des véhicules : boîte de vitesses et transmission, aérodynamisme, pneumatiques, ...
- Présentation des moyens disponibles pour limiter la consommation : gestion de la boîte, gestion de l'accélération, pratiques d'anticipation, état du véhicule, utilisation du chauffage et de la climatisation, limitation de l'usage du moteur à l'arrêt, ...

La partie pratique de la formation est typiquement construite autour de 4 phases distinctes :

- Une première phase d'**observation du mode de conduite du conducteur** par un formateur expérimenté, accompagnée éventuellement de l'enregistrement des paramètres de conduite (relevé du temps, de la consommation, des données relatives au moteur et au freinage...) sur un parcours défini ;
- Une deuxième phase d'**étude du comportement** que doit avoir le conducteur dans l'exercice de son métier : modifications à apporter dans les attitudes constatées, communication des informations techniques indispensables pour que le conducteur prenne conscience de la logique des modifications de comportement de conduite à apporter ;
- Une troisième phase de **conduite commentée sur le même parcours que celui de la conduite libre** pour une mise en pratique des techniques étudiées.
- Une dernière phase de mise en valeur des gains réalisés

Ce volet pratique permet au conducteur de constater de manière très concrète les effets réels de l'éco-conduite sur la consommation. Il peut aussi être renforcé par l'utilisation de modules de calculs qui enregistrent les paramètres de consommation et mettre en valeur la comparaison des consommations avant/après application des principes d'éco-conduite. Il est néanmoins important de focaliser l'attention du conducteur sur les équipements qu'il retrouvera dans sa conduite quotidienne et sur lesquels il devra agir.

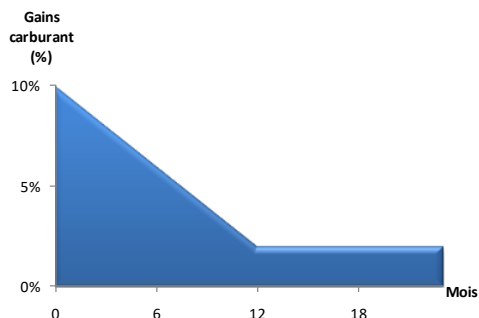
Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Le Projet BEET (Benchmarking Energy Efficiency in Transport) réalisé par l'AFT (en partenariat avec NEA et avec la collaboration de Renault Trucks) a permis d'évaluer les gains liés à la formation à l'éco-conduite dans le cas des poids lourds. Il a été constaté après formation une réduction moyenne de la consommation des poids lourds de 5,25 l/100 km. En prenant en compte l'atténuation des bénéfices de la formation dans le temps, le rapport BEET conclut sur une possible économie permanente de 3,5 à 4 l/100 km, à condition toutefois de suivre des formations régulières et périodiquement réactualisées. Cette économie représente environ 10 % de réduction en prenant en compte une consommation moyenne de 35 l/100 km (correspondant à un ensemble routier de 40 t).

On peut considérer que le suivi d'une formation initiale à l'éco-conduite génère un gain initial significatif sur la consommation de carburant, compris entre 5 % et 15 % (moyenne de 10 %) suivant le type d'activité.

Ce sont les activités pour lesquelles les conducteurs effectuent les changements de régime les plus fréquents (exemple : activité de travaux publics ou trajets urbains) qui ont le potentiel de gain le plus important.

Ces gains s'estompent quasi complètement (jusqu'à 80 %) dans l'année qui suit la formation si aucune autre mesure complémentaire n'est prise (formation de rappel ou mise en place de management interne spécifique à l'éco-conduite).



Ainsi le gain moyen sur la première année est de 6 % puis de 2 % les années 2 et 3, soit une moyenne de 3 % sur 3 années.

Dans le cas des véhicules utilitaires légers, la fiche CEE n° TRA-SE-102 intitulée « Formation d'un chauffeur de véhicule léger à la conduite économe » concerne les flottes captives. Pour obtenir la délivrance d'un certificat, la formation initiale, réalisée par l'entreprise agréée ou un organisme agréé, doit comporter une partie théorique portant sur le fonctionnement du moteur et les principes de la conduite économique (anticipation, juste sollicitation de la mécanique) ainsi qu'une partie pratique sur véhicule comprenant deux conduites comparées de la personne formée. S'il s'agit d'une formation en interne non issue d'un organisme agréé, il est nécessaire de faire valider par un organisme agréé interne ou externe, le contenu théorique et pratique de la formation réalisée.

En pratique, les gains associés à la formation à l'éco-conduite vont beaucoup dépendre de l'usage du véhicule (courses, tournées), de son entretien, de son âge et bien sûr du style de conduite du conducteur. Pour certains conducteurs ayant une conduite atypique et non rationnelle les gains peuvent s'élever jusqu'à 15 %.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gain moyen sur 3 ans (% de la consommation de carburant en l/100 km)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	3 %
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	
Grand porteur	Régional	>12 t	
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Une analyse des études sur le sujet⁹⁸ permet de déduire que l'éco-conduite a un impact positif sur la réduction des émissions de polluants.

Si l'impact est variable selon les véhicules et les conditions de parcours, on sait que les pics d'émissions ont lieu pendant les phases d'accélération du véhicule. Ainsi réduire l'agressivité de la conduite permet de limiter les émissions de NO_x, de PM ainsi que de COV, dans des proportions variables selon les véhicules.

Les mesures pour les NO_x et les COV indiquent plus d'une dizaine de % de gains.

Même si on ne dispose pas d'information précise de l'impact sur les émissions de PM, par analogie avec la mesure « Véh 1 : Boite de vitesse robotisée », qui agit sur le même processus de fonctionnement moteur que l'éco-conduite (c'est-à-dire des cycles plus courts et des accélérations moins fortes), on peut évaluer l'impact sur les émissions de PM à quelques % en moyenne.

Les différents niveaux de formation éco-conduite auront donc un impact différent également :

- Première formation à l'éco-conduite : impact faible (30 % de l'impact fort)
- Formations régulières à l'éco-conduite : impact moyen (60 % de l'impact fort)
- Système de management de la performance éco-conduite : impact fort (100 % de la réduction)

⁹⁸ ADEME, Estimation des gains potentiels en émissions de polluants atmosphériques (PM, NO_x, COV) des actions de la charte d'engagement volontaire « Objectif CO₂ Les transporteurs s'engagent », 2016.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (% de réduction des émissions de polluants)		
			NOx	PM	COV
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	+	+	+
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t			
Grand porteur	Régional	>12 t			
Ensemble routier	Longue Distance	40 t			

Impact sur les émissions sonores

La pratique de l'éco-conduite permet de limiter la pollution sonore des véhicules en limitant le régime moteur et donc le bruit occasionné par les hauts régimes moteurs.

Domaine de pertinence

Cette solution est adaptée à l'ensemble des conducteurs routiers.

Mise en Œuvre

Préalablement à la formation, il est nécessaire de mettre en place un suivi de la consommation par conducteur afin de mesurer les gains effectifs suite à la formation.

De nombreux organismes de formation proposent des modules de formation à l'éco-conduite pour conducteurs de poids lourds. Ces formations font l'objet de formations spécifiques. Certaines sont organisées selon un format inter-entreprises. Dans ce cas elles se font sur le site du formateur et sur des véhicules-école. D'autres peuvent être organisées sous un format intra-entreprise, c'est-à-dire sur le site et avec les véhicules de l'entreprise, soit au plus proche des conditions d'exploitation du transporteur. Dans ce sens, on peut considérer que les formations spécifiques intra-entreprises sont plus efficaces que les formations inter-entreprises.

Le format de ces formations est la plupart du temps compris entre 1 jour et 1,5 jour, et le coût par journée est compris entre 300 et 500 € / jour et par stagiaire.

A noter que la plupart des constructeurs proposent également leurs propres formations pratiques (souvent gratuites) : au-delà de la prise en main à la livraison des véhicules neufs, un formateur de la marque revient quelques semaines après et accompagne le conducteur sur son parcours sur une demi-journée pour lui faire faire de l'éco-conduite sur son propre véhicule.

Les organismes de formation proposent aussi de former des moniteurs internes à l'entreprise. Disposer d'un ou plusieurs formateurs internes est particulièrement pertinent dans le cas où l'entreprise dispose d'une importante flotte de camions. Des entreprises peuvent également se regrouper pour financer un formateur qui interviendrait au sein de ces entreprises.

Enfin, pour maintenir un niveau de gain élevé, il est fortement recommandé d'aller au-delà d'une première formation (cf. solutions 2 et 3).

Avec les hypothèses de gain et de coût ci-dessus, cette solution a un retour sur investissement rapide (< 1 an) et l'on peut considérer que sa faisabilité est bonne : en effet, les offres de formation sont nombreuses et peuvent être rapidement mises en œuvre. En outre, les entreprises peuvent inclure ces formations dans leur plan de formation ; elles seront ainsi prises en charge pour tout ou partie (pour plus d'informations sur les modalités, se rapprocher de l'Organisme Paritaire Collecteur Agréé -OPCA- et/ou de l'Opérateur de Compétences -OPCO- Mobilités qui le remplace depuis la mi-2019).

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- Pourcentage de conducteurs ayant reçu une première formation à l'éco-conduite.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Exploiter le fichier de suivi des formations des conducteurs.

Solution 2 : Formations régulières à l'éco-conduite

Comment ça marche ?

Etant donné la constatation de la rapide disparition des gains suite à la mise en place d'une formation simple sans suivi ultérieur, il est important d'entretenir régulièrement ces gains, notamment via des formations de rappel ainsi que par des séances de sensibilisation sur des thèmes spécifiques.

Les formateurs estiment que, en situation optimale, **une formation de rappel devrait intervenir tous les ans**. Pour plus d'efficacité, elle doit cibler prioritairement les conducteurs pour lesquels l'effet de la formation initiale à l'éco-conduite s'estompe le plus rapidement.

Il n'existe pas actuellement de programme « spécifique » pour ces formations de rappel, c'est-à-dire pour des conducteurs ayant déjà suivi une première formation à l'éco-conduite. Dans le cas d'entreprises ayant une flotte significative permettant de justifier la création d'un poste interne à ce sujet, la meilleure solution consiste certainement à assurer ces formations régulières par un formateur interne connaissant l'historique des conducteurs. Il peut ainsi moduler ses conseils en fonction des forces et des faiblesses de chaque conducteur.

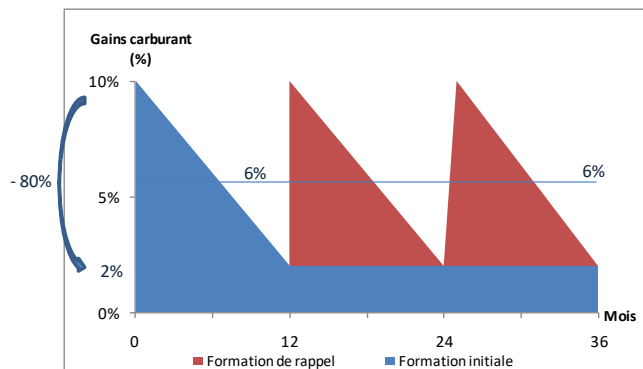
Des modules « embarqués » d'aide à la conduite peuvent aussi être utilisés. Branchés sur le moteur, ils alertent le conducteur sur sa conduite et lui prodiguent un premier niveau de conseil (cf. fiche action Carburant n°4 « Amélioration du suivi de consommation », solution Télématique embarquée). Ces systèmes ne remplacent évidemment pas l'assistance et l'expertise d'un formateur éco-conduite.

Au-delà des formations de rappel à l'éco-conduite, des **actions dédiées à la sensibilisation sur des thématiques spécifiques** (abordées lors des formations) peuvent être organisées tels que l'utilisation du moteur à l'arrêt, l'optimisation de l'usage de la climatisation, la vérification des pneumatiques, ... (cf. fiche n°2 de l'axe conducteur : « gestes économes et de bonnes pratiques »).

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Comme pour la première formation à l'éco-conduite, le gain post-formation moyen de 10 % s'estompe pendant l'année qui suit la formation.

En renforçant les actions de sensibilisation (usages du moteur à l'arrêt et de la climatisation), on peut considérer que le suivi de formation régulière permet de maintenir un gain moyen de 6 % sur 3 ans.



Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gain moyen sur 3 ans (% de la consommation de carburant en l/100 km)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	6 %
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	
Grand porteur	Régional	>12 t	
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Une analyse des études sur le sujet⁹⁹ permet de déduire que l'éco-conduite a un impact positif sur la réduction des émissions de polluants.

Si l'impact est variable selon les véhicules et les conditions de parcours, on sait que les pics d'émissions ont lieu pendant les phases d'accélération du véhicule. Ainsi réduire l'agressivité de la conduite permet de limiter les émissions de NO_x, de PM ainsi que de COV, dans des proportions variables selon les véhicules.

Les mesures pour les NO_x et les COV indiquent plus d'une dizaine de % de gains.

Même si on ne dispose pas d'information précise de l'impact sur les émissions de PM, par analogie avec la mesure « Véh 1 : Boite de vitesse robotisée », qui agit sur le même processus de fonctionnement moteur que l'éco-conduite (c'est-à-dire des cycles plus courts et des accélérations moins fortes), on peut évaluer l'impact sur les émissions de PM à quelques % en moyenne.

Les différents niveaux de formation éco-conduite auront donc un impact différent également :

- Première formation à l'éco-conduite : impact faible (30 % de l'impact fort)
- Formations régulières à l'éco-conduite : impact moyen (60 % de l'impact fort)
- Système de management de la performance éco-conduite : impact fort (100 % de la réduction)

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (% de réduction des émissions de polluants)		
			NO _x	PM	COV
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	+++	+	+
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t			
Grand porteur	Régional	>12 t			
Ensemble routier	Longue Distance	40 t			

Impact sur les émissions sonores

La pratique de l'éco-conduite permet de limiter la pollution sonore des véhicules en limitant le régime moteur et donc le bruit occasionné par les hauts régimes moteurs.

Domaine de pertinence

Les formations de rappel sont principalement destinées aux conducteurs ayant suivi une première formation à l'éco-conduite et dont le suivi régulier des consommations montre une forte dégradation des gains initiaux. Des séances de sensibilisation spécifique peuvent être organisées pour l'ensemble des conducteurs.

Mise en Œuvre

Plus encore que pour la première formation, la mise en place d'un suivi précis de la consommation par véhicule et par conducteur est indispensable pour mettre en place ce dispositif de formation régulière, afin d'adapter l'offre de formation au besoin de chaque conducteur.

Les organismes proposant une première formation à l'éco-conduite proposent aussi des modules de rappel. Le coût de cette formation est identique à la première formation. Comme indiqué précédemment, c'est par la mise en place d'un formateur interne que ce dispositif peut être le plus efficace.

Au-delà de la conduite, les conducteurs doivent être sensibilisés à l'adoption de mesures telles que la limitation de l'usage du moteur à l'arrêt et l'optimisation de l'usage de la climatisation. Ces thématiques sont en effet souvent marginalisées, voire oubliées lors des formations, alors qu'elles ont un potentiel de gains très importants.

⁹⁹ ADEME, Estimation des gains potentiels en émissions de polluants atmosphériques (PM, NO_x, COV) des actions de la charte d'engagement volontaire « Objectif CO₂ Les transporteurs s'engagent », 2016.

Avec les hypothèses de gain et de coût ci-dessus, cette solution a un retour sur Investissement rapide. Sa faisabilité peut être considérée comme intermédiaire, car elle nécessite de mettre en place une organisation spécifique dans l'entreprise (suivi précis des consommations et éventuellement internalisation de la formation).

De même que pour la première formation à l'éco-conduite, les entreprises peuvent inclure ces formations de rappel dans leur plan de formation. Elles seront ainsi prises en charge pour tout ou partie (pour plus d'information et connaître les modalités, se rapprocher de l'Organisme Paritaire Collecteur Agréé -OPCA- et/ou de l'Opérateur de Compétences -OPCO- Mobilités qui le remplace depuis la mi-2019).

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- Pourcentage de conducteurs ayant suivi des formations de rappel et assisté à des séances de sensibilisation spécifiques.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Exploiter le fichier de suivi des formations des conducteurs.

Solution 3 : Système de management de la performance éco-conduite

Comment ça marche ?

Pour pérenniser les gains réalisés grâce à l'éco-conduite, il est nécessaire d'aller au-delà d'un dispositif de formation et de sensibilisation. Pour modifier durablement les comportements des conducteurs, le management de l'entreprise doit pouvoir intégrer ce principe dans son système de fonctionnement afin que les objectifs de l'éco-conduite ne soient pas en conflit avec d'autres objectifs du conducteur (niveaux de service ou délais), mais au contraire soient favorisés par d'autres paramètres tels que la valorisation générale du conducteur au sein de l'entreprise et sa rémunération financière.

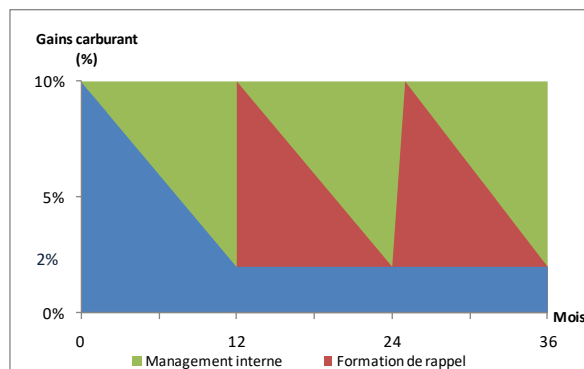
Différentes solutions incitatives sont possibles pour intégrer l'éco-conduite dans le management de l'entreprise, la liste ci-dessous n'étant pas exhaustive :

- Une revue hebdomadaire et mensuelle de la consommation des chauffeurs, avec discussion individuelle si une dérive est constatée ;
- Un système d'affichage collectif de la courbe d'évolution moyenne de la consommation de l'entreprise et par chauffeur peut être instauré ;
- La mise en place d'objectifs individuels de réduction de consommation, avec la définition si besoin d'un programme personnalisé pour aider le chauffeur (formation(s) supplémentaire(s), équipement(s), ...)
- La mise en place d'un objectif global de réduction pour l'entreprise ;
- L'organisation d'un challenge éco-conduite entre les conducteurs et/ou les agences afin de favoriser l'émulation :
 - définition d'objectifs par catégorie (véhicule x activité) ;
 - publication des résultats par chauffeur sur une base trimestrielle ;
 - récompense annuelle des chauffeurs les mieux placés par catégorie ;
- La mise en place de primes financières par conducteur en fonction de leur « performance », ou d'un contrat d'intéressement des salariés, avec des objectifs différenciés sur deux groupes : les chauffeurs et le personnel sédentaire. Le calcul de l'intéressement, pouvant aller jusqu'à un mois de salaire supplémentaire, pourra par exemple s'appuyer sur 3 critères de performance : la consommation de gazole, la sinistralité du véhicule (moins de 4 constats amiables responsables dans l'année) et la propreté intérieure et extérieure du véhicule.

Le système d'ancrage des connaissances qui consiste à lutter contre le phénomène d'obsolescence des connaissances en créant un lien entre l'événement de formation/de sensibilisation et le poste de travail, peut également permettre de pérenniser les gains réalisés grâce à l'éco-conduite. Dans ce contexte, le conducteur ne reçoit pas une piqûre de rappel après avoir commencé à oublier... mais avant. Cette répétition de l'information sur le lieu de travail (après 3 ou 4 itérations, l'information est durablement intégrée par l'apprenant) optimise l'ancrage des connaissances : répétition sans impact significatif sur le temps de travail (solutions « en ligne » pendant des durées très courtes et à fréquence rapprochée), répétition « variée » (présentation d'un même sujet sous des angles différents), répétition personnalisée (passage d'une thématique à une autre en fonction du taux de rétention de l'apprenant) et répétition pérennisée (lorsque l'apprenant se connecte il gagne un ou plusieurs points d'assiduité, quand il répond correctement il gagne des points de connaissance, points qui sont ensuite concrétisés).

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Mettre en place un système de management de l'éco-conduite permet de prolonger les effets de la formation dans la durée et ainsi de maintenir les gains sur la consommation. On peut ainsi atteindre un gain pérenne d'environ 10% en moyenne sur l'année.



Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gain moyen sur 3 ans (% de la consommation de carburant en l/100km)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	10 %
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	
Grand porteur	Régional	>12 t	
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Une analyse des études sur le sujet¹⁰⁰ permet de déduire que l'éco-conduite a un impact positif sur la réduction des émissions de polluants.

Si l'impact est variable selon les véhicules et les conditions de parcours, on sait que les pics d'émissions ont lieu pendant les phases d'accélération du véhicule. Ainsi réduire l'agressivité de la conduite permet de limiter les émissions de NO_x, de PM ainsi que de COV, dans des proportions variables selon les véhicules.

Les mesures pour les NO_x et les COV indiquent plus d'une dizaine de % de gains.

Même si on ne dispose pas d'information précise de l'impact sur les émissions de PM, par analogie avec la mesure « Véh 1 : Boite de vitesse robotisée », qui agit sur le même processus de fonctionnement moteur que l'éco-conduite (c'est-à-dire des cycles plus courts et des accélérations moins fortes), on peut évaluer l'impact sur les émissions de PM à quelques % en moyenne.

Les différents niveaux de formation éco-conduite auront donc un impact différent également :

- Première formation à l'éco-conduite : impact faible (30 % de l'impact fort)
- Formations régulières à l'éco-conduite : impact moyen (60 % de l'impact fort)
- Système de management de la performance éco-conduite : impact fort (100 % de la réduction)

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (% de réduction des émissions de polluants)		
			NO _x	PM	COV
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	+++	+	+++
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t			
Grand porteur	Régional	>12 t			
Ensemble routier	Longue Distance	40 t			

Impact sur les émissions sonores

La pratique de l'éco-conduite permet de limiter la pollution sonore des véhicules en limitant le régime moteur et donc le bruit occasionné par les hauts régimes moteurs.

¹⁰⁰ ADEME, Estimation des gains potentiels en émissions de polluants atmosphériques (PM, NO_x, COV) des actions de la charte d'engagement volontaire « Objectif CO₂ Les transporteurs s'engagent », 2016.

Domaine de pertinence

Cette solution est destinée à l'ensemble des conducteurs routiers et des entreprises de transport.

Mise en Œuvre

Pour être la plus efficace possible, cette action doit être conduite en lien étroit avec la politique de ressources humaines et la direction générale de l'entreprise. Les systèmes de primes et/ou d'incitations envisagés doivent notamment être cohérents avec la politique générale de l'entreprise.

Avec les hypothèses de gain et de coût ci-dessus, cette solution a un retour sur investissement rapide. Sa faisabilité peut être considérée comme intermédiaire à complexe car elle nécessite une attention continue du management ainsi que la mise en place d'un véritable projet d'entreprise autour de l'éco-conduite, mobilisant l'ensemble des salariés et impliquant la modification de nombreuses habitudes.

Suivi de la solution

Indicateurs de suivi de la solution :

- Description du niveau de système de management éco-conduite mis en place dans l'entreprise ;
- Pourcentage des gains éco-conduite redistribués aux conducteurs (sous la forme de bonus).

Modalités pratiques de collecte des données :

- Fichier de suivi des conducteurs

Fiches de synthèse des « Certificats d'Économies d'Énergie » relative à la formation d'un chauffeur à la conduite économe



Certificats d'économies d'énergie

Opération n° TRA-SE-101

Formation d'un chauffeur de transport à la conduite économe

1. Secteur d'application

Transport routier professionnel pour les véhicules de catégories N2, N3, M2 ou M3 selon l'article R.311-1 du code de la route.

2. Dénomination

Formation d'un chauffeur de transport à la conduite économe.

3. Conditions pour la délivrance de certificats

La formation est réalisée sous la responsabilité d'un organisme de formation déclaré auprès des pouvoirs publics.

Cette formation comporte :

- une partie théorique portant sur le fonctionnement du moteur et les principes de la conduite économe (anticipation, juste sollicitation de la mécanique) ;
- une partie pratique sur véhicule comprenant deux conduites comparées de la personne formée.

La date d'engagement de l'opération est la date de début de la formation du chauffeur. La date d'achèvement de l'opération est la date de fin de la formation du chauffeur.

Le bénéficiaire est la personne morale employant la personne formée. Le professionnel est l'organisme de formation.

La preuve de réalisation de l'opération mentionne la réalisation d'une formation à la conduite économe, la référence de la formation dispensée, la période de réalisation de la ou des formations et le nombre de personnes formées par type de formation (transport de personnes ou de marchandises). La période de réalisation des formations ne peut excéder 6 mois.

Les documents spécifiques à l'opération sont :

- le descriptif des modules de la formation, identifiée par sa référence ;
- l'accusé de réception de la déclaration d'existence de l'organisme de formation délivré par la préfecture et valide pendant les périodes des formations concernées ;
- un état récapitulatif issu de l'organisme de formation ou de l'entreprise formant ses salariés à la conduite économe comprenant la liste des personnes formées et, pour chaque personne formée, le type de formation (véhicules destinés aux transports de marchandises de catégories N2 ou N3 ou véhicules destinés aux transports de personnes de catégories M2 ou M3), la référence de la formation, le nom et SIRET de l'établissement de rattachement de la personne formée et les dates de début et de fin de sa formation. Ces dates doivent être incluses dans la période de réalisation des formations indiquée sur la preuve de réalisation de l'opération.

Sont exclues du périmètre d'éligibilité de la fiche :

- les formations sur simulateurs ;
- les formations initiales ou continues obligatoires des chauffeurs de transport effectuées dans le cadre du décret n°2007-1340 du 11 septembre 2007 relatif à la qualification initiale et à la formation continue des conducteurs de certains véhicules affectés aux transports routiers de marchandises ou de voyageurs.

4. Durée de vie conventionnelle

3 ans.

5. Montant de certificats en kWh cumac

Type de formation	kWh cumac par personne formée	X	Nombre de personnes formées
Véhicules destinés au transport de marchandises de catégories N2 ou N3	12 400		N
Véhicules destinés au transport de personnes de catégories M2 ou M3	9 100		

Fiches de synthèse des « Certificats d'Économies d'Énergie » relative à la formation d'un chauffeur de véhicule léger à la conduite économe



Certificats d'économies d'énergie

Opération n° TRA-SE-102

Formation d'un chauffeur de véhicule léger à la conduite économe

1. Secteur d'application

Flottes de véhicules de catégories M1 et N1 selon l'article R.311-1 du code de la route.

2. Dénomination

Formation d'un chauffeur à la conduite économe.

3. Conditions pour la délivrance de certificats

La formation est réalisée sous la responsabilité d'un organisme de formation déclaré auprès des pouvoirs publics.

Cette formation comporte :

- une partie théorique portant sur le fonctionnement du moteur et les principes de la conduite économe (anticipation, juste sollicitation de la mécanique) ;
- une partie pratique sur véhicule comprenant deux conduites comparées de la personne formée.

La date d'engagement de l'opération est la date de début de la formation du chauffeur. La date d'achèvement de l'opération est la date de fin de la formation du chauffeur.

Le bénéficiaire est la personne morale employant la personne formée. Le professionnel est l'organisme de formation.

La preuve de réalisation de l'opération mentionne la réalisation d'une formation à la conduite économe, la référence de la formation dispensée, la période de réalisation de la ou des formations et le nombre de personnes formées par type de formation (transport de personnes ou de marchandises). La période de réalisation des formations ne peut excéder 6 mois.

Les documents spécifiques à l'opération sont :

- le descriptif des modules de la formation, identifiée par sa référence ;
- l'accusé de réception de la déclaration d'existence de l'organisme de formation délivré par la préfecture et valide pendant les périodes des formations concernées ;
- un état récapitulatif issu de l'organisme de formation ou de l'entreprise formant ses salariés à la conduite économe comprenant la liste des personnes formées et, pour chaque personne formée, le type de formation (véhicules de catégories N1 ou véhicules de catégories M1), la référence de la formation, le nom et SIRET de l'établissement de rattachement de la personne formée et les dates de début et de fin de sa formation. Ces dates doivent être incluses dans la période de réalisation des formations indiquée sur la preuve de réalisation de l'opération.

Les formations sur simulateurs sont exclues du périmètre d'éligibilité de la fiche.

4. Durée de vie conventionnelle

3 ans.

5. Montant de certificats en kWh cumac

Type de formation	kWh cumac par personne formée	X	Nombre de personnes formées
Véhicules de catégorie M1	2 900		N
Véhicules de catégorie N1	2 400		

Axe Conducteur – Fiche n° 2

Gestes économes et bonnes pratiques

SYNTHESE

Description de l'action

Domaine de pertinence

Différentes bonnes pratiques peuvent être mises en œuvre par les conducteurs de véhicules, que ce soit pour un transport à température ambiante ou à température dirigée (qui ne sont ni du ressort de la conduite du véhicule, ni des solutions technologiques alternatives aux groupes froids classiques (FA Véhicule N°11) et d'équipements spécifiques (FA Véhicule N°12). En effet, il est judicieux de mettre en place au sein de l'entreprise un véritable programme de sensibilisation des conducteurs aux bonnes pratiques d'éco-conduite, notamment pour la bonne utilisation des groupes froids.

Cette action s'adresse à tous les conducteurs et à toutes les entreprises de transport.

Solutions	Gains CO ₂	Retour sur investissement	Faisabilité	Domaine de pertinence
<p>Sensibilisation aux bonnes pratiques d'éco-conduite</p> <p>Sensibilisation des conducteurs aux enjeux associés à la conduite économe</p>	<p>0% 10%</p> <p style="text-align: center;">Variable</p>	<p>>3 ans <1 an</p> <p style="text-align: center;">Variable</p>	<p>Difficile Facile</p>	<p>VUL PP GP ER</p>
<p>Sensibilisation aux bonnes pratiques spécifiques au transport sous température dirigée</p> <p>Sensibilisation des conducteurs aux enjeux associés aux pertes de froid lors de l'ouverture des portes</p>	<p>0% 10%</p> <p style="text-align: center;">Variable</p>	<p>>3 ans <1 an</p> <p style="text-align: center;">Variable</p>	<p>Difficile Facile</p>	<p>VUL PP GP ER</p>

Les gains en émissions de polluants atmosphériques pour cette action n'ont pas été quantifiés en raison d'une trop grande incertitude.

Axe Conducteur – Fiche n° 2

Gestes économes et bonnes pratiques

FICHE DETAILLEE

Contexte et réglementation

En parallèle ou à la place d'une formation spécifique à l'éco-conduite (cf. FA n°1 « Mise en place d'un programme d'éco-conduite »), une sensibilisation/information régulière en interne peut permettre de responsabiliser les conducteurs sur les avantages et les pratiques de l'éco-conduite. Au-delà de la conduite, cet aspect sensibilisation peut porter sur l'adoption de mesures telles que la limitation de l'usage du moteur à l'arrêt et l'optimisation de l'usage de la climatisation. Ces thématiques sont en effet souvent marginalisées, voire oubliées lors des formations, alors qu'elles ont un potentiel de gains très importants.

Concernant la température dirigée, les spécificités de ce secteur sont également rarement analysées lors des formations à l'éco-conduite. Il est alors utile pour une entreprise de ce secteur de mettre en place en interne des actions de sensibilisation ou de rappel des enjeux environnementaux et économiques associés au comportement du conducteur.

Le programme ECLER (<http://www.programme-ecler.fr/>), porté conjointement par Cemafroid, Hydroparts et visible.digital, qui concerne notamment la formation des conducteurs de la chaîne du froid, a été retenu dans le cadre du dispositif des certificats d'économie d'énergie. Ce programme se décline selon trois objectifs principaux :

- Formation de plus de 10 000 conducteurs livreurs (en intra ou inter entreprise) ;
- Marquage (QR code) sur les véhicules frigorifiques pour sensibiliser/rappeler les bonnes pratiques aux acteurs ;
- Equipement des camions frigorifiques d'outils digitaux pour croiser et rendre intelligentes les données digitales des hommes, moyens et systèmes d'information des acteurs de la chaîne logistique sous température dirigée.

En complément à cette sensibilisation, des équipements supplémentaires peuvent être mis en place, tels que des rideaux d'air, des rideaux à lanières ou des détecteurs de portes ouvertes. Ces équipements sont présentés dans la solution 1 « Equipements spécifiques pour réduire les pertes de froid » de la fiche n°12 de l'axe véhicule « Température dirigée : équipements spécifiques et maintenance ».

Un certain nombre de vérifications complémentaires relatives à la maintenance sont présentées dans la solution n° 2 « Maintenance des équipements frigorifiques » de la fiche n°12 de l'axe véhicule « Température dirigée : équipements spécifiques et maintenance ».

En outre, il est utile de rassembler l'ensemble des bonnes pratiques identifiées par l'entreprise dans un guide des gestes économes et des bonnes pratiques. L'élaboration d'un tel guide est d'autant plus pertinente que les gains associés aux différentes solutions peuvent être additionnés (les actions étant indépendantes).

Solution 1 : Sensibilisation aux bonnes pratiques d'éco-conduite

Comment ça marche ?

Les bases théoriques et pratiques de l'éco-conduite peuvent être acquises lors d'une formation à l'éco-conduite. Néanmoins, le maintien des gains en termes d'économie de carburant nécessite un suivi régulier des performances des conducteurs (cf. fiche n°1 de l'axe conducteur « Mise en place d'un programme éco-conduite »).

Au-delà de la conduite elle-même, certaines bonnes pratiques, rarement abordées lors des formations à l'éco-conduite, permettent également d'optimiser la consommation énergétique du véhicule, comme par exemple la limitation de l'usage du moteur à l'arrêt ou l'optimisation de l'usage de la climatisation. Un plan de communication en interne à l'entreprise devra être mis en place à destination des conducteurs.

Optimisation de l'usage de la climatisation

L'utilisation de la climatisation dans les véhicules entraîne une augmentation des émissions des gaz à effet de serre pour deux raisons :

- Le fonctionnement de la climatisation nécessite l'entraînement d'un compresseur par le moteur thermique du véhicule ce qui accroît la consommation de carburant de ce dernier (et donc les émissions de CO₂) : certaines études¹⁰¹ ont montré que l'utilisation d'une climatisation entraînait une surconsommation moyenne sur l'année comprise entre 1 l/100 km et 1,4 l/100 km
- Les boucles de climatisation ne sont pas parfaitement étanches et les fluides frigorigènes utilisés, qui peuvent s'en échapper, sont de puissants gaz à effet de serre dont le Pouvoir de Réchauffement Global (PRG) est compris entre 1 000 et 3 000¹⁰².

Une simple sensibilisation peut être suffisante pour mettre en place cette action Elle pourra être formalisée par un guide interne ou intégrée à une séance de sensibilisation aux éco-gestes. Cette sensibilisation peut porter sur des gestes simples tels que :

- Stationner à l'ombre quand c'est possible ;
- Ouvrir les fenêtres pour évacuer la chaleur avant que la climatisation soit en marche ;
- Fermer les fenêtres dès que la climatisation fonctionne ;
- Ne pas dépasser 4 à 5 °C de différence entre l'extérieur et l'intérieur du véhicule climatisé ;
- Eteindre la climatisation automatique tant qu'il ne fait pas trop chaud ;
- Recycler l'air de l'habitacle par temps très chaud.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Les gains envisagés vont fortement dépendre des modalités de mise en œuvre de l'action : réunion et/ou affichage, fréquence, ...

On peut néanmoins estimer que les gains attendus se situeront au maximum entre 3 et 6 % (gains liés à une formation régulière à l'éco-conduite) et seront à même de procurer des impacts indirects positifs (accidentologie, ...). Si cette action vient en complément de formations à l'éco-conduite, les gains attendus se situeront au maximum entre 6 et 10 % (gains liés à un système de management de l'éco-conduite).

Il n'est ainsi pas possible de prévoir a priori les impacts de cette solution en termes de consommation ou d'émissions de CO₂.

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

La mesure ayant un impact variable en fonction des paramètres pris en compte, il est difficilement envisageable de disposer d'information plus fiables et il n'est ainsi pas possible de prévoir les impacts

¹⁰¹ Les groupes froids et la climatisation, ADEME, 2006

¹⁰² Le Pouvoir de Réchauffement Global (PRG) représente l'impact sur le changement climatique du gaz à effet de serre comparativement à l'impact du CO₂. Par exemple, un gaz à effet de serre ayant un PRG égal à 1 000 est un gaz qui aura 1 000 fois plus d'impacts que le CO₂, c'est-à-dire que l'émission d'un kilogramme de ce gaz sera équivalente à l'émission d'une tonne de CO₂.

de ces solutions en termes de consommation, d'émissions de CO₂ ou d'émissions des polluants atmosphériques.

Domaine de pertinence

Cette solution est applicable à tous les types de transport.

Elle est particulièrement adaptée aux entreprises n'ayant pas les budgets suffisants ou la disponibilité pour former régulièrement leurs conducteurs à l'éco-conduite ou déployer un formateur interne.

Mise en Œuvre

Le plan de communication sur lequel l'entreprise va s'appuyer pourra comporter et mixer :

- Des réunions de sensibilisation/information en présentiel (fréquences variables et durée variable, on peut citer par exemple le « quart d'heure de l'environnement » qui permet d'aborder chaque semaine une thématique différente) ;
- Des campagnes d'affichage (print ou digital) avec la production de courtes notes ou de flyers visuels rappelant les principaux enjeux de la réduction des consommations de carburant et des émissions de CO₂ et présentant une ou plusieurs bonnes pratiques (le contenu rédactionnel va varier en fonction de la périodicité de diffusion : de 1 bonne pratique si affichage hebdomadaire à 3-4 bonnes pratiques si affichage trimestriel).

La compilation de ces bonnes pratiques dans un guide interne pourra également être utilisée pour l'accueil des nouveaux conducteurs.

Cette action peut être soit intégrée au programme de formation réalisé par un organisme extérieur, soit effectuée par une personne interne à l'entreprise.

L'action reste assez simple à mettre en œuvre même si elle nécessite de dégager des ressources humaines pour préparer les réunions et les supports de communication (même si la charge de travail associée reste faible). La faisabilité de cette action se situe donc entre facile et intermédiaire.

Compte tenu de la variabilité des gains associés à cette action (et des modalités différentes de mise en œuvre), le retour sur investissement de cette action sera analysé au cas par cas.

Suivi de la solution

Indicateur de suivi :

- Pourcentage de conducteurs sensibilisés à cette action

Modalités pratique de collecte des données :

- Suivi des réunions réalisées et des campagnes d'affichage

Solution 2 : Sensibilisation aux bonnes pratiques spécifiques au transport sous température dirigée

Comment ça marche ?

L'ouverture fréquente et prolongée de la caisse lors des livraisons peut entraîner des pertes de froid importantes si aucune mesure n'est prise pour limiter ces pertes. Or pour maintenir les produits à la température désirée, il sera nécessaire de produire plus de froid à la suite de chaque fermeture. Plusieurs solutions peuvent être mises en œuvre afin de réduire ces pertes. Certaines sont en lien avec les habitudes de travail lors des opérations de chargement, mais aussi avec les conducteurs lors des opérations de livraison des produits.

Le premier levier de réduction sur lequel le conducteur peut agir consiste à limiter autant que possible les temps d'ouverture de la caisse afin de limiter les échanges d'air entre l'extérieur et l'intérieur. Dans cette optique, une solution consiste de former les conducteurs à l'optimisation du temps de chargement/déchargement. Par exemple, le fait d'organiser le chargement par client dans l'ordre inverse des livraisons (charger en dernier les produits à livrer en premier) facilitera l'accès et réduira ainsi le temps nécessaire à chaque déchargement, et donc la durée d'ouverture des portes.

Le deuxième levier consiste à arrêter le groupe frigorifique avant chaque ouverture de porte, afin d'éviter d'accélérer la pénétration d'air chaud dans la caisse. En effet, le groupe froid aspire l'air de l'intérieur de la caisse. Par conséquent, à chaque ouverture de porte, le phénomène de dépression induit une accélération de l'entrée d'air chaud.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Limiter les temps d'ouverture de la caisse permettra de limiter l'utilisation du groupe froid et réduira les consommations d'énergie associées. Le lien entre le temps de fonctionnement du groupe et le temps d'ouverture de la caisse dépendra de nombreux paramètres : différentiel entre température extérieure et intérieure, surface d'ouverture, présence d'accessoire de réduction des pertes de froid....

Concernant l'arrêt du groupe frigorifique lors des livraisons, une étude comparative réalisée par le Cemafrid en 2018 a permis d'observer un gain sur la consommation énergétique du groupe frigorifique de 32 % par rapport à un fonctionnement en continu. Là encore, les gains vont dépendre spécifiquement des technologies des groupes frigorifiques et du nombre d'arrêts.

Il n'est ainsi pas possible de prévoir les impacts de ces solutions en termes de consommation ou d'émissions de CO₂. Toutefois, en suivant les consommations du groupe, il sera possible de suivre les réductions de consommations associées à cette action.

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

La mesure ayant un impact variable en fonction des paramètres pris en compte, il est difficilement envisageable de disposer d'information plus fiables et il n'est ainsi pas possible de prévoir les impacts de ces solutions en termes de consommation, d'émissions de CO₂ ou d'émissions des polluants atmosphériques.

Domaine de pertinence

Cette solution est applicable à tous les types de transport sous température dirigée.

Mise en Œuvre

Cette sensibilisation peut être soit intégrée au programme de formation réalisé par un organisme extérieur¹⁰³, soit effectuée par une personne interne à l'entreprise. Compte tenu de la variabilité des gains associés à cette action, le retour sur investissement de cette action sera analysé au cas par cas. En outre, hormis le fait d'inciter les conducteurs à modifier leur comportement, cette action sera assez simple à mettre en œuvre. La faisabilité de cette action se situe donc entre facile et intermédiaire.

¹⁰³ Par exemple, le Cemafrid a développé le programme ECLER dans le cadre des certificats d'économie d'énergie qui consiste à former les conducteurs aux éco-gestes spécifiques de la chaîne du froid et à les sensibiliser aux économies d'énergie.



Suivi de la solution

Indicateurs de suivi de la solution :

- Nombre de conducteurs sensibilisés à cette action ;
- Consommation du groupe froid avant et après la mise en place de cette action (l/h).

Modalités pratiques de collecte des données :

- Suivi des formations des conducteurs.

Axe Conducteur – Autres actions

Cette page centralise d'autres solutions de réduction des émissions de CO₂, en lien avec l'axe conducteur, présentant un aspect innovant ou de niche.

Cette fiche sera complétée au fur et à mesure des mises à jour de ce guide.

Autre action quantitative identifiée :

- **Equipement d'aide à l'éco-conduite** : en lien avec la solution n°2 de la fiche n°4 de l'axe carburant (télématique embarquée) et la solution n°1 de la fiche n°2 de l'axe conducteur (sensibilisation aux bonnes pratiques d'éco-conduite)
Des appareils individuels d'aide à l'éco-conduite, très simples à utiliser, permettent au conducteur de disposer d'informations en temps réel sur sa consommation de carburant en fonction de son mode de conduite. L'appareil fournit des informations du type « vous freinez bien, vous tournez bien, un bouchon est signalé à tel endroit... ». Le conducteur peut également connaître son « score » d'éco-conduite. Ces appareils sont particulièrement utiles dans le cas des véhicules utilitaires légers car les accélérations sont prohibitives en carburant et le coefficient de pénétration dans l'air des véhicules est plutôt élevé.
Ce système permet facilement d'atteindre 10 % de réduction de la consommation de carburant. Le coût est de l'ordre de 40 € par véhicule (portable de navigation, application développée en standard sur les téléphones mobiles).
Pour les conducteurs de véhicules utilitaires légers effectuant des trajets du type course ou tournée en milieu urbain, ces systèmes permettent de développer une conduite « apaisée » : amélioration de la conduite dans les virages, réduction de l'usure des pneus...
L'entreprise devra toutefois s'assurer de l'acceptabilité sociale de ce type de « tracking », qui fait parfois l'objet de réticences de la part des conducteurs.

*Fiche Action Charte Objectif CO₂
Transport routier de marchandises*

Axe Organisation

Fiche n°1 : Recours aux modes non routiers	...	205
Solution 1 : Recours au transport combiné mer-route	...	208
Solution 2 : Recours au transport combiné fleuve-route	...	210
Solution 3 : Recours au transport combiné rail-route	...	213
Fiche n°2 : Outils informatiques d'optimisation des trajets	...	221
Solution 1 : Outils de création de plans de transport	...	223
Solution 2 : Outils de géolocalisation des véhicules	...	225
Fiche n°3 : Optimisation du chargement des véhicules	...	229
Solution 1 : Optimisation du ratio volume/poids des chargements	...	232
Solution 2 : Mutualisation du transport entre plusieurs clients	...	235
Solution 3 : Utilisation d'un double plancher	...	238
Solution 4 : Utilisation d'un logiciel d'amélioration du coefficient de chargement	...	241
Solution 5 : Remorque avec caisse mobile routière ou remorque supplémentaire	...	243
Solution 6 : Contre-flux	...	245
Solution 7 : Substitution d'un véhicule frigorifique standard par un véhicule multi-températures	...	247
Fiche n°4 : Travail collaboratif avec les clients pour une meilleure optimisation des transports	...	249
Solution 1 : Partage d'un plan de transport commun avec le client	...	251
Solution 2 : Modification de la palettisation	...	253
Solution 3 : Mise en place de rendez-vous	...	255
Fiche n°5 : Sensibilisation des sous-traitants routiers	...	257
Solution 1 : Proposer l'adhésion à la démarche « Objectif CO ₂ »	...	259
Solution 2 : Informer ses sous-traitants sur les bonnes pratiques à adopter et les indicateurs à suivre	...	261
Fiche n°6 : Optimisation du transport de marchandises en ville	...	263
Solution 1 : Schémas logistiques optimisés pour la livraison urbaine	...	266
Solution 2 : Adhérer à la charte de logistique urbaine durable	...	270
Fiche n°7 : Responsabilité sociétale de l'entreprise	...	273
Solution 1 : Promouvoir une démarche de responsabilité sociétale de l'entreprise	...	275
Autres actions	...	277

Axe organisation– Fiche n°1 Recours aux modes non routiers (mer, fleuve et rail) SYNTHESE

Description de l'action

L'amélioration de la performance environnementale du transport de marchandises passe par l'optimisation intrinsèque du transport routier, mais aussi par l'utilisation d'autres modes complémentaires que sont le ferroviaire, le fluvial ou le maritime.
Combiner plusieurs de ces modes permet d'atteindre dans certains cas un meilleur équilibre entre les contraintes de coûts, de qualité de service et d'impacts environnementaux.

Domaine de pertinence

Cette action est surtout pertinente pour les moyennes et longues distances, pour les trajets équilibrés en l'aller et le retour, et naturellement pour les trajets où les infrastructures et les offres de service sont disponibles.

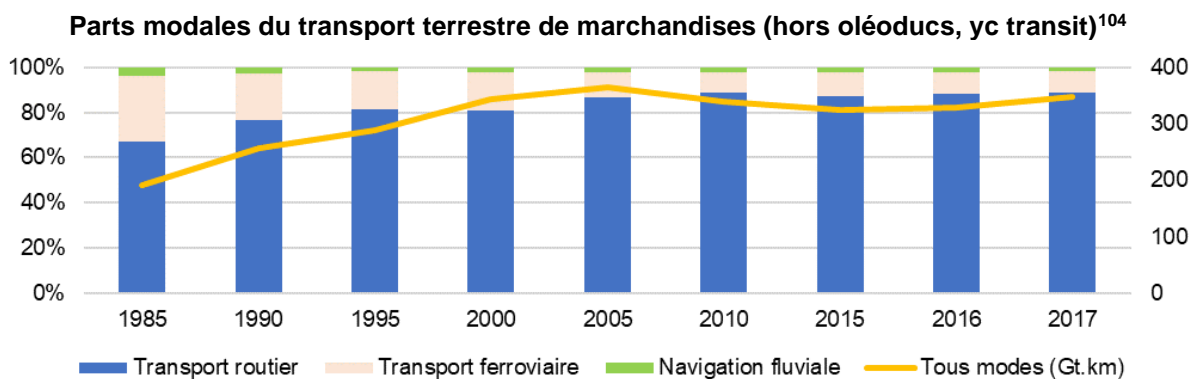
Solutions	Gains CO ₂	Retour sur investissement	Faisabilité	Domaine de pertinence
Recours au transport combiné mer-route <small>Utilisation de solutions maritimes en complément de transport routier</small>	0% 100% 21%	>3 ans <1 an Variable	Difficile Facile	ER
Recours au transport combiné fleuve-route <small>Utilisation de solutions fluviales en complément de transport routier</small>	0% 100% 75%	>3 ans <1 an Variable	Difficile Facile	ER
Recours au transport combiné rail-route <small>Utilisation de solutions ferroviaires en complément de transport routier</small>	0% 100% 95%	>3 ans <1 an Variable	Difficile Facile	ER

Solutions	Gains NOx	Gains PM	Gains COV	Domaine de pertinence
Recours au transport combiné mer-route <small>Utilisation de solutions maritimes en complément de transport routier</small>	+++	NC	NC	ER
Recours au transport combiné fleuve-route <small>Utilisation de solutions fluviales en complément de transport routier</small>	- - -	- - -	- - -	ER
Recours au transport combiné rail-route <small>Utilisation de solutions ferroviaires en complément de transport routier</small>	+++	- - -	+++	ER

Axe organisation des flux de transport– Fiche n°1
Recours aux modes non routiers (mer, fleuve et rail)
FICHE DETAILLEE

Contexte et réglementation

Le transport routier de marchandises est aujourd'hui le mode dominant dans les échanges intérieurs français. En 2017, il représentait 88,5 % du trafic terrestre de marchandises (hors oléoducs). Le transport ferroviaire représentait quant à lui, 9,6% et le fluvial, 1,9%.



Cette position dominante a été acquise en grande partie grâce à ses atouts en termes de flexibilité, fiabilité et compétitivité. La qualité des infrastructures routières françaises, des flux de moins en moins massifiés et un prix du pétrole « bon marché » ont été également des facteurs déterminants dans cet essor.

Cependant, les acteurs du transport, dont les transporteurs routiers, doivent faire face à des défis qu'il est nécessaire d'anticiper dès à présent :

- Dépendance à une énergie fossile non renouvelable (le pétrole) qui est vouée à devenir de plus en plus rare et chère ;
- Des axes routiers engorgés ;
- Des enjeux majeurs en termes d'émissions de gaz à effet de serre et de polluants ;
- Un objectif de la Loi sur la Transition Énergétique pour la Croissance Verte, dans la continuité du Grenelle de l'environnement, encourage le report modal vers des modes non routiers.

Or, les modes ferroviaire, fluvial et maritime consomment moins d'énergies fossiles, permettent de délester certains axes routiers et émettent moins de gaz à effet de serre par tonne.kilomètre transportée que les modes routier et aérien.

Toutefois, ces modes de transport bénéficient d'infrastructures moins diffuses que le transport routier. C'est pourquoi, sur certains axes pertinents il y a du sens à utiliser du transport combiné. Il s'agit de combiner au moins deux modes au sein d'une même chaîne de transport, dans laquelle n'intervient aucune rupture de charge de la marchandise grâce à l'utilisation d'un même contenant [unité de transport intermodal (UTI) ou semi-remorque]. Les parcours principaux s'opèrent par fer, fleuve ou mer et les parcours initiaux et/ou terminaux par route.

Faire le choix d'une solution de transport combiné est le résultat d'une démarche stratégique d'entreprise. Préalablement, il est recommandé de **réaliser une étude interne de faisabilité**. Tout d'abord, il convient de caractériser l'ensemble de ses flux, notamment, en termes de distances, de types de marchandises transportées, de contraintes techniques, de fréquences et de délais. Il s'agira ensuite d'identifier les flux pertinents pour réaliser du transport combiné.

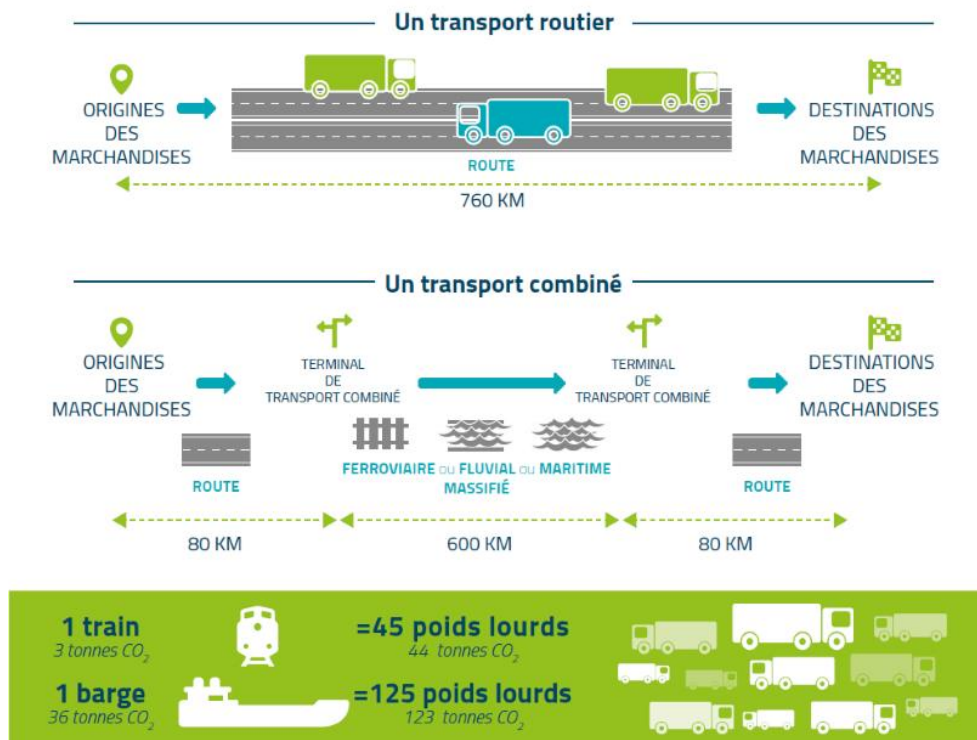
Pour cela, il est nécessaire de bien connaître :

¹⁰⁴ Sources : MTES, Compte des transports 2017 ; Champ : hors oléoducs, t.km réalisées sur le territoire français (transport intérieur) ; Pour le transport routier : pavillon français (national compte propre et compte d'autrui (PTAC>3,5t) + international (PTAC>3,5t) + VUL (PTAC≤3,5t) + transit) + pavillon étranger (hors VUL, transit + international + cabotage)

- Les acteurs du transport combiné (opérateurs, tractionnaires routiers, loueurs de matériels...);
- Les offres de services et liaisons existantes;
- Les différentes techniques et matériels...

Le site internet www.viacombi.eu, plateforme européenne des transports combinés (fer, fleuve et mer), apporte aux entreprises toutes les informations pour les aider dans leur décision. Des rubriques pratiques et visuelles (sous la forme de photos et vidéos) sont disponibles gratuitement : contacts utiles, techniques et matériels, exemples à suivre d'entreprises, outil cartographique des terminaux et des liaisons, comparateur CO₂...).

Le Ministère de de la transition écologique et solidaire propose également des informations sur le transport combiné¹⁰⁵.



Infographie du transport combiné en France 2017 © MTES

¹⁰⁵ <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/transport-combine>

Solution 1 : Recours au transport combiné mer-route**Comment ça marche ?**

Les navires rouliers (appelés aussi ro-ro, de l'anglais Roll-On, Roll-Off) permettent notamment de charger des véhicules routiers accompagnés (c'est alors l'ensemble routier- tracteur et remorque - qui est acheminé) ou non accompagnés (uniquement la semi-remorque). Ils se distinguent des navires de charge habituels dans lesquels les produits sont chargés à la verticale par des grues.

**Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂**

Le guide méthodologique « Information GES des prestations de transport », de septembre 2018, indique les facteurs d'émissions agrégés moyens suivants :

- 86 gCO₂e/t.km pour un ensemble articulé de 40 t PTRAs en marchandises diverses pour la longue distance
- 67,8 gCO₂e/t.km pour un transport maritime en ro-pax (profil optimisé par rapport à un ro-ro classique)

soit une réduction des émissions de CO₂ de 21 %.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Recours au transport combiné mer-route (% de réduction des émissions de CO ₂)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	-
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	-
Grand porteur	Régional	>12 t	-
Ensemble routier	Longue distance	40 t	21 %

NB : les facteurs d'émission de chaque mode de transport sont considérés sur un périmètre global « du puits à la roue » intégrant :

- La phase amont, appelée aussi « du puits au réservoir » (émissions de gaz à effet de serre en équivalent CO₂ lors de l'extraction, du transport, de la transformation et de la distribution de l'énergie considérée),
- La phase utilisation, appelée aussi « du réservoir à la roue » (émissions de CO₂ lors de l'utilisation de l'énergie considérée).

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Une analyse des études sur le sujet¹⁰⁶ permet de quantifier les gains pour les NOx uniquement ; on ne dispose pas d'informations précises sur les émissions de PM et de COV.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (% de réduction des émissions de polluants)		
			NOx	PM	COV
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	-	-	-
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	-	-	-
Grand porteur	Régional	>12 t	-	-	-
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	+++	NC	NC

¹⁰⁶ ADEME, Estimation des gains potentiels en émissions de polluants atmosphériques (PM, NOx, COV) des actions de la charte d'engagement volontaire « Objectif CO₂ Les transporteurs s'engagent », 2016.

Domaine de pertinence

Cette solution est adaptée aux transports de tout type de marchandises, utilisant des ensembles routiers (tracteur+semi-remorque) sur des axes suivant le prolongement d'un service routier en ro-ro (ou ro-pax), notamment dans le cas de la traversée d'un bras de mer où les distances maritimes seront inférieures aux distances routières.

Mise en Œuvre

Le recours au transport combiné mer-route ne nécessite pas de matériels spécifiques. En fonction de son organisation et des types de flux considérés, le transport s'effectuera :

- Soit en accompagné : le chauffeur aura la possibilité d'effectuer ses temps de pause sur le navire,
- Soit en non-accompagné : les chauffeurs de part et d'autre de la liaison pourront utiliser de manière optimale le tracteur routier pour effectuer d'autres transports. Seule la semi-remorque avec son chargement est transportée sur le navire.

Pour ce qui concerne le territoire national, il sera pertinent d'utiliser cette solution sur des flux autour de :

- L'arc atlantique (entre une ligne Portugal-Espagne et France-Europe du nord),
- L'arc méditerranéen (entre l'Espagne, la France et l'Italie).

Ces lignes sont assurées sur des fréquences régulières entre deux ports et exploitées commercialement par des opérateurs maritimes ou armateurs (généralement propriétaires des navires).

Pour davantage de renseignements sur les lignes régulières en exploitation et les différents acteurs de la profession, consulter les sites internet www.viacombi.eu et www.shortsea.fr.

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- Pourcentage supplémentaire de recours au transport combiné mer-route en t.km.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Suivi des consommations et du kilométrage des véhicules routiers utilisés en approche des navires ;
- Suivi des tonnes kilomètres routières et maritimes.

Solution 2 : Recours au transport combiné fleuve-route

Comment ça marche ?

La configuration la plus fréquente est l'acheminement des conteneurs maritimes par le mode fluvial entre un port maritime et un port fluvial. Le pré ou post-acheminement est effectué par route ou, plus rarement, par rail. Dans ce cas, le transport combiné se situe dans le prolongement de lignes maritimes utilisant des navires porte-conteneurs.



Un autre type de chaîne, bien que moins fréquent, se développe. Les marchandises, chargées au départ des usines ou des entrepôts dans des conteneurs ou caisses mobiles sont acheminées par route (ou par rail) vers un terminal fleuve-route. Ces UTI sont transférées et acheminées par barge jusqu'au terminal de destination. Après avoir été transférées à nouveau sur un ensemble routier, elles sont livrées chez le destinataire.



Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Le transport de marchandises par voie fluviale émet en moyenne entre 8 et 59 gCO₂e/t.km suivant le bassin fluvial et la puissance des équipements (automoteur, pousseur)¹⁰⁷.

En considérant le facteur d'émission agrégé moyen en France des tracteurs routiers (PTAC 40T) de 86 gCO₂e/t.km⁽¹⁰⁸⁾ et celui du transport fluvial moyen (tout type de bassin et équipement), soit 21,6 gCO₂e/t.km, la réduction des émissions de CO₂ est de 75 %¹⁰⁹.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Recours au Transport Combiné Fleuve-Route (% de réduction des émissions de CO ₂)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	-
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	-
Grand porteur	Régional	>12 t	-
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	75 %

NB : les facteurs d'émission de chaque mode de transport sont considérés sur un périmètre global « du puits à la roue » intégrant :

- La phase amont, appelée aussi « du puits au réservoir » (émissions de gaz à effet de serre en équivalent CO₂ lors de l'extraction, du transport, de la transformation et de la distribution de l'énergie considérée),
- La phase utilisation, appelée aussi « du réservoir à la roue » (émissions de CO₂ lors de l'utilisation de l'énergie considérée).

¹⁰⁷ ADEME/VNF, [Efficacité énergétique et environnementale du transport fluvial de marchandises et de personnes](#), 2019.

¹⁰⁸ MTES, « [Guide méthodologique « Information GES des prestations de transport »](#) », 2018.

¹⁰⁹ Sans prendre en compte l'impact des pré et post acheminements routiers.

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Une analyse des études sur le sujet¹¹⁰ met en évidence un impact négatif sur l'ensemble des émissions de polluants.

Ce surplus d'émission s'explique par un manque de normes d'émissions sur les bateaux, et à l'inverse par des normes de plus en plus strictes sur les véhicules routiers. Si les péniches sont une bonne alternative en termes de CO₂, les émissions du fluvial sont moins traitées à l'aide de dispositifs de filtres à particule notamment et entraînent donc des rejets de polluants locaux plus importants à la tonne.kilomètre transportée.

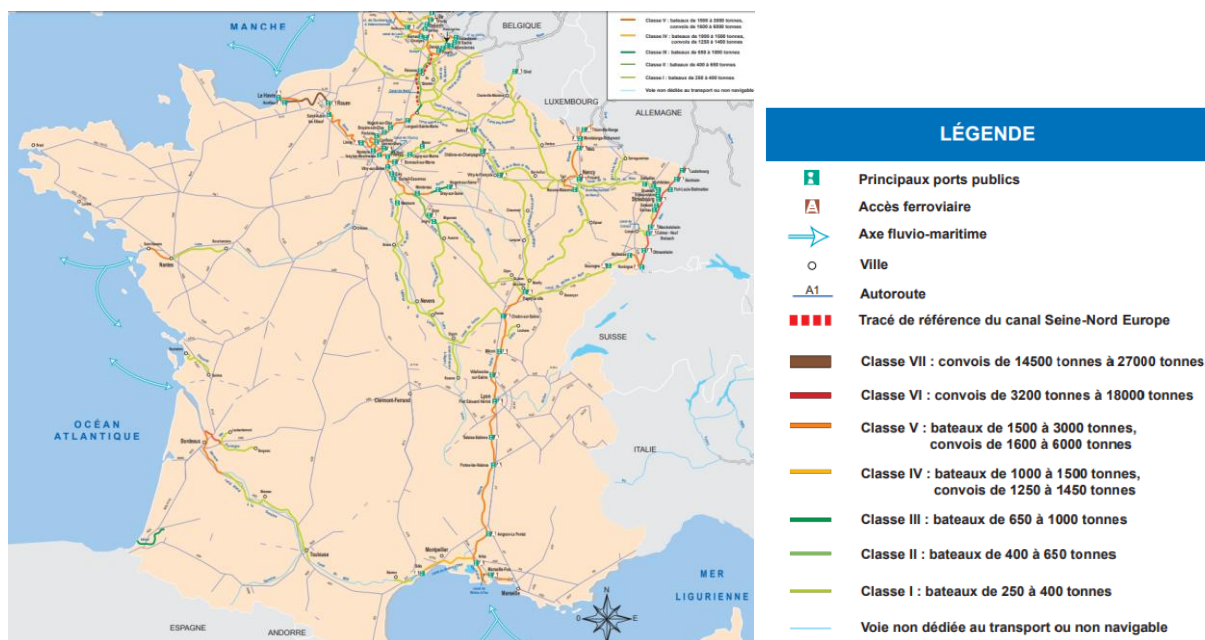
Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (% de réduction des émissions de polluants)		
			NOx	PM	COV
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	-	-	-
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	-	-	-
Grand porteur	Régional	>12 t	-	-	-
Ensemble routier	Longue Distance	40 t			

Domaine de pertinence

Cette solution est adaptée aux transports de tout type de marchandises sur des axes suivant les grands bassins fluviaux français (voir carte dans la rubrique « Mise en œuvre »).

Mise en Œuvre

Les voies fluviales sont distinguées en gabarits (grand, moyen et petit), eux-mêmes séparés en classes en fonction du port en lourd (chargement maximum des unités fluviales) admissible. L'infrastructure et le réseau fluvial sont gérés par Voies Navigables de France (VNF).



Carte du réseau fluvial de France (VNF avril 2018)

Deux types de transport routier peuvent être envisagés par transport combiné fleuve-route :

- L'acheminement de conteneurs maritimes de type ISO (20' ou 40') en provenance ou à destination d'un port maritime. Dans ce cas, il s'agit de s'adresser aux opérateurs fluviaux qui assurent des liaisons régulières sur les axes identifiés entre deux plates-formes portuaires. L'opérateur a un rôle d'armateur. Il est généralement propriétaire des barges fluviales. Une

¹¹⁰ ADEME, Estimation des gains potentiels en émissions de polluants atmosphériques (PM, NOx, COV) des actions de la charte d'engagement volontaire « Objectif CO₂ Les transporteurs s'engagent », 2016.

organisation spécifique sera à prévoir au niveau des pré- et post-acheminements routiers soit avec ses propres véhicules et châssis soit en sous-traitance avec des « tractionnaires ».

- Le transport massifié de marchandises depuis un site industriel ou une plate-forme logistique vers un port fluvial localisé dans une zone urbaine pour être réacheminées ensuite par la route. Dans ce cas, après identification d'un opérateur fluvial, il s'agira d'acquérir ou de louer des UTI sous la forme de conteneurs spécifiques ou de caisses mobiles (possibilité de financement via le dispositif des Certificats d'Economies d'Energie. Pour plus de renseignements, se référer à la fiche CEE en annexe de cette fiche détaillée). Une organisation spécifique sera également à prévoir au niveau des pré et post acheminements routiers, soit avec ses propres véhicules et châssis, soit en sous-traitance avec des « tractionnaires ».

Pour davantage de renseignements sur les lignes régulières en exploitation, les différents acteurs de la profession, les différentes techniques et matériels, consulter les sites internet www.viacombi.eu et www.vnf.fr.

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- Pourcentage supplémentaire de recours au transport combiné fleuve-route en t.km.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Suivi des consommations et du kilométrage des véhicules routiers utilisés en approche des plateformes portuaires fluviales ;
- Suivi des t.km routières et fluviales.

Solution 3 : Recours au transport combiné rail -route

Comment ça marche ?

Dans le TCRR (**Transport Combiné Rail-Route**) **non accompagné**, les marchandises, chargées au départ des usines ou des entrepôts dans des conteneurs, caisses mobiles ou semi-remorques sont acheminées par route vers un terminal. Ces UTI sont transférées et acheminées par train jusqu'au terminal de destination. Après avoir été transférées à nouveau sur un ensemble routier, elles sont livrées chez le destinataire. A noter également la technique du combiné léger (systèmes multi-berces et polyrail) qui ne nécessite pas de plate-forme de transbordement.



Par extension, est également considéré comme du transport combiné rail-route l'acheminement des conteneurs maritimes par le mode ferroviaire entre un port maritime et une plate-forme rail-route. Dans ce cas, le transport combiné se situe dans le prolongement de lignes maritimes utilisant des navires porte-conteneurs.



L'**autoroute ferroviaire** (appelée également route roulante) appartient à la catégorie du transport combiné rail-route. Deux configurations sont possibles :

- Le mode accompagné (les chauffeurs, tracteurs et remorques voyagent dans le train) ;
- Le mode non accompagné (seuls les tracteurs ou les remorques sont chargés sur les wagons, sans les chauffeurs).



Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

En considérant le facteur d'émission agrégé moyen en France des tracteurs routiers (PTAC 40 t) de 86 gCO₂e/t.km et celui du transport combiné rail-route moyen, soit 4,4 gCO₂e/t.km, la réduction des émissions de CO₂ est de 95 %¹¹¹.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Recours au Transport Combiné Rail-Route (% de réduction des émissions de CO ₂)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	-
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	-
Grand porteur	Régional	>12 t	-
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	95 %

NB : les facteurs d'émission de chaque mode de transport sont considérés sur un périmètre global « du puits à la roue » intégrant :

- La phase amont, appelée aussi « du puits au réservoir » (émissions de gaz à effet de serre en équivalent CO₂ lors de l'extraction, du transport, de la transformation et de la distribution de l'énergie considérée),

¹¹¹ MTES, « [Guide méthodologique « Information GES des prestations de transport »](#) », 2018.

- La phase utilisation, appelée aussi « du réservoir à la roue » (émissions de CO₂ lors de l'utilisation de l'énergie considérée).

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Une analyse des études sur le sujet¹¹² montre un impact contrasté selon les polluants considérés. Ainsi, si un gain est avéré sur les NOx et les COV, on note un surplus d'émission induit par l'abrasion des rails et des caténaires. Il est cependant important de souligner que si l'impact sanitaire fort des particules fines issues de la combustion thermique des moteurs (et notamment du diesel) est avérée, les particules issues de l'abrasion des rails et caténaires ont pour le moment fait l'objet de très peu d'analyse.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (% de réduction des émissions de polluants)		
			NOx	PM	COV
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	-	-	-
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	-	-	-
Grand porteur	Régional	>12 t	-	-	-
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	+++		+++

Domaine de pertinence

Cette solution est adaptée aux transports de tout type de marchandises, utilisant des ensembles routiers.

Ces solutions rail-route sont adaptées à quasiment tous les types de marchandises et notamment (mais pas exclusivement) aux trafics de longue distance > 500 km⁽¹¹³⁾ si possible équilibrés en aller et retour. Le transport combiné rail-route permet de réduire le nombre de poids lourds sur le réseau routier et autoroutier et par conséquent de décongestionner les grands axes aux abords des grandes agglomérations et des métropoles. Des solutions spécifiques d'optimisation de la logistique du dernier kilomètre peuvent alors être envisagées (cf. fiche n°6 « optimisation du transport de marchandises en ville » de l'axe organisation).

Mise en Œuvre

L'infrastructure et le réseau ferroviaire sont gérés par SNCF Réseau en France.

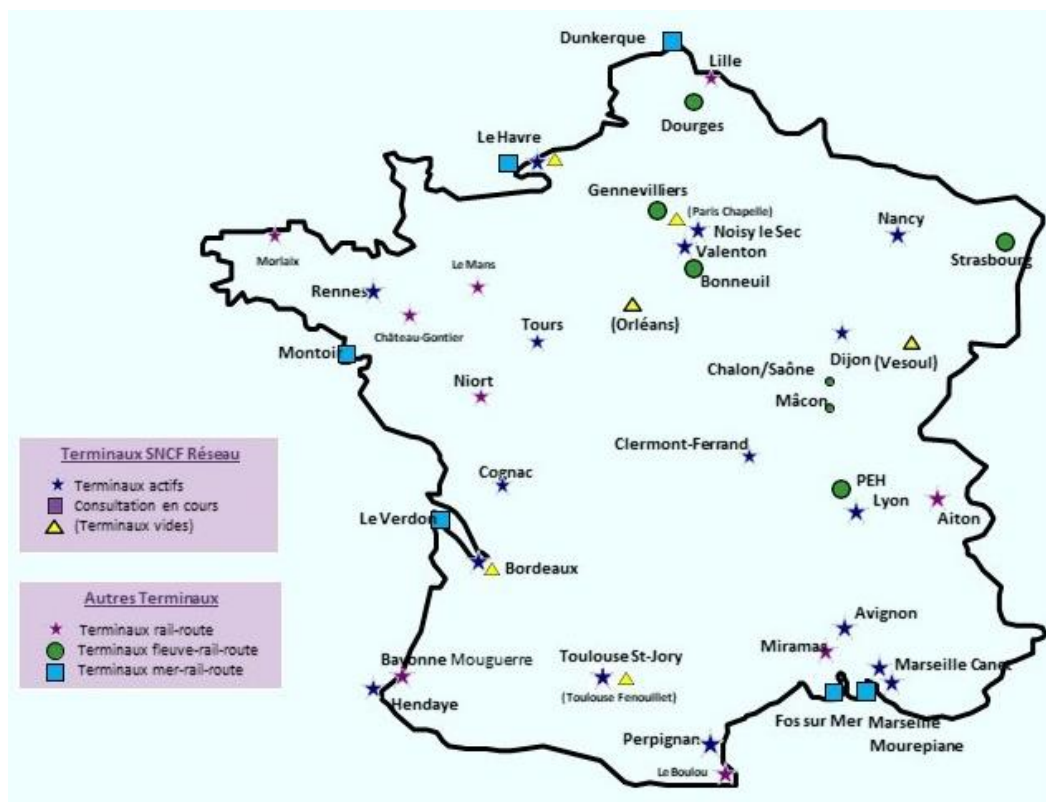
Transport combiné rail-route non accompagné par UTI :

Le Document de référence du réseau ferré national (DDR) présente la liste des 20 chantiers de transport combiné actifs¹¹⁴.

¹¹² ADEME, Estimation des gains potentiels en émissions de polluants atmosphériques (PM, NOx, COV) des actions de la charte d'engagement volontaire « Objectif CO₂ Les transporteurs s'engagent », 2016.

¹¹³ « Tableau de Bord des Transports Combinés », ADEME, 2006

¹¹⁴ https://www.sncf-reseau.com/sites/default/files/drr_horaires/drr_2019/fr/DRR2019-annexe-8.1_0.pdf



Carte des Terminals du Transport Combiné, situation au 1^{er} février 2018 (source : GNTC)

Deux types de transport routier peuvent être envisagés par transport combiné rail-route :

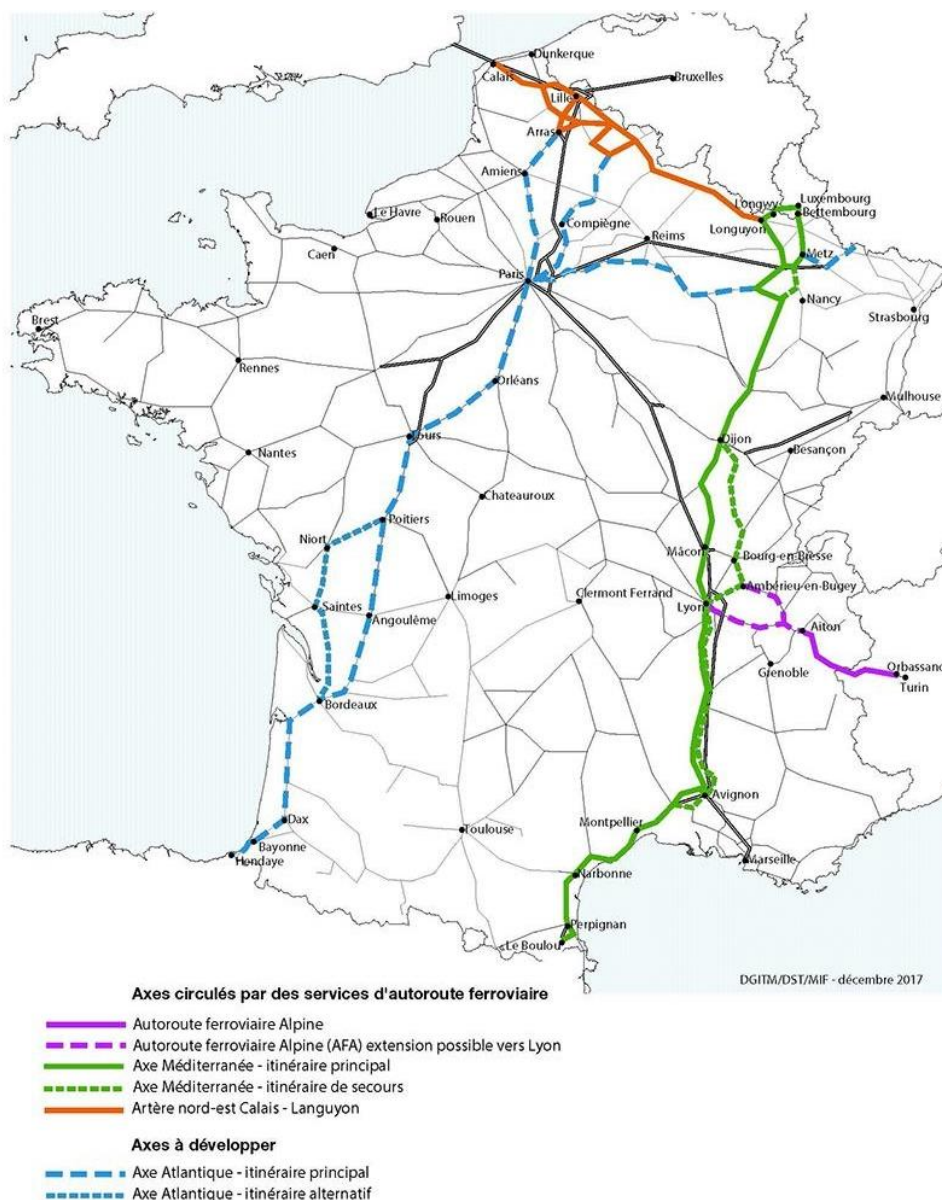
- L'acheminement de conteneurs maritimes de type ISO (20' ou 40') en provenance ou à destination d'un port maritime.
- Le transport de marchandises (palettisées ou non) entre deux sites industriels ou entrepôts logistiques. Dans ce cas, il s'agira d'acquérir ou de louer des Unités de Transport Intermodal (UTI) sous la forme de caisses mobiles, conteneurs spécifiques ou semi-remorques à prise par pince (possibilité de financement via le dispositif des Certificats d'Economie d'Énergie Pour plus d'informations, se référer à la fiche CEE en annexe de cette fiche détaillée). Une organisation spécifique sera également à prévoir au niveau des pré- et post-acheminements routiers, soit avec ses propres véhicules et châssis, soit en sous-traitance avec des « tractionnaires ».

Le transporteur routier s'adressera aux opérateurs de transport combiné qui assurent des liaisons régulières sur les axes identifiés entre deux terminaux rail-route. Ces opérateurs de transport combiné assurent l'exploitation commerciale du transport ferroviaire et sont situés sur des terminaux où se réalisent les opérations de transbordement des UTI.

Pour davantage de renseignements sur les lignes régulières en exploitation, les différents acteurs de la profession, les différentes techniques et matériels, consulter les sites internet www.viacombi.eu et <https://www.sncf-reseau.fr>.

Autoroute ferroviaire

La carte ci-dessous présente les lignes d'autoroutes ferroviaires en France (actuelles et en réflexion).



Itinéraires pour services d'autoroute ferroviaire : situation actuelle et perspective (source : MTES, 2019)

Le recours aux autoroutes ferroviaires ne nécessite pas de matériels spécifiques. Selon le service offert le transport s'effectuera :

- Soit en accompagné : le tracteur (avec conducteur) et la semi-remorque sont transportés sur les wagons. C'est la possibilité donnée au service entre Aiton et Orbassano (www.ferralpina.com),
- Soit en non-accompagné : seules les semi-remorques sont transportées sur les wagons. Une organisation spécifique sera à prévoir au niveau des pré- et post-acheminements routiers, soit avec ses propres véhicules et châssis, soit en sous-traitance avec des « tractionnaires ». Les chauffeurs de part et d'autre de la liaison pourront utiliser de manière optimale, le tracteur routier pour effectuer d'autres transports. Cette solution est offerte sur le service entre Bettembourg et Perpignan (www.lorry-rail.com et www.viaa.com), mais aussi entre Aiton et Orbassano (www.ferralpina.com).

Pour davantage de renseignements sur les lignes régulières en exploitation, les différents acteurs de la profession, les différentes techniques et matériels, consulter les sites internet www.viacombi.eu et www.sncf-reseau.fr.

L'Autoroute Ferroviaire Alpine

L'Autoroute Ferroviaire Alpine (AFA), ou Autostrada Ferroviaria Alpina est exploitée depuis le 4 novembre 2003 par une société commune à la SNCF et Trenitalia. À la suite de l'incendie du tunnel du Mont-Blanc en 1999, les Etats français et italien ont officiellement décidé en 2001 de créer cette ligne, à l'époque expérimentale, à l'aide de subventions accordées jusqu'en 2006 et ce avec l'aval de l'Union Européenne. Déficitaire à son lancement, la société a réalisé un retour à l'équilibre en 2006.

Aménagée à l'entrée de la vallée de la Maurienne, la plate-forme de transbordement d'Aiton se situe à 25 km de Chambéry. L'AFA sillonne la vallée de la Maurienne pour rejoindre 175 km plus loin le terminal de transbordement italien d'Orbassano dans la proche banlieue de Turin (105 km côté italien et 70 km côté français).



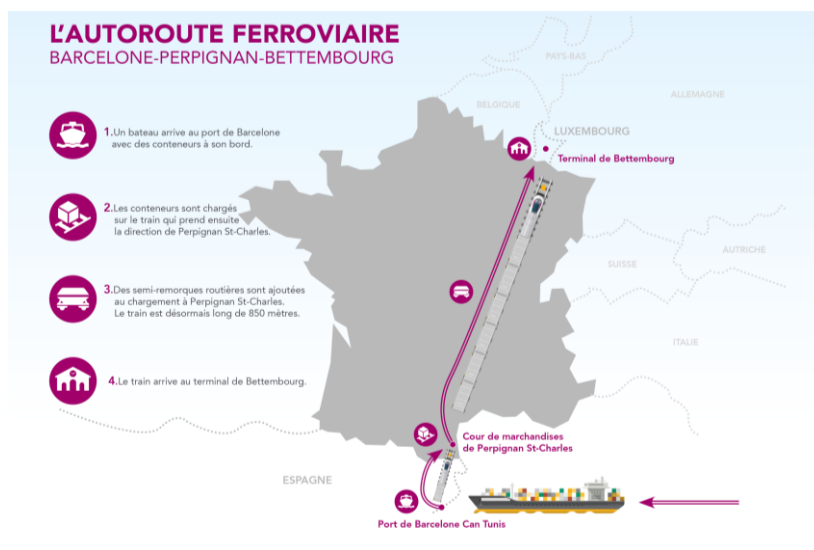
L'autoroute ferroviaire Le Boulou - Bettembourg

La plus longue autoroute ferroviaire d'Europe relie le Boulou (près de Perpignan) à Bettembourg au Luxembourg.

L'exploitation de la ligne est assurée par l'opérateur Lorry-Rail depuis le mois de septembre 2007. Le service proposé est basé sur la technique des wagons articulés Modalohr permettant de transport de semi-remorques non-accompagnées (sans tracteur ni chauffeur) sur plus de 1 000 km.

Chaque train d'une longueur de 850 m permet de transporter jusqu'à 2 300 t. Le service est assuré 7 jours sur 7 à raison de 3 allers-retours quotidiens. Une activité de transport d'UTI (caisses mobiles et conteneurs) vient compléter la gamme.

En février 2019, l'extension jusqu'à Barcelone a été inaugurée. Ce sont 6 allers-retours qui sont assurés entre Barcelone et Bettembourg sur une distance de 1 219 km (22 heures par trajet).



Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- Pourcentage supplémentaire de recours au transport combiné rail-route en t.km.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Suivi des consommations et du kilométrage des véhicules routiers utilisés en approche des plateformes de transport combiné rail-route ;
- Suivi des t.km routières et ferroviaires.

Fiches de synthèse des « Certificats d'Économies d'Énergie » relative aux UTI pour le TCRR



Certificats d'économies d'énergie

Opération n° TRA-EQ-101

Unité de transport intermodal pour le transport combiné rail-route

1. Secteur d'application

Transport combiné rail-route appliqué au transport interurbain de marchandises.

2. Dénomination

Acquisition (achat ou location) d'une unité de transport intermodal (UTI) neuve (caisse mobile ou semi-remorque à prise par pinces) dédiée au transport combiné rail-route.

Les containers maritimes de type ISO ne sont pas éligibles à cette opération.

3. Conditions pour la délivrance de certificats

L'unité de transport intermodal est identifiée par son n° de série délivré par le constructeur de l'UTI.

Dans le cas d'une location, la durée du contrat de location est au minimum de 36 mois, hors reconduction tacite.

La date d'achèvement de l'opération est la date de fin du relevé de trafic prévu ci-dessous.

Le délai entre la date de la preuve de réalisation de l'opération et la date d'achèvement de l'opération est au maximum de 12 mois.

La preuve de réalisation de l'opération mentionne :

- le n° de série de l'UTI ;
- le fait que l'UTI est neuve ;
- la longueur de l'UTI, et pour une UTI de longueur inférieure à 9 mètres, son poids total en charge (PTC).

Le document justificatif spécifique à l'opération est le ou les relevé(s) de trafic, issu de l'opérateur de transport combiné, listant les trajets réalisés par l'UTI, identifiée par son numéro de série, et précisant pour chaque trajet les lieux de départ et d'arrivée : ville, code postal, pays.

L'ensemble des relevés de trafic couvre une période d'essai au maximum de 6 mois consécutifs. Seuls sont pris en compte les voyages, à plein ou à vide, effectués au départ ou à l'arrivée d'au moins un terminal de transport combiné en France.

4. Durée de vie conventionnelle

12 ans.

5. Montant de certificats en kWh cumac

Longueur de l'UTI	Montant en kWh cumac par voyage	X	Nombre de voyages moyen réalisé sur un an
UTI ≥ 9 m ou UTI < 9 m dont le poids total en charge (PTC) est supérieur à 30 tonnes	18 500		N
UTI < 9 m dont le PTC est inférieur à 30 tonnes	9 300	N	

Le nombre de voyages moyen réalisé sur un an (N) correspond au nombre de voyages du ou des relevés de trafic, multiplié par deux.

Fiches de synthèse des « Certificats d'Économies d'Énergie » relative aux UTI pour le TCF



Certificats d'économies d'énergie

Opération n° TRA-EQ-107

Unité de transport intermodal pour le transport combiné fluvial-route

1. Secteur d'application

Transport combiné fluvial-route appliqué au transport de marchandises.

2. Dénomination

Acquisition (achat ou location) d'une unité de transport intermodal (UTI) neuve (caisse mobile ou semi-remorque à prise par pinces) de toute taille (de 20 à 45 pieds) dédiée au transport combiné fluvial-route.

Les containers maritimes de type ISO ne sont pas éligibles à cette opération.

3. Conditions pour la délivrance des certificats

L'unité de transport intermodal est identifiée par son n° de série délivré par le constructeur de l'UTI.

Dans le cas d'une location, la durée du contrat de location est au minimum de 36 mois, hors reconduction tacite.

La date d'achèvement de l'opération est la date de fin du relevé de trafic prévu ci-dessous.

Le délai entre la date de la preuve de réalisation de l'opération et la date d'achèvement de l'opération est au maximum de 12 mois.

La preuve de réalisation de l'opération mentionne :

- le n° de série de l'UTI ;
- le fait que l'UTI est neuve.

Le document justificatif spécifique à l'opération est le ou les relevé(s) de trafic, issu de l'opérateur de transport combiné listant les trajets réalisés par l'UTI, identifiée par son numéro de série, et précisant pour chaque trajet les lieux de départ et d'arrivée : ville, code postal, pays et la catégorie de bateaux utilisés.

L'ensemble des relevés de trafic couvre une période d'essai au maximum de 6 mois consécutifs. Seuls sont pris en compte les voyages, à plein ou à vide de l'UTI, effectués au départ ou à l'arrivée d'au moins un terminal de transport combiné fluvial-route en France.

4. Durée de vie conventionnelle

12 ans.

5. Montant de certificats en kWh cumac

Le montant des certificats d'économies d'énergie en kWh cumac est déterminé selon la formule suivante :

$$Ga \times V$$

Avec :

Ga = gain net actualisé en kWh cumac de l'UTI selon le bassin de navigation et le type de bateaux :

Type de bateaux	Seine	Rhône	Nord Pas-de-Calais	Rhin/Moselle	Interbassin
Bateau DEK (1 000 t)	3 800	3 200	3 300	1 200	2 900
Bateau RHK (1 350 t)	7 900	7 500	4 000	2 600	5 500
Bateau Grand Rhénan (2 500 t)	8 500	7 800	4 700	4 100	6300
Bateau Convois (4 400 t)	9 000	8 500	8 300	6 500	8 000

V = nombre de voyages de l'UTI achetée ou louée relevés sur 6 mois x 2 (soit le nombre de voyages par an réalisés par l'UTI en transport combiné fluvial-route)

On considère que le trafic réalisé par l'UTI sur 6 mois consécutifs est maintenu en moyenne sur la durée de vie du matériel.

Axe Organisation des flux de transport– Fiche n° 2

Outils informatiques d'optimisation des trajets

SYNTHESE

Description de l'action

Les outils informatiques d'exploitation disponibles sur le marché permettent une meilleure organisation des trafics de marchandises et peuvent en conséquence limiter les consommations de carburant et les émissions de CO₂.

On peut distinguer deux types d'outils : ceux qui permettent de créer les plans de transport en central et ceux qui permettent de géolocaliser les véhicules.

Le premier type d'outil est à utiliser en amont pour affiner l'organisation des trajets, le second est un outil d'exploitation qui peut permettre d'adapter les trajets en temps réel.

Domaine de pertinence

Ces outils sont adaptés à tous les types de transport.

Ils sont d'autant plus pertinents que les plans de transport sont complexes et que les itinéraires sont variés.

Solutions	Gains CO ₂	Retour sur investissement	Faisabilité	Domaine de pertinence
Outils de création de plans de transport	0% à 10% 5% à 15%	>3 ans à <1 an	Difficile à Facile	VUL PP GP ER
Acquisition d'un outil de création de plans de transport				
Outils de géolocalisation des véhicules	0% à 10% 1% à 10%	>3 ans à <1 an	Difficile à Facile	VUL PP GP ER
Acquisition d'un outil de géolocalisation du véhicule				

Solutions	Gains NOx	Gains PM	Gains COV	Domaine de pertinence
Outils de création de plans de transport	Variable	Variable	Variable	VUL PP GP ER
Acquisition d'un outil de création de plans de transport				
Outils de géolocalisation des véhicules	+	+	+	VUL PP GP ER
Acquisition d'un outil de géolocalisation du véhicule				

Axe Organisation – Fiche n° 2
Outils informatiques d'optimisation des trajets
FICHE DETAILLEE

Contexte et réglementation

Le marché des outils de gestion de flotte met en concurrence plusieurs dizaines de fournisseurs provenant notamment de l'univers de la location automobile, du milieu pétrolier et de l'informatique, ainsi que les constructeurs de véhicules qui proposent des produits complets en première ou seconde monte.

La solution n°2 « outils de géolocalisation » est en lien avec la solution n°2 « télématique embarquée » de la fiche action n°4 de l'axe Carburant relative à l'amélioration du suivi des consommations. En effet, la géolocalisation est une option qui peut être proposée par les systèmes de télématique embarquée.

Solution 1 : Outils de création de plans de transport

Comment ça marche ?

De nombreuses solutions d'optimisation de la planification des tournées existent aujourd'hui sur le marché. Des progiciels interactifs d'optimisation sous contrainte tiennent compte des plages horaires des clients, de la capacité des véhicules, des temps de service... Les tournées sont calculées selon des paramètres propres à l'entreprise, s'appuient sur des données cartographiques détaillées et intègrent les spécificités et contraintes de circulation des poids lourds (hauteurs de ponts, limites de tonnages...).

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

La mise en place d'outils de création de plan de transport permet de réorganiser les tournées et de réduire les kilomètres inutiles. Le tableau suivant présente les ordres de grandeur des gains de consommation associés à cette action liée à la baisse des distances transportées.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Outils de création de plan de transport (en % de consommation)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	5-15 %
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	
Grand porteur	Régional	>12 t	
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	

Source : ADEME

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Une analyse des études sur le sujet¹¹⁵ montre que la réduction du kilométrage roulé par la mise en place d'outils informatiques d'optimisation des tournées a un impact variable sur les consommations de carburant, en fonction des kilomètres inutiles identifiés et évités. L'impact sur les émissions de polluants est proportionnel à l'impact sur les consommations de carburant car le processus impacté est la réduction des kilomètres roulés et non pas une modification quelconque du régime moteur. On conserve donc l'impact CO₂ qui est appliqué aux différents polluants considérés.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (% de réduction des émissions de polluants)		
			NOx	PM	COV
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	Variable	Variable	Variable
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t			
Grand porteur	Régional	>12 t			
Ensemble routier	Longue Distance	40 t			

Domaine de pertinence

Cette solution est particulièrement intéressante dans le secteur de la distribution (lots partiels) et de la messagerie (petit colis) et lorsque les tournées sont complexes et variables.

Mise en Œuvre

Le choix du progiciel est une décision importante, qui doit se faire une fois que les attentes ont été comprises par le prestataire et inscrites dans un cahier des charges précis. Quatre étapes de base peuvent être distinguées pour la mise en place de l'outil informatique :

- 1) identification des besoins (évaluation des processus actuels, besoins actuels et futurs, ...) ;

¹¹⁵ ADEME, Estimation des gains potentiels en émissions de polluants atmosphériques (PM, NOx, COV) des actions de la charte d'engagement volontaire « Objectif CO₂ Les transporteurs s'engagent », 2016.

- 2) sélection du produit et du prestataire (étude de marché, analyse coût-bénéfice des différentes solutions, qualité du service après-vente) ;
- 3) implémentation du système (série de tests, formation du personnel, ...) ;
- 4) suivi et amélioration du système (suivi des progrès, ajustements, ...).

L'acquisition d'un outil de création de plans de transport devra être accompagnée de formations dédiées et régulières afin de profiter au maximum des fonctionnalités. Il est primordial de former les utilisateurs à un bon paramétrage de l'outil en fonction des évolutions de l'activité, puis de faire confiance à 100 % aux tournées proposées par l'outil. Le recours à des retouches manuelles quotidiennes des tournées, « basées sur l'expérience », aboutit souvent à dégrader la performance et rend l'outil inutile. Avec la mise en place d'un outil, le rôle de la personne chargée d'organiser les tournées évolue : il ne s'agit pas de corriger les propositions de l'outil, mais de connaître parfaitement le fonctionnement de l'entreprise et des clients pour paramétrer correctement l'outil en amont afin que celui-ci fasse des propositions optimales.

Le coût est très variable en fonction de la flotte de véhicules.

Le temps de retour sur investissement de la mise en place d'un outil de création de plan de transport est intermédiaire (1-3 ans), les coûts ainsi que les gains étant relativement élevés. Toutefois, il est important de prendre en considération que le retour sur investissement dépendra de l'énergie allouée au déploiement, au suivi, et éventuellement à la formation associée à cette solution.

Du fait du temps nécessaire pour le choix de la solution optimale puis pour sa mise en œuvre et de la nécessité d'une mobilisation pour mettre en place cette solution, la faisabilité est intermédiaire.

Suivi de la solution

Indicateurs de suivi de la solution :

- Pourcentage de lignes (ou parcours) optimisées ;
- Pourcentage de réduction des km.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Suivi de l'utilisation du(des) logiciel(s) ;
- Analyse des distances parcourues par véhicules.

Solution 2 : Outils de géolocalisation des véhicules

Comment ça marche ?

Différentes solutions de géolocalisation des véhicules existent :



- Le téléphone GSM : Un simple smartphone permet d'être localisé.



- Le module GPS/GSM. C'est la technologie la plus courante en matière de gestion de flottes. Un boîtier regroupe un récepteur GPS et une carte SIM. Le boîtier GPS/GSM peut aussi être couplé avec un kit mains-libres et un Personal Digital Assistant (PDA), c'est-à-dire un assistant numérique personnel ou organisateur.



- Outils de chargement à distance des données légales issues du chronotachygraphe : ces outils de téléchargement disponibles depuis l'introduction du chronotachygraphe numérique communiquant (reconnaissance de la carte d'entreprise à distance) peuvent être enrichis de fonctionnalités de géolocalisation.



- Les boîtiers télématiques. Composés d'un boîtier GPS/GSM et d'une carte SIM, les boîtiers télématiques sont embarqués sur chaque véhicule de la flotte afin de localiser ces véhicules, de numériser leurs informations d'usage et d'en permettre la centralisation et l'analyse sur un logiciel de suivi.

Un pilotage en central peut être associé à la géolocalisation de l'ensemble des véhicules du parc. Trois avantages importants sont associés à la centralisation de l'information :

- L'attribution dynamique des missions grâce à la géolocalisation : les enlèvements de marchandises peuvent être alloués au véhicule le plus proche de la zone de chargement à un instant donné ;
- Des réajustements sont effectués : par exemple, un changement de destination du véhicule A, lorsque le véhicule B qui transporte le même chargement est plus proche du point de destination ;
- La prise en compte des conditions de trafic.

Le schéma ci-dessous présente les flux d'échange de données entre chaque véhicule et le poste de pilotage central.

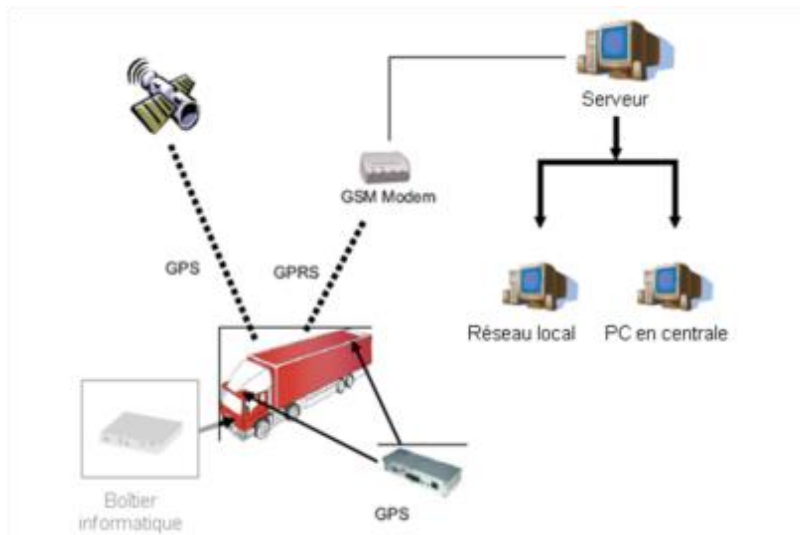


Schéma des échanges de données (cas GPS et informatique embarquée)

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

L'utilisation de ces outils induit non seulement des gains de productivité, mais engendre, sous certaines conditions, de réels gains de consommation. La consommation sera en effet réduite dans les cas où l'optimisation permettra de limiter les distances parcourues ou d'éviter qu'un véhicule passe du temps dans un embouteillage. Pour que la géolocalisation puisse être effectivement transformée en gain de consommation il faut d'une part que l'information soit disponible à temps pour permettre d'emprunter un itinéraire alternatif en cas d'embouteillage, et d'autre part que la consommation induite par la distance supplémentaire engendrée par cet itinéraire alternatif soit inférieure à celle découlant du ralentissement. Outre leur intérêt évident pour l'identification des zones de congestion et les itinéraires les plus courts, ils permettent également aux responsables d'entreprises d'analyser a posteriori les parcours effectués par les véhicules de la flotte et d'effectuer des « débriefings » avec les conducteurs afin d'identifier d'éventuelles mesures correctives.

En outre, certains logiciels de géolocalisation indiquent en temps réel, après saisie de l'adresse d'un nouveau client à livrer, où se trouve le véhicule le plus proche du point d'enlèvement de ce client.

Ces systèmes cartographiques « intelligents » permettent, dans le cas de livraisons urbaines, de réduire en moyenne d'environ 10 % la distance mensuelle parcourue par un véhicule et de réduire significativement les temps de parcours¹¹⁶. Le gain de consommation de carburant est du même ordre. Les gains indiqués ci-dessous intègrent l'effet de la réduction des distances parcourues (estimé à 1 % sur les 3 dernières catégories de véhicules) et l'effet de la congestion évitée.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Outils de géolocalisation (en % de consommation)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	10 %
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	2,5 %
Grand porteur	Régional	>12 t	2 %
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	1 %

Sources :

Calcul ADEME et Bilan Carbone® pour la congestion évitée et étude « Wayfinding Research Using Satellite Navigation to Improve Efficiency in the Road Freight Industry », réalisée par Faber Maunsell pour le Department of Transport en 2006 / Pour les véhicules utilitaires légers : données utilisateurs.

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Une analyse des études sur le sujet¹¹⁷ montre que la réduction du kilométrage roulé par la mise en place d'outils informatiques d'optimisation des tournées a un impact variable sur les consommations de carburant, en fonction des kilomètres inutiles identifiés et évités. L'impact sur les émissions de polluants est proportionnel à l'impact sur les consommations de carburant car le processus impacté est la réduction des kilomètres roulés et non pas une modification quelconque du régime moteur. On conserve donc l'impact CO₂ qui est appliqué aux différents polluants considérés.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à cette solution (% de réduction des émissions de polluants)		
			NOx	PM	COV
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	+++	+++	+++
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	+	+	+
Grand porteur	Régional	>12 t	+	+	+
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	+	+	+

¹¹⁶ Donnée utilisateur.

¹¹⁷ ADEME, Estimation des gains potentiels en émissions de polluants atmosphériques (PM, NOx, COV) des actions de la charte d'engagement volontaire « Objectif CO₂ Les transporteurs s'engagent », 2016.

Domaine de pertinence

Cette solution est particulièrement intéressante dans le secteur de la distribution et de la messagerie, lorsque les tournées sont complexes et variables ou lorsqu'elles sont effectuées dans des zones sujettes à de fréquentes congestions. Elle est également intéressante pour un suivi spécifique de nouvelles agences ou de nouveaux conducteurs. Enfin, elle est adaptée pour toute entreprise souhaitant optimiser ses trajets.

Elle est également très pertinente dans le cas des tournées de distribution urbaine avec des véhicules utilitaires légers, car les chauffeurs n'ont pas la possibilité de conduire en toute sécurité tout en optimisant leurs parcours, sauf à connaître parfaitement la topographie de l'agglomération, ce qui n'est pas toujours le cas. Le système de géolocalisation pour l'optimisation des tournées est intéressant pour des flottes de véhicules utilitaires légers supérieures à 30-40 véhicules.

Mise en Œuvre

La perception de ces outils par les conducteurs est généralement positive car ils leur offrent des gains de temps et de confort. Afin d'intégrer ces systèmes à l'organisation de l'entreprise, il est conseillé de communiquer préalablement avec les conducteurs et le personnel administratif qui sera en charge de l'organisation, afin de présenter les outils et leurs utilisations. Cette étape préliminaire permet de surmonter les éventuelles réticences relatives à l'utilisation des outils de géolocalisation.

Dans le cas des poids lourds, il faudra être attentif à ce que les contraintes de circulation soient bien intégrées aux outils (hauteurs des ponts, voies interdites aux véhicules de plus de 3,5 t) qui peuvent toutefois avoir une précision limitée sur les derniers kilomètres.

Le coût d'un système de géolocalisation varie de moins de 100 € à plusieurs centaines d'euros (hors abonnement) par véhicule, auquel s'ajoute un abonnement mensuel de 15 €/mois pour les trackers basiques (uniquement un service de localisation) à plus de 100 €/mois et par véhicule pour des fonctionnalités plus évoluées (ce montant inclut le prix de l'abonnement pour l'accès aux données cartographiques, l'utilisation du logiciel de suivi et d'analyse ainsi que les coûts de télécommunications). En central, l'installation d'un logiciel permettra d'afficher une cartographie de localisation de l'ensemble des véhicules de la flotte. Une personne peut également être affectée en central pour contrôler et piloter les modifications de trajets. Cette solution présente donc un intérêt à la fois pour les conducteurs et pour le gestionnaire de flotte.

Le temps de retour sur investissement de la mise en place d'un outil de géolocalisation est intermédiaire (1 à 3 ans). La complexité de sa mise en œuvre est également intermédiaire, le choix de la solution la plus adaptée pouvant demander du temps et nécessiter des opérations de paramétrage lourdes (rues, chauffeurs, véhicules, clients, chargements...). Cela implique en effet d'affecter du personnel à cette tâche.

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- Nombre de véhicules équipés d'outils de géolocalisation.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Inventaire des équipements de géolocalisation de la flotte de véhicules.

Axe Organisation– Fiche n° 3 Optimisation du chargement des véhicules SYNTHESE

Description de l'action

L'optimisation du chargement des véhicules permet de transporter plus de marchandises avec un seul véhicule. Différentes solutions peuvent être envisagées, en travaillant sur l'optimisation du coefficient de chargement ou sur la réduction des trajets à vide.

Domaine de pertinence

Ces solutions sont adaptées à tous les véhicules et types de transport.

Solutions	Gains CO ₂	Retour sur investissement	Faisabilité	Domaine de pertinence
<p>Optimisation du ratio volume/poids des chargements</p> <p>Rationalisation de l'utilisation du volume et de la charge maximum du véhicule</p>	<p>0% 10%</p> <p>3% à 20%</p>	<p>>3 ans <1 an</p>	<p>Difficile Facile</p>	<p>VUL PP GP ER</p>
<p>Mutualisation du transport entre plusieurs clients</p> <p>Mise en commun d'un véhicule de transport de marchandises avec une livraison ou un enlèvement multiple</p>	<p>0% 10%</p> <p>7% à 10%</p>	<p>>3 ans <1 an</p>	<p>Difficile Facile</p>	<p>VUL PP GP ER</p>
<p>Utilisation d'un double plancher</p> <p>Utilisation d'un logiciel spécialisé permettant d'optimiser spécifiquement le taux de chargement</p>	<p>0% 10%</p> <p>14% à 21%</p>	<p>>3 ans <1 an</p> <p>Variable</p>	<p>Difficile Facile</p>	<p>ER</p>
<p>Utilisation d'un logiciel d'amélioration du coefficient de chargement</p> <p>Utilisation d'un logiciel spécialisé permettant d'optimiser spécifiquement le taux de chargement</p>	<p>0% 10%</p> <p>7% à 14%</p>	<p>>3 ans <1 an</p> <p>Variable</p>	<p>Difficile Facile</p>	<p>VUL PP GP ER</p>
<p>Remorque avec caisse mobile routière ou remorque supplémentaire</p> <p>Utilisation de caisses mobiles routières</p>	<p>0% 10%</p> <p>Variable</p>	<p>>3 ans <1 an</p> <p>Variable</p>	<p>Difficile Facile</p>	<p>ER</p>
<p>Contre-flux</p> <p>Mettre en place un système permettant de réaliser le trajet aller avec un client et le trajet retour avec un autre client</p>	<p>0% 10%</p> <p>Variable</p>	<p>>3 ans <1 an</p>	<p>Difficile Facile</p>	<p>VUL PP GP ER</p>
<p>Substitution d'un véhicule frigorifique standard par un véhicule multi-températures</p> <p>Suivant les types de produits transportés, utiliser un véhicule bi ou multi-températures permet d'éviter plusieurs trajets par des véhicules frigorifiques standard</p>	<p>0% 10%</p> <p>20% à 30%</p>	<p>>3 ans <1 an</p> <p>Variable</p>	<p>Difficile Facile</p>	<p>VUL PP GP ER</p>

Les gains en émissions de polluants atmosphériques pour cette action n'ont pas été quantifiés en raison d'une trop grande diversité de contextes de mises en place des solutions. Néanmoins, on peut retenir un effet positif mais variable sur l'ensemble des solutions.

Axe Organisation des flux de transport– Fiche n° 3 Optimisation du chargement des véhicules FICHE DETAILLEE

Contexte et réglementation

L'utilisation optimale du transport routier de marchandises dépend de plusieurs facteurs : le nombre de kilomètres parcourus, le coefficient de chargement des véhicules, le taux de retour à vide... L'optimisation du nombre de kilomètres parcourus peut être réalisée au travers de l'utilisation d'outils de planification (voir la fiche action organisation des flux de transport n°2 : « Outils informatiques d'optimisation des trajets »). La présente fiche propose des solutions permettant d'optimiser le chargement du véhicule, soit en augmentant le coefficient de chargement (solutions 1, 2, 3, 4 et 5) soit en limitant les kilomètres parcourus à vide (solutions 5 et 6).

Dans le cas des poids lourds, une étude de l'Agence Européenne de l'Environnement a montré que dans l'ensemble des pays pour lesquels des données étaient disponibles, le coefficient de chargement avait légèrement diminué depuis les années 2000, la moyenne se situant en Europe à moins de 50 % (en poids). Le coefficient de chargement varie toutefois fortement en fonction des caractéristiques des activités des transporteurs.

Charge utile (tonnes)	Tonnage moyen transporté par véhicule
Moins de 4,6 t	1,2
4,6 t à 6,5 t	2,1
6,6 t à 8,9 t	3,4
9,0 t à 12,9 t	5,4
13,0 t à 16,9 t	8,2
17,0 t et plus	12,0
Ensembles articulés	15,0
Total (au prorata des t.km)	11,9

Tonnages moyens transportés par des véhicules routiers en 2017 (source : MTES sur la base de l'enquête TRM)

Augmenter le coefficient moyen de chargement (en poids et en volume) permet de limiter le nombre de trajets à vide, de diminuer le nombre de kilomètres parcourus et donc de réduire la consommation d'énergie et ses émissions de CO₂ des véhicules.

D'autre part, la réduction des distances parcourues à vide conduit à une diminution des consommations de carburant. En France en 2017, le taux de trajets à vide des véhicules lourds était inférieur à 20 %, soit un peu moins d'un kilomètre sur 5.

Trajets	Typologie de véhicule		
	Camions	Tracteurs routiers	Total
En charge	4 292	9 740	14 032
A vide	885	2 224	3 110
Total	5 178	11 964	17 142
% à vide	17,1 %	18,6 %	18,1 %

Millions de de véhicules-kilomètres réalisés en 2017 selon que le trajet soit en charge ou à vide (source : MTES sur la base de l'enquête TRM)

Les solutions d'optimisation du chargement nécessitent dans un premier temps de suivre les coefficients de chargement ainsi que les taux de retour à vide des trajets effectués.

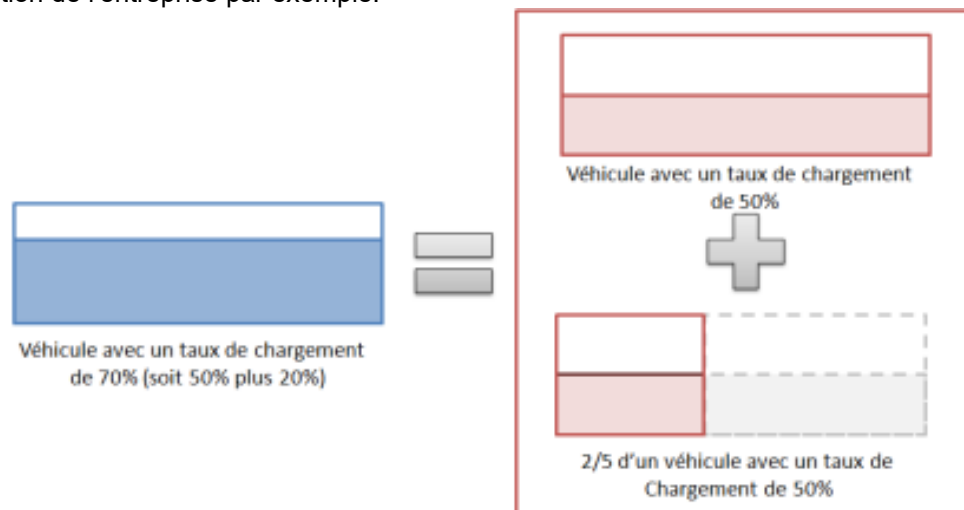
Gains associés à l'augmentation du coefficient de chargement

L'augmentation du taux de chargement des véhicules aura pour effet direct d'augmenter la charge transportée et donc les consommations de carburant associées, la consommation du véhicule étant proportionnelle à la masse totale transportée. Toutefois, la masse à vide du véhicule étant non nulle, une augmentation du taux de chargement de 10 % entraînera une augmentation moindre de la masse totale. De ce fait, la consommation de carburant par tonne transportée diminue avec l'augmentation du taux de chargement.

En faisant l'hypothèse que les marchandises supplémentaires chargées dans le véhicule auraient été acheminées par la route avec des véhicules similaires et un coefficient de chargement moyen, le gain est potentiellement très important puisqu'on peut estimer qu'une augmentation de 1 % du taux de chargement permet un gain de carburant entre 0,5 % et 0,9 % (en moyenne 0,7 %) pour la même quantité de marchandises transportées¹¹⁸.

Ces gains ont été calculés en modélisant un véhicule avec un coefficient de chargement de X+10 % (ou 20 % ou 30 %) et en comparant les émissions associées à ce véhicule (par t.km) avec celles associées au transport de la même quantité de marchandise, mais en considérant deux véhicules dont un véhicule entier avec un coefficient de chargement de X % et 1/5 (respectivement 2/5 ou 3/5) d'un autre véhicule ayant un coefficient de chargement d'un véhicule chargé à 50 %.

Le principe présenté ci-dessous reste cependant un modèle théorique et les gains associés à l'augmentation du coefficient de chargement pourront varier fortement d'un cas à l'autre, en fonction de l'organisation de l'entreprise par exemple.



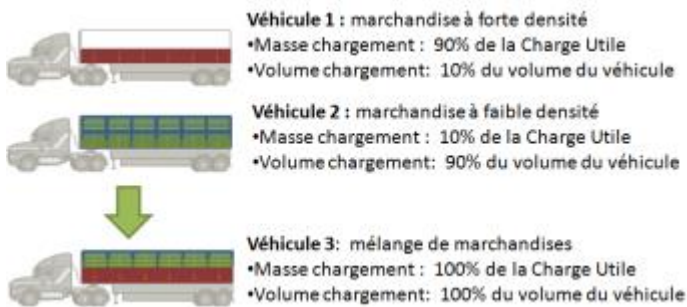
Source : Calcul ADEME à partir des données du Bilan Carbone®

¹¹⁸ Calculs réalisés à partir des données du bilan carbone®.

Solution 1 : Optimisation du ratio volume/poids des chargements

Comment ça marche ?

Lors du transport d'un produit volumineux, le PTAC du véhicule est rarement atteint. La consommation par tonne.kilomètre et les émissions de CO₂ sont alors plus importants. Pour optimiser le transport de ces produits, il est souhaitable de diversifier les types de produits transportés afin de maximiser l'utilisation du volume du véhicule et de la charge maximum autorisée.



Dans l'exemple théorique présenté ci-contre, les véhicules 1 et 2 sont sous-utilisés en raison des spécificités de la marchandise, tandis que le véhicule 3 est utilisé au maximum de ses possibilités en termes de charge et de volume.

Véhicules utilitaires légers : remorque utilitaire à guidage axial (source : équipementier)

Dans le cas des véhicules utilitaires légers, il est possible d'ajouter une remorque¹¹⁹ à certains modèles d'un PTAC égal à 3,5 t. L'accrochage de la remorque au tracteur se fait comme une remorque classique, en moins de 5 minutes. Le véhicule offre alors une charge utile de 1,5 t à 2 t, pour un volume de 20 à 25 m³ et le PTR¹²⁰ est de 7 tonnes. Cela permet de gagner en charge utile, mais dans ce cas la vitesse est limitée à 90 km/h et le permis EB est nécessaire (au lieu du permis B dans le cas d'un véhicule utilitaires léger sans remorque).

Les retours d'expérience effectués sur du transport de meubles montrent qu'une remorque permet de charger trois fois plus de meubles qu'un fourgon classique et qu'il est possible de faire des tournées de dix livraisons au lieu de trois. L'utilité d'une remorque a également été démontrée dans le cas du transport de matériaux vers des chantiers.



Il conviendra d'effectuer une comparaison fine des consommations au moment de l'achat, le poids supplémentaire de la remorque pouvant avoir un impact négatif sur la consommation de carburant et venir réduire les gains obtenus par ailleurs.

¹¹⁹ On exclut la solution de la remorque classique tractée par un utilitaire. Cette solution, bien qu'avantageuse ponctuellement est très contraignante au quotidien. L'encombrement général, la difficulté de manœuvre et le manque de stabilité sur la route des remorques classiques font qu'elles sont peu utilisées par les professionnels.

¹²⁰ Le PTR (poids total roulant autorisé) correspond à la somme des PTAC du véhicule et de la remorque.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

La mise en place de cette action peut permettre d'augmenter les taux de chargement (en poids et en volume) jusqu'à 50 %. Toutefois, pour atteindre cette augmentation, il faudra notamment avoir à disposition des produits de densités différentes ayant pour origine et destination des lieux proches. Compte tenu de ces impératifs, on peut considérer que cette solution permettra, en moyenne, d'augmenter les taux de chargement des véhicules (en poids ou en volume) de 5 à 10 %, soit un gain en consommation de carburant entre 3 % et 7 % (si on applique le coefficient de conversion moyen de 0,7 indiqué dans la fiche détaillée). Dans le cas des véhicules utilitaires légers du type châssis-cabines, on peut atteindre des gains nettement de 20 %.

Le tableau suivant présente les ordres de grandeur des gains de consommation associés à cette solution, liés à la diminution du nombre de kilomètres parcourus par les véhicules.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés la solution (en % de consommation)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	20 % (carrosseries légères)
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	3 à 7 %
Grand porteur	Régional	>12 t	3 à 7 %
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	3 à 7 %

Source : *transporteurs*

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Une analyse des études sur le sujet¹²¹ montre un impact positif de l'optimisation du chargement, même s'il est difficile d'établir un impact moyen. En effet, celui-ci est fortement dépendant de la situation avant et après optimisation, des véhicules concernés, du type d'optimisation (optimisation du poids ou du volume), ... On retiendra donc un impact positif mais non quantifié pour cette mesure.

On note peu de différences entre VUL vide ou chargé en termes d'émissions de polluants (même si pour les particules un VUL chargé émet moins qu'un VUL vide), mais des différences plus notables pour les porteurs et les semi-remorques. Cependant, si le chargement augmente les émissions de NOx, un véhicule chargé à 100 % polluera toujours moins que deux véhicules chargés à 50 %. La différence d'émissions de NOx et de PM en fonction de la charge a également tendance à diminuer avec la vitesse. Pour un véhicule effectuant un trajet de longue distance à vitesse élevée, il faut donc privilégier un remplissage maximal.

Domaine de pertinence

Cette solution est adaptée à tous les types de véhicules et à tous les types de transport. Toutefois, il sera plus aisé de la mettre en place dans le cas de lots hétérogènes.

Mise en Œuvre

Les différentes étapes de mise en œuvre de cette solution sont les suivantes :

- Identification des marchandises ayant des faibles/fortes densités : la première étape consiste à catégoriser les marchandises transportées. La solution la plus simple sera d'identifier le poids de chaque palette/lot.
- Identification des trajets pouvant intégrer les deux types de marchandises : suite au recensement et à la catégorisation des marchandises, il est nécessaire de définir le cas où il sera possible de regrouper des marchandises denses et peu denses dans un même véhicule.
- Mise en place de trajets mixtes.

Afin de faciliter l'identification du volume et du poids des palettes transportées, il existe des solutions techniques qui scannent les palettes en moins de 10 secondes et fournissent ensuite les trois dimensions ainsi que le poids de la palette. Grâce à ces systèmes, les paramètres définissant les coefficients de chargement des véhicules (en masse et en volume) sont ainsi connus et peuvent être utilisés pour optimiser le chargement.

¹²¹ ADEME, Estimation des gains potentiels en émissions de polluants atmosphériques (PM, NOx, COV) des actions de la charte d'engagement volontaire « Objectif CO₂ Les transporteurs s'engagent », 2016.

Hormis ces appareils qui facilitent la réalisation de cette action, mais qui ne sont pas strictement nécessaires, la mise en place de cette solution ne nécessite en général aucun investissement direct. Dans le cas d'une augmentation de 5 à 10 % du coefficient de chargement, on peut donc considérer que le retour sur investissement sera rapide (< 1 an).

Cette solution nécessite toutefois d'avoir un marché adapté (de nombreux trajets entre les mêmes villes ou de nombreux clients en lots partiels). La possibilité de mettre en place cette action sera donc à étudier au cas par cas.

Dans le cas des véhicules utilitaires légers, la remorque est vendue nue à des carrossiers, ainsi que les équipements spécifiques à installer sur le châssis. Le prix de base est d'environ 20 000 € HT. Avec les options (peinture, antidérapant...) le prix atteint environ 24 000 €. Le retour sur investissement est de 5 ans.

Suivi de la solution

Indicateurs de suivi de la solution :

- Coefficient de chargement massique des véhicules (tonne de chargement/ charge utile) ;
- Coefficient de chargement volumique des véhicules (volume du chargement/volume disponible).

Modalités pratiques de collecte des données :

- Suivi des coefficients de chargement des prestations de transport.

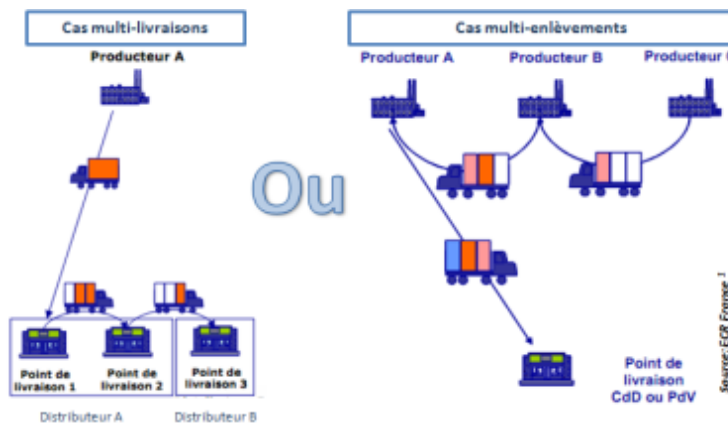
Solution 2 : Mutualisation du transport entre plusieurs clients

Comment ça marche ?

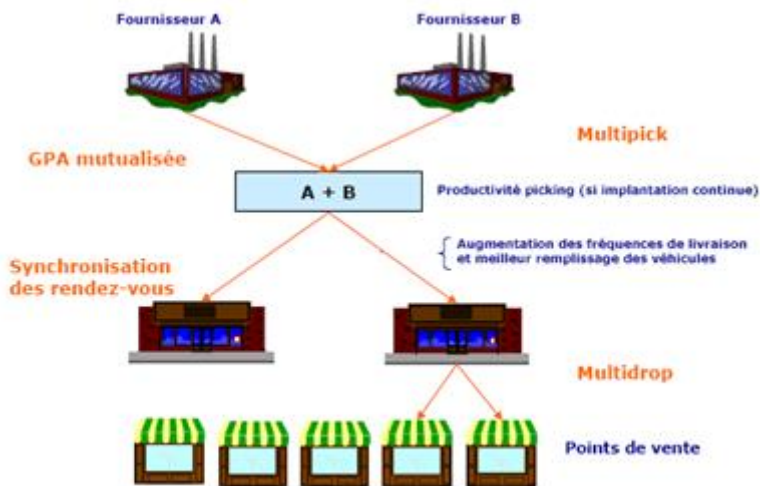
Comme le montre le schéma ci-dessous¹²², la mutualisation peut s'appuyer sur deux concepts différents :

- Soit plusieurs producteurs font appel au même véhicule pour livrer un même client (« multipick ») ;
- Soit un même véhicule chargé par un seul fournisseur livre plusieurs points de livraison appartenant le cas échéant à des enseignes différentes (« multidrop »).

Dans les deux schémas, ceci conduit à une massification des envois et donc une augmentation des coefficients de remplissage.



La mutualisation peut être poussée encore plus loin au moyen de centres de regroupement/éclatement.



La mutualisation des flux suppose une démarche globale de la part du transporteur, impliquant à la fois une optimisation des véhicules, des infrastructures (aires de livraison, plates-formes de groupage-dégroupage) et de l'organisation des flux.

Les plates-formes d'intermédiation

Le taux de remplissage des véhicules utilitaires légers en milieu urbain est souvent très faible¹²³, la mutualisation permet d'obtenir des réductions significatives des émissions de CO₂. A cet effet, les

¹²² Source : ECR France, http://www.ecr-france.org/web/conference2003/interventions/optimisation_logistique.pdf

¹²³ Source : Livre_blanco_logistique_urbain_AFILOG_janvier2012.pdf. Lors de l'enquête AFILOG 2010, 40 % des sondés ont déclaré remplir leurs véhicules à plus de 90 %, et 50 % des sondés obtiennent entre 70 et 90 % de taux de remplissage. Or, il convient de rappeler que l'ensemble des sondés sont des professionnels de la distribution,

plates-formes d'intermédiation sur internet ont pour but de créer une communauté d'acteurs offreurs et demandeurs de capacités de transport, afin de suivre de bout en bout les opérations d'acheminement des marchandises.

L'optimisation du gabarit des véhicules

Aujourd'hui, on utilise des véhicules de 7,5 à 19 t de PTAC pour les livraisons urbaines en tournées ou en point à point, à partir des centres d'éclatement logistiques situés à la périphérie des grandes agglomérations, vers les points de vente tels que les moyennes surfaces et supérettes en ville. Pour assurer la rentabilité, il faut que le tonnage moyen des lots ou des colis livrés à chaque point soit relativement élevé.

En distribution urbaine, la mutualisation des flux peut conduire l'entreprise de transport à se poser la question de l'optimisation du gabarit de ses véhicules. En effet, il est admis que¹²⁴ plusieurs petits véhicules émettent davantage de gaz à effet de serre que le véhicule de plus grande taille qu'ils remplacent. Ainsi :

- Le coût de livraison unitaire d'une palette est réduit de 40 % quand on peut charger 21 palettes sur un véhicule (ce que permet la limite règlementaire de 29 m² au sol) au lieu de seulement 7 palettes (équivalent à un véhicule utilitaire léger de 17 m³).
- Les émissions de CO₂ par kilogramme de marchandises transportées sont divisées par 4 quand on substitue une camionnette d'une capacité de 2,5 m³ portant 610 kg par un véhicule plein de 19 t de PTAC.

Ce raisonnement n'est toutefois valable que si le véhicule de grande taille a un taux de remplissage satisfaisant. Le choix du gabarit optimum du véhicule sera différent selon la logistique utilisée et les types de produits transportés. Il convient par conséquent d'effectuer une analyse au cas par cas¹²⁵.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

La mise en place d'un système de mutualisation des flux aura un effet très variable sur le taux de chargement global en fonction des distances entre les points d'enlèvement et de livraison. L'objectif principal de cette solution est de se rapprocher d'un taux de chargement de 100 % sur la part du trajet principal, tout en ayant des points d'enlèvement qui ne soient pas trop dispersés géographiquement, de même que les points de livraison. On peut considérer que sur l'ensemble du trajet, le taux de chargement augmentera de 10 à 15 % (source : ECR France), soit un gain de consommation de carburant de 7 % à 10 % (si on applique le coefficient de conversion moyen de 0,7 explicité ci-avant dans la fiche détaillée).

Le tableau suivant présente l'ordre de grandeur des gains de consommation associés à cette solution.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à la solution (en % de consommation)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	7-10 %
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	
Grand porteur	Régional	>12 t	
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	

Source : Calculs issus des données d'ECR France

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Une analyse des études sur le sujet¹²⁶ montre un impact positif de l'optimisation du chargement, même s'il est difficile d'établir un impact moyen. En effet, celui-ci est fortement dépendant de la situation avant et après optimisation, des véhicules concernés, du type d'optimisation (optimisation du poids ou du volume), ... On retiendra donc un impact positif mais non quantifié pour cette mesure.

On note peu de différences entre VUL vide ou chargé en termes d'émissions de polluants (même si pour les particules un VUL chargé émet moins qu'un VUL vide), mais des différences plus notables pour

ayant déjà optimisé leur transport. Il est donc raisonnable de penser que de véritables gains en matière de mutualisation peuvent encore être obtenus pour les activités opérées en compte propre non professionnel du transport.

¹²⁴ Source : Livre_blanc_logistique_urbain_AFILOG_janvier2012.pdf.

¹²⁵ Source : CAS, Actes séminaire logistique urbaine

¹²⁶ ADEME, Estimation des gains potentiels en émissions de polluants atmosphériques (PM, NOx, COV) des actions de la charte d'engagement volontaire « Objectif CO₂ Les transporteurs s'engagent », 2016.

les porteurs et les semi-remorques. Cependant, si le chargement augmente les émissions de NOx, un véhicule chargé à 100 % polluera toujours moins que deux véhicules chargés à 50 %. La différence d'émissions de NOx et de PM en fonction de la charge a également tendance à diminuer avec la vitesse. Pour un véhicule effectuant un trajet de longue distance à vitesse élevée, il faut donc privilégier un remplissage maximal.

Domaine de pertinence

Cette solution est adaptée à tous les types de véhicules. Elle sera d'autant plus pertinente que le trajet principal est long comparativement aux trajets associés aux enlèvements et aux livraisons. Tous en maximisant la mutualisation des flux, l'entreprise doit toutefois s'assurer que les besoins des différents clients sont compatibles en termes d'horaires de livraison.

Mise en Œuvre

La mise en œuvre de cette solution comporte trois étapes :

1. Identification des trajets longs pour lesquels les taux de remplissage sont inférieurs à 70 % ;
2. Identification des lieux d'enlèvement et de livraison associés ;
3. Identification des possibilités de mutualisation sur les trajets identifiés, au moyen des bourses de fret ou de transport, des clubs locaux d'entreprises ou en recherchant d'autres clients complémentaires.

Hormis les éventuels frais de prospection liés à la recherche de nouveaux marchés et aux inscriptions aux bourses de fret ou à des clubs locaux ou nationaux, aucun autre investissement direct n'est nécessaire pour la mise en œuvre de cette solution. Avec une augmentation potentielle de 10 à 15 % du coefficient de chargement et des coûts associés assez faible, on peut considérer que le retour sur investissement sera rapide (< 1 an).

Cette action nécessite d'avoir accès à un marché approprié (nombreuses demandes d'acheminements entre les mêmes villes ou les mêmes quartiers, nombreux clients en lots partiels). La faisabilité de mise en place de cette action doit donc être étudiée au cas par cas.

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- Coefficient de chargement massique des véhicules (tonne de chargement/charge utile).

Modalités pratiques de collecte des données :

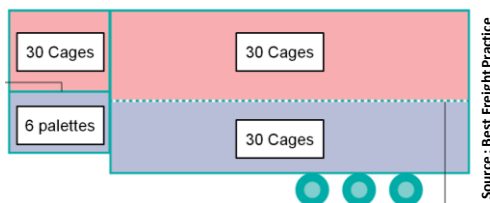
- Suivi des coefficients de chargement des véhicules, par prestation de transport.

Solution 3 : Utilisation d'un double plancher**Comment ça marche ?**

De nombreux paramètres influencent la quantité de produits transportés par un véhicule : la charge maximale autorisée, le volume du véhicule, ainsi que la surface au sol.

Dans le cas fréquent où la surface de plancher disponible est le facteur limitant le chargement, une solution d'optimisation consiste à utiliser des semi-remorques avec double plancher, ces remorques étant aujourd'hui proposées par de nombreux fabricants.

Dans l'exemple ci-contre tiré d'une étude de cas anglaise, le nombre de cages disponibles (les cages correspondent ici à un conteneur spécifique) a plus que doublé grâce à la mise en place d'un double plancher. Si l'on se réfère aux palettes, il est ainsi possible de passer de 33 à 66 palettes par remorque en utilisant un double plancher.



Toutefois, cette solution suppose de pouvoir associer deux palettes en hauteur, ce qui n'est pas toujours possible du fait de la hauteur des palettes. Il sera donc nécessaire dans certains cas de se rapprocher des clients pour étudier la possibilité de modifier la hauteur des palettes (voir la solution « modification de la palettisation » de la fiche n° 4 de l'axe Organisation des flux de transport).

Plusieurs systèmes de double-plancher existent, dont des doubles planchers modulables, fonctionnant avec des rails et des doubles planchers hydrauliques. Le premier système comporte plusieurs parties modulables en fonction des besoins. Par exemple, le fond de la caisse peut être scindé en deux pour accueillir deux palettes en hauteur tandis que l'avant de la caisse reste au format standard pour accueillir une seule palette en hauteur. Le second se compose, quant à lui, d'une seule partie, l'ensemble de la caisse est donc soit divisé en deux, soit équivalent à une caisse sans double plancher.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

L'utilisation d'un double plancher permet d'augmenter la surface disponible et de charger une quantité plus importante de marchandises. En utilisant un plancher supplémentaire, il est théoriquement possible d'augmenter, dans certains cas, la capacité de chargement de 100 %¹²⁷. Dans ce cas, le véhicule avec un double plancher remplacera l'utilisation de deux véhicules standards (le véhicule aura la même capacité que deux véhicules avec simple plancher). Ce gain est toutefois théorique. Dans les faits, certaines contraintes limiteront l'utilisation optimale du double plancher. Par exemple, dans le cas de produits denses, la charge maximale autorisée peut être atteinte rapidement et rendre l'utilisation du double plancher moins intéressante.

Compte tenu de ces contraintes, on peut considérer que cette solution permettra, en moyenne, d'augmenter les taux de chargement des véhicules de 20 à 30 %, soit un gain en consommation de carburant de 14 % à 21 % (si on applique le coefficient de conversion moyen de 0,7 explicité ci-avant dans la fiche détaillée).

Le tableau suivant présente les ordres de grandeur des gains de consommation associés à cette solution, liés à la baisse du nombre de véhicules.km nécessaires.

¹²⁷ Dans le cas de palettes non gerbables contenant des marchandises peu denses et dont la hauteur n'excède pas 1,25 -1,4 m, il pourra être possible de passer de 33 à 66 palettes.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à la solution (en % de consommation)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	-
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	-
Grand porteur	Régional	>12 t	-
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	14-21 %

Source : Calculs issus des données Transporteurs et programme « Freight Best Practices ».

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Une analyse des études sur le sujet¹²⁸ montre un impact positif de l'optimisation du chargement, même s'il est difficile d'établir un impact moyen. En effet, celui-ci est fortement dépendant de la situation avant et après optimisation, des véhicules concernés, du type d'optimisation (optimisation du poids ou du volume), ... On retiendra donc un impact positif mais non quantifié pour cette mesure.

On note des différences entre véhicule vide ou chargé en termes d'émissions de polluants. Cependant, si le chargement augmente les émissions de NOx, un véhicule chargé à 100 % polluera toujours moins que deux véhicules chargés à 50 %. La différence d'émissions de NOx et de PM en fonction de la charge a également tendance à diminuer avec la vitesse. Pour un véhicule effectuant un trajet de longue distance à vitesse élevée, il faut donc privilégier un remplissage maximal.

Domaine de pertinence

Cette solution concerne surtout les ensembles routiers. La mise en place de cette action est pertinente lorsqu'il s'agit d'effectuer des prestations de transport avec des véhicules dont la charge maximale autorisée n'est pas atteinte, ce qui sera le cas avec des marchandises peu denses et dont les contenants ne sont pas empilables.

Mise en Œuvre

L'application de cette solution se fera en plusieurs étapes.

1/ Il est important d'analyser la pertinence de la solution pour l'activité envisagée. Pour cela, il faudra identifier les trajets ayant des taux de chargement faibles puis identifier parmi ces trajets les parcours pour lesquels un seul véhicule pourrait en remplacer deux et enfin valider la possibilité de mettre plusieurs palettes en hauteur (sinon étudier la possibilité de modifier la hauteur des palettes avec le client (cf. fiche n° 4 de l'axe Organisation des flux de transport « modification de la palettisation »)

2/ Les systèmes proposés ayant des coûts relativement différents, le choix du système le plus adapté au contexte sera très important :

- Un système modulable sera plus adapté à une marchandise hétéroclite du fait de la possibilité d'utilisation pour une partie de la caisse. Le surcoût associé est de l'ordre de 3 000 à 6 000 €. Avec une augmentation du coefficient de chargement de 20 % à 30 %, le retour sur investissement se fera donc rapidement (<1 an). Il est préférable d'acheter des caisses équipées du système de double plancher. En effet, la mise en place ultérieure est possible, mais génère des contraintes. Ainsi, il faudra tenir compte du fait que la largeur des rails (2 à 3 cm) pourra rendre difficile le chargement/déchargement de certaines palettes (la largeur disponible dans la caisse étant réduite du fait des rails) si cela n'a pas été prévu à l'origine.
- Le système hydraulique sera plus pertinent pour des chargements homogènes. En effet, il ne sera pas possible avec cette solution de mettre dans le même véhicule des palettes/conteneurs de 1,60 m et deux palettes de 1,30 m. Pour être utilisée au maximum de ses possibilités, cette solution devra être associée à un transport de palettes/conteneurs homogènes de moins de 1,40 m de hauteur. Le coût de ce type de remorques est de l'ordre de 90 000 à 140 000 €, le retour sur investissement sera donc long (> 3 ans) et il sera important de bien identifier les marchés associés en amont. En outre, il faut intégrer à la réflexion que ce système nécessite une hauteur importante du véhicule (et donc des problèmes de passage à certains points) et une hauteur de sellette basse (moins de 1 m). En outre, l'utilisation du système hydraulique nécessite un apport d'énergie qui peut se faire soit au travers du moteur soit grâce à une batterie. Dans le cas d'un fonctionnement au travers du moteur, il faudra prendre en compte la

¹²⁸ ADEME, Estimation des gains potentiels en émissions de polluants atmosphériques (PM, NOx, COV) des actions de la charte d'engagement volontaire « Objectif CO₂ Les transporteurs s'engagent », 2016.

consommation du moteur lors des phases de chargement dans le calcul du retour sur investissement.

Suivi de la solution

Indicateurs de suivi de la solution :

- Nombre de véhicules
- Coefficient de chargement

Modalités pratiques de collecte des données :

- Suivi des coefficients de chargement des prestations de transport.

Solution 4 : Utilisation d'un logiciel d'amélioration du coefficient de chargement

Comment ça marche ?

Dans le cas de trajets comportant de nombreux chargements/déchargements, le taux de chargement peut varier fortement tout au long du trajet et conduire à un taux moyen faible. Pour remédier à cela, une solution efficace consiste à organiser le plan de transport en tenant compte du taux de chargement à chaque étape. Certains logiciels proposent aujourd'hui, le plus souvent en option, ces fonctionnalités d'optimisation du plan de transport en fonction du taux de chargement des véhicules.

Contrairement à un logiciel de création de plan de transport standard qui optimise les trajets en termes de kilomètres parcourus, un logiciel intégrant les paramètres de chargement optimisera les trajets en termes de kilomètres parcourus et d'optimisation du taux de chargement.

Les logiciels disponibles permettent d'optimiser l'ordre de chargement des colis ou des palettes, de manière à réduire les pertes de temps au moment des livraisons. Cela n'engendre pas d'économies directes en termes d'émissions de consommation de carburant.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

L'utilisation d'un logiciel permet d'automatiser les solutions 1 et 2 présentées précédemment, voire la solution 3 si l'entreprise possède des véhicules équipés de double plancher. On peut ainsi considérer que les gains associés sont supérieurs à ceux des solutions 1 et 2. Sur cette base, cette solution permettra, en moyenne, d'augmenter les taux de chargement des véhicules de 10 à 20 %, soit un gain en consommation de carburant entre 7 % et 14 % (si on applique le coefficient de conversion moyen de 0,7 explicité dans la fiche détaillée).

Le tableau suivant présente les ordres de grandeur des gains de consommation associés à cette solution liée à la baisse des distances transportées.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à la solution (en % de consommation)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	7 à 14 %
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	
Grand porteur	Régional	>12 t	
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Une analyse des études sur le sujet¹²⁹ montre un impact positif de l'optimisation du chargement, même s'il est difficile d'établir un impact moyen. En effet, celui-ci est fortement dépendant de la situation avant et après optimisation, des véhicules concernés, du type d'optimisation (optimisation du poids ou du volume), ... On retiendra donc un impact positif mais non quantifié pour cette mesure.

On note peu de différences entre VUL vide ou chargé en termes d'émissions de polluants (même si pour les particules un VUL chargé émet moins qu'un VUL vide), mais des différences plus notables pour les porteurs et les semi-remorques. Cependant, si le chargement augmente les émissions de NO_x, un véhicule chargé à 100 % polluera toujours moins que deux véhicules chargés à 50 %. La différence d'émissions de NO_x et de PM en fonction de la charge a également tendance à diminuer avec la vitesse. Pour un véhicule effectuant un trajet de longue distance à vitesse élevée, il faut donc privilégier un remplissage maximal.

Domaine de pertinence

Cette solution est adaptée à tous les types de véhicules et d'activités de transport. Elle est surtout pertinente pour une utilisation sur des distances moyennes ou longues.

¹²⁹ ADEME, Estimation des gains potentiels en émissions de polluants atmosphériques (PM, NO_x, COV) des actions de la charte d'engagement volontaire « Objectif CO₂ Les transporteurs s'engagent », 2016.

Mise en Œuvre

Deux approches sont possibles : soit le logiciel d'optimisation des plans de transport comprend une fonction d'optimisation du coefficient de chargement, soit cette fonction vient s'ajouter à des outils existants (gestion de livraison, optimisation de trajets). Pour faciliter l'optimisation, il est nécessaire d'entrer les informations suivantes :

- Sur les marchandises : poids, encombrement, dimensions, fragilité, possibilité d'empilage...
- Sur les véhicules : charge utile maximum, volume total, dimensions...

Or ces informations sont souvent disponibles dans les outils déjà mis en place. Il est alors plus aisé de rajouter à ces outils le module d'optimisation du taux de chargement, s'il n'est pas déjà disponible.

Cette solution sera assez simple à mettre en œuvre, une fois que le mode de fonctionnement des modules spécifiques aura été compris. Elle permettra aussi de simplifier et de systématiser la mise en place des solutions 1 à 3.

Suivi de la solution

Suivi de la solution :

- Taux de chargement des véhicules ;
- Part de marché des parcours/trajets associés à l'utilisation de ces logiciels.

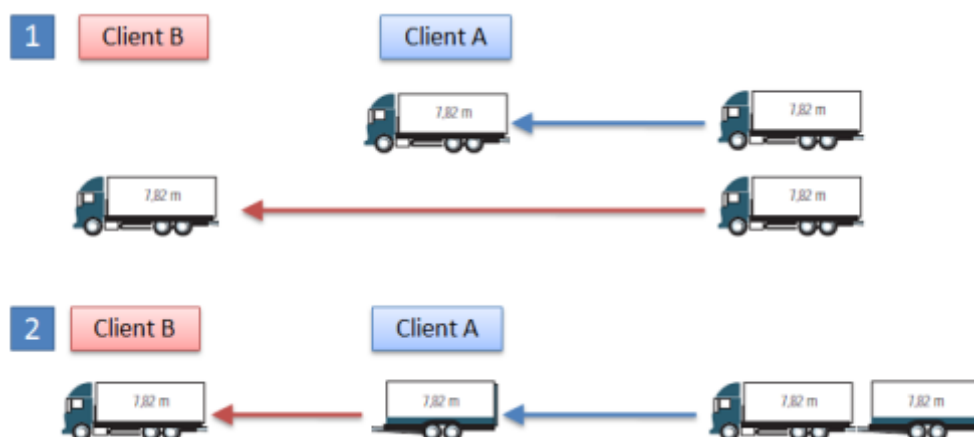
Solution 5 : Utilisation de caisses mobiles routières ou d'une remorque supplémentaire

Comment ça marche ?

Le principe de cette solution est d'utiliser des caisses mobiles routières (voir photo ci-contre) donnant la possibilité de laisser au premier point de livraison une caisse mobile (avec ou sans son châssis), en échange éventuellement d'une autre (chargée ou non), et de continuer son parcours avec la deuxième en direction du dernier point de livraison. Cette organisation permet donc de réduire les kilomètres à vide tout en rendant possible une augmentation du taux de chargement. En passant de la situation 1 à la situation 2 (voir illustration ci-dessous), il est possible de limiter les allers-retours inutiles. L'avantage est aussi d'optimiser les opérations de chargement et déchargement.



Source : ECVR



Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Les gains associés à cette action seront très variables aussi bien en termes de consommation de carburant que d'émissions de CO₂. Par exemple, l'illustration présentée ci-dessus permet de limiter le nombre de kilomètres parcourus. Toutefois, le nombre de kilomètres évités dépendra des distances entre les différents acteurs (distance entre le point de chargement et le client A, distance entre le client A et le client B).

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à la solution
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	-
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	
Grand porteur	Régional	>12 t	
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	Très variable

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Les gains associés à cette action seront très variables aussi bien en termes de consommation de carburant, d'émissions de CO₂ que d'émissions de polluants atmosphériques et dépendront des organisations logistiques retenues.

Domaine de pertinence

Cette solution est pertinente pour les ensembles routiers, notamment dans les tractions inter-plateformes de messagerie, le déménagement, mais aussi pour les transports de lots partiels. En effet, il est nécessaire d'avoir deux lieux différents de déchargement pour que cette action soit pertinente.

Mise en Œuvre

L'application de cette solution aura tout d'abord un impact sur l'organisation du transport. En effet, il sera nécessaire de bien prendre en compte toutes ses implications :

- Remplir les caisses mobiles routières en séparant les marchandises en fonction de leur destination ;
- Aller chercher les caisses mobiles routières laissées en débord (vides ou pleines) si possible dans un circuit qui permette d'optimiser au mieux l'utilisation du tracteur et des châssis ;

Concernant les investissements à prévoir, cette action nécessitera de faire l'acquisition ou de louer des caisses mobiles routières.

Suivi de la solution

Indicateurs de suivi de la solution :

- Pourcentage de parcours optimisés ;
- Pourcentage de réduction des km par parcours optimisé ;
- Taux de chargement massique des véhicules (tonne de chargement/charge utile).

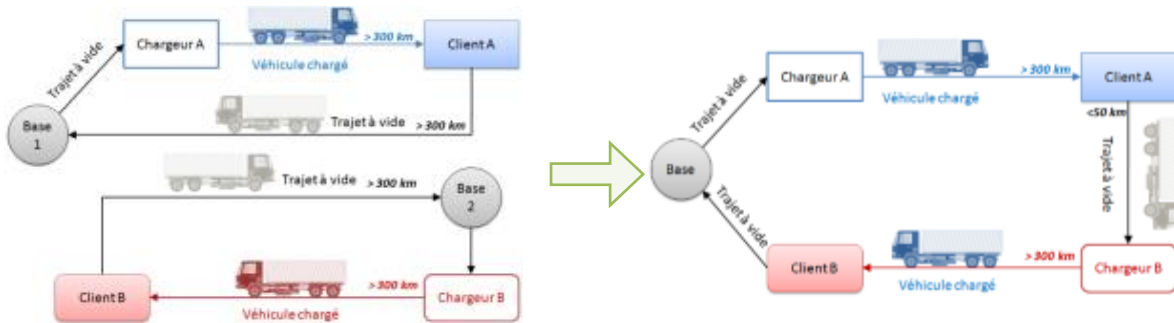
Modalités pratiques de collecte des données :

- Suivi des taux de chargement des prestations de transport et des kilomètres parcourus.

Solution 6 : Contre-flux

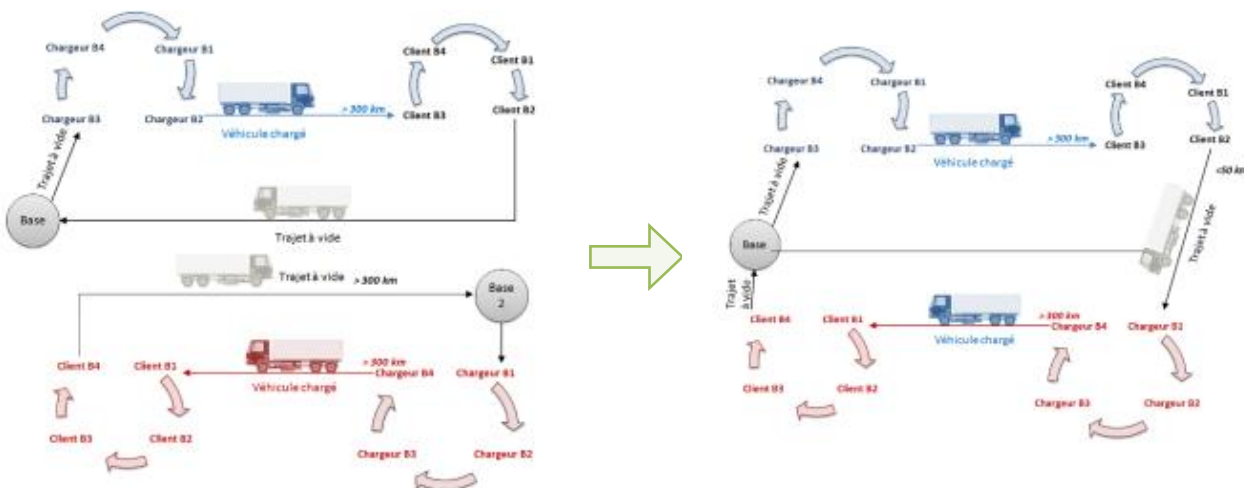
Comment ça marche ?

Le « Contre-flux » résulte de la mise en place d'un système où le trajet aller permet de transporter les marchandises du client A et le trajet retour permet de transporter les marchandises du client B.



Comme cela est présenté sur le schéma précédent, cette solution permettra d'utiliser un seul véhicule au lieu de deux, à condition toutefois que les marchandises du second client puissent être transportées dans les mêmes conditions que celles du premier client (ex : benne, semi-remorque de type tautliner ou savoyarde...).

Le principe est similaire dans le cas de la messagerie ou des lots partiels, avec toutefois plus de clients et de chargeurs à chaque étape.



Dans le cas d'opérations de messagerie, il est aussi possible d'envisager des tournées mixtes combinant collecte et livraison.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Réduire le taux de retour à vide permettra d'économiser du carburant. En effet, au lieu d'utiliser deux véhicules pour transporter les mêmes marchandises, il suffit d'en utiliser un. Avec un taux de retour à vide moyen national inférieur à 20 % pour les poids lourds (source enquête TRM 2017), on peut considérer que cette action permettrait de diminuer ce taux de retour à vide de ~20 % à moins de 15 %, sur la base des données théoriques du schéma précédent.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à la solution
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	Variable
Petit porteur	Urbain	3,6-12 t	Variable
Grand porteur	Régional	>12 t	Variable
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	Variable

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Les gains associés à cette action seront très variables aussi bien en termes de consommation de carburant, d'émissions de CO₂ que d'émissions de polluants atmosphériques et dépendront des schémas de contre-flux mis en place.

Domaine de pertinence

Cette solution sera d'autant plus pertinente que la consommation des véhicules à vide est importante et que les trajets à vide se font sur de longues distances.

Dans le cas des petits porteurs et des véhicules utilitaires légers utilisés en livraison urbaine, la reprise des emballages vides et le retour des produits défectueux sont des pratiques courantes.

Mise en Œuvre

Cette solution requiert de trouver un client sur un parcours très précis ou plusieurs clients sur un parcours plus adaptable. En effet, il sera nécessaire de :

- Soit trouver un client ayant besoin de réaliser le trajet retour ;
- Soit trouver plusieurs clients permettant de faire le trajet retour en plusieurs étapes.

De nombreuses solutions existent pour trouver ces clients. Ainsi, des sites de bourse de fret ou de transport, des clubs nationaux ou locaux d'entreprises qui aident à mettre en relation un chargeur et un transporteur.

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- Pourcentage de trajets à vide.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Suivi des trajets et des kilomètres parcourus à vide.

Solution 7 : Substitution d'un véhicule frigorifique standard par un véhicule frigorifique multi-températures

Comment ça marche ?

Tous les produits transportés ne nécessitent pas d'être conditionnés à une même température et dans certains cas, le transport de ces produits pourrait être fait par un même véhicule. Pour répondre à ces problématiques de transport de produits à différentes températures, les transporteurs ont le choix entre des caisses mono, bi ou multi températures (avec un volume à température ambiante) selon leur organisation (distribution séparée ou simultanée des produits surgelés et réfrigérés).

Les températures des véhicules frigorifiques peuvent être maintenues selon des impératifs de conservation requis pour chaque produit, dans une plage de - 25°C à + de 5°C. En utilisant un véhicule multi-températures, l'entreprise évite d'utiliser plusieurs véhicules frigorifiques et de transporter la marchandise à une température inférieure à celle strictement nécessaire. Ces véhicules compartimentés permettent d'optimiser le nombre de kilomètres parcourus et plus particulièrement la charge transportée. Cette organisation permet également de ne pas surconsommer lors de l'utilisation d'un véhicule frigorifique standard transportant plusieurs types de denrées ne nécessitant pas le même niveau de froid. Un véhicule tri températures à l'avantage de pouvoir transporter à la fois des produits surgelés, frais et secs.

Le repositionnement des cloisons (transversales ou longitudinales) au fur et à mesure des livraisons et donc de l'évolution du volume de marchandises transporté dans chacune des zones de température contribue utilement à une production de froid adaptée aux besoins réels.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Le recours à un véhicule bi ou tri-températures permet d'éviter l'utilisation de 2 à 3 véhicules qui auraient dû faire un trajet spécifique. L'estimation du gain est liée aux spécificités du transporteur qui doit mener une réflexion sur l'intérêt d'utiliser des véhicules multi températures. Il s'agit ainsi pour le transporteur de repenser sa chaîne logistique. Par exemple, sur une tournée de 500 km effectuée dans un premier cas par deux camions porteurs et dans le deuxième cas par un ensemble routier bi-température le gain en termes d'émissions de CO₂ et de consommation de carburant est de l'ordre de 30 % lié à la réduction des distances de transport.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à la solution (% d'émissions de CO ₂)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	20 à 30 %
Petit porteur	Urbain	3,6 -12 t	
Grand porteur	Régional	> 12 t	
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Les gains associés à cette action seront très variables aussi bien en termes de consommation de carburant, d'émissions de CO₂ que d'émissions de polluants atmosphériques et dépendront de la réorganisation des chaînes logistiques effectuée.

Domaine de pertinence

Cette solution est applicable à tous les transports frigorifiques acheminant des produits soumis à des températures différentes.

Mise en Œuvre

Lors de l'achat d'un véhicule multi-température, la conception de la caisse doit avoir pour objectif de privilégier la flexibilité de l'agencement afin de pouvoir obtenir pour chaque livraison un volume acceptable pour chacune des températures. Des cloisons mobiles permettent aussi de réduire le volume réfrigéré après chaque livraison.

Le surcoût lié à l'achat d'un véhicule ou remorque multi-températures par rapport à un véhicule frigorifique standard se situe entre 15 % et 20 %. Le retour sur investissement dépend de l'utilisation qui en est faite.

Les caisses multi-températures sont disponibles sur le marché. Toutefois cette solution nécessite de réorganiser la chaîne logistique de transport des produits sous température dirigée. Pour ces raisons, la faisabilité de cette solution est considérée comme intermédiaire.

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- Pourcentage de trajets réalisés avec un véhicule ou remorque multi-températures.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Suivi des types de trajets par type de véhicules utilisés ;
- Suivi du nombre de trajets réalisé par type de véhicules utilisés.

Axe Organisation– Fiche n° 4

Travail collaboratif avec les clients chargeurs pour une meilleure optimisation des transports

SYNTHESE

Description de l'action

Cette action vise à mettre en place des échanges/négociations avec les clients chargeurs en intégrant la notion de limitation des émissions de CO₂ grâce à une optimisation des transports.

Domaine de pertinence

Cette action s'applique à tous les transporteurs et à tous les types de transport.

Solutions	Gains CO ₂	Retour sur investissement	Faisabilité	Domaine de pertinence
<p>Définir le plan de transport avec les clients</p> <p>Définir avec les clients un plan de transport optimisé</p>	<p>0% 10%</p> <p>Variable</p>	<p>>3 ans <1 an</p> <p>Variable</p>	<p>Difficile Facile</p>	<p>VUL PP GP ER</p>
<p>Optimiser le chargement des véhicules en modifiant la palettisation</p> <p>Proposer au client une modification de la palettisation</p>	<p>0% 10%</p> <p>3% à 7%</p>	<p>>3 ans <1 an</p> <p>Variable</p>	<p>Difficile Facile</p>	<p>VUL PP GP ER</p>
<p>Mise en place de rendez-vous</p> <p>Planifier les horaires de chargement et/ou de livraison</p>	<p>0% 10%</p> <p>Variable</p>	<p>>3 ans <1 an</p> <p>Variable</p>	<p>Difficile Facile</p>	<p>VUL PP GP ER</p>

Les gains en émissions de polluants atmosphériques pour cette action n'ont pas été quantifiés en raison d'une trop grande incertitude sur l'impact de la mesure. Néanmoins un effet positif mais non évaluable peut être retenu.

Axe Organisation des flux de transport– Fiche n° 4

Travail collaboratif avec les clients chargeurs pour une meilleure optimisation des transports

FICHE DETAILLEE

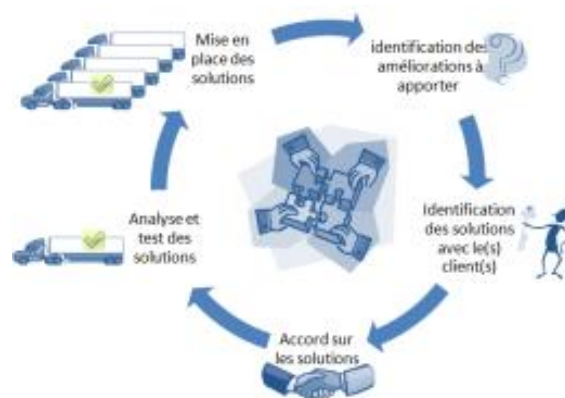
Contexte et réglementation

Du point de vue du chargeur, les principaux critères qui définissent la qualité d'une prestation de transport sont le prix, la fiabilité, les délais, l'état des colis à l'arrivée, les impacts sociaux et environnementaux. Chaque client privilégiera, en fonction de ses besoins, un ou plusieurs de ces paramètres.

Toutefois, il est important de noter que le critère environnemental (en lien notamment avec l'information GES des prestations de transport¹³⁰) est de plus en plus présent dans le cahier des charges des appels d'offres transport des chargeurs. Leurs obligations, relatives à la rédaction d'un volet environnemental dans le rapport annuel d'activité et à la réalisation régulière de leur bilan carbone, auront tendance à renforcer leurs exigences globales en matière d'impacts environnementaux et en particulier en termes d'émission de CO₂.

Certaines des solutions identifiées pour permettre la réduction des consommations de carburant et des émissions de CO₂ pourront nécessiter d'intégrer le client à la réflexion. En effet, le système de transport des marchandises inclut aussi bien les transporteurs (l'offre) que les chargeurs (la demande de transport) ou les clients des chargeurs (la demande finale). Impliquer l'ensemble des acteurs permet ainsi de redéfinir l'ensemble du système de transport. Grâce à cette réflexion globale, l'ensemble des paramètres clés du transport de marchandises pourra être abordé afin d'obtenir une solution optimale que le transporteur seul n'aurait pas pu atteindre.

C'est notamment le but du dispositif¹³¹ FRET21 <http://fret21.eu/> qui a pour objectif d'inciter les entreprises agissant en qualité de donneurs d'ordre des transporteurs à mieux intégrer l'impact des transports dans leur stratégie de développement durable.



¹³⁰ Afin de valoriser les transports les moins émetteurs, l'article L.1431-3 du code des transports dispose notamment que « toute personne qui commercialise ou organise une prestation de transport de personnes, de marchandises ou de déménagement doit fournir au bénéficiaire de la prestation une information relative à la quantité de gaz à effet de serre émise par le ou les modes de transport utilisés pour réaliser cette prestation. » Cette information GES est obligatoire depuis le 1^{er} octobre 2013 (initialement sur le CO₂ uniquement puis étendue aux GES le 1^{er} juin 2017).

¹³¹ FRET21 s'inscrit dans le programme EVE (Engagements Volontaires pour l'Environnement transport et logistique) : <https://www.eve-transport-logistique.fr/>.

Solution 1 : Définir le plan de transport avec les clients

Comment ça marche ?

Les contraintes les plus importantes lors de la création d'un plan de transport sont :

- Les délais de livraison ;
- Les caractéristiques des marchandises transportées ;
- Les capacités de chargement et déchargement.

Impliquer le (ou les) client(s) dans la création du plan de transport amènera à définir un plan intégrant les contraintes de la clientèle, mais aussi l'organisation qui permettra d'intégrer les enjeux environnementaux définis conjointement. Il sera alors envisageable de renégocier certains objectifs (délais de transport, quantités et fréquences de livraison, plages horaires...) et de vérifier leur adéquation avec les besoins réels du client.

Dans le cas des véhicules utilitaires légers en trajets urbains, les délais d'acheminement sont généralement très contraints. Toutefois, dans certains cas, le prestataire de transport a la possibilité de négocier avec certains de ses clients (« si je vous livre 1/4 h plus tard, je vous propose une réduction de prix de x %, qui se traduira en outre par une réduction de y % des émissions de CO₂ correspondant à votre livraison »). Le gain potentiel peut s'avérer important si l'entreprise de transport parvient à grouper les livraisons de plusieurs clients géographiquement proches dans un même créneau horaire.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Les bénéfices en termes de réduction des consommations de carburant et d'émissions de CO₂ seront très variables en fonction des clients, des contraintes, des modifications envisageables...

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à la solution (% de réduction des émissions de CO ₂)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	Variable
Petit porteur	Urbain	3,6 -12 t	Variable
Grand porteur	Régional	> 12t	Variable
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	Variable

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Les gains associés à cette action seront très variables aussi bien en termes de consommation de carburant, d'émissions de CO₂ que d'émissions de polluants atmosphériques et dépendront des clients, des contraintes, des modifications envisageables, ...

Domaine de pertinence

Cette solution est applicable à tous les types de transport.

Mise en Œuvre

Il s'agit pour le transporteur d'être pro actif vis-à-vis de ses clients et d'avoir si possible la logique suivante :

- Création d'un premier plan de transport en fonction des contraintes et des spécificités exprimées par chaque client ;
- Identification des points empêchant l'optimisation du plan d'un point de vue environnemental ;
- Prise en compte des impératifs que le chargeur peut avoir compte tenu de la demande de ses propres clients ;
- Recherche de solutions en interne pour lever ces problèmes. Si certaines solutions ont un impact chez le client :
 - o identifier les clients associés à ces solutions ;
 - o rencontrer le client pour présenter ces solutions et leurs avantages en termes de réduction des émissions de CO₂ ;
 - o évaluer avec le client l'ordre de priorité des besoins identifiés/exprimés pour valider les solutions proposées ou les faire évoluer ;

- Mise en place de trajets tests pour valider la pertinence des actions identifiées et les bénéfices en termes de réduction des émissions de CO₂ ;
- Modification du plan de transport en fonction des discussions précédentes.

Lors de la création du plan de transport commun, il est donc nécessaire de définir plusieurs solutions et d'identifier les points bloquant pour aller directement vers les points d'amélioration les plus importants. Les solutions envisagées pour améliorer le bilan environnemental du transport pourront éventuellement nécessiter certains investissements. Le retour sur investissement sera donc à analyser au cas par cas. Il s'agira de trouver un accord qui convienne à toutes les parties et de modifier éventuellement l'organisation habituelle. De fait, la possibilité de mettre en place cette solution dépendra fortement des relations entre le transporteur et son client chargeur.

En outre, une approche de partenariat et de coopération mène à des accords « gagnant-gagnant », généralement bénéfiques au transporteur comme à son client chargeur, car elle va au-delà d'une approche client-fournisseur traditionnel.

Dans le cas des véhicules utilitaires légers utilisés pour de la course en ville, le transporteur attend généralement au maximum pour déclencher une course, au cas où un nouveau client de dernière minute se présenterait. Cette solution a toutefois des limites, car il ne faut pas que la contrainte induite par cette négociation perturbe l'organisation du client.

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- Suivi des consommations de carburant en l/100 km par client avant et après modification du plan de transport.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Analyse du suivi de consommation par véhicule et par client.

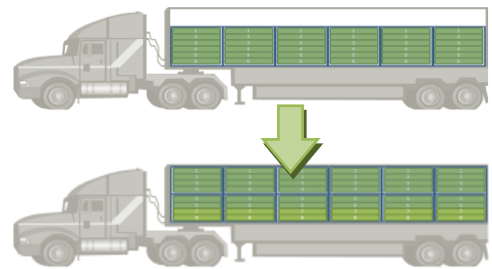
Solution 2 : Optimiser le chargement des véhicules en modifiant la palettisation

Comment ça marche ?

Cette solution consiste à construire avec le client la meilleure solution en termes de coefficient de chargement en modifiant les caractéristiques des lots transportés. En effet, dans certains cas le nombre de produits transportés peut être limité du fait de l'inadaptation du volume et des lots transportés : impossibilité d'utiliser un double plancher, hauteur trop importante pour le gerbage des palettes, hauteur trop faible entraînant un coefficient de chargement faible...

En passant, par exemple, d'un emballage permettant de mettre 6 produits par palette, mais ne permettant pas de gerber les palettes à un emballage de 4 produits permettant de gerber les palettes, il est possible de transporter 33 % de produits en plus.

Cette solution permet ainsi d'augmenter le coefficient de chargement des véhicules. Elle est à rapprocher des solutions 1 à 5 proposées dans la fiche action n° 3 de l'axe organisation des flux de transport « Optimisation du chargement des véhicules ». Cette solution, qui nécessite le concours du client chargeur, permettra donc d'aller au-delà des gains associés aux seules actions du transporteur. Ainsi, si la hauteur des palettes n'est pas adaptée à l'utilisation d'un double plancher, le transporteur seul ne pourra pas optimiser le chargement de ses véhicules.



Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Le gain associé à cette action dépendra fortement de l'état initial de la gestion du volume des emballages. L'augmentation du nombre de produits transportables pourra, dans certaines conditions, être doublée. Le gain associé à cette augmentation dépendra toutefois des courbes de consommation du véhicule en fonction notamment du taux de chargement et du taux de retour à vide. On peut considérer qu'en moyenne, l'optimisation du volume des emballages entraîne une augmentation possible du taux de chargement de 5 à 10 %, soit un gain en consommation de carburant entre 3 % et 7 % (si on applique le coefficient de conversion moyen de 0,7 explicité dans la fiche détaillée de la fiche action n°3 de l'axe organisation des flux de transport).

Le tableau suivant présente les ordres de grandeur des gains de consommation associés à cette solution liée à la baisse des distances transportées.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à la solution (en % de consommation)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	3 à 7 %
Petit porteur	Urbain	3,6 -12 t	
Grand porteur	Régional	> 12 t	
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	

Source : Transporteurs

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Une analyse des études sur le sujet¹³² montre un impact positif de l'optimisation du chargement, même s'il est difficile d'établir un impact moyen. En effet, celui-ci est fortement dépendant de la situation avant et après optimisation, des véhicules concernés, ... On retiendra donc un impact positif mais non quantifié pour cette mesure.

On note peu de différences entre VUL vide ou chargé en termes d'émissions de polluants (même si pour les particules un VUL chargé émet moins qu'un VUL vide), mais des différences plus notables pour les porteurs et les semi-remorques. Cependant, si le chargement augmente les émissions de NO_x, un véhicule chargé à 100 % polluera toujours moins que deux véhicules chargés à 50 %. La différence d'émissions de NO_x et de PM en fonction de la charge a également tendance à diminuer avec la vitesse. Pour un véhicule effectuant un trajet de longue distance à vitesse élevée, il faut donc privilégier un remplissage maximal.

Domaine de pertinence

Cette action est surtout applicable au transport de palettes ou à tout autre transport impliquant le regroupement de marchandises.

Mise en Œuvre

Les différentes étapes de mise en œuvre de cette solution sont les suivantes :

- Identification des marchandises ayant un encombrement limitant l'optimisation du chargement ;
- Echange avec le client et identification des pistes d'amélioration possibles : utilisation de palettes moins hautes ou moins lourdes, choix d'intercalaires plus résistants, etc. Les solutions envisageables étant très diverses, il sera important de considérer l'ensemble des paramètres : quantités transportées, volumes associés, et même éventuellement fréquence de commande ou quantité commandée. Enfin, les pistes d'amélioration doivent évidemment tenir compte des impacts chez le client en termes de modification éventuelle de sortie de ligne de production ou de modification des moyens d'entreposage ;
- Identification des solutions présentant le meilleur rapport coût de la modification/gain de place.

En général, cette solution ne nécessite pas d'investissements spécifiques pour l'entreprise. Toutefois, les solutions envisagées pour modifier les volumes des palettes pourront éventuellement modifier l'organisation existante chez le client et nécessiter certains investissements. Cette solution nécessite par conséquent de trouver un accord qui convienne à toutes les parties. Le retour sur investissement sera donc à analyser au cas par cas.

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- Suivi du coefficient de chargement avant et après modification.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Mise en place d'un suivi du coefficient de chargement (en masse et/ou en volume) des prestations de transport.

¹³² ADEME, *Estimation des gains potentiels en émissions de polluants atmosphériques (PM, NO_x, COV) des actions de la charte d'engagement volontaire « Objectif CO₂ Les transporteurs s'engagent »*, 2016.

Solution 3 : Mise en place de rendez-vous

Comment ça marche ?

La mise en place de rendez-vous entre le transporteur et le chargeur et/ou le client du chargeur permet d'optimiser les temps d'attente au niveau du chargement et/ou du déchargement. Réduire ce temps d'attente permettra d'enlever et/ou de livrer plusieurs clients avec le même véhicule sur une journée. Cette solution aura donc un impact sur le taux de chargement du véhicule (possibilité de livrer davantage de clients en chargeant le véhicule de façon optimale) et sur le temps d'utilisation du moteur au ralenti (lors de l'attente pour le chargement et/ou le déchargement). Les moyens humains et matériels peuvent être utilisés de manière optimale et respecter le plan de transport initial.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Mettre en place des rendez-vous permet d'optimiser le chargement et le déchargement des véhicules et par conséquent de diminuer les temps d'attente lors des enlèvements ou des livraisons et d'améliorer la productivité des matériels roulants et des conducteurs. Les gains associés en termes de taux de chargements et éventuellement de temps moteur fonctionnant au ralenti sont donc potentiellement importants. Toutefois, ces gains varieront beaucoup selon les situations.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Gains liés à la solution (% de réduction des émissions de CO ₂)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	Variable
Petit porteur	Urbain	3,6 -12 t	Variable
Grand porteur	Régional	> 12t	Variable
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	Variable

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Les gains associés à cette action seront très variables aussi bien en termes de consommation de carburant, d'émissions de CO₂ que d'émissions de polluants atmosphériques et dépendront des situations envisagées.

Domaine de pertinence

Cette solution est applicable à tous les types d'activités de transport. Elle sera d'autant plus pertinente que le nombre de chargements/déchargements est important.

En course ou en tournée urbaine avec des petits porteurs ou des véhicules utilitaires légers, les prises de RV permettent d'éviter des trajets inutiles (en B2C, on estime que 5 à 30 % des livraisons sont manquées du fait de l'absence du destinataire). Certains distributeurs ont mis en place dans les grandes villes un système permettant au client de choisir un créneau de livraison de 2 heures, entre 7h et 22h. Les prises de RV ouvrent également des perspectives de collaboration entre les « e-distributeurs », par le biais d'une mutualisation de leurs prestations.

Mise en Œuvre

La mise en place de cette action sera assez simple, mais devra être intégrée à l'ensemble de l'organisation du transport. En effet, la prise de rendez-vous suppose de définir avec le chargeur et/ou le client du chargeur des dates et des plages d'enlèvement ou de livraison. Ces informations devront alors être considérées lors de la définition du plan de transport.

Lorsque les rendez-vous sont mis en place, le temps d'attente est réduit et il n'y a souvent plus de conflits entre les employés des différents acteurs de la chaîne logistique.

Suivi de la solution

Indicateurs de suivi de la solution :

- Suivi du taux de chargement avant et après le passage à des prises de rendez-vous ;
- Suivi des temps d'utilisation du moteur au ralenti ;
- Pourcentage des prestations de transport organisées en mettant en place des rendez-vous.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Mise en place d'un suivi du taux de chargement (en masse et/ou en volume) des prestations de transport ;
- Mise en place d'un suivi des temps d'utilisation du moteur au ralenti (suivi par les conducteurs ou par des outils de type télématique).

Axe Organisation– Fiche n° 5

Sensibilisation vis-à-vis des sous-traitants routiers

SYNTHESE

Description de l'action

- L'objectif de cette action est double :
- Fournir aux sous-traitants routiers l'information, les outils et les méthodes qui les amèneront à réduire de façon pérenne leurs consommations de carburant et leurs émissions de CO₂.
 - Faire baisser les émissions globales de CO₂ des prestations sous-traitées, afin d'améliorer la performance environnementale globale de l'entreprise vis-à-vis de ses clients (en lien notamment avec l'information GES des prestations de transport).

Domaine de pertinence

Cette action est surtout pertinente pour les sous-traitants transporteurs réguliers (sous contrat).

Solutions	Gains CO ₂	Retour sur investissement	Faisabilité	Domaine de pertinence
<p>Proposer l'adhésion à la démarche Objectif CO₂</p> <p>Mettre à disposition de ses sous-traitants les informations qui leur permettraient d'intégrer la démarche Objectif CO₂ (charte et label)</p>	<p>0% 10%</p> <p>3%</p>	<p>>3 ans <1 an</p> <p>Non applicable</p>	<p>Difficile Facile</p>	<p>VUL PP GP ER</p>
<p>Informers ses sous-traitants sur les bonnes pratiques à adopter et les indicateurs à suivre</p> <p>Mettre à disposition de ses sous-traitants les informations qui leur permettraient de réduire leurs consommations et leurs émissions de CO₂</p>	<p>0% 10%</p> <p>1%</p>	<p>>3 ans <1 an</p> <p>Non applicable</p>	<p>Difficile Facile</p>	<p>VUL PP GP ER</p>

Les gains en émissions de polluants atmosphériques pour cette action n'ont pas été quantifiés en raison d'une trop grande incertitude sur l'impact de la mesure ou de son effet indirect. Néanmoins un effet positif mais non évaluable peut être retenu.

Axe Organisation– Fiche n° 5
Sensibilisation vis-à-vis des sous-traitants routiers
FICHE DETAILLEE

Contexte et réglementation

L'activité globale du transporteur comprend aussi bien le transport réalisé par sa propre flotte de véhicules que celui réalisé par ses sous-traitants routiers. La charte Objectif CO₂ donne la possibilité d'intégrer les activités routières sous-traitées dans l'analyse et les objectifs de réduction. Il sera ainsi d'autant plus important de considérer la sensibilisation des sous-traitants comme une priorité lorsque la part de sous-traitance représente une part significative du chiffre d'affaires du transporteur. En outre, un sous-traitant labellisé Objectif CO₂ n'est pas pris en compte dans le calcul de la part de sous-traitance qui constitue un critère d'éligibilité au label Objectif CO₂ (seuil à ne dépasser).

Dans le cadre du transport routier, il existe deux principaux types de sous-traitance :

- La sous-traitance régulière qui s'appuie sur un contrat avec le sous-traitant ;
- La sous-traitance occasionnelle (dite « spot ») qui fait intervenir un sous-traitant de façon occasionnelle.

Du fait de son application sur le long terme, cette action s'adresse plus particulièrement aux sous-traitants du premier type. En effet, les solutions proposées nécessitent un dialogue, un échange permettant de sensibiliser progressivement le sous-traitant à la nécessité de réduire ses émissions de CO₂ et sa consommation de carburant.

La mise en place de cette action nécessite une certaine prudence afin que les relations du transporteur avec son sous-traitant ne soient pas requalifiées en contrat de travail. Pour éviter tout risque de requalification, les précautions suivantes doivent être respectées :

- La signature de la charte par une entreprise ne doit pas aboutir à créer un lien de subordination juridique permanente du sous-traitant envers le donneur d'ordres, c'est-à-dire que le donneur d'ordres ne doit pas s'immiscer dans la gestion et l'organisation du travail du sous-traitant ;
- Le sous-traitant doit rester maître de sa gestion, tant commerciale que technique. Ainsi, l'opérateur de transport ne peut intervenir dans le choix des fournisseurs de biens et de services du sous-traitant nécessaires pour assurer la prestation demandée ;
- Le sous-traitant doit rester libre du choix des actions à mettre en place afin de remplir l'objectif de réduction des émissions de CO₂ ;
- Il est conseillé de prévoir les obligations mises à la charge du sous-traitant dans le cadre du contrat initial (ou, par le biais d'avenants, en cours de contrat).

Solution 1 : Proposer l'adhésion à la démarche Objectif CO₂

Comment ça marche ?

Afin de réduire au maximum les émissions de CO₂ de ses sous-traitants routiers (lesquelles ont un impact sur les émissions globales du transporteur), l'entreprise peut proposer à ceux-ci de s'engager volontairement dans la démarche. Ainsi, le transporteur sera assuré de la mise en place chez ses sous-traitants d'actions tendant à réduire leurs émissions de CO₂. Le transporteur pourra aussi partager avec ses sous-traitants les bonnes pratiques qu'il a mises en place dans le cadre de son adhésion à la charte et les informer des dispositions de la charte (cf. solution 2 « information des sous-traitants »).

La participation à la démarche Objectif CO₂ peut s'opérer de 2 façons : adhésion à la charte (accessible à tous) et/ou demande de labellisation (selon le niveau de performance de l'entreprise).

Afin d'éviter tout risque de requalification de la sous-traitance en contrat de travail, il faut toutefois veiller à respecter les précautions rappelées ci-dessus dans la rubrique « contexte et réglementation ». L'adhésion doit rester une proposition et non une obligation.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Le gain lié à cette solution va dépendre des actions de réduction que le sous-traitant choisira de mettre en place pour les actions de réduction. Les retours d'expériences de la charte Objectif CO₂ montrent que pour les transporteurs engagés, le gain moyen est de l'ordre de 3 %.

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Proposer l'adhésion à la Charte Objectif CO ₂ (% de gain par part de marché sous-traitée et dont le sous-traitant adhère à la charte)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	3 %
Petit porteur	Urbain	3,6 -12 t	
Grand porteur	Régional	> 12t	
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	

Le label récompensant l'atteinte d'une certaine performance environnementale, cela n'entraînera pas forcément de réduction directe des émissions de CO₂.

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Les gains associés à cette action seront très variables en fonction du plan d'actions choisi par le transporteur et de sa mise en œuvre effective. On peut néanmoins considérer que cette action aura un impact positif sur la réduction des émissions de polluants.

Domaine de pertinence

Cette action est applicable à tous les types de transport de marchandises et est pertinente pour tous les sous-traitants routiers.

Mise en Œuvre

Dans le cadre de cette action, il suffit de proposer à ses sous-traitants d'adhérer à la charte Objectif CO₂ et de leur fournir par exemple tous les documents relatifs à la mise en place de la charte. Présenter son propre retour d'expérience sur son engagement peut aussi inciter les sous-traitants à s'engager à leur tour dans la charte. Il est conseillé d'appliquer la démarche en priorité aux sous-traitants réguliers et les plus importants en termes de volumes prestés.

Afin d'inciter ses sous-traitants à demander leur labellisation, il semble plus pertinent d'être soi-même labellisé ou en cours de labellisation (exemplarité et retour d'expérience sur les points de vigilance par rapport à l'audit). Attention toutefois à garder à l'esprit que le taux de sous-traitance est justement un des critères d'éligibilité au label.

Pour rappel, les grandes étapes de la mise en place de la charte Objectif CO₂ sont les suivantes :

Etapes		Qui	Quand	Quoi
n°1	Autoévaluation	L'entreprise candidate à l'engagement	Avant l'entrée dans la démarche	Etat des lieux de votre situation actuelle.
n°2	Réalisation du diagnostic CO ₂	L'entreprise (en interne ou via un prestataire extérieur)	Avant la signature de la charte	Evaluation des émissions de GES, définition d'un plan d'actions et d'un objectif de réduction des émissions
n°3	Signature de la charte	ADEME / DREAL / Conseil régional (le cas échéant)	Après la réalisation du diagnostic CO ₂	Engagement sur 3 ans qui permet d'utiliser le logo Objectif CO ₂
n°4	Suivi annuel	L'entreprise	Après signature de la charte	Evaluation des émissions de GES, calcul de la progression, ajustement du plan d'actions

Le détail du fonctionnement de la charte et du label est consultable en ligne sur le portail Objectif CO₂ : <http://www.objectifco2.fr>.

Suivi de la solution

Indicateurs de suivi de la solution :

- Pourcentage de l'activité sous-traitée pour laquelle les transporteurs s'engagent dans la charte ;
- Pourcentage de l'activité sous-traitée pour laquelle les transporteurs demandent leur labellisation (s'ils disposent d'un niveau de performance suffisant).

Modalités pratiques de collecte des données :

- Suivi des informations fournies par les sous-traitants routiers (adhésion à la charte, demandes de labellisation, nombre de véhicules inclus dans la démarche, ...).
- Suivi du volume d'affaires couvert par les évaluations.

Solution 2 : Informer ses sous-traitants routiers sur les bonnes pratiques à adopter et les indicateurs à suivre

Comment ça marche ?

La première étape de sensibilisation de ses sous-traitants routiers est de leur fournir l'information nécessaire à la mise en place dans leurs entreprises de bonnes pratiques concernant la réduction des consommations de carburants et d'émissions de gaz à effet de serre. Les informations fournies doivent ainsi porter sur l'ensemble des axes d'optimisation (véhicule, carburant, conducteur, organisation des flux).

Réduire sa consommation passe bien évidemment par une bonne connaissance des consommations par véhicule et par conducteur. Savoir mesurer et suivre sa consommation de carburant permet aussi de définir un état des lieux initial et de se fixer des objectifs de réduction chiffrés et réalistes, ainsi que des actions ciblées.

Cette solution vise donc à fournir aux sous-traitants des informations/outils/méthodes qui les aideront à mieux connaître leurs consommations, à les suivre et à se fixer leurs propres objectifs accessibles. Dans ce cadre, il est conseillé de demander aux sous-traitants de fournir ensuite les informations (obligatoires) concernant les émissions de CO₂ des prestations de transport qu'ils ont réalisées pour son compte¹³³.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

D'après le retour d'expérience des transporteurs qui se sont engagés dans la charte, les objectifs de gains associés aux actions de la charte sont de l'ordre de 3 %.

Bien que la seule diffusion d'une information sur les bonnes pratiques disponibles pour économiser du carburant ou la mise en place d'indicateurs ne suffise pas pour atteindre ces gains qui sont liés à un véritable engagement de l'entreprise en termes de management, cette information est néanmoins une première étape et permet d'entamer une démarche de prise de conscience des enjeux et des leviers d'actions et est un préalable à toute amélioration de la performance.

Dans ce cadre, et bien que toute évaluation quantitative soit difficile, nous considérons que cette action d'information aura un impact positif sur la réduction en termes de consommation de carburant et d'émission de CO₂, qui sera toutefois limitée dans le temps. Les messages associés à ces bonnes pratiques auront ainsi tendance à perdre petit à petit leur efficacité. Nous avons donc retenu un gain de 1 % sur l'année de diffusion de cette information (gain nul sur les années suivantes).

Gabarit véhicule	Usage principal considéré	PTAC	Informers ses sous-traitants sur les bonnes pratiques à adopter et les indicateurs à suivre (% de gain CO ₂ par sous-traitant informé)
Véhicule utilitaire léger	Urbain	≤3,5 t	1 %
Petit porteur	Urbain	3,6 -12 t	
Grand porteur	Régional	> 12t	
Ensemble routier	Longue Distance	40 t	

Source : ADEME

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

La diffusion de l'information et l'utilisation d'indicateurs de suivi n'ont pas d'impact direct en termes de réduction des émissions de polluants. Néanmoins, bien que toute évaluation quantitative soit difficile, nous considérons que cette action d'information aura un impact positif sur la réduction des émissions de polluants, en incitant les sous-traitants à adopter ces bonnes pratiques qui permettent de réduire les consommations, qui sera toutefois limitée dans le temps.

¹³³ L'information GES (article L.1431-3 du code des transports) est obligatoire depuis le 1^{er} octobre 2013 (initialement sur le CO₂ uniquement puis étendue aux GES le 1^{er} juin 2017).

Domaine de pertinence

Cette action est pertinente pour tous les transporteurs ayant recours à des sous-traitants routiers. La sous-traitance s'est beaucoup développée ces dernières années, tant dans le domaine de l'express longue distance que celui de la distribution urbaine. Dans le cas des tournées en ville, la sous-traitance est réalisée généralement sur la base d'une location avec chauffeur, lorsque l'activité ne permet pas de faire la prestation en propre (il n'est pas rentable d'utiliser un chauffeur dédié pour des tournées excentrées et comportant un nombre réduit de points de livraison).

Mise en Œuvre

Plusieurs solutions peuvent être mises en œuvre afin de fournir à ses sous-traitants les informations concernant les bonnes pratiques :

- Fournir les fiches actions de la charte Objectif CO₂ en proposant plus particulièrement les fiches actions les plus pertinentes compte tenu de l'activité de transport demandée aux sous-traitants ;
- Inviter ses sous-traitants à des séances/réunions de sensibilisation ;
- Présenter des exemples de formats de tableau de bord pour le suivi des consommations.

Mettre en place cette solution permettra de réduire les émissions de CO₂ sur le périmètre global, mais ne permettra pas de réduire les consommations directes de carburant : on ne peut donc pas déterminer de retour sur investissement.

L'application de cette solution sera d'autant plus aisée que le nombre de sous-traitants réguliers est limité et que ces sous-traitants sont ouverts aux changements et aux propositions d'optimisation (d'où le fait d'appliquer la démarche en priorité aux sous-traitants les plus importants).

Suivi de la solution

Indicateurs de suivi de la solution :

- Pourcentage de l'activité sous-traitée dont les transporteurs sont associés à cette solution ;
- Nombre de véhicules et de conducteurs correspondants.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Suivi des informations fournies aux sous-traitants routiers.

Axe Organisation – Fiche n° 6 Optimisation du transport de marchandises en ville SYNTHESE

Description de l'action

Plusieurs solutions d'optimisation des schémas de distribution des marchandises en ville sont décrites dans la présente fiche :

- L'optimisation des livraisons urbaines dédiées aux magasins de détail et aux grandes surfaces ;
- L'optimisation de la logistique du dernier kilomètre pour les livraisons de colis (messagerie) ;
- Les systèmes de « hubs » pour l'optimisation des courses en ville ;
- Les systèmes de consigne intelligente pour les colis ;
- La livraison de nuit des marchandises.

En parallèle, des actions d'engagement sont également mises en avant.

Domaine de pertinence

La logistique du dernier kilomètre en messagerie (acheminement de colis) est effectuée principalement avec des véhicules utilitaires légers, parfois des vélos ou triporteurs.

Les livraisons dédiées pour approvisionner les magasins et les grandes surfaces en marchandises palettisées sont effectuées avec des petits ou des gros porteurs.

Solutions	Gains CO ₂	Retour sur investissement	Faisabilité	Domaine de pertinence
Schémas logistiques optimisés pour la livraison urbaine Différentes solutions d'optimisation du transport de marchandises en ville	0% 100% Variable	>3 ans <1 an	Difficile Facile	VUL PP GP
Adhérer à la Charte de logistique urbaine durable Réaliser une charte de logistique urbaine durable	0% 100% Variable	>3 ans <1 an	Difficile Facile	VUL PP GP

Les gains en émissions de polluants atmosphériques pour cette action n'ont pas été quantifiés en raison d'une trop grande incertitude sur l'impact de la mesure.

Axe Organisation – Fiche n° 6

Optimisation du transport de marchandises en ville

FICHE DETAILLEE

Contexte et réglementation

La **logistique urbaine** ou logistique du dernier kilomètre évolue en permanence sous la pression des consommateurs en fin de circuit. Avec le développement du e-commerce, les demandes de livraison plus rapides et un foncier qui se raréfie en cœur urbain, la logistique urbaine gagne du terrain et ouvre la voie à de nouvelles solutions organisationnelles et logistiques.

La question de la logistique urbaine est un enjeu majeur pour l'ensemble des acteurs de la chaîne logistique (commerçants, transporteurs, logisticiens, collectivités). En effet, face au vieillissement de la population et au développement du e-commerce, les habitudes en matière d'achat évoluent.

Aujourd'hui, le consommateur peut commander à distance pour être livré plus rapidement et plusieurs fois par jour, au gré de ses besoins et de ses envies (livraisons fréquentes en petite quantité). De tels changements ont un effet sur :

- La densité du trafic,
- L'importance des flux d'informations et de marchandises, générant de nouveaux coûts d'organisation logistique.

Ces transformations modifient également l'équilibre socio-économique des centres villes (livraisons en double file, pollution, nuisances sonores, insécurité urbaine, exaspération des riverains), nécessitant de nouvelles règles d'organisation et de fonctionnement (où stationner ? où livrer ? comment circuler ?).

Elles posent aussi la question d'une nouvelle gestion de la ville en termes de capacités de stockage et de lieux de livraison (optimisation des tournées, restauration des circuits courts...).

Cette réalité laisse entrevoir une façon différente d'aborder les stratégies logistiques, en interrogeant la manière dont on peut réinvestir la logistique dans le cœur des villes. Elle conduit en particulier à miser sur la logistique urbaine (« **stratégie du dernier kilomètre** »), en étudiant la façon dont on peut optimiser les flux de marchandises dans les agglomérations, leur acheminement, la livraison au destinataire final, ainsi que la gestion des flux retours. Un tel défi passe par une réflexion de fond sur le foncier logistique (bâtiments intelligents et mutables à moindre coût) et la façon dont le centre-ville peut redevenir un lieu au service d'une logistique performante via une meilleure mutualisation des ressources logistiques :

- Plateformes de groupages et de dégroupages,
- Importance des points relais (marchandises et véhicules) ;
- Nouvelles zones de stationnement (réservation dynamique dédiée aux professionnels via des applications).

L'optimisation du transport de marchandises en ville est un enjeu majeur pour réduire les émissions de CO₂. Le taux de kilomètres parcourus à vide¹³⁴ est en effet en moyenne de 25 % pour les livraisons urbaines et le taux de remplissage moyen des véhicules ne dépasse pas 67 %.

Les attentes des entreprises sont très fortes dans plusieurs domaines : réduire les longueurs des trajets, optimiser les vitesses moyennes (et donc les temps de transport), pouvoir se garer plus facilement, ...

Pour atteindre ces objectifs, de nombreuses solutions sont à la disposition des entreprises :

- L'éco-conduite (voir fiche action Cond 1) ;
- L'optimisation de la logistique du dernier km ;
- L'utilisation de véhicules avec d'autres sources d'énergie que le gazole (voir fiches Carb 1 et 2) ;
- L'utilisation d'outils informatiques d'optimisation des trajets (voir fiche Orga. 2) ;
- La mutualisation des plates-formes et des centres de distribution (voir Fiche Orga. 3) ;
- La consigne intelligente ;
- Le travail collaboratif avec les collectivités.

¹³⁴ Source : Pour un renouveau de la logistique urbaine - Séminaire CAS - 3 avril 2012 (conclusion_jp_ourliac.pdf)

Lors du Conseil des ministres du 24 mars 2016, le Gouvernement a affiché son ambition, dans le cadre de sa stratégie nationale « **France Logistique 2025** », en définissant un plan d'actions autour de 5 axes :

- Faire de la plate-forme logistique France une référence mondiale en encourageant la dynamique logistique sur tout le territoire ;
- Développer le capital humain et faciliter la visibilité de l'organisation logistique ;
- Faire de la transition numérique un vecteur de performance logistique ;
- Utiliser la logistique comme levier de transformation des politiques industrielles et de transition énergétique ;
- Instaurer et animer une gouvernance intégrée de la logistique.

La nécessaire implication des collectivités

La mise en œuvre de plusieurs solutions décrites dans la présente fiche fait appel non seulement à des initiatives de la part des entreprises mais suppose également une forte implication des collectivités. Ces dernières sont en effet en mesure de définir un cadre réglementaire et incitatif indispensable à l'émergence d'infrastructures logistiques appropriées et de favoriser les conditions de circulation des véhicules en ville¹³⁵ (principalement des véhicules utilitaires légers et des camions porteurs).

La démarche des chartes logistiques urbaines durables de l'ADEME¹³⁶, à destination des collectivités, détaille justement les domaines d'action suivants :

- Harmoniser les réglementations marchandises (au niveau de la circulation et des arrêts) ;
- Faciliter l'accès des professionnels au cœur des villes (accès gratuit aux véhicules propres, priorité pour l'usage des aires de livraison et des voies réservées, ...)
- Dédier les aires de livraison en les destinant à l'usage unique des professionnels du transport ;
- Généraliser l'usage du disque d'arrêt qui permet d'augmenter la rotation des véhicules ;
- Expérimenter les voiries à temps partagé (linéarisation des rues avec gestion de l'espace et du temps par activité) et mener des actions de sensibilisation à l'égard des conducteurs/livreurs afin que ceux-ci respectent les zones prévues à cet effet ;
- Faciliter la mise en œuvre d'ELU¹³⁷ et de CDU dans les centres villes, en participant à l'identification et à la mobilisation des zones foncières disponibles¹³⁸.

Deux volets sont prioritaires en vue de faciliter la mise en place de solutions optimisées par les entreprises :

- L'identification et la mobilisation d'espaces fonciers. Ce point constitue aujourd'hui un frein à la mise en œuvre de solutions liées à l'optimisation du dernier km (création d'ELU et de CDU, installation de bornes de rechargement des véhicules électriques, création de pistes cyclables...). Les pouvoirs publics et les collectivités ont un rôle important à jouer pour que la création d'espaces logistiques en centre-ville soit intégrée en amont dans les réflexions lors de la construction de nouveaux quartiers ;
- L'élaboration d'une réglementation optimisée sur la circulation des marchandises en ville.

Une concertation étroite entre l'ensemble des parties prenantes¹³⁹ (entreprises, collectivités locales, organisations professionnelles) est donc indispensable pour faire avancer les négociations, notamment pour l'utilisation des parkings souterrains dans les agglomérations, ainsi que pour mettre en cohérence les besoins des établissements livrés en termes d'horaires de livraisons et les arrêtés municipaux.

¹³⁵ Livre_blanco_logistique_urbaine_AFILOG_janvier2012.pdf

¹³⁶ <https://www.ademe.fr/engagement-volontaire-faveur-logistique-urbaine>

¹³⁷ Cette stratégie met en avant l'adhésion ou la réalisation d'une charte de logistique urbaine durable.

¹³⁸ Un espace logistique urbain (ELU) ou un centre de distribution urbain (CDU) est un équipement destiné à optimiser la livraison des marchandises en ville, sur les plans fonctionnel et environnemental, par la mise en œuvre de points de ruptures de charges. Il s'agit ici de gérer les flux qui pénètrent ou sortent de la ville en les canalisant vers un site où sont groupées / dégroupées les marchandises avant (ou après) que ne se réalise la relation terminale (ou origine). Ce type d'équipement modifie l'organisation traditionnelle en intégrant dans la chaîne logistique un opérateur nouveau et une nouvelle rupture de charge, ce qui impose une recomposition des procédures. www.transports-marchandises-en-ville.org.

¹³⁹ L'implantation d'un ELU n'est pas du seul ressort de l'entreprise. En effet, des documents de planification énoncés par le Code de l'urbanisme encadrent les décisions (Schéma Directeur Régional d'Ile de France – SDRIF, PDUIF, SCOT, PLU, PDU...).

¹³⁹ Source : Etude PIPAME 2009

Solution 1 : Schémas logistiques optimisés pour la livraison urbaine

Comment ça marche ?

Le modèle parfait de l'optimisation des livraisons urbaines n'existe pas. Des solutions successives ou menées en parallèle peuvent permettre de créer des schémas logistiques optimisés pour assurer les livraisons urbaines et répondre aux nouveaux enjeux du « dernier kilomètre ».

Optimisation des livraisons urbaines dédiées aux magasins de détail et aux grandes surfaces

Les tournées de livraison de boutiques, supérettes et supermarchés en centre-ville constituent les flux de distribution urbaine les plus importants en volume. On utilise des camions porteurs pour massifier les flux au maximum. Dans ce cas, l'objectif principal de l'entreprise sera d'optimiser le taux de remplissage de ses véhicules. Cet objectif pourra être atteint en combinant plusieurs solutions déjà décrites dans l'axe « Organisation des flux de transport »

- Fiche n°3 : « Optimisation du chargement des véhicules » :
 - o L'optimisation du ratio volume/poids des chargements
 - o La mutualisation du transport entre plusieurs clients
 - o L'utilisation d'un logiciel d'amélioration du coefficient de chargement.
- Fiche n°4 : « Travail collaboratif avec les clients pour une meilleure optimisation » :
 - o Le partage d'un plan de transport commun avec le client »
 - o La mise en place de rendez-vous

Espaces logistiques urbains pour l'optimisation du dernier kilomètre en messagerie

Dans ce schéma, les marchandises commencent par arriver sur des plateformes de massification intermédiaire situées à la périphérie des agglomérations. La traction à partir de ces plateformes s'effectue avec des camions porteurs les plus remplis possibles, vers des plateformes situées cette fois en centre-ville, au plus près des destinataires. A partir de ces plateformes, il est possible d'organiser la distribution du dernier kilomètre des palettes et colis, au moyen de petits véhicules adaptés en taille, dans un périmètre de proximité.

Les espaces logistiques en centre-ville présentent deux avantages principaux en termes de réduction des consommations de carburant : d'une part ils permettent d'optimiser le nombre de points d'arrêt par tournée, d'autre part ils permettent d'effectuer des livraisons en horaires décalés. En outre, certains schémas logistiques visent clairement un transfert des véhicules thermiques du type porteur vers des véhicules électriques de gabarit inférieur. Dans ce cas, les plages horaires de livraison peuvent être étendues de 7h à 21h.

Plusieurs types de véhicules pourront être utilisés :

- Véhicules utilitaires légers électriques du type fourgon
- Triporteurs à assistance électrique
- Vélos-cargos électriques
- Chariots transpalettes électriques, pour la livraison finale sur des distances très courtes.

Plusieurs centaines d'expériences basées sur ce schéma ont été développées à travers le monde, dont certaines sont pérennes. En France, on peut citer en particulier :

- Chronopost qui exploite 2 ELU à la Concorde (depuis 2005) et à Beaugrenelle (depuis 2013) ;
- Les pilotes Distripolis¹⁴⁰ ;
- Le service Elcidis de la société Proxiway à La Rochelle.
- L'ELU de Lyon Cordeliers¹⁴¹ géré par Lyon Parc Auto depuis janvier 2012. Les marchandises sont triées sur site et distribuées dans Lyon Presqu'île et Lyon intra-muros, 6 jours par semaine, de 6 h à 13 h, vers 31 points de livraison à l'aide de deux véhicules électriques d'une capacité d'emport de 2 tonnes (6 palettes).
- Dans le cadre du projet PRELUD¹⁴² (Grand Lyon), La Poste a développé un Centre de Distribution Urbaine, le dernier km étant réalisé par des véhicules utilitaires légers électriques.

¹⁴⁰ Géodis - DISTRIPOLIS®- La Logistique de la Ville de Demain

¹⁴¹ Source : Supply Chain Magazine - Newsletter 1405 - 30avril2012

¹⁴² Source : CityFret, point et perspectives Séminaire Urban Trucks, 6 décembre 2010

Le Marché d'Intérêt National (MIN) de Rungis et la Mairie de Paris s'associent

En 2015, le MIN de Rungis lançait le concept de **l'Espace Logistique Urbain (ELU)** en partenariat avec la Mairie de Paris. L'objectif est de réduire les flux de circulation des poids lourds entre Rungis et la capitale. Dans le cadre de la Charte de logistique urbaine durable, la Mairie de Paris a lancé un appel à expérimentation sur la logistique urbaine en partenariat avec Paris & Co. A cette démarche, s'associent l'ADEME, la Caisse des dépôts et des consignations, la CCI de Paris, La Poste, Franprix, Groupe Monoprix et le CEREMA notamment.

Ce projet s'est concrétisé par :

- L'implantation de consignes de tri automatiques sur l'espace public,
- Des espaces de stockage réservables en ligne,
- Une rationalisation des flux (algorithmes, transports mutualisés),
- Des expérimentations relatives aux moteurs (camion biodiesel issu de l'huile de friture, véhicule électrique...),
- Des réservations d'emplacements de places de livraisons
- Une optimisation du transport fluvial.

Les expérimentations sont ensuite évaluées par des bureaux d'études indépendants.

Premier levier : la mutualisation : la livraison de plusieurs commerces de bouche ou restaurants par un seul camion.

Deuxième levier : le remplacement des véhicules diesel par des utilitaires électriques et par l'autopartage de véhicules propres.

Systèmes de « hubs » pour l'optimisation des courses en ville

Ce système constitue une solution intéressante, quoique très spécifique, pour des flux concentrés sur une aire de chalandise restreinte, par exemple quelques quartiers d'une grande ville ou de sa banlieue. Il permet en effet de réduire les déplacements des coursiers. Dans le « hub » opérationnel depuis quelques années situé à la Porte Maillot (Paris), les flux entrants et sortants sont principalement transportés par des vélos (ainsi que par quelques véhicules utilitaires légers pour les flux issus de, ou destinés à la banlieue). Les coursiers utilisent un sac à dos de grand format et très plat (charge utile : 3 kg maximum) pour les plis et les petits colis. La distance moyenne de chaque course est de 2 à 3 km. La distance moyenne parcourue quotidiennement par chaque coursier est d'environ 100 km, soit 20 à 25 courses par jour compte tenu des temps morts.

Systèmes de consigne intelligente pour les colis

Ce dispositif consiste à recevoir son colis dans un casier automatique placé dans un lieu public (gare, magasin ou encore centre commercial), souvent accessible 24h sur 24 et 7 jours sur 7.

Cette option de livraison demeure la moins aimée des cyberacheteurs (seuls 12 % d'entre eux l'ont utilisée en 2017 lors d'un achat sur Internet¹⁴³),

Malgré des difficultés (les consignes coûtent chères, le double d'un point relais classique chez un commerçant : il faut compter l'installation, la maintenance, l'entretien et le loyer de l'emplacement, souvent en zone très fréquentée) plusieurs systèmes ont été développés sur ce principe en France (Pickup station de La Poste, Amazon Locker, consigne en magasins Fnac-Darty, ...).

D'autres pays, en particulier l'Allemagne et certains pays anglo-saxons, ont déployé des systèmes de consigne intelligente à plus grande échelle qu'en France. Ainsi, en Allemagne, le système « Pack station » a été lancé par la Deutsche Post au début des années 2000. Il s'agit de consignes (dépôt, envoi et récupération de colis...) implantées sur la voirie, dans les gares, les universités, ainsi que dans certaines grandes entreprises. Plus de 2 500 « Pack station » sont présentes sur le territoire allemand, ouvertes 24h/24 et 7j/7. Le service est proposé gratuitement aux professionnels et particuliers.

Les livraisons de nuit en milieu urbain

Les livraisons de nuit sont une source de nuisance pour les riverains et pour les habitants lors du passage des poids lourds à proximité de leurs habitations. Cependant, toutes les villes ne sont pas logées à la même enseigne et les plans de transport varient selon la taille de l'agglomération. Par ailleurs, l'heure de livraison est fortement corrélée à la superficie du magasin : une grande surface sera livrée plus tôt qu'un commerce de proximité en raison du gabarit du ou des véhicules occasionnant par

¹⁴³ Baromètre FEVAD/CSA

conséquent un temps de déchargement nécessaire plus long. Un supermarché ou un hypermarché peut être livré plusieurs fois par jour.

En 2012, l'association Certibruit a entamé la diffusion d'une charte « Livraison de nuit respectueuse des riverains et de l'environnement. » visant à décaler les plages horaires de livraisons dans les grandes agglomérations. L'objectif est de motiver les transporteurs à renouveler leur flotte en investissant dans des véhicules moins énergivores et silencieux. Dans le cas d'une procédure de labellisation et d'un audit, Certibruit délivre un label transporteur. Ce dernier prouve aux habitants et aux collectivités que les livraisons de nuit sont réalisées dans de meilleures conditions visant au respect de la tranquillité des riverains.

Certibruit délivre également un « Label enseignes » poursuivant les mêmes objectifs à la différence que le certificat s'appuie sur une politique managériale des responsables de magasins vis-à-vis des employés et de leur responsabilité dans leur collaboration avec les transporteurs et notamment le personnel de livraison.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Dans le cas des livraisons urbaines dédiées aux magasins de détail et aux grandes surfaces avec des camions porteurs, il est possible d'estimer les gains potentiels en se reportant aux solutions décrites dans l'axe « Organisation des flux de transport », Fiche n°3 : « Optimisation du chargement des véhicules », et Fiche n°4 : « Travail collaboratif avec les clients pour une meilleure optimisation ».

Dans le cas de la distribution de colis (messagerie), les solutions d'optimisation de la logistique de dernier km permettent d'obtenir un gain en émission de CO₂ très important si l'on raisonne au niveau des seuls véhicules électriques effectuant les parcours terminaux. Par contre, si l'on considère l'ensemble de la chaîne de distribution urbaine, les entreprises ayant mis en œuvre des projets d'optimisation du dernier km évaluent à quelques dizaines de pourcents l'ordre de grandeur du gain de consommation lié à leur nouvelle organisation logistique (sans compter le gain résultant de l'utilisation éventuelle de véhicules électriques en bout de chaîne).

Enfin, dans le cas des **systèmes de « hubs » d'optimisation des courses en ville**, des **systèmes de consigne intelligente** pour les colis, et des **livraisons de nuit**, il sera nécessaire d'évaluer au cas par cas les gains potentiels d'émissions de CO₂ car chaque initiative présente des spécificités marquées.

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

Les gains associés à cette action seront très variables aussi bien en termes de consommation de carburant, d'émissions de CO₂ que d'émissions de polluants atmosphériques et dépendront des schémas logistiques mis en place.

Impact sur les émissions sonores

Dans le cadre des livraisons de nuit, le niveau des émissions sonores va être réduit par rapport à une livraison de jour classique grâce au label Certibruit qui permet de s'assurer de :

- L'utilisation de matériel de transport et de manutention silencieux (certifié PIEK)
- Des aménagements spécifiques des magasins ou des restaurants concernés
- Des aménagements de voirie et de stationnement aux abords des sites de livraison
- La formation et la sensibilisation du personnel (livreurs et personnels de réception des marchandises) selon un programme défini par l'AFT, le CIDB et le Cemafruid
- La mise à disposition d'une ligne d'assistance téléphonique à destination des riverains
- Le contrôle des sites labellisés par un organisme de certification indépendant

Domaine de pertinence

Ces solutions sont pertinentes pour toutes les opérations de distribution en ville.

Mise en Œuvre

Dans le cas des livraisons urbaines dédiées aux magasins de détail et aux grandes surfaces avec des camions porteurs, on se reportera aux fiches Orga 3 (Optimisation du chargement des véhicules) et Orga 4 (Travail collaboratif avec les clients pour une meilleure optimisation).

Espaces logistiques urbains pour l'optimisation du dernier kilomètre en messagerie

Préalablement à la mise en œuvre d'un schéma logistique basé sur une (ou plusieurs) plateforme(s) d'optimisation du dernier kilomètre, l'entreprise devra effectuer une analyse économique détaillée, afin de prendre en compte en particulier l'impact de la rupture de charge supplémentaire induite par ce schéma, ainsi que la disponibilité et le coût du foncier en centre-ville.

D'autre part, il apparaît que si les véhicules utilitaires légers électriques sont faciles à intégrer à petite échelle dans une flotte, leur mise en œuvre est plus complexe à grande échelle, ceci principalement à cause du manque de disponibilité des prises électriques de recharge des batteries (la réglementation engendre des contraintes fortes au niveau de l'installation de prises électriques dans les parkings) et de l'investissement plus élevé.

Les perspectives de transport mixte de marchandises en ville : l'exemple du tramway

Depuis 2004, la ville de Zurich (Suisse) fait circuler sur les voies du tramway un tram-cargo destiné au ramassage des déchets et des encombrants¹⁴⁴. Des wagons équipés de conteneurs sont mis à la disposition des zurichois, selon un calendrier publié par l'opérateur de transport public. Un deuxième tram-fret, le E-Tram, destiné à la collecte des déchets électroniques et électriques, a été mis en place en 2007.

Le cargo tram de Dresde (Allemagne)¹⁴⁵ circule en trafic intercalé entre les rames de voyageurs. Sa spécificité tient au fait qu'il y a un seul expéditeur et un seul destinataire (le groupe Volkswagen), qui a pris en charge la totalité du coût d'investissement des deux installations terminales embranchées, pour un report modal de l'ordre de 40 véhicules/jour.

A ce jour, aucune solution de transport mixte de ce type n'a encore été développée en France¹⁴⁶, même si des expérimentations ont eu lieu.

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- Nombre de tonnes.km effectuées au moyen de schémas logistiques optimisés de distribution urbaine.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Relevé des flux parcourus au cours de l'année, par type de véhicule.

¹⁴⁴ Source : Actes séminaire CAS sur la logistique urbaine.

¹⁴⁵ Etude PIPAME 2009

¹⁴⁶ Le projet de livraison à Paris concernant les lignes de tramway T2 et T3, au moyen d'un véhicule dédié fret, n'a pas trouvé de financement et a donc été abandonné.

Solution 2 : Adhérer à la Charte de logistique urbaine durable

Comment ça marche ?

La logistique urbaine est l'acheminement optimisé des flux de marchandises à destination ou en provenance de la ville. A l'échelle de la région, le transport multimodal doit être favorisé puis à l'échelle communale, une logique d'organisation doit être mise en œuvre pour assurer l'approvisionnement des quartiers.

La logistique urbaine durable vise à utiliser des moyens de transport respectueux de l'environnement dans le but de réduire les émissions de CO₂.

L'émergence du e-commerce et le boom des livraisons à domicile augmentent le nombre de véhicules de livraison en ville, au point d'occuper le tiers de la voirie. Embouteillages, pollution et saturation des places de stationnement sont autant de nuisances induites pesant sur la qualité de vie des citoyens. L'enjeu pour les villes est de parvenir à faire travailler les acteurs dispersés de la chaîne commerciale et logistique ensemble pour mieux organiser ces flux.

Dans le cadre de la Conférence environnementale de 2014 et de la stratégie nationale « **France Logistique 2025** », le Ministère chargé des transports et l'ADEME ont lancé la démarche du « cadre national pour des **chartes de logistique urbaine durable** » pour répondre à la transition numérique, écologique et énergétique.

La démarche vise à favoriser les échanges et la mutualisation de bonnes pratiques entre collectivités territoriales et à renforcer la concertation entre acteurs publics et privés du secteur (collectivités territoriales, chargeurs, transporteurs, logisticiens, commerçants) avec la signature de **chartes d'engagements volontaires**¹⁴⁷.

Le référentiel s'adresse :

- A toutes les entreprises qui opèrent des activités logistiques, quelle que soit leur taille ;
- Aux donneurs d'ordres, chargeurs ou commissionnaires en leur qualité d'entreprises qui achètent des prestations d'activités logistiques ;
- A toute organisation qui opère ou sous-traite des activités logistiques : collectivités, établissements publics, ONG, etc.

Le but de la signature de ces chartes est de permettre d'accompagner les collectivités pour la mise en œuvre de politiques de transport de marchandises et de logistique urbaine qui favorisent le développement économique des villes tout en limitant les nuisances environnementales (pollution, bruit, congestion, émissions de GES).

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

La signature d'une charte locale de la logistique durable n'a pas d'impact direct sur les émissions de CO₂. Par contre, les gains associés à la mise en œuvre de la charte seront très variables et dépendront des schémas logistiques mis en place.

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

La signature d'une charte locale de la logistique durable n'a pas d'impact direct sur les émissions de polluants atmosphériques.

Domaine de pertinence

Cette action s'adresse à toute entreprise effectuant des livraisons en ville.

¹⁴⁷ <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/engagement-volontaire-logistique-urbaine-2018.pdf>

Mise en Œuvre

En 2016 une première boîte à outils pour les collectivités territoriales a été élaborée avec divers éléments :

- Un test de maturité permettant à chaque collectivité de faire un bilan de son état d'avancement sur la thématique ;
- Des éléments de connaissances générales sur la logistique urbaine ;
- Une vingtaine de « fiches actions » sur des thématiques précises telles que « Réaliser un diagnostic marchandises », « Adopter une réglementation marchandises efficace », « Réserver du foncier pour la logistique urbaine », ...
- Un outil de calcul des gains environnementaux dus aux mesures mises en œuvre.

En 2018, suite aux premiers retours d'expériences de collectivités expérimentatrices, les outils méthodologiques ont été ajustés pour répondre au mieux aux besoins des collectivités territoriales et des acteurs privés de la logistique et la mise en œuvre de **chartes locales de la logistique durable en ville** a été élargie à l'échelle nationale.

La rédaction d'une charte de logistique urbaine durable n'est pas encore un réflexe entrepreneurial dans la mesure où plus de 50 % des entreprises interrogées (étude ASLOG 2017) n'ont pas réfléchi à sa mise en place. Cependant, les mobilités douces se sont développées pour assurer la logistique du dernier kilomètre (coursiers à vélo et véhicules électriques principalement).

Mairie de Paris : Charte en faveur d'une logistique urbaine durable

Initiée en 2001 dans le cadre d'une concertation avec les professionnels et les élus, la Charte en faveur d'une logistique urbaine durable a été signée en juin 2006. En 2013, 47 professionnels adhéraient à la charte, laquelle était complétée par :

- Un contrôle du respect de la réglementation en vigueur
- Les Espaces Logistiques Urbains (ELU)
- La sensibilisation à la présence des activités de transport en ville
- La valorisation foncière.

La charte s'articule autour de 4 principes :

- Favoriser une logistique urbaine économique, environnementale et architecturale
- Développer une logistique urbaine respectueuse de l'environnement
- S'inscrire dans une démarche territoriale
- Agir dans le cadre d'une démarche de concertation

La charte fait référence au règlement « marchandises » applicable dans Paris relatif à :

- La limitation à 30 km/h
- L'utilisation des aires de livraison
- Aux plans d'actions devant guider la concertation Ville de Paris / professionnels.

Elle inclut en particulier les clauses suivantes :

- Les professionnels du transport livrant dans Paris sont soumis à un règlement tenant compte du principe environnemental : les véhicules « propres » sont maintenant les seuls à pouvoir livrer 24h/24, avec des restrictions pour les autres véhicules sur certains créneaux de jour.
- Sur le créneau de la livraison de nuit (22h-7h), la livraison ne peut être effectuée qu'avec des véhicules « propres » et dont la surface au sol est inférieure à 43 m².
- Plus généralement, le statut des aires de livraison a été précisé et la durée des livraisons est strictement limitée à 30 minutes, contrôlable à l'aide d'un disque horaire.

A noter que le projet InTerLUD¹⁴⁸ (Innovations Territoriales et Logistique Urbaine Durable), retenu pour l'obtention de Certificats d'Economie d'Energie (CEE), a pour objectif de favoriser une gestion de la logistique urbaine plus durable et économe en énergie fossile au niveau des agglomérations, par des démarches de concertation entre les acteurs publics et privés. L'objectif de ce programme est la réalisation de 50 chartes de logistique urbaine durable d'ici fin 2022.

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution : Signature de la charte

¹⁴⁸ <https://www.cerema.fr/fr/actualites/chartes-logistique-urbaine-durable-co-construites-acteurs>

Axe Organisation – Fiche n° 7
Responsabilité sociétale de l'entreprise
SYNTHESE

Description de l'action

Engagement volontaire de l'entreprise dans une démarche d'éco-responsabilité vis-à-vis de ses parties prenantes, à travers la publication d'un rapport annuel RSE.

Domaine de pertinence

Cette action s'applique à toute entreprise de transport routier de marchandises.

NB : Cette fiche ne concernant pas le transport en lui-même, le transporteur qui souhaite la mettre en place doit également entreprendre une autre action de l'axe organisation.

Solutions	Gains CO ₂	Retour sur investissement	Faisabilité	Domaine de pertinence
Promouvoir une démarche de Responsabilité Sociétale de l'Entreprise	0% 10% Indirect	>3 ans <1 an Indirect	Difficile Facile	VUL PP GP ER
Rédiger un reporting extra-financier prenant en compte les aspects sociaux, sociétaux, environnementaux et économiques				

Les gains en émissions de polluants atmosphériques pour cette action ne sont pas quantifiés en raison de l'aspect indirect de cette mesure.

Axe Organisation– Fiche n° 7
Responsabilité sociétale de l'entreprise
FICHE DETAILLEE

Contexte et réglementation

La responsabilité sociétale des entreprises (RSE) représente l'intégration, dans le monde de l'entreprise, des principes du développement durable et de ses trois piliers : environnement, social, économie.

Bien que la RSE se soit développée à travers des volontariats, l'Etat Français a décidé de fixer un cadre réglementaire impulsé par la réglementation internationale (ISO 26000) et européenne.

L'article 116 de la loi du 15 mai 2001 relative aux nouvelles régulations économiques impose l'insertion d'informations concernant les conséquences sociales et environnementales de leurs activités pour les entreprises cotées en bourse. On parle alors de **Reporting extra-Financier des Entreprises (RFE)**.

L'article 53 de la loi du 3 août 2009 (Grenelle de l'environnement) insiste sur :

- L'information sociale et environnementale,
- La communication d'informations de la direction aux représentants du personnel,
- Le développement durable lié à l'activité de l'entreprise,
- La rédaction de référentiels de développement durable par secteur d'activité,
- La promotion de labels
- L'Investissement Socialement Responsable (ISR) : pratiques de placement consistant à intégrer des critères de développement durable dans la gestion d'actifs financiers dans l'objectif d'inciter les entreprises à respecter ces critères dans leur modèle économique et dans leur collaboration avec leurs partenaires.
- La publication d'un référentiel européen en matière d'indicateurs sociaux et environnementaux.

La loi du 12 juillet 2010 relative à l'**Engagement National pour l'Environnement (ENE)** introduit les notions de :

- Responsabilité Sociétale des Entreprises (RSE)
- **Investissement Socialement Responsable (ISR)**.

Les décrets du 30 janvier et du 24 avril 2012 respectivement relatifs aux obligations de transparence des entreprises en matière sociale et environnementale, à l'information par les sociétés de gestion de portefeuille des critères sociaux, environnementaux et de qualité de gouvernance et l'arrêté du 13 mai 2013 renforcent la loi du 12 juillet 2010.

La loi du 17 août 2015 dite de « Transition Energétique pour la Croissance Verte (TECV) » et son décret d'application du 19 août 2016 complètent les obligations de RFE en matière de :

- Enjeux climato-énergétiques,
- Economie circulaire,
- Gaspillage alimentaire.

La loi du 9 novembre 2016 relative à la lutte contre la corruption et la loi du 27 mars 2017 liée au devoir de vigilance des sociétés mères et des entreprises donneuses d'ordres complètent les obligations en matière de responsabilité sociétale.

La directive européenne relative au RFE a été transposée en France par l'ordonnance du 19 juillet 2017 concernant la publication d'informations non financières pour les grandes entreprises et les grands groupes. Elle a été rendue applicable par le décret du 9 août 2017. Ces textes ont été transposés dans les articles L 225-102-1 et suivants du Code de Commerce.

Solution : Promouvoir une démarche de Responsabilité Sociétale de l'Entreprise

Comment ça marche ?

La responsabilité sociétale des entreprises (RSE) est un « concept dans lequel les entreprises intègrent les préoccupations sociales, environnementales, et économiques dans leurs activités et dans leurs interactions avec leurs parties prenantes sur une base volontaire ».

La RSE, composée de 7 champs d'actions (gouvernance, droits de l'homme, social, environnement, loyauté des pratiques, enjeux liés aux clients et aux consommateurs, développement des territoires) représente l'intégration, dans le monde de l'entreprise, des principes du développement durable à travers l'environnement, le social et l'économie.

Le pilier environnement est structuré autour de 8 thématiques :

- La démarche environnementale structurée,
- Le changement climatique,
- L'énergie,
- La pollution de l'air,
- L'économie circulaire (dont la gestion des déchets),
- Les autres nuisances (dont le bruit et congestion du trafic),
- La pollution de l'eau et des sols,
- La biodiversité.

Le **référentiel RSE en logistique** répond à l'objectif d'établir un lien robuste entre la RSE telle qu'elle est définie dans les standards internationaux et les réalités de la filière logistique.

Le Reporting extra-Financier des Entreprises (RFE) concerne quant à lui la communication des informations sociales, environnementales, sociétales et de gouvernance, en vue d'améliorer la transparence des activités, des caractéristiques et de l'organisation de l'entreprise.

En juillet 2018, les ministères de la transition écologique et solidaire et de l'économie et des finances ont publié la version actualisée du « Référentiel RSE en logistique »¹⁴⁹. Le guide vise à renforcer la position de l'Etat dans la transition écologique et énergétique à travers sa stratégie « France logistique 2025 »¹⁵⁰.

Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

La RSE et la réalisation d'un RFE n'ont pas de conséquences directes sur la réduction de la consommation de carburant et des émissions de CO₂. Cette solution ne peut à elle seule produire des impacts réels et **doit être obligatoirement associée à une autre solution de l'axe organisation**.

Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

La mise en place d'une démarche RSE n'a pas de conséquence directe sur les émissions de polluants atmosphériques.

Domaine de pertinence

Cette action s'applique à toute entreprise de transport.

La RSE est avant tout un concept et vise à valoriser en premier lieu l'image de marque de l'entreprise. La publication annuelle d'un rapport RSE, bien qu'obligatoire pour les grands groupes, n'est pas nécessairement fondée sur le développement durable. En fonction de la politique (stratégie) de l'entreprise, la démarche RSE repose sur une volonté d'engagement de l'entreprise dans une démarche d'éco-responsabilité vis-à-vis de ses parties prenantes (salariés, fournisseurs et clients).

¹⁴⁹ <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/referentiel-responsabilite-societale-des-entreprises-rse-en-logistique>

¹⁵⁰ <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/france-logistique-2025>

Mise en Œuvre

La faisabilité de cette action est comprise entre simple et intermédiaire puisqu'elle consiste d'une part en la rédaction du RFE, qui va néanmoins nécessiter de collecter des données d'activité dispersées dans plusieurs services différents, et d'autre part à définir (et mettre en place) un plan d'actions RSE.

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- Publication du RFE.

Modalités pratiques de collecte des données :

- Compilation des données d'activité de l'entreprise.

Axe Organisation et Management – Autres actions

Cette page centralise d'autres solutions de réduction des émissions de CO₂, en lien avec l'axe organisation, présentant un aspect innovant ou de niche.

Cette fiche sera complétée au fur et à mesure des mises à jour de ce guide.

Autres actions identifiées :

- **Limitation des trajets à vide** : afin de limiter les km non productifs. L'utilisation de l'informatique embarquée peut être un moyen de limiter ces trajets à vide en affectant un chargement au véhicule le plus proche.
- **Développement des modes doux** : dans le cadre du TMV, la livraison du dernier kilomètre en triporteur (électrique) ou à pied permettrait de réduire la circulation et donc les émissions des véhicules de livraison thermiques. A noter le changement de régime réglementaire de ce mode de livraison puisque contrairement aux acteurs traditionnels, il ne nécessite pas d'inscription au registre des transporteurs.

GUIDE DES FICHES ACTIONS DE LA CHARTE OBJECTIF CO₂ POUR LE TRANSPORT ROUTIER DE MARCHANDISES

Véritable outil d'aide à la décision pour les transporteurs désirant adhérer à la charte Objectif CO₂, ce guide détaille l'ensemble des solutions standards identifiées pour chacun des quatre axes du plan d'actions : axe véhicule, axe carburant, axe conducteur et axe organisation.

Le dispositif Objectif CO₂, volet transport du programme EVE, s'applique au TRM comme au TRV et se décline en une charte et un label.



**ENGAGEMENTS
VOLONTAIRES POUR
L'ENVIRONNEMENT**
transport et logistique



Objectif CO₂
Les transporteurs s'engagent

