

Fiches Actions

Septembre 2012

Transport de marchandises



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



SOMMAIRE

| | | |
|--------|---|-----|
| 1 | Introduction aux fiches actions | 5 |
| 1.1 | Présentation de la démarche « Objectif CO ₂ – Les transporteurs s'engagent » | 5 |
| 1.2 | Objectifs des fiches actions | 5 |
| 1.3 | Grille de lecture des fiches actions | 5 |
| 1.3.1 | La fiche de synthèse | 6 |
| 1.3.2 | La fiche détaillée | 8 |
| 1.4 | Règles de cumul des gains | 12 |
| 1.5 | Certificats d'économies d'énergie | 13 |
| 1.6 | Présentation synthétique des fiches actions | 14 |
| 2 | Les fiches actions | 19 |
| 2.1 | Axe Véhicule | 21 |
| 2.1.1 | Modernisation et ajustement du parc à son usage | 21 |
| 2.1.2 | Solutions techniques de bridage de la vitesse et de coupure automatique du moteur au ralenti | 31 |
| 2.1.3 | Utilisation de lubrifiants à économie d'énergie | 37 |
| 2.1.4 | Utilisation d'accessoires pour diminuer la résistance aérodynamique | 43 |
| 2.1.5 | Amélioration de la maintenance des véhicules (hors pneumatique) | 51 |
| 2.1.6 | Gestion du parc de pneumatiques | 57 |
| 2.1.7 | Climatisation évaporative | 71 |
| 2.1.8 | Allègement du véhicule | 75 |
| 2.1.9 | Réduction des consommations liées aux besoins autres que la traction | 79 |
| 2.1.10 | Température dirigée : choix du système de production de froid | 83 |
| 2.1.11 | Température dirigée: équipements spécifiques et maintenance | 103 |
| 2.2 | Axe Carburant | 109 |
| 2.2.1 | Choix du mode de propulsion | 109 |
| 2.2.2 | Utilisation de carburants alternatifs | 119 |
| 2.2.3 | Produits auxiliaires de combustion qui conservent la propreté des circuits d'alimentation, d'injection et des chambres de combustion des moteurs diesel | 125 |
| 2.2.4 | Amélioration du suivi des consommations | 129 |
| 2.3 | Axe Conducteur | 139 |
| 2.3.1 | Mise en place d'un programme éco-conduite | 139 |
| 2.3.2 | Gestes économes et de bonnes pratiques spécifiques au transport sous température dirigée | 153 |
| 2.4 | Axe Organisation des flux de transport | 157 |
| 2.4.1 | Recours aux modes non routiers | 157 |
| 2.4.2 | Outils informatiques d'optimisation des trajets | 169 |
| 2.4.3 | Optimisation du chargement des véhicules | 177 |
| 2.4.4 | Travail collaboratif avec les clients pour une meilleure optimisation | 197 |
| 2.4.5 | Sensibilisation des sous-traitants routiers | 207 |
| 2.4.6 | Optimisation du transport de marchandises en ville | 215 |

1 Introduction aux fiches actions

1.1 Présentation de la démarche « 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 l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE) et l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME), en concertation avec les organisations professionnelles du secteur. Elle découle directement des engagements du Grenelle de l'Environnement et répond en particulier à l'article 10 de la loi Grenelle 1.

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 (gCO₂/km et gCO₂/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 Internet www.objectifco2.fr, qui sera utilisé par chaque entreprise tout au long de ses 3 années d'engagement.

1.2 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 www.objectifco2.fr 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.

1.3 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** : cet axe 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.

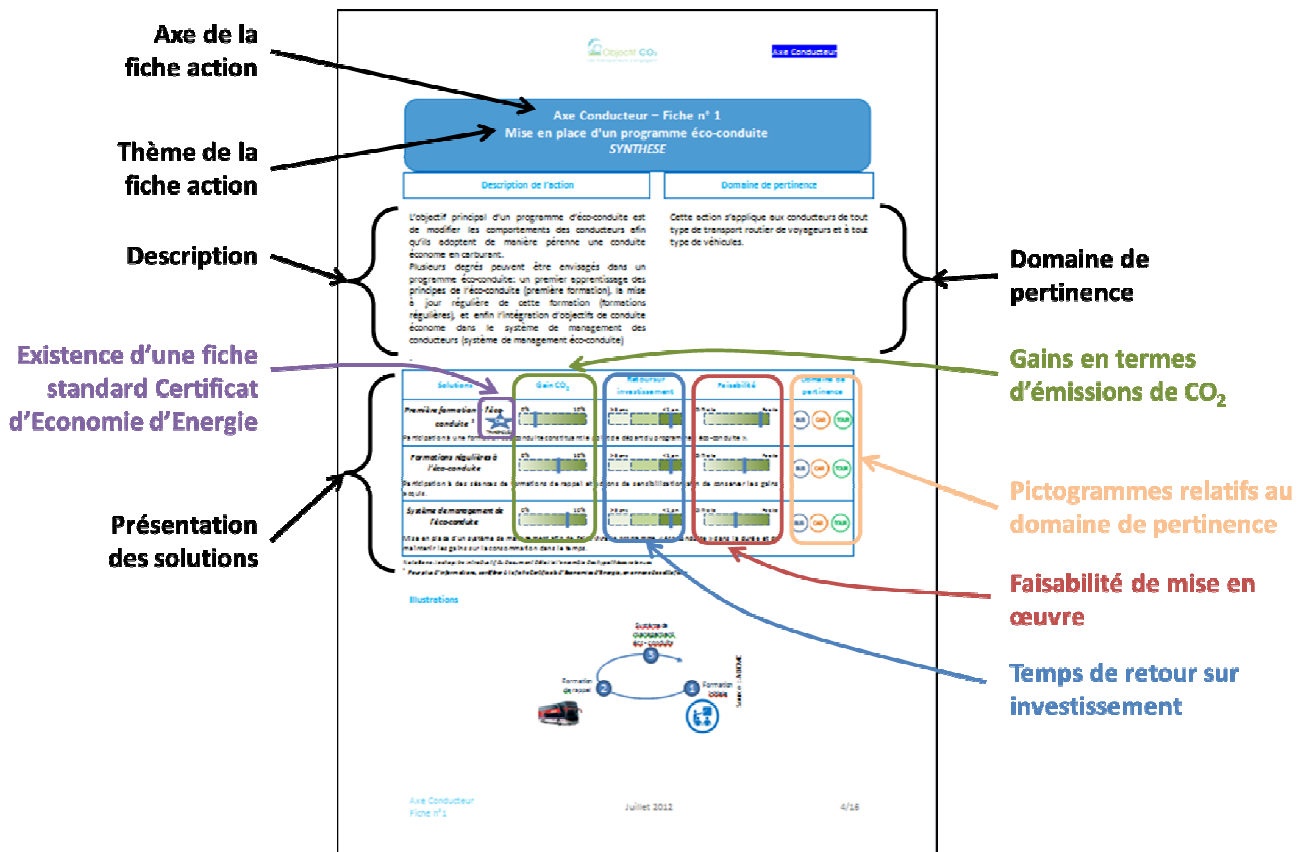
En effet, les actions et solutions proposées sont des recommandations, qui méritent de faire l'objet d'une analyse de leur pertinence face au métier exercé, aux moyens utilisés, aux besoins d'exploitation, au contexte réglementaire et au niveau de performance de l'entreprise.

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.

1.3.1 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 ;
 - du temps de retour sur investissement ;
 - du degré de faisabilité dans la mise en œuvre de chaque solution.



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 de CO₂** : il s'agit des gains en termes d'émissions de dioxyde de carbone (CO₂) 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 la fiche détaillée, le gain CO₂ de chaque solution est précisé selon quatre catégories de véhicules (voir 1.3.2 du présent document).
- 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 :

- temps de mise en œuvre : quelle sont les étapes clés et le temps nécessaire pour mettre en œuvre la solution considérée (étude/analyse préliminaire, test de validation, négociation/échange avec les autres acteurs du système....)?
- difficulté de déterminer la solution optimale : est-ce que des études préliminaires doivent être lancées ? est-ce que l'offre existante de produits ou de services est diversifiée ?
- organisationnel : complexité et nombre de personnes à mobiliser
- conduite du changement : est-ce que les entreprises peuvent s'approprier rapidement la solution considérée (craintes des conducteurs face à des changements de technologies, nécessité d'apprendre à utiliser les nouvelles solutions, ...)?
- disponibilité sur le marché : les produits ou services sont-ils facilement disponibles ?
- prise en compte des contraintes liées à la solution lors de l'exploitation : utilisation d'équipements/matériels spécifiques, nécessité de formations, de vérifications ou d'une maintenance spécifiques ...

1.3.2 La fiche détaillée

Le transporteur trouvera dans cette partie des informations détaillées concernant chaque action et les solutions identifiées. Elle est organisée de la manière suivante :

- **Le contexte et la réglementation associée** (voir page suivante) ;

Présentation de la première page de la fiche détaillée.

Les pages qui suivent sont organisées par solution :

Pictogrammes relatifs au domaine de pertinence

Nom de la solution

Explication de la solution

Type et usage

Gains associés à chaque segment

Axe de la fiche action

Domaine de pertinence

Mise en œuvre

Suivi de la solution

Présentation de chaque solution dans la fiche détaillée.

| Caractéristiques du véhicule | Usage principal | PTAC | Cas de la solution en volume : gains liés à un allègement de 500 kg (0,5t/1000 km) | Cas de la solution en poids : gains liés à un allègement de 500 kg (0,5t/1000 km) |
|------------------------------|-----------------|-------------|--|---|
| Véhicule de transport léger | Urban | 4000 | 1% | Jusqu'à 20% |
| PTAC moyen | Urban | 2,5 à 3,5 t | 1% | 7% |
| Caractéristique | Algèbre | 2000 | 1% | 4% |
| Profil de rouler | Algèbre | 400 | 1% | 2% |

Chaque solution est analysée au moyen des cinq rubriques suivantes : « Comment ça marche ? », « Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂ », « Domaine de pertinence », « Mise en œuvre » et « Suivi de la solution ».

- **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.

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.

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 de transport léger en milieu urbain).

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 de transport 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 de transport léger (VTL)** 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-cabines a un PTAC de 3,5 t.

Les entreprises utilisant des flottes de véhicules de transport léger 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 de transport léger, car une frange importante des utilisateurs professionnels utilisent leurs véhicules en compte propre, à d'autres fins que le transport de marchandises. C'est le cas en particulier des artisans, des 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

VTL du type « fourgon compact »

VTL du type « fourgon »

VTL 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 de transport 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 | 65 | 80 000 | 25 |
| Ensemble routier | Longue distance | 40 t | 18 | 33 | 68 | 113 500 | 34 |

Sources :

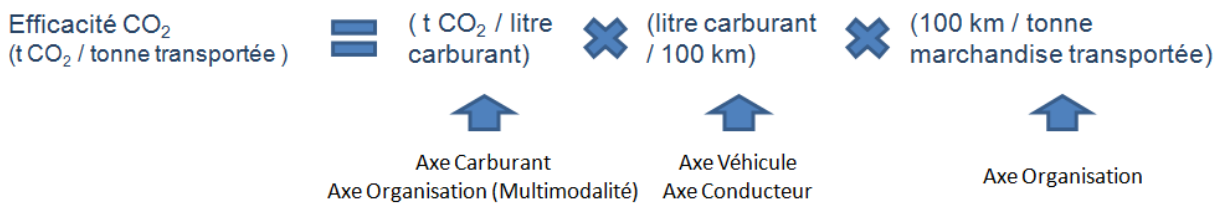
- Pour les véhicules de transport léger : Commissariat Général au Développement Durable – Chiffres et Statistiques – « Les véhicules utilitaires légers au 1er janvier 2011 » – n° 310 – Avril 2012.
- Pour les autres segments: Enquêtes du Comité National Routier (www.cnr.fr, échantillon 2010).

- **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 www.objectifco2.fr

1.4 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° 3 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.3 | | | 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 | 3,0% | | 3% | 8% | 3% | 6% | 9% | 10% |
| FA Carb. 3 : amélioration du suivi des consommations | Collecte de l'information | indirect | 3% | | | | 3% | 6% | 10% |
| | Télématique embarquée (consommation) | 5,0% | 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 | 3,0% | 6% | 3% | 8% | 3% | | | |
| | Formations régulières | 6,0% | 9% | 6% | 10% | 6% | | | |
| | Système de management de l'éco-conduite | 10,0% | 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 de transport léger.

1.5 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** (vendeurs d'électricité, de gaz, de chaleur, de froid, de fioul domestique et depuis 2010, de carburants). 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**.


La réalisation d'économie 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 maintenant du ressort du Pôle national des certificats d'économies d'énergie (PNCEE)³ créé le 1er octobre 2011⁴. Pour simplifier le dépôt des dossiers d'économies d'énergie, des fiches d'opérations standardisées (fiches CEE) ont été créées, 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.

³ pole-national-cee.dgrec@developpement-durable.gouv.fr

⁴ Arrêté du 30 septembre 2011 portant création du pôle national des certificats d'économies d'énergie, pris en complément du décret n° 2011-1215 du 30 septembre 2011.

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), cela a été 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 détaillée.





Pour plus d'informations sur les CEE dans les transports, voir la page Internet suivante : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/5-le-secteur-des-transport.html>

1.6 Présentation synthétique des fiches actions

Le tableau récapitulatif (p. 15, 16 et 17) présente 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.

Légende

| | | | | | | |
|---|---|------------------------------------|----------------|---------|----------|----------|
| Fiches spécifiques au transport sous température dirigée |  | Temps de retour sur investissement | Long (>3 ans) | > 3 ans | Gain CO2 | < 2,5% |
| Action à mettre en place lors du renouvellement des véhicules |  | | Intermédiaire | 1-3 ans | | 2,5 - 5% |
| Fiche CEE associée à la solution |  | | Court (<1 an) | < 1 an | | ≥ 5% |
| Domaine de pertinence |  | | Non applicable | - | | |
| | | Faisabilité | Difficile | +++ | | |
| | | | Intermédiaire | ++ | | |
| | | | facile | + | | |

| Fiches action | Solutions | Domaine de pertinence | Renouvellement de véhicule ou remorque | Fiche CEE | Gain CO ₂ | Temps de retour sur investissement | Faisabilité |
|---|---|-----------------------|--|-----------|----------------------|------------------------------------|-------------|
| Axe Véhicule | | | | | | | |
| FA Véh. 1 : Modernisation et ajustement du parc à son usage | Optimisation de la puissance | VTL PP GP BR | ↻ | | 3 à 5% | < 1 an | + |
| | Choix d'une boîte de vitesse robotisée | VTL PP GP BR | ↻ | ★ | 3 à 7% | 1-3 ans | + |
| | Optimisation du pont | VTL PP GP BR | ↻ | | 2,5% | < 1 an | + |
| FA Véh. 2 : Solution techniques de bridage de la vitesse et de coupure automatique du moteur au ralenti | Bridage de la vitesse maximale des véhicules | VTL GP BR | | | 1,2 à 5% | < 1 an | + |
| | Coupure automatique du moteur au ralenti | PP GP BR | | | 1 à 6% | < 1 an | + |
| FA Véh. 3 : Utilisation de lubrifiants à économie d'énergie | Utilisation de lubrifiants moteur à économie d'énergie | VTL PP GP BR | | ★ | 1,25% | < 1 an | + |
| FA Véh. 4 : Utilisation d'accessoires pour diminuer la résistance aérodynamique | Accessoires tracteur et cabine | VTL PP GP BR | | ★ | 0,5 à 10% | 1-3 ans | + |
| | Accessoires remorque ou caisse | PP GP BR | | | 0,5 à 4% | 1-3 ans | ++ |
| FA Véh. 5 : Amélioration de la maintenance des véhicules (hors pneumatique) | Mise en place d'un outil de suivi de maintenance | VTL PP GP BR | | | 2% | < 1 an | + |
| | Réalisation d'un carnet de bord destiné aux conducteurs | VTL PP GP BR | | | indirect | - | ++ |
| FA Véh. 6 : Gestion du parc de pneumatiques | Pneumatiques basse résistance | VTL PP GP BR | | ★ | 0,8 à 4% | < 1 an | + |
| | Recrusage et rechapage des pneumatiques | PP GP BR | | ★ | 1% | < 1 an | + |
| | Gonflage des pneumatiques | VTL PP GP BR | | ★ | 1 à 2,5% | < 1 an | + |
| | Optimisation de la géométrie | VTL PP GP BR | | | 1,5% | < 1 an | + |
| FA Véh. 7 : Climatisation | Climatisation évaporative | VTL PP GP BR | | | 3% | 1-3 ans | +++ |
| FA Véh. 8 : Allègement du véhicule | Allègement du véhicule | VTL PP GP BR | ↻ | | 0,5 à 20% | - | ++ |
| FA Véh. 9 : Réduction des consommations liées aux besoins autres que la traction | Optimisation de l'alimentation des équipements auxiliaires | VTL PP GP BR | ↻ | | Variable | - | +++ |
| FA Véh. 10 : Température dirigée: choix du système de production de froid | Définition de l'usage d'un engin pour le bon dimensionnement de son groupe frigorifique | BR ❄️ | ↻ | | Variable | - | + |
| | Groupes frigorifiques de transport ayant une option de biberonage | VTL PP GP BR ❄️ | ↻ | | 5 à 10%* | - | + |
| | Groupe frigorifique à Haute Efficacité Energétique | VTL PP GP BR ❄️ | ↻ | ★ | 50%* | > 3 ans | + |
| | Utilisation d'engins munis d'un groupe frigorifique cryogénique de CO2 ou d'azote liquide à injection indirecte | GP BR ❄️ | ↻ | | 75%* | > 3 ans | +++ |
| | Utilisation d'engins munis d'un groupe frigorifique cryogénique d'azote liquide à injection directe | GP BR ❄️ | ↻ | | 65%* | > 3 ans | +++ |
| | Engins réfrigérants équipés de plaques eutectiques ou d'un groupe dit à accumulation | VTL PP ❄️ | ↻ | | 97%* | < 1 an | ++ |
| FA Véh. 11: Température dirigée: choix de la caisse isotherme | Equipements et maintenance spécifiques pour réduire les pertes de froid | VTL PP GP BR ❄️ | | | 15 à 25% | < 1 an | + |
| | Maintenance des équipements frigorifiques | VTL PP GP BR ❄️ | | | 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 |
|---|---|-----------------------|--|-----------|----------|------------------------------------|-------------|
| Axe Carburant | | | | | | | |
| FA Carb. 1 : Choix du mode de propulsion | Stop & Start | VTL PP | ↻ | | 1 à 5% | < 1 an | ++ |
| | Véhicules hybrides | PP GP | ↻ | | 10 à 15% | > 3 ans | ++ |
| | Véhicules électriques | VTL PP | ↻ | | 94% | > 3 ans | +++ |
| FA Carb. 2 : Utilisation de carburants alternatifs | Utilisation du B30 | VTL PP GP ER | | | < 13,6% | > 3 ans | ++ |
| FA Carb.3 : Maintien de la propreté des circuits d'alimentation et d'injection des moteurs diesel | Maintien de la propreté des circuits d'alimentation et d'injection des moteurs diesel | VTL PP GP ER | | | 4,4% | < 1 an | + |
| FA Carb. 4 : Amélioration du suivi des consommations | Collecte de l'information | VTL PP GP ER | | | Indirect | - | ++ |
| | Télématique embarquée (consommation) | VTL PP GP ER | | ★ | 5% | < 1 an | ++ |
| | Gestion et utilisation de l'information | VTL PP GP ER | | | Indirect | - | ++ |
| Axe Conducteur | | | | | | | |
| FA Cond. 1 : Mise en place d'un programme éco-conduite | Première formation à l'éco-conduite | VTL PP GP ER | | ★ | 3% | < 1 an | + |
| | Formations régulières à l'éco-conduite | VTL PP GP ER | | | 6% | < 1 an | + |
| | Système de management de la performance éco-conduite | VTL PP GP ER | | | 10% | < 1 an | ++ |
| FA Cond. 2 : Gestes économes et de bonnes pratiques spécifiques au transport sous température dirigée | Limitation des pertes de froid lors de l'ouverture de la caisse | VTL PP GP ER ❄️ | | | Variable | - | + |

| Fiches action | Solutions | Domaine de pertinence | Renouvellement de véhicule ou remorque | Fiche CEE | Gain CO ₂ | Temps de retour sur investissement | Faisabilité |
|--|---|-----------------------|--|-----------|----------------------|------------------------------------|-------------|
| Axe Organisation des flux de transport | | | | | | | |
| FA Orga. 1 : Recours aux modes non routiers | Recours au transport combiné mer-route | | BI | | 16% | - | ++ |
| | Recours au transport combiné Fleuve-Route | | BI | ★ | 48% | - | ++ |
| | Recours au transport combiné Rail-Route | | BI | ★ | 94% | - | ++ |
| FA Orga. 2 : Outils informatiques d'optimisation des trajets | Outils de création de plans de transport | VTL PP GP BI | | | 5 à 15% | 1-3 ans | ++ |
| | Outils de géolocalisation des véhicules | VTL PP GP BI | | | 1 à 10% | 1-3 ans | ++ |
| FA Orga. 3 : Optimisation du chargement des véhicules | Optimiser le ratio volume/poids des chargements | VTL PP GP BI | | | 3 à 20% | < 1 an | ++ |
| | Mutualiser le transport entre plusieurs clients | VTL PP GP BI | | | 7 à 10% | < 1 an | ++ |
| | Utilisation d'un double plancher | | BI | | 14 à 21% | 1-3 ans | ++ |
| | Utiliser un logiciel d'amélioration du coefficient de chargement | VTL PP GP BI | | | 7 à 14% | < 1 an | + |
| | Remorque avec caisse mobile routière | | BI | | Variable | 1-3 ans | + |
| | Contre-flux | VTL PP GP BI | | | Variable | - | ++ |
| FA Orga. 4 : Travail collaboratif avec les clients pour une meilleure optimisation | Remplacement d'un véhicule frigorifique standard par un véhicule multi-températures | VTL GP BI ❄️ | ↻ | | 20 à 30% | 1-3 ans | ++ |
| | Informations sur les émissions de CO ₂ des prestations de transport | VTL PP GP BI | | | Indirect | - | ++ |
| | Partager un plan de transport commun avec le client | VTL PP GP BI | | | Variable | - | +++ |
| | Modification de la palettisation | VTL PP GP BI | | | 3 à 7% | - | ++ |
| FA Orga. 5 : Sensibilisation des sous-traitants routiers | Mise en place de rendez-vous | VTL PP GP BI | | | Variable | - | + |
| | Informers ses sous-traitants sur les bonnes pratiques à adopter | VTL PP GP BI | | | 1 à 2% | - | + |
| | Proposer l'utilisation d'indicateurs de suivi des performances | VTL PP GP BI | | | Indirect | - | ++ |
| FA Orga. 6 : Optimisation du transport de marchandises en ville | Proposer l'adhésion à la Charte Objectif CO ₂ | VTL PP GP BI | | | 5% | - | + |
| | Schémas logistiques optimisés pour la livraison urbaine | VTL PP GP | | | Variable | - | +++ |

2 Les fiches actions

2.1 Axe Véhicule

- 2.1.1 Modernisation et ajustement du parc à son usage
- 2.1.2 Solutions techniques de bridage de la vitesse et de coupure automatique du moteur au ralenti
- 2.1.3 Utilisation de lubrifiants à économie d'énergie
- 2.1.4 Utilisation d'accessoires pour diminuer la résistance aérodynamique
- 2.1.5 Amélioration de la maintenance des véhicules (hors pneumatique)
- 2.1.6 Gestion du parc de pneumatiques
- 2.1.7 Climatisation évaporative
- 2.1.8 Allègement du véhicule
- 2.1.9 Réduction des consommations liées aux besoins autres que la traction
- 2.1.10 Température dirigée : choix du système de production de froid
- 2.1.11 Température dirigée: équipements spécifiques et maintenance

2.2 Axe Carburant

- 2.2.1 Choix du mode de propulsion
- 2.2.2 Utilisation de carburants alternatifs
- 2.2.3 Produits auxiliaires de combustion qui conservent la propreté des circuits d'alimentation, d'injection et des chambres de combustion des moteurs diesel
- 2.2.4 Amélioration du suivi des consommations

2.3 Axe Conducteur

- 2.3.1 Mise en place d'un programme éco-conduite
- 2.3.2 Gestes économes et de bonnes pratiques spécifiques au transport sous température dirigée

2.4 Axe Organisation des flux de transport

- 2.4.1 Recours aux modes non routiers
- 2.4.2 Outils informatiques d'optimisation des trajets
- 2.4.3 Optimisation du chargement des véhicules
- 2.4.4 Travail collaboratif avec les clients pour une meilleure optimisation
- 2.4.5 Sensibilisation des sous-traitants routiers
- 2.4.6 Optimisation du transport de marchandises en ville

Axe Véhicule – Fiche N° 1

Modernisation et ajustement du parc à son usage

SYNTHESE

Description de l'action

Domaine de pertinence

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.

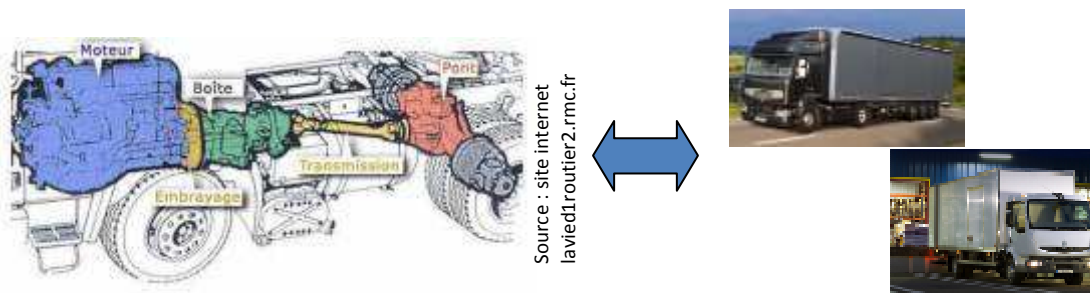
Cette action s'adapte à tous les secteurs du transport. La plupart des actions de l'axe véhicule sont à étudier en cohérence avec cette action d'ajustement du parc.

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 véhicule sur sa durée de vie.

| Solutions | Gains CO ₂ | Retour sur investissement | Faisabilité | Domaine de pertinence |
|---|-----------------------|---------------------------|--------------------|-----------------------|
| Optimisation de la puissance Choix d'une puissance raisonnable, adaptée au besoin | 0% — 10% 3% à 5% | >3 ans — <1 an | Difficile — Facile | VTL, PP, GP, ER |
| Choix d'une boîte de vitesses robotisée Equipement de boîtes robotisées | 0% — 10% 3% à 7% | >3 ans — <1 an | Difficile — Facile | VTL, PP, GP, ER |
| Optimisation du pont Choix du rapport de pont adapté au besoin | 0% — 10% 2,50% | >3 ans — <1 an | Difficile — Facile | VTL, PP, GP, ER |

Nota Bene : le chapitre introductif du document détaille l'ensemble des hypothèses retenues

Illustrations



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 « down-speeding » qui va dans le sens d'une diminution des consommations : sur un véhicule Euro 5, le régime au point de croisière est de 1 280 tours / mn, alors qu'il est de 1 380 tours / mn sur un Euro 4. Pour un véhicule de transport léger d'un PTAC de 2t, le couple maximum est atteint dès 1750-2500 tr/mn

Trois éléments en cascade sont à considérer⁵ :

- 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 de transport léger⁶. Le Conseil de l'Union européenne a adopté le 11 mai 2011 le règlement n° 510/2011 limitant les émissions de CO₂ par les véhicules légers de marchandises neufs à une moyenne de 175 g de CO₂ / km à partir de 2017. Cette exigence s'appliquera progressivement pour les constructeurs entre 2014 et 2017. Il s'agit d'une moyenne concernant les véhicules neufs, laissant aux constructeurs une marge de manœuvre selon le gabarit du véhicule. En cas de dépassement, une pénalité pour émission excédentaire devra être versée par l'utilisateur. A l'horizon 2020, le règlement fixe un objectif de 147g de CO₂ / km pour les véhicules de transport léger (sous réserve de la faisabilité d'un tel objectif, qui sera examinée d'ici 2013, avec révision du règlement et définition des modalités.

Emission CO₂ / Km par les VUL de 2014 à 2017

| VUL | Objectif indicatif |
|--------------|--------------------|
| 1,5 tonne | 156 |
| 2 tonnes | 202 |
| 2,5 tonnes | 249 |
| 3 tonnes | 295 |
| 3,5 tonnes | 342 |
| Total | 175 |

Unité : Gramme / km

Source : Règlement européen n°510/2011 du 11 mai 2011

A titre de comparaison, la consommation moyenne des véhicules de transport léger roulant au gazole en France en 2011 s'établissait à 8,1 l/100km en 2011 (cf. source susmentionnée), correspondant à environ 213g de CO₂/km (sur la base d'un facteur d'émission du gazole de 2,63 kg CO₂ / litre de gazole).

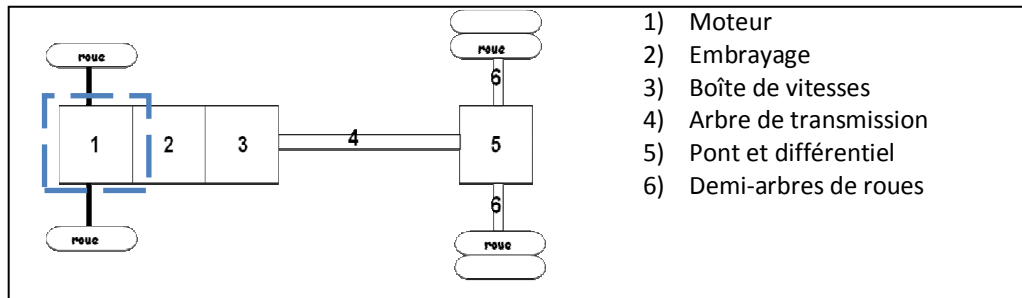
Pour les entreprises, cette réglementation constitue une incitation forte à optimiser leur parc de véhicules de transport léger.

⁵ Il est important de noter que les normes Euro ne concernent pas les émissions de gaz à effet de serre et n'ont pas de liens directs avec les consommations de carburant. Elles définissent des seuils concernant les émissions d'oxydes d'azote (NOx), de monoxyde de carbone (CO), d'hydrocarbures (HC) et de particules.

⁶ CGDD - Chiffres et Statistiques - « Les véhicules utilitaires légers au 1^{er} janvier 2011 » - n° 310 – Avril 2012.

Solution 1 : Optimisation de la puissance

Comment ça marche ?



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

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 tr/minutes) 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°8 : 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 de transport 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 de transport léger (catégorie 60 – 130 CV) : www.guidetopten.fr⁷ et www.ate.ch⁸
- 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 « [energeco](http://www.energeco.org)⁹ ».

⁷ 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.

⁸ 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.

⁹ 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 de transport 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.

| Gabarit véhicule | Usage principal considéré | PTAC | Gain lié à une diminution de la puissance de 50 CV (% consommation en l/100 km) |
|-----------------------------|---------------------------|----------|--|
| Véhicule de transport léger | Urbain | ≤3,5 t | 3% |
| Petit porteur | Urbain | 3,6-12 t | 5% |
| 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 de transport léger)

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 de transport léger 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 de transport léger 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.

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 de transport léger, il faut compter un surcoût d'environ environ 1500€ pour un supplément de puissance de 25 CV¹⁰. D'autre part, il est important que l'acheteur d'un véhicule de transport 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. En effet, les véhicules EURO 5 vendus actuellement consomment légèrement plus que les EURO 4. Ainsi, un fourgon EURO 5 de 120 CV consomme environ 2 l/100 km de plus qu'un équivalent EURO 4 de même puissance¹¹. De ce fait, si une entreprise souhaite par exemple renouveler un véhicule de transport 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

Indicateurs de suivi de la solution :

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

Modalités pratiques de collecte des données :

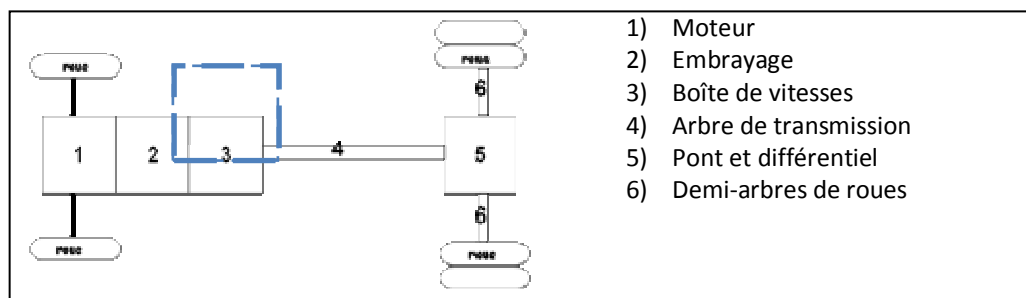
- construction d'un tableau à double entrée présentant le nombre de véhicules du parc par puissance et par activité (missions des véhicules, contexte géographique, ...) ;
- tableau de suivi des véhicules neufs : puissance, PTAC, type de boîte, rapport de pont...

¹⁰ Donnée constructeur (passage d'un VTL de 100 CV à un 125 CV).

¹¹ Donnée 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 :

- Dans le cas de la boîte de vitesses automatique, un convertisseur de couple remplace l'embrayage. Ce convertisseur ayant besoin d'énergie pour fonctionner, il induit une légère surconsommation.
- Dans le cas de la boîte de vitesses robotisée (avec ou sans synchronisateur), un robot électro-hydraulique est ajouté à la boîte manuelle classique. Il commande la gestion électronique de l'embrayage et du passage des rapports. On peut assimiler le fonctionnement d'une boîte de vitesses robotisée 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 en option sur certains véhicules de transport léger d'un PTAC supérieur à 2,5 t.

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 40t de PTAC et sur des périodes allant de 6 à 12 mois sont les suivants :

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

Dans le cas des véhicules de transport léger, 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. Par contre, 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 de transport 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

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 tend à devenir un standard sur la gamme longue distance (environ 7 véhicules sur 10 vendus dans cette gamme en sont équipés).

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 de transport léger du type fourgon, le surcoût à l'achat d'une boîte robotisée est de l'ordre de 1500€.

Une formation pour accompagner la prise en main des conducteurs est fortement recommandée 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 et l'action de suivi des consommations. 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 (1-3ans).

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...

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



Certificats d'économies d'énergie

Opération n° TRA-EQ-15

Tracteur routier optimisé

1. Secteur d'application

Transport routier professionnel.

2. Dénomination

Remplacement d'un tracteur routier pour véhicule articulé existant par un tracteur routier pour véhicule articulé neuf optimisé (le tracteur optimisé doit avoir un Poids Total Roulant Autorisé supérieur à 40 tonnes).

3. Conditions pour la délivrance de certificats

Le tracteur routier neuf optimisé respecte les normes environnementales en vigueur, à savoir Euro 5, et comporte les trois technologies suivantes :

- boîte de vitesse robotisée ;
- équipements pour l'aérodynamisme : déflecteur toit, carénage latéral de l'interface et carénage latéral du châssis tracteur ;
- pneus basse résistance au roulement : ils doivent avoir une classification énergétique 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).

Le demandeur présente :

- la facture d'achat du tracteur routier optimisé indiquant et détaillant les trois technologies demandées (pneus basse résistance au roulement de classification énergétique au moins égale à C ainsi qu'une classification en adhérence sur sol mouillé au moins égale à C ; pack aérodynamisme précisant les équipements installés qui sont au minimum : déflecteur de toit, carénage latéral de l'interface et carénage latéral du châssis tracteur ; boîte de vitesse robotisée) ;
- une copie de sa nouvelle carte grise ;
- une copie de la carte grise barrée du tracteur routier remplacé et si celui-ci a une date de première mise en circulation antérieure au 1^{er} janvier 1996, l'attestation de mise à la casse du véhicule.

Valeable pour les opérations engagées jusqu'au 30 décembre 2013 (la veille de la mise en place d'Euro 6).

4. Durée de vie conventionnelle

10 ans.

5. Montant de certificats en kWh cumac

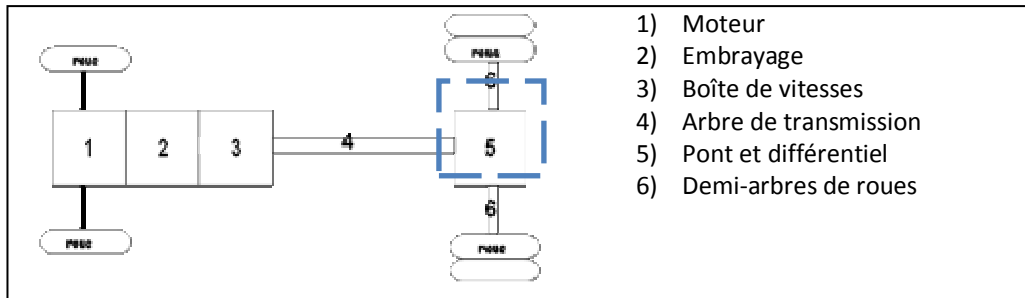
| Année de mise en circulation du tracteur routier existant | Montant en kWh cumac / tracteur routier |
|---|---|
| Jusqu'à 1992 | 850 000 |
| 1993 à 1995 | 570 000 |
| 1996 à 2000 | 460 000 |
| 2001 à 2005 | 330 000 |
| 2006 à 2008 | 220 000 |
| 2009 à 2011 | 150 000 |

X

| Nombre de tracteurs routiers existants remplacés |
|--|
| N |

Solution 3 : Optimisation du pont

Comment ça marche ?



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 de transport léger 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 de transport 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 de transport 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

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 de transport léger, seuls les véhicules à propulsion sont concernés par cette solution¹². En pratique, les constructeurs ont tendance à proposer de plus en plus fréquemment un rapport de pont unique. Certains véhicules de 3,5t 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...

¹² La plupart des véhicules de transport léger du type fourgons ou châssis-cabines 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.

Axe Véhicule – Fiche n° 2

Solutions techniques de bridage de la vitesse et de coupure automatique du moteur au 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 de transport léger.

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.

Domaine de pertinence

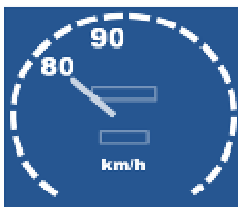
Le bridage de la vitesse est particulièrement pertinent pour les parcours longue distance à vitesse stabilisée.

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

| Solutions | Gains CO ₂ | Retour sur investissement | Faisabilité | Domaine de pertinence |
|--|-----------------------|---------------------------|--------------------|-----------------------|
| Bridage de la vitesse <small>Limitation de la vitesse maximale du véhicule</small> | 0% à 10% 1,2% à 5% | >3 ans à <1 an | Difficile à Facile | VTL, GP, ER |
| Coupure automatique du moteur au ralenti <small>Coupure automatique du moteur après une durée d'arrêt prédéterminée, moteur au ralenti</small> | 0% à 10% 1% à 6% | >3 ans à <1 an | Difficile à Facile | PP, GP, ER |

Nota Bene : le chapitre introductif du document détaille l'ensemble des hypothèses retenues

Illustrations



Source : ADEME



Source : ladepeche.fr



www.123savoiie.com

Axe Véhicule – Fiche n° 2
Solutions techniques de bridage de la vitesse et de coupure automatique du
moteur au 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 (70 km/h pour le transport de marchandises dangereuses).

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 de transport léger, la vitesse des véhicules d'un PTAC inférieur ou égal à 3,5 tonnes¹³ est limitée hors agglomération à 130km/h sur les autoroutes, à 110km/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 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) et à 80 km/h sur le boulevard périphérique de Paris.

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.

¹³ Article R413-2 et R413-3 du code de la Route

Solution1 : Bridage de la vitesse

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 de l'axe véhicule n°1) : 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 peut-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 de transport léger, 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, où 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 de transport léger 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 de transport 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

¹⁴ Source : constructeur de véhicules.

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.

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

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

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 peut 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 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 2 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 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'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).

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 une à deux 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 de transport léger | Urbain | ≤3,5 t | - |
| Petit porteur | Urbain | 3,6-12 t | 1-6% |
| 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

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 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 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

Des lubrifiants à économie d'énergie sont aujourd'hui disponibles et permettent de réduire les consommations en réduisant les pertes mécaniques induites par les frottements.

Domaine de pertinence

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

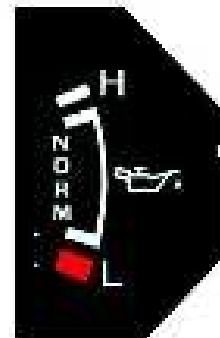
| Solutions | Gains CO ₂ | Retour sur investissement | Faisabilité | Domaine de pertinence |
|--|-----------------------|---------------------------|-------------|-----------------------|
| Utilisation de lubrifiants à économie d'énergie <small>CEE TRA-EQ04 TRA-EQ13</small> | | | | |
| Utilisation de lubrifiants à économie d'énergie pour le moteur | | | | |

Nota Bene : le chapitre introductif du document détaille l'ensemble des hypothèses retenues

¹ Pour plus d'informations, se référer à la fiche Certificats d'Economies d'Energie, en annexe de cette fiche



Source : Volvo et I Care Environnement



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 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-13 pour les poids-lourds, CEE n° TRA EQ 04 pour les véhicules de transport léger) 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 1 : Lubrifiants moteur à économie d'énergie

Comment ça marche ?

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

- à 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 ;
- à 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 de transport 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 véhicule de transport léger : estimation).

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 / 100 km (une vidange de 30 litres tous les 60 000 km), le surcoût est d'environ 0,01 € / 100 km.

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

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

Si le gain est de 1% sur une consommation moyenne de 10 litres de carburant / 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).

Fiche de synthèse des « Certificats d'Économies d'Énergie » relative aux lubrifiants moteurs économes d'énergie



Certificats d'économies d'énergie

Opération n° TRA-EQ-04

Lubrifiant économe d'énergie pour véhicules légers

1. Secteur d'application

Véhicules légers.

2. Dénomination

Utilisation d'un lubrifiant économe d'énergie.

3. Conditions pour la délivrance de certificats

La performance « Fuel Economy » du lubrifiant doit avoir été mesurée selon la norme d'essai CEC-L-54-T-96 par un laboratoire agréé. Elle doit être supérieure ou égale à 1 %.

Le demandeur doit établir le montant des volumes de lubrifiant économe d'énergie utilisés par ses clients.

Seules les actions engagées à partir du 1^{er} janvier 2010 donnent lieu à la délivrance de certificats d'économies d'énergie.

4. Durée de vie conventionnelle

1 an

5. Montant de certificats en kWh cumac

| Type de véhicule | Montant des ventes de lubrifiants en m ³ | Performance « fuel economy » du lubrifiant, mesurée selon l'essai CEC-L-54-T-96 | Montant en kWh cumac |
|----------------------------|---|---|----------------------|
| Véhicules légers diesel | X1 | Y1 | = 39 000 *X1*Y1% |
| Véhicules légers à essence | X2 | Y2 | = 22 000 *X2*Y2% |



Certificats d'économies d'énergie

Opération n° TRA-EQ-13

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

1. Secteur d'application

Transport routier professionnel

2. Dénomination

Utilisation d'un lubrifiant économiseur d'énergie dans un véhicule de transport en commun de personnes de catégories M2 ou M3 ou dans un véhicule de transport de marchandises de catégories N2 ou N3 selon l'article R. 311-1 du Code de la route.

3. Conditions pour la délivrance de certificats

La performance « Fuel Economy » du lubrifiant (ou gain de consommation du lubrifiant) doit avoir été mesurée selon l'essai OM501FE par un laboratoire agréé, par rapport à une huile moteur de grade 15W-40 répondant au standard ACEA E7. Cette performance (Y%) est mesurée en pourcentage et doit être supérieure ou égale à 1 %.

Le demandeur doit établir le montant des volumes de lubrifiant économiseur d'énergie utilisés.

4. Durée de vie conventionnelle

1 an.

5. Montant de certificats en kWh cumac

$$48\ 700 * X * Y\%$$

Avec :

X = volume de lubrifiants en m³.

Y% : performance « Fuel Economy » du lubrifiant.

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

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

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

Exemple : un gain constaté de 1,5 % correspond à $48\ 700 * 1,5 = 73\ 050$ kWh par mètre cube de lubrifiant.

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).

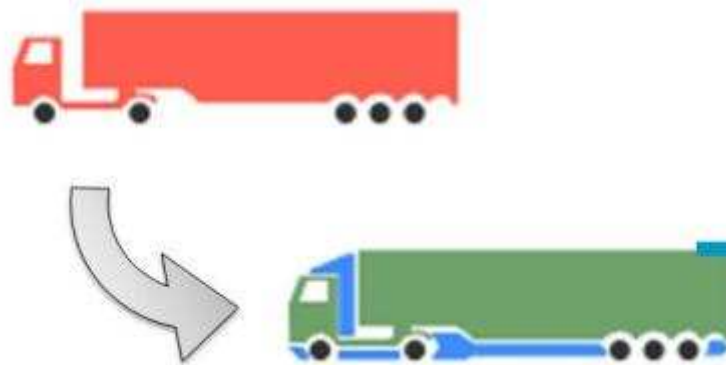
Domaine de pertinence

Cette action s'applique aux véhicules de transport léger 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 <small>TRAFFIC15</small> Utilisation d'accessoires fixés à la cabine | 0% à 10% 0,5% à 10% | >3 ans à <1 an | Difficile à Facile | VTL, PP, GP, ER |
| Accessoires remorque Utilisation d'accessoires fixés à la remorque | 0% à 10% 0,5% à 4% | >3 ans à <1 an | Difficile à Facile | PP, GP, ER |

Nota Bene : le chapitre introductif du document détaille l'ensemble des hypothèses retenues

Illustrations

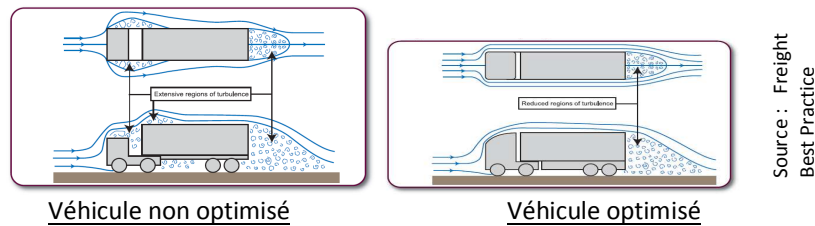


Source : ADEME

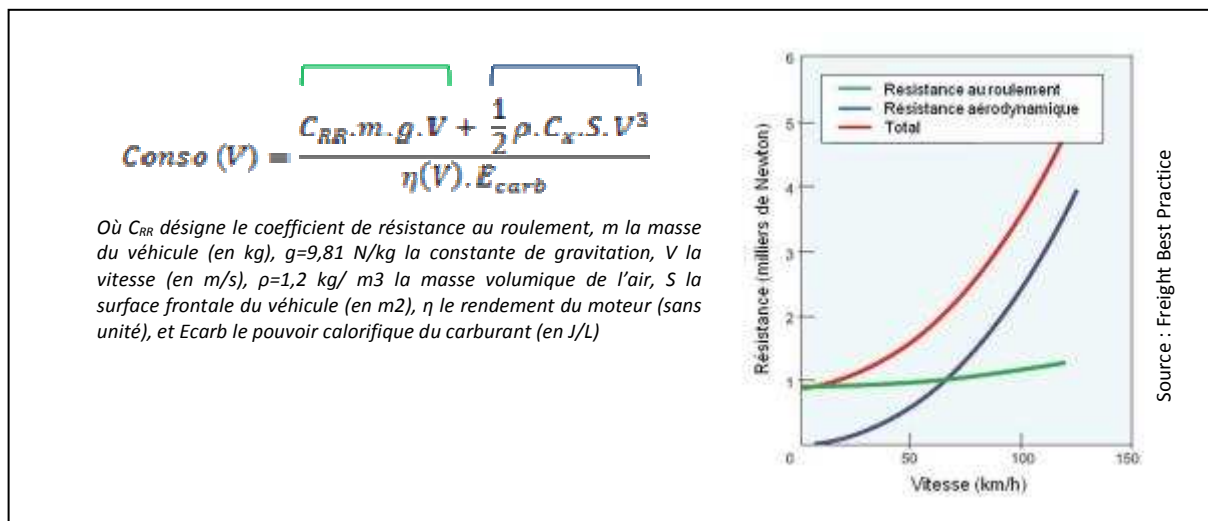
Axe Véhicule – Fiche n° 4 Utilisation d'accessoires pour diminuer la résistance aérodynamique FICHE DETAILLEE

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.



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



Source : FBP 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.

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



Source : Procar



Source : Procar

Carénage latéral de l'interface



Source : FBP 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 vrac liquides. De manière générale, ils sont utiles dès qu'un espace supérieur à la dizaine de cm existe entre l'avant et l'arrière du véhicule.

Carénage latéral du châssis tracteur



Source : FBP 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

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 de transport léger 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 de transport 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.

Domaine de pertinence

Les accessoires aérodynamiques sont particulièrement pertinents pour les usages longue distance, avec des ensembles tracteurs remorques, camions porteurs ou véhicules de transport léger 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 de transport léger, 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

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'Economies d'Énergie » relative au tracteur routier optimisé



Certificats d'économies d'énergie

Opération n° TRA-EQ-15

Tracteur routier optimisé

1. Secteur d'application

Transport routier professionnel.

2. Dénomination

Remplacement d'un tracteur routier pour véhicule articulé existant par un tracteur routier pour véhicule articulé neuf optimisé (le tracteur optimisé doit avoir un Poids Total Roulant Autorisé supérieur à 40 tonnes).

3. Conditions pour la délivrance de certificats

Le tracteur routier neuf optimisé respecte les normes environnementales en vigueur, à savoir Euro 5, et comporte les trois technologies suivantes :

- boîte de vitesse robotisée ;
- équipements pour l'aérodynamisme : déflecteur toit, carénage latéral de l'interface et carénage latéral du châssis tracteur ;
- pneus basse résistance au roulement : ils doivent avoir une classification énergétique 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).

Le demandeur présente :

- la facture d'achat du tracteur routier optimisé indiquant et détaillant les trois technologies demandées (pneus basse résistance au roulement de classification énergétique au moins égale à C ainsi qu'une classification en adhérence sur sol mouillé au moins égale à C ; pack aérodynamisme précisant les équipements installés qui sont au minimum : déflecteur de toit, carénage latéral de l'interface et carénage latéral du châssis tracteur ; boîte de vitesse robotisée) ;
- une copie de sa nouvelle carte grise ;
- une copie de la carte grise barrée du tracteur routier remplacé et si celui-ci a une date de première mise en circulation antérieure au 1^{er} janvier 1996, l'attestation de mise à la casse du véhicule.

Valicable pour les opérations engagées jusqu'au 30 décembre 2013 (la veille de la mise en place d'Euro 6).

4. Durée de vie conventionnelle

10 ans.

5. Montant de certificats en kWh cumac

| Année de mise en circulation du tracteur routier existant | Montant en kWh cumac / tracteur routier |
|---|---|
| Jusqu'à 1992 | 850 000 |
| 1993 à 1995 | 570 000 |
| 1996 à 2000 | 460 000 |
| 2001 à 2005 | 330 000 |
| 2006 à 2008 | 220 000 |
| 2009 à 2011 | 150 000 |

X

| Nombre de tracteurs routiers existants remplacés |
|--|
| 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.

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.

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 de transport léger | Urbain | ≤3,5 t | - | - |
| Petit porteur | Urbain | 3,6-12 t | 3% | négligeable |
| Grand porteur | Régional | >12 t | 3% | négligeable |
| Ensemble routier | Longue Distance | 40 t | 4% | 0,5% |

Sources : 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.

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 de transport léger 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 arrière.

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 1,5 an (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

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 |
|--|--|---|---|-----------------------|
| <p>Mise en place d'un outil de suivi de maintenance</p> <p>Elaboration d'un système de suivi des actions de maintenance (réalisée et à venir) pour l'ensemble des véhicules d'une flotte.</p> | <p>0% 10%</p> <p style="font-size: small;">0% 2% 10%</p> | <p>>3 ans <1 an</p> <p style="font-size: small;">>3 ans 1 an <1 an</p> | <p>Difficile Facile</p> <p style="font-size: small;">Difficile Facile</p> | <p>VTL PP EP ER</p> |
| <p>Réalisation d'un carnet de bord destiné aux conducteurs</p> <p>Elaboration d'un carnet de bord pouvant recueillir les observations du conducteur</p> | <p>0% 10%</p> <p style="font-size: small;">0% Indirect 10%</p> | <p>>3 ans <1 an</p> <p style="font-size: small;">>3 ans Indirect 1 an <1 an</p> | <p>Difficile Facile</p> <p style="font-size: small;">Difficile Facile</p> | <p>VTL PP EP ER</p> |

Nota Bene : le chapitre introductif du document détaille l'ensemble des hypothèses retenues

Illustrations



Source : www.back.ac-rennes.fr

Source : www.qtnorthgatesacramento.com

Axe Véhicule – Fiche n° 5
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 de transport léger) 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).

Les règles imposées aux véhicules de transport léger¹⁵ (véhicules de catégorie N1¹⁶) pour le contrôle technique sont les mêmes que pour les véhicules particuliers. Les véhicules de plus de 4 ans sont soumis au contrôle technique, qui doit être renouvelé obligatoirement tous les 2 ans. Le contrôle doit être effectué dans les 6 mois qui précèdent le quatrième anniversaire de la première circulation du véhicule.

¹⁵<http://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?idArticle=LEGIARTI000020572753&cidTexte=LEGITEXT000006074228>

¹⁶ « 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 40t une surconsommation de 2 l/100km soit environ 5% de surconsommation (extrait du rapport « maîtrise des consommations de carburant dans le transport routier de marchandises » du projet BEET¹⁷ 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 litre / 100km ;
- une détérioration de l'efficacité de la boîte de vitesses peut aussi induire jusqu'à 2 litres/100km 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/100km).

| 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 de transport 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

Domaine de pertinence

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

¹⁷ BEET (Benchmarking Energy Efficiency in Transport).

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.

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.

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° 6
Gestion du parc de pneumatiques
SYNTHESE


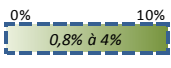









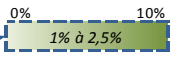







Description de l'action

Cette action propose d'optimiser la gestion du parc de pneumatiques sur différents aspects : l'acquisition de pneumatiques à basse résistance au roulement, le recreusage, 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 recreusage et du rechapage qui ne s'appliquent pas aux véhicules de transport léger.

| Solutions | Gains CO ₂ | Retour sur investissement | Faisabilité | Domaine de pertinence |
|--|---|---|--|---|
| Pneumatiques basse résistance  |  |  |  |  |
| Equipement de véhicules en pneumatiques de plus basse résistance au roulement | | | | |
| Recreusage et rechapage des pneumatiques  |  |  |  |  |
| Recreusage et rechapage des pneumatiques dès que les conditions de sécurité le permettent afin de prolonger leur durée de vie sur une phase de plus faible résistance au roulement | | | | |
| Gonflage des pneumatiques  |  |  |  |  |
| Suivi et maintien à la pression optimale des pneumatiques du parc | | | | |
| Optimisation de la géométrie |  |  |  |  |
| Suivi et maintien de la géométrie optimale des pneumatiques du parc | | | | |

Nota Bene : le chapitre introductif du document détaille l'ensemble des hypothèses retenues

Illustrations



Source :
www.tinkuy.fr



Source :
www.fleetfirst.eu



Source :
www.fleetfirst.eu



Axe Véhicule – Fiche n° 6
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 (Classe de A à G selon la valeur de résistance) concernant l'impact sur la consommation de carburant, l'adhérence sur sol mouillé et les émissions sonores (bruit du roulement externe).

Cette dernière réglementation, applicable à partir de novembre 2012 au niveau européen, imposera aux fabricants 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. L'étiquette fera référence à 3 critères déterminants pour un choix éclairé :

- l'impact sur la consommation de carburant - classé de A à G ;
- l'adhérence sur sol mouillé ;
- bruit de roulement externe - mesuré en dB.

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.

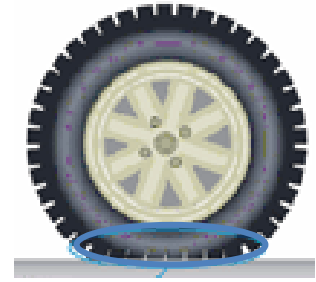
Solution 1 : Diminution de la résistance au roulement des pneumatiques

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 gommes) 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 :

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

Avec m la masse du véhicule (en kg), $g=9,81$ N/kg la constante de gravitation, V la vitesse (en m/s), $\rho=1,2$ kg/m³ 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 de transport léger 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 de transport léger, les pneumatiques représentent globalement 25% de la consommation de gazole. La fiche CEE n° °TRA-EQ-06 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 C¹⁸, pour le renouvellement sur des véhicules légers d'une flotte. Il est estimé qu'un gain en CRR 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..

¹⁸ Classification au sens du règlement européen n° 66 1/2009.

| 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 de transport 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.

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.

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 de transport léger, le surcoût moyen lié à l'achat d'un pneumatique à faible résistance au roulement est de 4%¹⁹.

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 de transport léger, petits porteurs, gros porteurs ou ensembles routiers) ;
- CRR 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, ...

¹⁹ Information 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-06

Pneus de véhicules légers à basse résistance au roulement

1. Secteur d'application

Flottes professionnelles de véhicules légers.

2. Dénomination

Acquisition et montage de pneumatiques ayant une classification énergétique, au moins égale à C, pour le renouvellement sur des véhicules légers d'une flotte.

3. Conditions pour la délivrance de certificats

Les pneumatiques ont une classification énergétique 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° 661/2009).

Le demandeur présente les factures d'achat des pneumatiques stipulant la quantité de pneumatiques livrés et montés par classe énergétique.

Le demandeur apporte des éléments justifiant le kilométrage annuel moyen parcouru par les véhicules légers de la flotte considérée (éléments issus de l'outil de gestion et de suivi de la flotte). Le kilométrage annuel moyen d'un véhicule pour la flotte considérée est égal à la somme des kilométrages de tous les véhicules 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.

4. Durée de vie conventionnelle

1 an.

5. Montant de certificats en kWh cumac

| Classe énergétique des pneumatiques installés | Montant en kWh cumac | X | Nombre de pneumatiques | X | Nombre de kilomètres annuels |
|---|----------------------|---|------------------------|---|------------------------------|
| A | 0,011 | | N | | Y |
| B | 0,008 | | | | |
| C | 0,006 | | | | |

Fiche de synthèse des « Certificats d'Economies d'Energie » relative au tracteur routier optimisé



Certificats d'économies d'énergie

Opération n° TRA-EQ-15

Tracteur routier optimisé

1. Secteur d'application

Transport routier professionnel.

2. Dénomination

Remplacement d'un tracteur routier pour véhicule articulé existant par un tracteur routier pour véhicule articulé neuf optimisé (le tracteur optimisé doit avoir un Poids Total Roulant Autorisé supérieur à 40 tonnes).

3. Conditions pour la délivrance de certificats

Le tracteur routier neuf optimisé respecte les normes environnementales en vigueur, à savoir Euro 5, et comporte les trois technologies suivantes :

- boîte de vitesse robotisée ;
- équipements pour l'aérodynamisme : déflecteur toit, carénage latéral de l'interface et carénage latéral du châssis tracteur ;
- pneus basse résistance au roulement ; ils doivent avoir une classification énergétique 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).

Le demandeur présente :

- la facture d'achat du tracteur routier optimisé indiquant et détaillant les trois technologies demandées (pneus basse résistance au roulement de classification énergétique au moins égale à C ainsi qu'une classification en adhérence sur sol mouillé au moins égale à C ; pack aérodynamisme précisant les équipements installés qui sont au minimum : déflecteur de toit, carénage latéral de l'interface et carénage latéral du châssis tracteur ; boîte de vitesse robotisée) ;
- une copie de sa nouvelle carte grise ;
- une copie de la carte grise barrée du tracteur routier remplacé et si celui-ci a une date de première mise en circulation antérieure au 1^{er} janvier 1996, l'attestation de mise à la casse du véhicule.

Valable pour les opérations engagées jusqu'au 30 décembre 2013 (la veille de la mise en place d'Euro 6).

4. Durée de vie conventionnelle

10 ans.

5. Montant de certificats en kWh cumac

| Année de mise en circulation du tracteur routier existant | Montant en kWh cumac / tracteur routier |
|---|---|
| Jusqu'à 1992 | 850 000 |
| 1993 à 1995 | 570 000 |
| 1996 à 2000 | 460 000 |
| 2001 à 2005 | 330 000 |
| 2006 à 2008 | 220 000 |
| 2009 à 2011 | 150 000 |

X

| Nombre de tracteurs routiers existants remplacés |
|--|
| N |

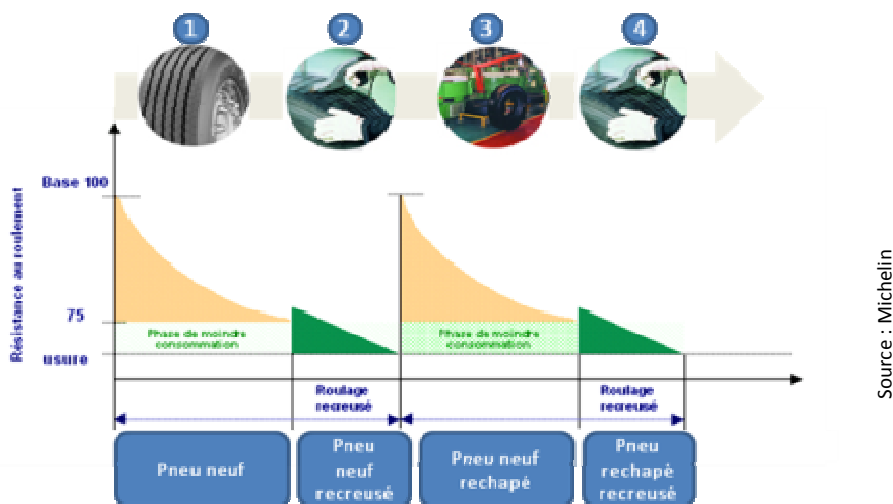
Solution 2 : Recreusage et rechapage des pneumatiques

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 consiste, quant à lui, à remettre un pneumatique en état soit par remplacement de la bande de roulement usée, soit par remplacement de la bande de roulement et des flancs afin d'augmenter la durée de vie du pneumatique.

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 de transport 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

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 de transport léger, ces solutions sont inapplicables, voire dangereuses.

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 (source : entretiens avec les manufacturiers de pneumatiques).

Les manufacturiers 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 25 euros.

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.

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-05

Recreusage des pneumatiques de poids lourds

1. Secteur d'application

Transport routier professionnel.

2. Dénomination

Recreusage de pneumatiques neufs ou rechapés de poids lourds de plus de 7,5 tonnes.

3. Conditions pour la délivrance de certificats

Le recreusage est effectué par un réseau de négociants multimarques ou par des prestataires techniques externes.

La demande de certificats comporte les factures de prestation de recreusage avec l'indication du nombre et du type de pneumatiques recreusés. Il est nécessaire, pour chaque pneumatique recreusé indiqué sur la facture, de pouvoir identifier le type de véhicule concerné (poids lourds de plus de 7,5 tonnes).

4. Durée de vie conventionnelle

1 an.

5. Montant de certificats en kWh cumac

| Catégorie | Montant en kWh cumac / pneumatique recreusé | | Nombre de pneumatiques recreusés |
|------------------------------|---|---|----------------------------------|
| Pneumatiques de poids lourds | 305 | X | N |

Solution 3 : 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.

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 distance²⁰.

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 de transport léger, la fiche CEE n° TRA-SE-04 intitulée « Gonflage des pneumatiques pour véhicules VL et VUL » 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 ²¹ (% de réduction des émissions de CO ₂) |
|-----------------------------|---------------------------|----------|--|
| Véhicule de transport 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.

²⁰ En outre, la durée de vie du pneumatique sera augmentée. En effet un sous-gonflage de 10% entraîne une usure accrue de 10%.

²¹ Pour les véhicules de plus de 3,5 t le taux de sous-gonflage est plus faible que pour les VTL, d'où des gains de CO₂ inférieurs.

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 mois²².

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 de transport léger, la pression peut s'échelonner de 3 à 5,8 bars²³.

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)
- ...

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.

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- pourcentage de véhicules du parc dont les pneumatiques sont remis à pression 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.

²² Fiche CEE T912 : Gonflage des pneumatiques pour véhicules VL et VUL.

²³ <http://www.conti-online.com>: Manuel Technique Continental Pneus pour véhicule utilitaires.

Fiche de synthèse des « Certificats d'Economies d'Énergie » relative au Gonflage des pneumatiques pour véhicules légers et véhicules utilitaires légers



Certificats d'économies d'énergie

Opération n° TRA-SE-04

Gonflage des pneumatiques pour véhicules légers et véhicules utilitaires légers

1. Secteur d'application

Véhicules légers et utilitaires légers (maximum 3,5 tonnes).

2. Dénomination

Mise en place de nouvelles stations de gonflage ou maintien des installations existantes conformément au cahier des charges Travaux de Normalisation des Pneumatiques pour la France (TNPF).

3. Conditions pour la délivrance de certificats

Dans le cas de l'installation d'une nouvelle station, le demandeur fournit :

- la copie du contrat d'entretien et la procédure de contrôle quotidien (procédure écrite dans un référentiel d'exploitation ou de qualité) ;
- les factures de matériels et les attestations de travaux relatives à l'implantation de la station de gonflage.

Dans le cas du maintien d'une installation existante, le demandeur fournit :

- la copie du contrat d'entretien et la procédure de contrôle quotidien (procédure écrite dans un référentiel d'exploitation ou de qualité).

Le contrat d'entretien garantit le remplacement des organes défectueux dans un délai raisonnable.

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 : 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 : implantées sur 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 : 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 (dans le sens de flotte professionnelle).

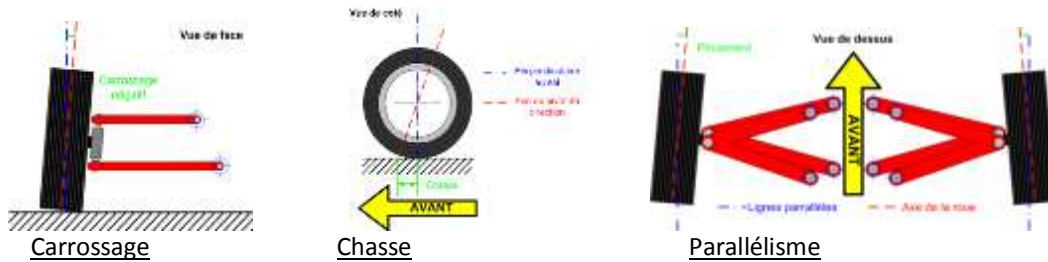
| Type de stations | Total du gain en kWh cumac / station |
|------------------|--------------------------------------|
| Type A | 520 000 |
| Type B | 140 000 |
| Type C | 40 000 |

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 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 de transport 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

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).

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.

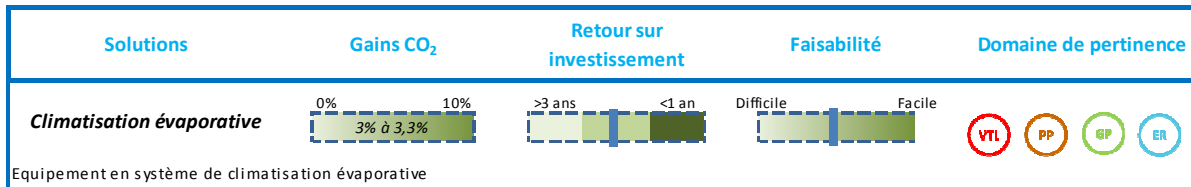
Axe Véhicule – Fiche n° 7 Climatisation évaporative SYNTHESE

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 dite « évaporative » permet de s'affranchir de l'utilisation des gaz réfrigérants, qui ont un impact négatif important sur le changement climatique.

Domaine de pertinence

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



Illustrations



Source : AEREL

Axe Véhicule – Fiche n° 7
Climatisation évaporative
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 1, solution 2).

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 ²⁴ | |
|-----------------------------|---------------------------|----------|--|--|
| | | | (% de réduction des consommations de carburant) | (% de réduction des émissions de CO ₂ , émissions de fluide frigorigène inclus) |
| Véhicule de transport 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

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 conduites 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

²⁴ En moyenne répartie sur l'ensemble de l'année ». En effet, en période de fonctionnement, le gain de consommation est de 20 à 25%.

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'aérodynamisme 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.

Axe Véhicule – Fiche N° 8 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 Très variable | Difficile à Facile | VTL, PP, GP, ER |

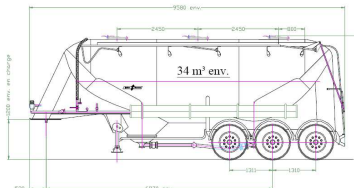
Choix d'un véhicule (tracteur et remorque) plus léger

Nota Bene : le chapitre introductif du document détaille l'ensemble des hypothèses retenues

Illustrations



Source : www.samro.fr



Source : www.spitzer-eurovrac.fr



Source : www.europe-miniatures.com

Axe Véhicule – Fiche N° 8 Allègement du véhicule FICHE DETAILLEE

Contexte et réglementation

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

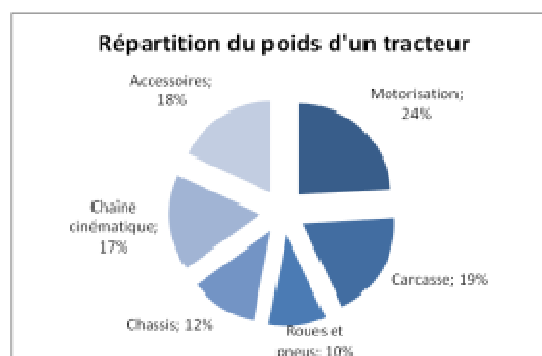
- 3,5 t pour un utilitaire pouvant se conduire avec le permis B (tourisme) ;
- 19 t pour un véhicule à moteur à deux essieux ;
- 26 t pour un véhicule à moteur à trois essieux ;
- 32 t pour un véhicule à moteur à quatre essieux ou plus ;
- 40 t pour les ensembles articulés ("semi-remorques") : tracteurs de 7 t + remorques de 8t + capacité maximale de fret de 25 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 de transport léger et 40% 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 | 40,00 | 15,00 | 25,00 |

Source : Guide des facteurs d'émissions, Bilan Carbone® - Version 6.1

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 1 : 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.



Source : ADEME

- **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 kg²⁵). Le gain de consommation serait de 2 à 3 l au 100/km²⁶.

| 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 de transport 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.

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 de transport léger du type châssis-cabine, une solution intéressante consiste à équiper le véhicule d'un soubassement châssis en aluminium et d'une carrosserie monocoque en

²⁵ Entretien constructeur.

²⁶ Donnée constructeur, sur la base des premiers retours d'expérience.

thermoplastique monomatériau²⁷. 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 de transport léger 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 Veh.1). 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 de transport léger du type châssis-cabine, le surcoût à l'achat d'une carrosserie monocoque en thermoplastique monomatériau 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.

²⁷ La plupart des caisses de châssis-cabines sont réalisées en contreplaqué stratifié et non recyclable (bois + polyester + colle).

Axe Véhicule – Fiche action n° 9
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, ... : 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 | 0% - 10% Variable | >3 ans - <1 an Variable | Difficile - Facile | VTL PP GP ER |

Présentation des différentes solutions d'alimentation des équipements auxiliaires et des axes d'optimisation

Nota Bene : le chapitre introductif du document détaille l'ensemble des hypothèses retenues

Illustration



Pompe de dépotage

Axe Véhicule – Fiche action n° 9
Réduction des consommations liées aux besoins autres que la traction
FICHE DÉTAILLÉE

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 action « Conducteur 1 - Mise en place d'un programme éco-conduite ».

Solution 1 : 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 litres / heure), 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

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°10

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 | VTL, PP, GP, ER |
| Possibilité de raccordement du groupe froid au réseau électrique lorsque le véhicule est arrêté | | | | |
| Groupe frigorifique à Haute Efficacité Energétique² | 0% à 100% 50% | >3 ans à <1 an | Difficile à Facile | VTL, PP, GP, ER |
| Deux types de groupes peuvent être choisis, soit un groupe autonome, soit un groupe non-autonome. | | | | |
| Utilisation d'engins munis d'un groupe frigorifique cryogénique de CO₂ ou d'azote liquide à injection directe | 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 directe | | | | |
| Utilisation d'engins munis d'un groupe frigorifique cryogénique d'azote liquide à injection indirecte | 0% à 100% 65% | >3 ans à <1 an | Difficile à Facile | GP, ER |
| Utilisation d'azote liquide comme fluide frigorigène en injection indirecte | | | | |
| 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 | VTL, PP |
| Utilisation d'un groupe froid accumulant le froid dans des plaques ou profilés eutectiques via le courant secteur. | | | | |

Nota Bene : le chapitre introductif du document détaille l'ensemble des hypothèses retenues

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.

² Pour plus d'informations, se référer à la fiche Certificats d'Economies d'Energie, en annexe de cette fiche

Axe Véhicule – Fiche n°10
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 30% de semi-remorques, 15% de porteurs et 55% de véhicules inférieurs à 3,5 tonnes. 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 %²⁸.

| | Ventilation de chaque technologie par gabarit de véhicules | | | | Nombre de véhicules en France |
|------------------------------|--|------------------------|-----------------------------|-------------|-------------------------------|
| | Petit Véhicule jusqu'à 5 Tonnes | 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 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.

²⁸ 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 30l/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).

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 moyenne²⁹
- Respecter les obligations de l'Accord ATP³⁰ 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.

²⁹ 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 de transport léger (source Cémafroid)

³⁰ Accord ATP révisé le 2 janvier 2011

| Gabarit véhicule | Usage principal considéré | PTAC | Gain lié à la solution (% de réduction de la consommation du groupe froid) |
|-----------------------------|---------------------------|----------|---|
| Véhicule de transport léger | Urbain | ≤3,5 t | - |
| Petit porteur | Urbain | 3,6-12 t | - |
| Grand porteur | Régional | >12 t | - |
| Ensemble routier | Longue Distance | 40 t | Variable |

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 biberonage (possibilité de raccordement au réseau électrique lors de son fonctionnement statique)

Comment ça marche ?

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 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 CO₂³¹ 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 de transport 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 de transport 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

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 sera aussi être 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.

³¹ 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.



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 de transport léger, 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

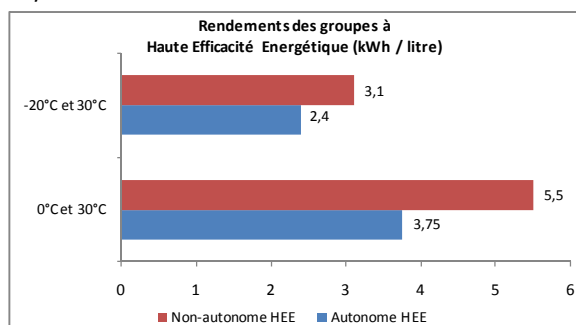
- connaissance des technologies utilisées par la flotte ;
- suivi du nombre de véhicules remplacés par un véhicule neuf équipé d'un groupe autonome utilisant le réseau électrique lors de son fonctionnement statique.

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 Certificats d'Economie d'Energie TRA-EQ-11. 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 dispositions à respecter pour atteindre un niveau de performance « haute efficacité énergétique » sont détaillées dans la fiche Certificats d'Economie d'Energie TRA-EQ-12³². Ainsi, les rendements globaux minimums à respecter 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 de transport 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%.

³² Il n'y a pas de fiche CEE pour les véhicules de transport léger.

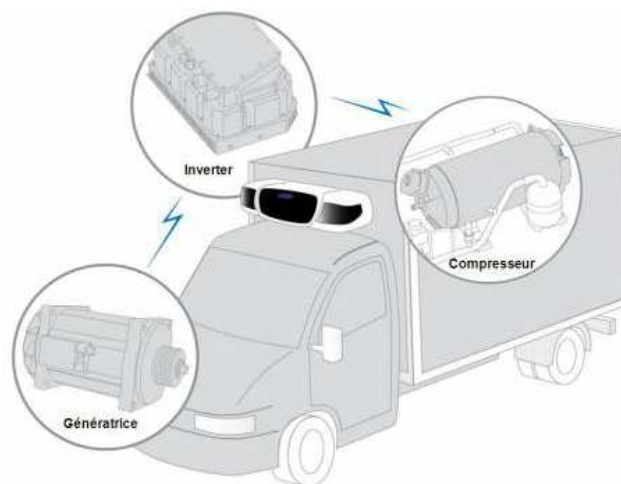
Domaine de pertinence

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 de transport léger reste toutefois limitée. Pour ce type de véhicules, la technologie du groupe non autonome à entraînement électrique constitue une alternative intéressante (voir encadré ci-dessous).

Une solution adaptée à une utilisation intensive en distribution urbaine: le groupe non autonome à entraînement électrique

Cette technologie récente 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 technologie³³ 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 1000 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.

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 :

³³ Source : <http://www.carrierpulsor.com/?lang=fr>



- 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 terme 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.

Solution 4 : 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 traditionnel 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).

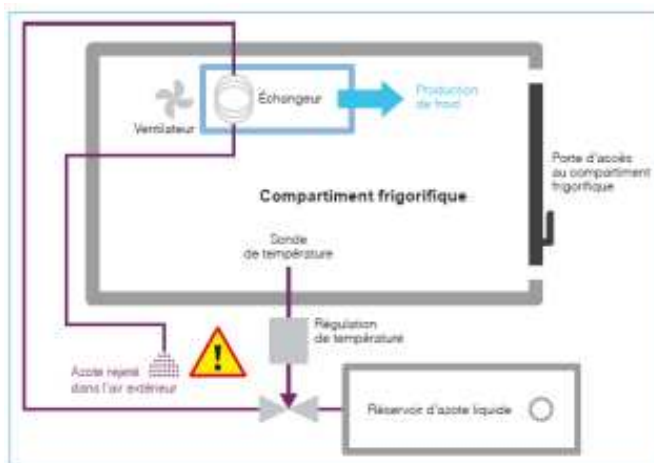
Le CO₂ ou l'azote liquide est stocké dans des réservoirs embarqués sur le véhicule, et est acheminé depuis le réservoir du véhicule dans un échangeur thermique jouant le rôle d'un évaporateur. Cet échangeur est fixé à l'intérieur de l'espace de chargement et muni de moyens de circulation d'air. Ainsi, 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

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

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 de transport 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 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%.

| Gabarit véhicule | Usage principal considéré | PTAC | Gain lié à la solution (% de réduction des émissions de CO ₂) |
|-----------------------------|---------------------------|----------|---|
| Véhicule de transport 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.

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 de transport léger, 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 frigorifique 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 (Institut National de Recherche et de Sécurité) – 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 :

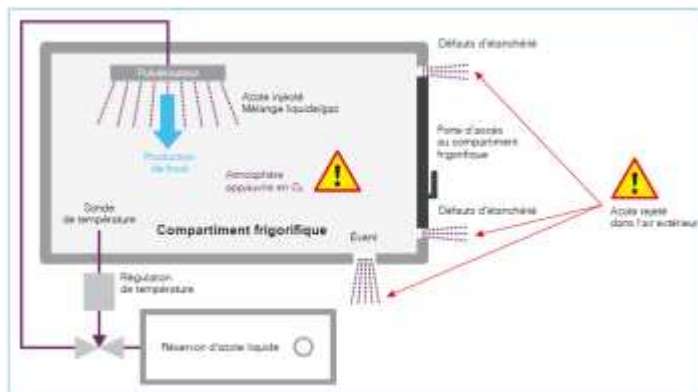
- connaissance des technologies utilisées par la flotte ;
- suivi du nombre de véhicules remplacés par un véhicule neuf équipé d'un groupe froid cryogénique au CO₂ ou à l'azote liquide.

Solution 5 : 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 de transport léger, 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) |
|------------------|---------------------------|----------|---|
| 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

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 centimes d'euros 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 (Institut National de Recherche et de Sécurité) – ED 6124 – Février 2012, téléchargeable via 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 6 : 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 terme 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 1,6 kg de CO₂ équivalent sont émis par la consommation d'électricité sur le réseau³⁴ (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 de transport 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.

Domaine de pertinence

Cette solution est surtout adaptée à la distribution urbaine de produits surgelés avec des véhicules de transport léger ou des petits porteurs. Les fréquentes ouvertures de portes sont peu préjudiciables au regard de l'inertie thermique de cette technologie.

³⁴ En considérant les émissions moyennes de CO₂ engendrées par la production d'un kWh en France (incluant les pertes en ligne), soit 53 g de CO₂ éq en 2012 (Source : Base Carbone).

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 de transport 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. Par contre, 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.

Fiche de synthèse des « Certificats d'Économies d'Énergie » relative aux Groupes frigorifiques autonomes à Haute Efficacité Énergétique



Certificats d'économies d'énergie

Opération n° TRA-EQ-11

Groupes frigorifiques autonomes à haute efficacité énergétique pour camions, semi remorques, remorques et caisses mobiles frigorifiques

1. Secteur d'application

Transport.

2. Dénomination

Acquisition d'un groupe frigorifique à haute efficacité énergétique de type autonome monté sur un camion, une semi remorque, une remorque ou une caisse mobile frigorifique neuve de plus de 3,5 tonnes.

3. Conditions pour la délivrance de certificats

a - Acquisition d'un tracteur ou porteur neuf, destiné à tracter la semi remorque, la remorque ou la caisse mobile neuve équipée du groupe frigorifique à haute efficacité.

b - Éléments à fournir par le constructeur du groupe frigorifique :

- numéro du rapport d'essai du groupe frigorifique, établi par un centre d'essais indépendant agréé ATP (Accord relatif aux Transports internationaux de denrées Périssables) ;
- puissances frigorifiques à vitesse nominale (kW) ;
- consommations pour les régimes de température 0°C/30°C et -20°C/30°C.

c - Rendements globaux minimum à respecter pour un groupe frigorifique autonome :

Définition du rendement global R_g :

| Type de véhicule frigorifique** | Définition des rendements globaux (R _g), en kWh/L |
|--|--|
| Véhicule équipé d'un groupe frigorifique diesel autonome | $\frac{\text{Puissance frigorifique (kW)}}{\text{Consommation (L/h)}}$ |



Ce rendement est calculé :

- soit à partir des seules valeurs du rapport d'essai ATP, correspondant à un fonctionnement à vitesse nominale ;
- soit en prenant en compte les valeurs à charge partielle si celles-ci sont disponibles : le rendement global sera alors pris comme la moyenne des rendements à vitesse nominale et à charge partielle.

** Pour les groupes multi température la consommation à prendre en compte sera celle de l'unité de condensation de référence.

Valeurs minimales à respecter pour les 2 régimes de température :

| Régimes de température | Rg |
|------------------------|--------------|
| 0°C / 30°C | 3,75 kWh / L |
| -20°C / 30°C | 2,40 kWh / L |

4. Durée de vie conventionnelle

9 ans.

5. Montant de certificats en kWh cumac

$$\left[41\,370 - 121\,010 / \left[(Rg \text{ à } 0^{\circ}\text{C} + Rg \text{ à } -20^{\circ}\text{C}) / 2 \right] \right] \times 7,73 \text{ kWh cumac}$$

Fiche de synthèse des « Certificats d'Économies d'Énergie » relative aux Groupes frigorifiques non autonomes à Haute Efficacité Énergétique



Certificats d'économies d'énergie

Opération n° TRA-EQ-12

Groupes frigorifiques non autonomes à haute efficacité énergétique pour camions, semi remorques, remorques et caisses mobiles frigorifiques

1. Secteur d'application

Transport.

2. Dénomination

Acquisition d'un groupe frigorifique à haute efficacité énergétique de type non autonome monté sur un camion, une semi remorque, une remorque ou une caisse mobile frigorifique neuve de plus de 3,5 tonnes.

3. Conditions pour la délivrance de certificats

a – Acquisition d'un tracteur ou porteur neuf, destiné à tracter la semi remorque, la remorque ou la caisse mobile neuve équipée du groupe frigorifique à haute efficacité.

b – Éléments à fournir par le constructeur du groupe frigorifique :

- numéro du rapport d'essai du groupe frigorifique, établi par un centre d'essais indépendant agréé ATP (Accord relatif aux Transports internationaux de denrées Périssables) ;
- puissances frigorifiques à vitesse nominale (kW) ;
- coefficients de performance (COP) pour les régimes de température 0°C/30°C et -20°C/30°C.

c – Rapport d'essai ou certificat réalisé par un centre d'essais indépendant et accrédité, indiquant le rendement utile (R) sous conditions nominales ATP de production de froid du convertisseur d'énergie (alternateur, générateur, système hydraulique ...).



d – Rendements globaux minimum à respecter pour un groupe frigorifique non autonome :

Définition du rendement global Rg :

| Type de véhicule frigorifique* | Définition des rendements globaux (Rg), en kWh / L |
|--|--|
| Véhicule équipé d'un groupe frigorifique à entraînement direct | $\frac{\text{Rendement convertisseur (R)} \times \text{COP}}{0,2 (L/kWh)}$ |

* Pour les groupes multi température la consommation à prendre en compte sera celle de l'unité de condensation de référence.

Valeurs minimales à respecter pour les 2 régimes de température :

| Régimes de température | Rg |
|------------------------|-------------|
| 0°C / 30°C | 5,5 kWh / L |
| - 20°C / 30°C | 3,1 kWh / L |

4. Durée de vie conventionnelle

9 ans

5. Montant de certificats en kWh cumac

$$\left[41\,370 - 121\,010 / [(Rg \text{ à } 0^\circ\text{C} + Rg \text{ à } -20^\circ\text{C}) / 2] \right] \times 7,73 \text{ kWh cumac}$$

Axe Véhicule – Fiche n° 11

Température dirigée : équipements spécifiques et maintenance

SYNTHESE

Description de l'action

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.

Domaine de pertinence

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 Mise en place de rideaux et choix de portes adaptées aux types de transport et de véhicule | 0% à 100% 15% à 25% | >3 ans à <1 an | Difficile à Facile | VTL, PP, GP, ER |
| Maintenance des équipements frigorifiques 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 | 0% à 100% 5% | >3 ans à <1 an Variable | Difficile à Facile | VTL, PP, GP, ER |

Nota Bene : le chapitre introductif du document détaille l'ensemble des hypothèses retenues

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.

Illustrations



Axe Véhicule – Fiche n° 11
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'ATP³⁵. 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 2007-1791.

³⁵ ATP : Accord relatif aux transports internationaux de denrées périssables et aux engins spéciaux à utiliser pour ces transports

Solution 1 : Equipements et maintenance 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 :

- équiper 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 arrières avec hayon élévateur ;
- équiper 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 Cemafroid)

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% |

Source : 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 de transport léger, 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 de transport 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 ;

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 de transport léger 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 fuite³⁶.

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...).

Par ailleurs, tout engin en service relevant de l'Arrêté Ministériel du 1er juillet 2008³⁷ 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.cemafroid.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 de transport 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

Domaine de pertinence

Cette solution est applicable à tous les transports frigorifiques.

Mise en Œuvre

Afin de rendre la maintenance de ces équipements plus efficace, il est conseillé de systématiser le suivi des actions à mener sur chaque véhicule. Pour mettre en place un système de suivi de maintenance efficace, 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 ;

³⁶ Code de l'Environnement Articles R543 75 à 126

³⁷ AM 1er juillet 2008 fixant les modalités du contrôle technique des engins de transport de denrées périssables



- enregistrer les préconisations du constructeur.

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 :

- pourcentage de véhicules frigorifiques suivi via un carnet de maintenance (%).

Axe Carburant – Fiche n° 1 Choix du mode de propulsion 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 Choix d'une motorisation intégrant un système Stop & Start | 0% 100% 1% à 5% | Long Rapide | Difficile Facile | VTL PP |
| Véhicules hybrides Recours à un véhicule hybride pour les livraisons en milieu urbain. | 0% 100% 10% à 15% | Long Rapide | Difficile Facile | PP GP |
| Véhicules électriques Recours à un véhicule électrique pour effectuer les derniers kilomètres en ville | 0% 100% 94% | Long Rapide | Difficile Facile | VTL PP |

Nota Bene : le chapitre introductif du document détaille l'ensemble des hypothèses retenues

Illustrations



Source Mercedes



Source : Renault Trucks



Source : Modec

Axe Carburant – Fiche n° 1
Choix du mode de propulsion
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 étant émergentes et ne couvrant pas 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 terme 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 réflexions en cours concernant la possibilité de création de zones d'action prioritaires pour l'air (ZAPA)³⁸ pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants. Ces ZAPA ont été définies dans l'article L228-3 du code de l'environnement (article créé par la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 - art. 182). Le principe appliqué est celui de l'interdiction de circulation dans la zone concernée, pour certaines catégories de véhicules, en fonction de critères environnementaux préalablement définis. Les modalités d'application de ce principe seront précisées suite aux expérimentations lancées dans certaines villes. De plus, au-delà de la création de ces zones, certaines agglomérations ont déjà mis en place des réglementations visant à inciter à l'achat de véhicules « propres ».

En outre, depuis le 1er janvier 2007, les professionnels du transport livrant dans Paris sont soumis à un règlement tenant compte du principe environnemental, les véhicules « propres » étant les seuls à pouvoir livrer 24h/24. En ce qui concerne la livraison de jour, le règlement³⁹ prévoit la réservation du créneau horaire 17h-22h aux seuls véhicules⁴⁰ propres de livraison électriques, gaz, hybrides et aux véhicules respectant la norme « Euro ».

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 dans les années à venir (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.

³⁸ Pour plus d'informations sur les ZAPA, voir la page internet de l'ADEME : <http://www2.ademe.fr/servlet/getDoc?cid=96&m=3&id=73612&ref=23980&p1=B>

³⁹ Charte des bonnes pratiques des transports et livraisons dans la Ville de Paris.

⁴⁰ Avec une surface au sol inférieure à 23 m².

Solution 1 : Stop & Start

Comment ça marche ?

La technologie Stop & Start entraîne d'abord la coupure automatique du moteur dès l'immobilisation du véhicule (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'hybridation⁴¹. 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) | 10 arrêts de 10-60 s/h (183 heures par an) |
| (% de réduction des émissions de CO ₂) | | | | |
| Véhicule de transport 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 litres/ h, 50 000 km parcourus annuellement, consommation de 20 litres/100 km. Nombre de jours d'utilisation des véhicules : 220 jours (source CNR)
- Véhicule de transport léger : Donnée constructeur (retours de banc d'essai, sur cycle urbain, base fourgon 125 CV, consommation moyenne au ralenti : 2 litres/ h ; 18 400 km parcourus annuellement, consommation de 10 litres/ 100 km.

Domaine de pertinence

Le Stop & Start est fréquemment utilisé sur les véhicules de transport 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 de transport 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 1000 € pour un poids-lourd et inférieur à 500 € pour un véhicule de transport léger.

⁴¹ Rapport de l'Assemblée Nationale : Définition et Implications du concept de voiture propre.



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). De plus, contrairement aux véhicules électriques, les véhicules hybrides ne nécessitent pas d'infrastructures d'approvisionnement spécifiques (sauf pour les véhicules hybrides dits « 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 (Source : *Les poids lourds propres et économes - Les évaluations de l'ADEME (CD-Rom ADEME Opticamion), ADEME, 2006*).

| Gabarit véhicule | Usage principal considéré | PTAC | Gains liés à la solution (% de réduction des émissions de CO ₂) |
|-----------------------------|---------------------------|----------|--|
| Véhicule de transport léger | Urbain | ≤3,5 t | - |
| Petit porteur | Urbain | 3,6-12 t | 10% - 15% |
| Grand porteur | Régional | >12 t | 10% - 15% |
| Ensemble routier | Longue Distance | 40 t | - |

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 limitée aux véhicules ayant un PTAC entre 3,6 t et 19 t. Il n'existe pas pour l'instant d'offre pour les véhicules de transport léger.

Mise en Œuvre

L'offre commerciale de poids lourds avec une motorisation hybride est en développement et pourra évoluer rapidement dans les prochaines années. 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.

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'électricité⁴², on estime que la réduction des émissions de CO₂ 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 de transport léger | Urbain | ≤3,5 t | 94% |
| Petit porteur | Urbain | 3,6-12 t | 94% |
| Grand porteur | Régional | >12 t | - |
| Ensemble routier | Longue Distance | 40 t | - |

Source : calcul ADEME pour des véhicules de 3,5 t et de 5,5t.

Domaine de pertinence

Du fait de leur autonomie limitée (80 à 100 km en moyenne), les véhicules électriques sont surtout adaptés aux livraisons en ville et aux trajets sur courte distance. L'offre actuelle est restreinte aux véhicules d'un PTAC inférieur à 7 t : petits porteurs, fourgons compacts, fourgons et châssis-cabines.

La pertinence de l'usage des véhicules de transport léger 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 particulier, la faible disponibilité des prises de recharge dans les centres villes constitue aujourd'hui un problème pour les entreprises.

Mise en Œuvre

Le coût d'achat d'un véhicule électrique est environ le double de celui d'un véhicule diesel de la même catégorie (coût des batteries inclus). A contrario, lors de la phase d'utilisation du véhicule, les coûts sont réduits de 90% (hors coût de renouvellement des batteries). Le coût d'une batterie est d'environ 30 000 € pour un véhicule de 5,5 t, pour une durée de vie de l'ordre de 8 ans. Dans le cas d'un fourgon compact, la batterie, d'une durée de vie de 8 ans, est proposée pour un loyer mensuel fixe de 75 € HT (sur la base de 15 000 km/an). Le surcoût à l'achat constitue aujourd'hui un frein à un retour sur investissement satisfaisant.

L'offre de fourgons compacts électriques est relativement éteffée. Les caractéristiques moyennes de ce type de véhicule sont les suivantes : charge utile : 650 kg, volume utile : 3 à 4,6 m³, autonomie revendiquée par les constructeurs : de l'ordre de 170 km. Le prix d'achat est de 15 000 à 17 000 € HT selon de la taille du véhicule (ce montant prend en compte le bonus fiscal de 7 000 € mais n'inclut pas le prix des batteries). Plutôt que d'acheter un véhicule électrique, les entreprises préfèrent souvent recourir à la location longue durée. Le coût de location est de l'ordre de 850 € /mois, soit le double du coût de location d'un véhicule de transport léger au gazole (450 à 500 €/mois).

Le retour sur investissement pour l'achat d'un fourgon compact électrique se situe autour de 3 à 4 années⁴³.

⁴² En considérant les émissions moyennes de CO₂ engendrées par la production d'un kWh en France (incluant les pertes en ligne), soit 53 g de CO₂ éq en 2010. Source : Base Carbone 2012.

⁴³ Retours d'expérience d'entreprises exploitant de grandes flottes de véhicules de transport léger.

L'offre des constructeurs de fourgons électriques commence à se développer. Elle est toutefois moins étoffée que celle des fourgons compacts, les constructeurs n'ayant pas encore trouvé le compromis « charge x volume » approprié. En outre, la conception des châssis des fourgons ne permet d'adapter facilement des batteries sur les véhicules.

L'intérêt de la motorisation électrique dans le cas des châssis-cabines est lié au fait que la cabine est légère et que les batteries sont plus faciles à loger que dans un fourgon : PTAC technique de 4,5 t, charge utile jusqu'à 1,9 t, autonomie moyenne jusqu'à 100 km. Ces véhicules sont homologués en France à 4,5 t (3.5 t + 1 t) grâce à la réglementation spécifique liée aux « véhicules propres » (conduite avec le permis B).

Les « maxi porteurs » électriques (quadricycles lourds⁴⁴) offrent un volume utile de 1,8m³ et 600 kg de charge utile, une vitesse maximale de 45 km/h et une autonomie de 75 km/h. Le prix varie de 9000 € d'occasion à environ 17 000€ neuf. Leur usage est encore peu développé.

Les véhicules de transport léger électriques, conçus spécifiquement pour le transport urbain frigorifique, commencent à apparaître sur le marché. Il s'agit de véhicules de 4 à 8m³ de capacité et de 450 kg de charge utile, utilisant la technologie d'apport extérieur de glace carbonique. Ils pourront être utilisés par exemple pour la livraison des points de restauration rapide, pour le e-commerce alimentaire, le portage de repas à domicile ou la distribution de produits de santé.



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. Il est en effet souvent difficile aujourd'hui de disposer d'un garage ou d'un dépôt équipé de prises de branchement au réseau. Pour beaucoup d'entreprises de livraison urbaine, le manque de bornes de recharge constitue un obstacle majeur à l'acquisition de véhicules de transport léger électriques. Les demandes effectuées auprès des gestionnaires de parkings ont beaucoup de 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,
- La solution « location d'un emplacement avec prise de recharge » dans un lieu stratégique (parking public...).

En outre, la charge utile d'un véhicule électrique est parfois inférieure à celle d'un véhicule standard. 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.

La nécessité de mettre en place une nouvelle organisation du transport (autonomie limitée et temps de recharge) et la disponibilité limitée de ces véhicules font que cette solution est relativement difficile à mettre en œuvre. Sa faisabilité se situe donc entre moyenne et difficile.

⁴⁴ Règlementairement, un quadricycle lourd est un véhicule à moteur à quatre roues dont la puissance maximale nette du moteur est inférieure ou égale à 15 kilowatts, le poids à vide n'excède pas 550 kilogrammes pour les quadricycles affectés au transport de marchandises, la charge utile n'excède pas 1 000 kilogrammes s'ils sont destinés au transport de marchandises, et qui ne répond pas à la définition des quadricycles légers à moteur (source : Livre 3 - Titre 1er Dispositions techniques (Article L311-1 -1 à L318-4) (Articles R311-1 à R318-8) - Chapitre 1er - Décret R311-1).



Enfin, il est nécessaire de s'assurer, dans le cas des véhicules de transport léger électriques effectuant des livraisons urbaines avec une utilisation intensive du hayon arrière, que la surconsommation électrique induite par le hayon est compatible avec la capacité des batteries du véhicule. Ce point doit être étudié en détail avec le fabricant au moment de l'achat du véhicule.

Suivi de la solution

Indicateurs de suivi de la solution :

- kilométrage parcouru par les véhicules électriques (km) ;
- consommation d'électricité correspondante (en kWh) ;
- pourcentage de véhicules électriques dans le parc (% en nombre).

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

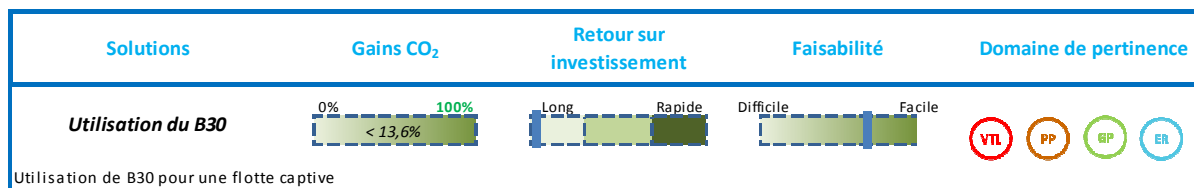
Un carburant au gazole sans changement radical de mode énergétique est actuellement disponible en France pour le transport de marchandises. Il s'agit du B30, contenant 30% d'esters méthyliques d'huiles végétales (contre 7% au maximum en volume pour le gazole standard actuel) ou d'esters d'huiles alimentaires usagées (EMHAU).

Le recours à ce biocarburant permet de réduire les émissions de CO₂ du puits à la roue, s'il respecte 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 2 jusqu'à la norme actuelle euro 5-EEV.

N'étant pas distribué en station-service, ces carburants ne sont accessibles qu'aux entreprises ayant une flotte captive et des stockages privés.



Nota Bene : le chapitre introductif du document détaille l'ensemble des hypothèses retenues

Illustrations



Source : site internet vivelessvt.com



Source : site internet partenaires-diester.fr

Axe Carburant – Fiche n° 2
Utilisation de carburants alternatifs
FICHE DETAILLEE

Contexte et réglementation

La directive 2009/28/CE du 23 avril 2009 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables (aussi appelée directive EnR) fixe comme objectif que d'ici 2020, au moins 10% de la consommation finale d'énergie dans le secteur des transports provienne de sources renouvelables. Toutefois cet objectif est conditionné au respect de critères de durabilité par les différents types de biocarburants et à la disponibilité des biocarburants de seconde génération sur le marché.

Le B30 est un biocarburant composé en volume de 70% de gazole et de 30% d'ester méthylique d'acides gras (huiles végétales, huiles alimentaires usagées issues du recyclage (EMHU), graisses animales (EMHA)). La France est le 2^{ème} consommateur et producteur de biodiesel de l'Union Européenne derrière l'Allemagne⁴⁵. 2,12 millions de tonnes de biodiesel ont été consommées en 2010 sur le marché français, représentant 6,7% de la consommation nationale (en contenu énergétique) d'essence et de gazole⁴⁶.

En parallèle, des expérimentations sont menées sur différents autres types de carburants, notamment l'émulsion EEG40 qui est un 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.

Nota Bene : Les carburants gazeux type GNV (Gaz Naturel pour Véhicules) n'ont pas été retenus dans la présente fiche car ils ne conduisent pas à des gains en termes d'émissions de CO₂ par rapport à du gazole (pour des questions de rendement). En revanche le GNV est bénéfique en ce qui concerne les autres polluants (NOx, SOx, ..) et d'autres externalités comme le bruit. L'utilisation de ces carburants est tout à fait possible avec des véhicules fonctionnant au biogaz (réf. encadré page suivante « Prospective : le GNV/biogaz »).

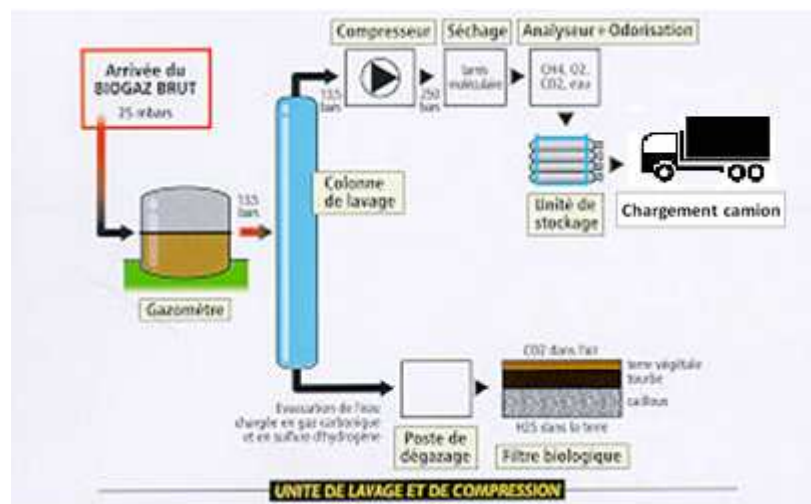
⁴⁵ Source : « Etat des énergies renouvelables en Europe, Édition 2009, 9^{ème} bilan EurObserv'ER »

⁴⁶ Source : « Rapport annuel DGEC industrie pétrolière et gazière, 2011 »

Prospective : Le GNV/biogaz

Le biométhane (ou biogaz)⁴⁷ est issu de ressources renouvelables (contrairement au GNV issu de ressources fossiles⁴⁸). A ce titre, il bénéficie d'un contexte règlementaire particulièrement favorable. Depuis le 1^{er} janvier 2012, les gros producteurs ou détenteurs de quantités importantes de déchets composés majoritairement de bio déchets (par exemple les industries agro-alimentaires, restaurants, cantines, marchés) sont tenus de mettre en place une collecte sélective de ces déchets en vue de leur valorisation par compostage ou méthanisation. En outre, les carburants issus de ces déchets sont exemptés du paiement de la TGAP. Enfin, ne pas trier les bio déchets est un délit puni de 75 000 € et 2 ans de prison.

Le biométhane est issu de la fermentation de matières organiques en absence d'oxygène, qui peut avoir lieu soit spontanément (c'est le cas dans les décharges par exemple) soit être provoqué dans des réacteurs spécifiques étanches appelés digesteurs : on parle alors de méthanisation. Ce procédé conduit à la production d'un mélange gazeux, le biogaz, et d'un effluent épuré, le digestat (qui est en général utilisé en tant que fertilisant agricole). Le biogaz obtenu contient initialement 50 à 75% de méthane. Il est ensuite épuré et compressé afin d'être utilisé en tant que carburant.



Le biométhane constitue une solution prometteuse. Le fait de faire fonctionner un véhicule au biométhane permet d'éviter les émissions qui auraient été émises par la même flotte utilisant du gazole. Le biogaz étant un carburant d'origine renouvelable, aucune émission de CO₂ n'est attribuable à son utilisation. En prenant en compte les émissions associées à la production et à l'utilisation du biogaz, on obtient un gain de 90% (en excluant la valorisation du digestat) à 100% (en incluant la valorisation du digestat).

Bien qu'à ce jour le biométhane ne soit pas disponible pour le transport routier de marchandises, la situation pourrait évoluer, suite à la mise en service des premières stations-service en 2012 et aux tests effectués par les constructeurs de véhicules sur des véhicules de transport léger. En outre, des projets de stations de compression sont en cours en Bretagne, à Toulouse et en Alsace, le biométhane produit étant réinjecté dans le réseau gazier.

⁴⁷ Le biométhane (ou biogaz) est une source d'énergie qui provient de la dégradation de la matière organique en l'absence d'oxygène. Il est un mélange composé essentiellement de méthane (CH₄) et de gaz carbonique (CO₂) mais également (en moindre proportion) d'eau, d'azote, d'hydrogène sulfuré, d'oxygène ainsi que de composés aromatiques organo-halogénés et de métaux lourds, à l'état de traces. Pour plus d'informations, consultez le site suivant : <http://www.biomethanecarburant.info/>

⁴⁸ Le GNV (gaz naturel pour véhicules) 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). C'est la raison pour laquelle il n'a pas été retenu dans cette fiche.

Le biométhane peut être utilisé soit à l'état gazeux comprimé à 200 bars, soit à l'état liquide (GNL à -160°C).

Sur le marché français il existe presque une quarantaine de modèles de véhicules roulant au GNV (porteur, châssis-cabine, fourgon) avec une autonomie en GNV comprise entre 150 et 400 km, et environ 1000 km en mode combiné (GNV + gazole) qui pourraient donc utiliser le GNV/biogaz.

Plusieurs points doivent être considérés lors de la mise en place de cette solution pour des véhicules fonctionnant déjà au GNV :

- disponibilité du biogaz : pour être utilisé en tant que carburant, le biogaz doit avoir certaines caractéristiques précises qui ne permettent pas d'utiliser n'importe quel biogaz produit en France. L'offre en biogaz carburant est ainsi assez limitée à l'heure actuelle en France. En outre, des problèmes de réglementation et des difficultés administratives sont à envisager (liés notamment au passage du système de canalisation pour la conduite du biométhane) ;
- coûts du biogaz : le prix du biogaz est inférieur à 0,75 €/m³ (production à partir de déchets) contre environ 0,80 à 1 €/m³ pour le GNV. Les prix des deux carburants sont ainsi assez proches mais le prix du biogaz pourra être amené à évoluer en fonction des capacités des sites de production de biogaz et de la matière première utilisée (cultures énergétiques, lisiers, déchets...). Par exemple, le prix du biogaz produit à partir de lisiers varie entre 0,5 et 1,5 €/m³ ;
- coûts des investissements : le coût d'une station privative de distribution de GNV/biogaz est à prendre en compte ;
- exploitation : l'arrivée de véhicules fonctionnant au biogaz nécessite bien évidemment quelques aménagements pour l'alimentation et la maintenance de ces véhicules. Les zones couvertes où ces véhicules sont amenés à se rendre doivent être munies d'une ventilation performante et de détecteurs de gaz situés en partie haute. Même si le biogaz est moins cher que le gazole, comme le prix d'achat des nouveaux véhicules et leurs coûts d'entretien sont plus élevés, au total un surcoût est à prévoir.

Solution 1 : Utilisation du B30

Comment ça marche ?

Le B30 est constitué en volume à 70% de gazole et de 30% d'Ester Méthylique d'Huile Végétale (EMHV). 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 méthanol. 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.

Il existe aujourd'hui une variante au B30 constitué d'esters d'huiles végétales (EMVH). Le B30 EMHAU est constitué à 70% de gazole et de 30% d'ester méthylique d'huiles alimentaires usagées (EMHU) issus du recyclage⁴⁹. 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 EMHAU.

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 B30⁵⁰ par rapport au gazole pur⁵¹ est de 13,6% par km parcouru.

Le gazole standard⁵² 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 volume⁵³ dans le gazole, la réduction des émissions de CO₂ sera donc de 13,6%.

Le B30 EMHAU 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 pure⁵⁴. 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 EMHAU |
| Véhicule de transport 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 | | |

⁴⁹ 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).

⁵⁰ A partir d'huile de colza.

⁵¹ Le B30 est principalement préparé à partir de gazole B0 (donc sans biocarburant).

⁵² Le gazole standard, qui correspond en fait au gazole qu'on trouve à la pompe et qui est principalement destiné aux VL, peut contenir jusqu'à 7% en volume de biodiesel : c'est un taux maximum, pas un taux fixe.

⁵³ Source : fabricant de carburant

⁵⁴ 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.

Domaine de pertinence

Les B30 sont utilisables dans tous les véhicules Diesel depuis la norme euro 2 jusqu'à la norme actuelle euro 5-EEV.

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 parcouru⁵⁵. En effet, son prix moyen est aujourd'hui de l'ordre de celui du gazole et le B30 entraîne une surconsommation d'environ 1% à 3% (calcul effectué dans les conditions fiscales de 2011, et hors coûts de transport).

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 EMHAU est la même que pour le B30. Il n'y a pas de surcoût d'utilisation du B30 EMHAU par rapport au B30. En effet, son prix moyen⁵⁶ est aujourd'hui de l'ordre de celui du B30 et le B30 EMHAU entraîne une surconsommation d'environ 5% (calcul effectué dans les conditions fiscales de 2011, et hors coûts de transport).

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 (litres).

Modalités pratiques de collecte des données :

- suivi du nombre de véhicules fonctionnant au B30 ;
- suivi de la consommation de B30.

⁵⁵ 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.

⁵⁶ Source : Distributeur de carburant

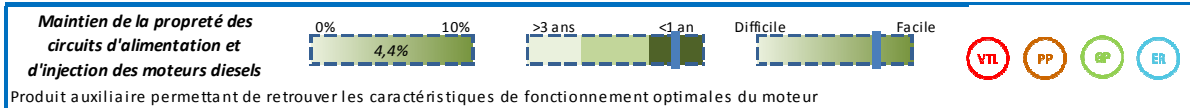
Axe Carburant – Fiche n° 3
Produits auxiliaires de combustion qui conservent la propreté des circuits d'alimentation, d'injection et des chambres de combustion des moteurs diesel
SYNTHESE

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.



Nota Bene : le chapitre introductif du document détaille l'ensemble des hypothèses retenues

Axe Carburant - Fiche n° 3
Produits auxiliaires de combustion qui conservent la propreté des circuits d'alimentation, d'injection et des chambres de combustion 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 1 : Produits auxiliaires de combustion qui conservent la propreté des circuits d'alimentation, d'injection et des chambres de combustion 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 4,4%.

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.

Le coût du produit étant de l'ordre de 1 à 1,5% par litre de carburant, l'économie réalisée par l'utilisateur est de 3% au minimum.

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.

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.

Axe Carburant – Fiche n° 4
Amélioration du suivi des consommations
SYNTHESE

Description de l'action

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.

Domaine de pertinence

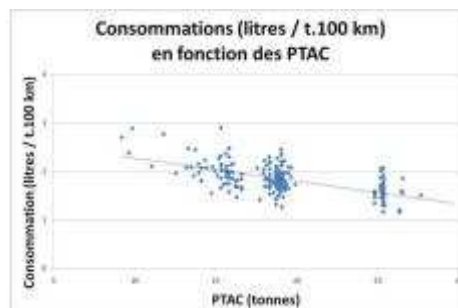
L'action est pertinente pour tous les domaines du transport routier.

| Solutions | Gains CO ₂ | Retour sur investissement | Faisabilité | Domaine de pertinence |
|---|---------------------------------------|---------------------------|------------------|-----------------------|
| Collecte de l'information Mise en place d'un système de suivi des consommations par véhicule et conducteur | 0% Indirect 10% | >3 ans Indirect <1 an | Difficile Facile | VTL PP EP ER |
| Télématique embarquée (consommation)¹ Installation d'équipement de télématique embarquée permettant le suivi de la consommation par véhicule et conducteur | 0% Indirect 10% CEE 5% TRA-EQ03 | >3 ans Indirect <1 an | Difficile Facile | VTL PP EP ER |
| Gestion et utilisation de l'information Traitement des données collectées | 0% Indirect 10% | >3 ans Indirect <1 an | Difficile Facile | VTL PP EP ER |

Nota Bene : le chapitre introductif du document détaille l'ensemble des hypothèses retenues

¹ Pour plus d'informations, se référer à la fiche Certificats d'Economies d'Energie, en annexe de cette fiche

Illustrations



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 (26,3 %), derrière les salaires, s'agissant des activités de longue distance (PTAC 40 tonnes);
- le troisième poste de coût (17,9 %), derrière les postes salaires et matériel, s'agissant des activités réalisées au niveau régional par des porteurs.
- s'agissant des entreprises utilisant des véhicules de transport léger, 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 2010 et les cahiers de l'observatoire CNR 2003, 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 :

- « Informations sur les émissions de CO₂ » de la fiche action n°4 de l'axe organisation des flux de transport. En effet, c'est par un suivi précis des consommations de carburant qu'un affichage des émissions de CO₂ du transport pourra être mis en place ;
- « 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.

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 :

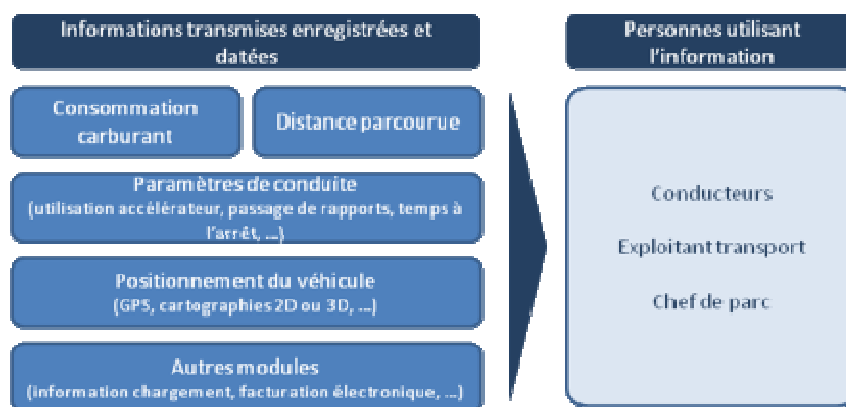
- recenser la (ou les) méthode(s) de suivi utilisée(s) (méthodes n°1 à 4 ci-avant) ainsi que le niveau de précision estimé (exprimé en pourcentage).

Solution 2 : Télématique embarquée (consommation)

Comment ça marche ?

Le terme « télématique » 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 modernes 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 télématique 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 « Télématique embarquée pour suivi de conduite d'un véhicule »⁵⁷, dont le domaine d'application couvre les « flottes de véhicules professionnels » définit la nature des données minimales devant être fournies par le système de télématique : consommation du véhicule,

⁵⁷ Fiche de calcul TRA-EQ-03

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 télématique est d'environ 5%.

| 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 de transport léger | Urbain | ≤3,5 t | 5% |
| 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 de transport léger 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, ...).

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).

Solution 3 : Gestion et utilisation de l'information

Comment ça marche ?

On peut distinguer trois niveaux de gestion qui permettront de comprendre plus ou moins finement les consommations de carburant observées :

- **niveau minimal** : analyser les données de consommation en litres / 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 litres / tonne.km.

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

De même que pour la solution collecte 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.

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).

Fiche de synthèse des « Certificats d'Economies d'Energie » relative à l'installation d'équipement de télématique embarquée



Certificats d'économies d'énergie

Opération n° TRA-EQ-03

Télématique embarquée pour le suivi de la conduite d'un véhicule

1. Secteur d'application

Flottes de véhicules professionnels.

2. Dénomination

Installation d'un équipement de télématique embarquée et accès aux analyses comportementales par les conducteurs et par les gestionnaires de flotte.

3. Conditions pour la délivrance de certificats

Les équipements de télématique installés fournissent les données minimales suivantes :

1. la consommation du véhicule ;
2. le kilométrage ;
3. l'utilisation de l'accélérateur ;
4. l'utilisation des freins ;
5. le régime moteur ;
6. les temps d'arrêt avec moteur fonctionnant.

4. Durée de vie conventionnelle

4 ans.

5. Montant des certificats en kWh cumac

| Type de véhicule | Montant en kWh cumac par opération de télématique installée |
|------------------------------|---|
| Véhicules légers | 2 000 |
| Véhicules utilitaires légers | 2 900 |
| Poids lourds | 33 000 |
| Autocar ou autobus | 19 000 |

Axe Conducteur – Fiche n° 1 Mise en place d'un programme éco-conduite SYNTHESE

Description de l'action

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**).

Domaine de pertinence

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 ¹ <small>TRA-SE-01/TRA-SE-02</small> | | | | |
| Formations régulières à l'éco-conduite | | | | |
| Système de management de la performance éco-conduite | | | | |

Suivi d'une formation éco-conduite constituant le point de départ du programme « éco-conduite ».

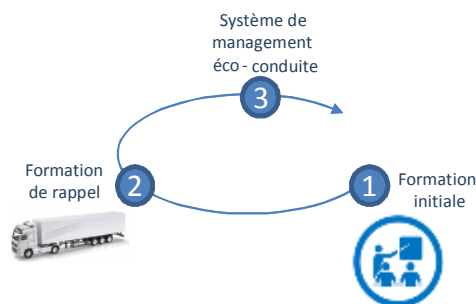
Suivi de séances de formations de rappel et actions de sensibilisation afin de conserver les gains acquis.

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.

Nota Bene : le chapitre introductif du document détaille l'ensemble des hypothèses retenues

¹ Pour plus d'informations, se référer à la fiche Certificats d'Economies d'Energie, en annexe de cette fiche

Illustrations



Source : ADEME

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. Un des quatre thèmes abordés dans la FCO est le thème 1 appelé « Perfectionnement à la conduite rationnelle axée sur les règles de sécurité » d'une durée de 11 h dont 6h consacrées au perfectionnement de la conduite. Il aborde les points suivants :
 - la prise en compte des caractéristiques techniques du véhicule ;
 - le perfectionnement à une conduite sûre et économique, les possibilités de l'informatique embarquée, l'optimisation de la consommation du carburant ;
 - le chargement, l'arrimage, le respect des consignes, la bonne utilisation du véhicule ;
 - 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-entreprise, 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 de transport léger 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-01), correspondant aux véhicules de transport léger et aux poids-lourds (voir fiches CEE en annexe à la présente fiche) : 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). Voir la fiche CEE en annexe.

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. 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'état, 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'état 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 de transport léger ($\leq 3,5$ t de PTAC) s'articulera autour de 3 thèmes⁵⁸ :

- 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.

| 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 |
| Durée totale | 35 h 00 |

⁵⁸ Source : AFT-IFTIM.

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.

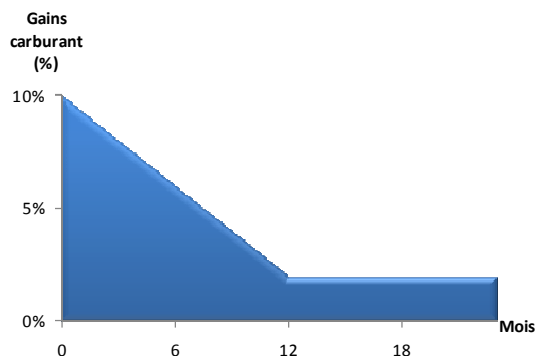
Impact sur la consommation de carburant et sur les émissions de CO₂

Le Projet BEET (Benchmarking Energy Efficiency in Transport) réalisé par l'AFT-IFTIM (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 5,25L/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 4L/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 35L/100 km (correspondant à un ensemble routier de 40t).

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 de transport léger, la fiche CEE n° TRA-SE-02 intitulée « Formation d'un chauffeur de véhicule léger à la conduite économique » 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. 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/100km) |
|-----------------------------|---------------------------|----------|--|
| Véhicule de transport léger | Urbain | ≤3,5 t | 3% |
| 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 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-entreprise. 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-entreprise sont plus efficaces que les formations inter-entreprise.

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.

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).

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.

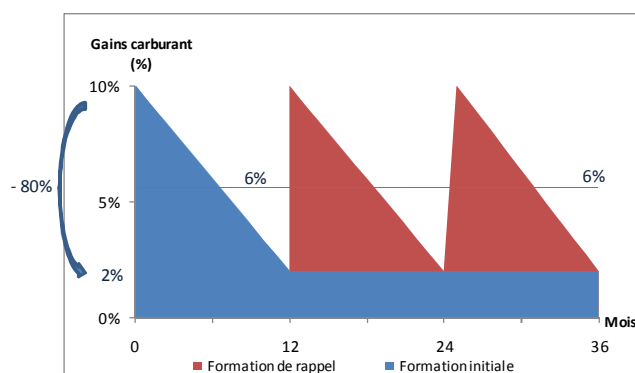
Des modules « embarqués » d'aide à la conduite peuvent aussi être utilisés. Branchés sur le moteur, ils alertent le conducteur sur sa conduite et lui prodiguent un premier niveau de conseil (cf. fiche action Carburant n°3 « Amélioration du suivi de consommation », solution Télématique embarquée). Ces 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, ... (voir rubrique « mise en œuvre »).

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/100km) |
|-----------------------------|---------------------------|----------|--|
| Véhicule de transport léger | Urbain | ≤3,5 t | |
| Petit porteur | Urbain | 3,6-12 t | |
| Grand porteur | Régional | >12 t | |
| Ensemble routier | Longue Distance | 40 t | 6% |

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.

Equipements d'aide à l'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 de transport léger 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 de transport léger 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.

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 études⁵⁹ 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 3.000⁶⁰.

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.

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).

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.

⁵⁹ Les groupes froids et la climatisation, ADEME, 2006

⁶⁰ 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.

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 :

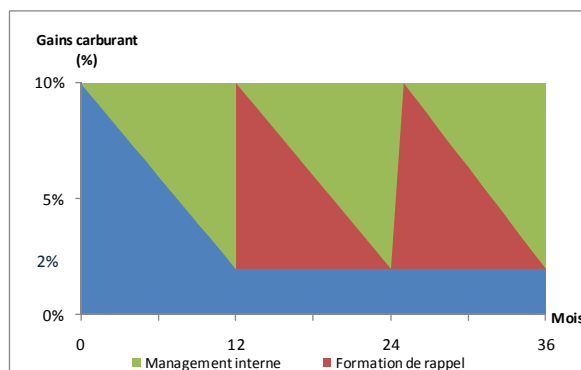
- Une revue hebdomadaire et mensuelle de la consommation des chauffeurs, avec discussion individuelle si une dérive est constatée ;
- Un système d'affichage collectif de la courbe d'évolution moyenne de la consommation de l'entreprise et par chauffeur peut être instauré ;
- La mise en place d'objectifs 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 de transport léger | Urbain | ≤3,5 t | 10% |
| Petit porteur | Urbain | 3,6-12 t | |
| Grand porteur | Régional | >12 t | |
| Ensemble routier | Longue Distance | 40 t | |

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).

Fiches de synthèse des « Certificats d'Économies d'Énergie » relative à la formation d'un chauffeur à la conduite économique



Certificats d'économies d'énergie

Opération n° TRA-SE-01

Formation d'un chauffeur de transport à la conduite économique

1. Secteur d'application

Transport routier professionnel.

2. Dénomination

Formation d'un chauffeur à la conduite économique.

3. Conditions pour la délivrance de certificats

La formation, réalisée par une entreprise ou un centre de formation agréés au titre de la formation professionnelle, comporte :

- une partie théorique portant sur le fonctionnement du moteur et les principes de la conduite économique (anticipation, juste sollicitation de la mécanique) ;
- une partie pratique sur véhicule comprenant une analyse commentée de la conduite de la personne formée.

4. Durée de vie conventionnelle

3 ans.

5. Montant de certificats en kWh cumac

| Type de véhicule | kWh cumac / personne formée | X | Nombre de personnes formées |
|---|-----------------------------|---|-----------------------------|
| Véhicules destinés au transport de marchandises de catégories N2 ou N3 | 15 000 | | |
| Véhicules destinés au transport en commun de personnes de catégories M2 ou M3 | 8 500 | | |

Les catégories de véhicules se rapportent à l'article R. 311-1 du Code de la route.

Fiches de synthèse des « Certificats d'Économies d'Énergie » relative à la formation d'un chauffeur de véhicule (voitures particulières et camionnettes) à la conduite économique



Certificats d'économies d'énergie

Opération n° TRA-SE-02

Formation d'un chauffeur de véhicule (voitures particulières et camionnettes) à la conduite économique

1. Secteur d'application

Flottes professionnelles de véhicules répondant à la définition des voitures particulières ou camionnettes selon l'article R. 311-1 du Code de la route.

2. Dénomination

Formation d'un chauffeur à la conduite économique.

3. Conditions pour la délivrance de certificats

La formation, réalisée par une entreprise ou un centre de formation agréés au titre de la formation professionnelle, doit comporter :

- une partie théorique portant sur le fonctionnement du moteur et les principes de la conduite économique (anticipation, juste sollicitation de la mécanique) ;
- une partie pratique sur véhicule comprenant une analyse commentée de la conduite de la personne formée.

4. Durée de vie conventionnelle

3 ans.

5. Montant de certificats en kWh cumac

| Type de véhicule | kWh cumac / personne formée | X | Nombre de personnes formées |
|------------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|
| Voitures particulières | 4 200 | | |
| Camionnettes | 3 300 | | |

Axe Conducteur – Fiche n° 2
Gestes économes et bonnes pratiques spécifiques
au transport sous température dirigée
SYNTHESE

Description de l'action

Différentes bonnes pratiques peuvent être mises en œuvre par les conducteurs de véhicules frigorifiques, qui ne sont ni du ressort de la conduite du véhicule, ni des solutions technologiques alternatives aux groupes froids classiques (FA Véhicule N°10) et d'équipements spécifiques (FA Véhicule N°11).

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'utilisation des groupes froids, notamment à la réduction du nombre et des durées d'ouverture des portes.

Domaine de pertinence

Cette action s'adresse à tous les conducteurs et à toutes les entreprises de transport sous température dirigée.

| Solutions | Gains CO ₂ | Retour sur investissement | Faisabilité | Domaine de pertinence |
|--|-----------------------|---------------------------|------------------|-----------------------|
| Limiter le nombre et les durées d'ouverture des portes | 0% 10% Variable | >3 ans <1 an Variable | Difficile Facile | VTL PP GP ER |
| Sensibilisation des conducteurs aux enjeux associés aux pertes de froid lors de l'ouverture des portes | | | | |

Nota Bene : le chapitre introductif du document détaille l'ensemble des hypothèses retenues

Illustrations



Source : VitTransport



Source : Hellopro

Axe Conducteur – Fiche n° 2
Gestes économes et bonnes pratiques spécifiques
au transport sous température dirigée
FICHE DETAILLEE

Contexte et réglementation

Bien que des actions reposant sur le comportement du conducteur (hors conduite pure) soient déjà proposées dans certaines formations à l'éco-conduite, les actions spécifiques au transport sous température dirigée sont rarement analysées lors de ces formations. Il est 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.

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°11 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°11 de l'axe véhicule « Température dirigée : équipements spécifiques et maintenance». En complément, 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 : Limitation des pertes de froid lors de l'ouverture de la caisse

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 suite à 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....

Il n'est 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.

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 extérieur, 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.

Suivi de la solution

Indicateurs de suivi de la solution :

- nombre de chauffeurs 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 chauffeurs.

Axe organisation des flux de transport– 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.

Chaque mode de transport présente des forces et faiblesses propres. 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 | 0% à 100% 16% | >3 ans à <1 an Variable | Difficile à Facile | ER |
| Utilisation de solutions maritimes en complément de transport routier | | | | |
| Recours au transport combiné fleuve-route¹ | 0% à 100% 48% | >3 ans à <1 an Variable | Difficile à Facile | ER |
| Utilisation de solutions fluviales en complément de transport routier | | | | |
| Recours au transport combiné rail-route¹ | 0% à 100% 94% | >3 ans à <1 an Variable | Difficile à Facile | ER |
| Utilisation de solutions ferroviaires en complément de transport routier | | | | |

Nota Bene : le chapitre introductif du document détaille l'ensemble des hypothèses retenues

¹ Pour plus d'informations, se référer à la fiche Certificats d'Economies d'Energie, en annexe de cette fiche

Illustrations



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 2009, il représentait près de 88% du trafic terrestre de marchandises (hors oléoducs). Le transport ferroviaire représentait quant à lui, 9,9% et le fluvial, 2,3%.

Parts modales pour le transport de marchandises (yc transit)

| | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Transport routier | 66,9 | 76,5 | 81,0 | 81,3 | 87,0 | 87,4 | 87,6 | 87,4 | 87,9 |
| Transport ferroviaire | 29,2 | 20,6 | 16,9 | 16,6 | 10,9 | 10,6 | 10,6 | 10,6 | 9,9 |
| Navigation fluviale | 4,0 | 2,8 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,0 | 1,9 | 2,0 | 2,3 |
| Tous modes (Gt-km) | 192,1 | 253,3 | 284,8 | 347,5 | 373,1 | 389,1 | 403,5 | 382,3 | 325,9 |

Sources: MEEDDM / *Compte des transports 2009 (annexe M2) SOeS, VNF; calculs SOeS*

Champ: Hors oléoducs, véhicules utilitaires de moins de 3,5 tonnes de PTAC et poids lourds sous pavillon étranger.

Pour les modes restants, il s'agit des tonnes-kilomètres réalisées sur le territoire français (transport intérieur), hors transit.

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 du Grenelle de l'environnement qui est de faire passer la part de marché du transport non routier et non aérien de 14% à 25% en 2022.

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 et de polluants 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 :

- les acteurs du transport combiné (opérateurs, tractionnaires routiers, loueurs de matériels...)
- les avantages réglementaires, comme la possibilité de rouler avec un véhicule routier à 44 tonnes⁶¹ ;
- 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, en un seul lieu, 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...).

⁶¹ L'article R312-4 du code de la route définit les cas particuliers d'utilisation de véhicules dont le poids total roulant peut dépasser 40 tonnes (sans excéder 44 tonnes). Le transport de marchandises dans de telles conditions est notamment autorisé **pour le transport combiné**, autour des autoroutes ferroviaires et **autour des ports maritimes ou fluviaux ainsi que pour le transport des produits agricoles et agroalimentaires**. Il est cependant important de se renseigner sur les décrets existant pour intégrer les conditions spécifiques de circulation des 44 t.

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+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 transport de marchandises par voie maritime (roulier ou ferry) émet en moyenne entre 28,6 et 85,2 g.CO₂/t.km suivant le type et la puissance des équipements ⁽⁶²⁾.

En considérant le facteur d'émission agrégé moyen en France des tracteurs routiers (PTAC 40T) de 75,9 g.CO₂/t.km ⁽⁶³⁾, et celui du transport maritime avec un roulier (profil optimisé), soit 63,6 g.CO₂/t.km ⁽²⁾, la réduction des émissions de CO₂ est de 16%.

| Gabarit véhicule | Usage principal considéré | PTAC | Recours au transport combiné mer-route (% de réduction des émissions de CO ₂) |
|-----------------------------|---------------------------|----------|---|
| Véhicule de transport léger | Urbain | ≤3,5 t | - |
| Petit porteur | Urbain | 3,6-12 t | - |
| Grand porteur | Régional | >12 t | - |
| Ensemble routier | Longue distance | 40 t | 16% |

NB: les facteurs d'émission de chaque mode de transport sont considérés sur un périmètre global "du puit 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).

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 roulier en ro-ro, 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,

⁶² « [Étude de l'efficacité énergétique et environnementale du transport maritime](#) », étude réalisée par MLTC et Tecnicas pour MEDDTL/ADEME en 2009

⁶³ « [Efficacité énergétique et environnementale des modes de transport](#) », étude réalisée par Deloitte pour l'ADEME en 2005.

- 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 25 et 51,2 g.CO₂/t.km suivant le bassin fluvial et la puissance des équipements (automoteur, pousseur)⁽⁶⁴⁾.

En considérant le facteur d'émission agrégé moyen en France des tracteurs routiers (PTAC 40T) de 75,9 g.CO₂/t.km⁽⁶⁵⁾ et celui du transport fluvial moyen (tout type de bassin et équipement), soit 39,1 g.CO₂/t.km, la réduction des émissions de CO₂ est de 48%.

| Gabarit véhicule | Usage principal considéré | PTAC | Recours au Transport Combiné Fleuve-Route (% de réduction des émissions de CO ₂) |
|-----------------------------|---------------------------|----------|--|
| Véhicule de transport léger | Urbain | ≤3,5 t | - |
| Petit porteur | Urbain | 3,6-12 t | - |
| Grand porteur | Régional | >12 t | - |
| Ensemble routier | Longue Distance | 40 t | 48% |

NB: les facteurs d'émission de chaque mode de transport sont considérés sur un périmètre global "du puit 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).

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").

⁶⁴ [Etude sur le niveau de consommation de carburant des unités fluviales françaises - Efficacités énergétiques et émissions unitaires de CO₂ du transport fluvial de marchandises](#), étude réalisée par TLA pour l'ADEME et VNF, 2006,

⁶⁵ « [Efficacité énergétique et environnementale des modes de transport](#) », étude réalisée par Deloitte pour l'ADEME, 2005.

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 Voie Navigable de France (VNF).

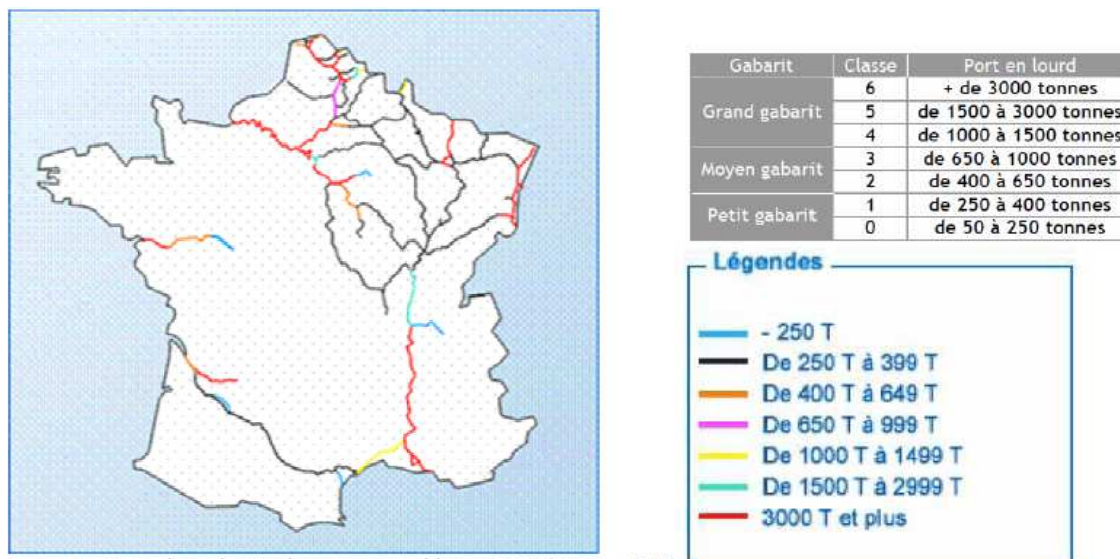


Figure 1 - Carte des gabarits de voies navigables en 2003 (Source : VNF)

Deux types de transport routier peuvent être envisagés par transport combiné fleuve-route :

1. 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 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".
2. 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 tonnes-kilomètres 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 proposés par Ecorail) 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 40T) de 75,9 g.CO₂/t.km⁽⁶⁶⁾ et celui du transport combiné rail-route moyen, soit 4,4 g.CO₂/t.km⁽⁶⁷⁾, la réduction des émissions de CO₂ est de 94%.

| Gabarit véhicule | Usage principal considéré | PTAC | Recours au Transport Combiné Fleuve-Route (% de réduction des émissions de CO ₂) |
|-----------------------------|---------------------------|----------|--|
| Véhicule de transport léger | Urbain | ≤3,5 t | - |
| Petit porteur | Urbain | 3,6-12 t | - |
| Grand porteur | Régional | >12 t | - |
| Ensemble routier | Longue Distance | 40 t | 94% |

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 puit 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),

⁶⁶ « Efficacité énergétique et environnementale des modes de transport », étude réalisée par Deloitte pour l'ADEME, 2005.

⁶⁷ "Efficacité énergétique et émissions de CO₂ du transport ferroviaire de marchandises", étude réalisée pour le compte de l'ADEME, 2006. La traction des trains de transport combiné est réalisée en France essentiellement par des locomotives électriques.

- la phase utilisation, appelée aussi "du réservoir à la roue" (émissions de CO₂ lors de l'utilisation de l'énergie considérée).

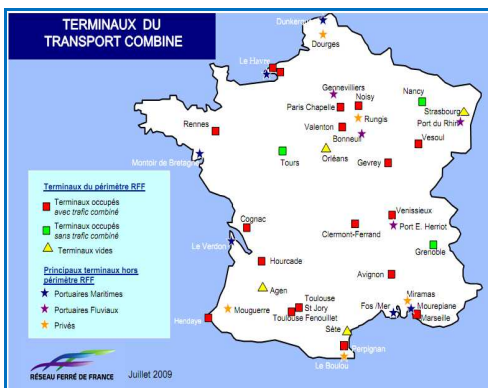
Domaine de pertinence

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 ⁽⁶⁸⁾ si possible équilibrés en aller et retour.

Mise en Œuvre

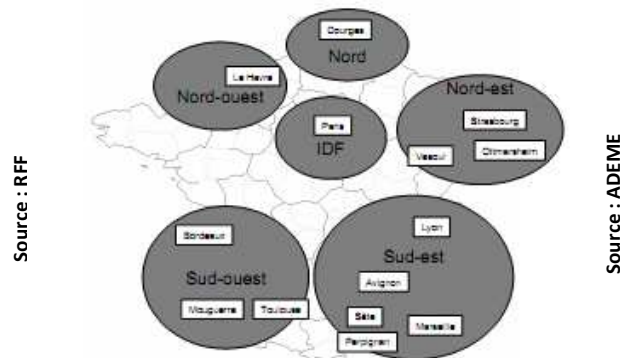
L'infrastructure et le réseau ferroviaire sont gérés par Réseau Ferré de France (RFF).

Transport combiné rail-route non-accompagné par UTI:



Carte des terminaux pour le transport intermodal

<http://www.rff.fr/fr/le-reseau/cartes>



Les zones principales de TCCR, carte issue du tableau de bord des Transports combinés, ADEME, 2006

Deux types de transport routier peuvent être envisagés par transport combiné rail-route :

1. L'acheminement de conteneurs maritimes de type ISO (20' ou 40') en provenance ou à destination d'un port maritime.
2. 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'Energie 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 www.rff.fr.

Autoroute ferroviaire

Le tableau suivant présente les principales lignes d'autoroutes ferroviaires en Europe.

⁶⁸ « Tableau de Bord des Transports Combinés », ADEME, 2006

| Liaison | Système | Longueur (km) |
|---|---------------|---------------|
| Perpignan – Bettembourg (France – Luxembourg) | Modalohr | 1060 |
| Aiton – Orbassano (France Italie) | Modalohr | 175 |
| Freiburg – Novara (All. – Italie) | Petites roues | 414 |
| Basel – Lugano (Suisse – Suisse) | Petites roues | 263 |
| Singen – Milano (All. – Italie) | Petites roues | 356 |
| Wörgl – Brennersee (Autriche – Autriche) | Petites roues | 94 |
| Wörgl – Trento (Autriche – Italie) | Petites roues | 233 |
| Wels – Maribor (Autriche – Slovénie) | Petites roues | 260 |



Source : MEDDTL 2011

Principales lignes d'autoroutes ferroviaires en Europe, source MEDDTL

Carte des lignes d'autoroutes ferroviaires en France (en rouge figurent les autoroutes en activité en 2010, en bleu figurent les lignes en projets et en vert les lignes à l'étude)

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), 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.rff.fr.

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 tonnes kilomètres routières et ferroviaires.



Certificats d'économies d'énergie

Opération n° TRA-EQ-01

Unité de transport intermodal (UTI)

1. Secteur d'application

Transport combiné rail-route appliqué au transport interurbain de marchandises.

2. Dénomination

Acquisition d'une unité de transport intermodal (UTI) neuve (caisse mobile ou semi-remorque à prise par pinces) dédiée au transport combiné rail-route (container maritime de type ISO exclu).

3. Conditions pour la délivrance de certificats

Codification de l'UTI effectuée par un opérateur de transport combiné rail-route.

Les voyages doivent se faire au départ ou à l'arrivée d'au moins un chantier de transport combiné localisé en France.

Relevé de trafic donnant le nombre de voyages réalisés en France par l'UTI concernée, sur une période d'essai de 12 mois consécutifs, à réaliser avant le dépôt de dossier de demande de CEE.

4. Durée de vie conventionnelle

12 ans.

5. Montant de certificats en kWh cumac

| Longueur de l'UTI | Montant en kWh cumac / voyage |
|-------------------|-------------------------------|
| ≥ 9 m | 16 000 |
| < 9 m | 8 000 |



Certificats d'économies d'énergie

Opération n° TRA-EQ-07

Unité de transport intermodal pour le transport combiné fleuve-route

1. Secteur d'application

Transport combiné fluvial-route appliqué au transport de marchandises.

2. Dénomination

Acquisition d'une unité de transport intermodal (UTI) neuve de toute taille dédiée au transport combiné fluvial-route, hors conteneur maritime de type ISO.

3. Conditions pour la délivrance de certificats

Le demandeur fournit à l'administration les éléments suivants :

- une copie des factures définitives d'acquisition des UTI et une copie de leur codification, effectuée par un opérateur de transport combiné ;
- un relevé de trafic, à réaliser avant le dépôt de dossier de demande de CEE, mentionnant le nombre de voyages effectués sur 6 mois consécutifs pour l'UTI achetée. Le relevé de trafic est certifié conforme par Voies Navigables de France. Les voyages doivent être réalisés sur le territoire français.

4. Durée de vie conventionnelle

12 ans.

5. Montant de certificats en kWh cumac

Ga x V

avec :

Ga = gain net actualisé du transport combiné en kWh cumac pour une UTI

| Ga | Seine | Rhône | Nord Pas-de-Calais | Rhin/Moselle | Interbassin |
|------------------------------|-------|-------|--------------------|--------------|-------------|
| Bateau DEK (1 000 t) | 3 400 | 2 800 | 2 900 | - | - |
| Bateau RHK (1 350 t) | 7 200 | 6 800 | 3 600 | - | 5 200 |
| Bateau Grand Rhéna (2 500 t) | 7 700 | 7 100 | 4 200 | 3 700 | 6 000 |
| Bateau Convois (4 400 t) | 8 200 | 7 700 | 7 500 | 5 900 | 7 300 |

V = nombre de voyages relevés sur 6 mois sur l'UTI achetée x 2 (= nombre de voyages par an réalisés par UTI en transport combiné fluvial-route)

On considère que le trafic réalisé par les UTI sur 6 mois consécutifs est maintenu en moyenne sur la durée de vie des matériels.

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 géo localiser 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.

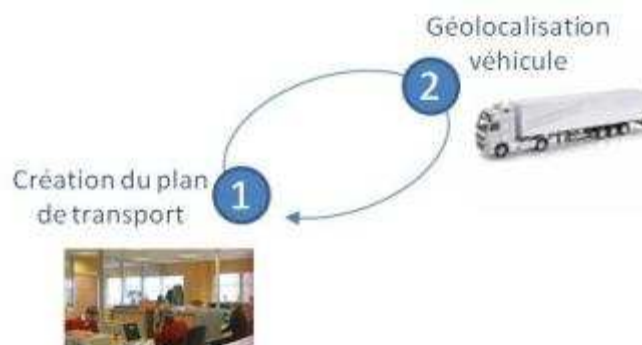
Domaine de pertinence

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 Acquisition d'un outil de création de plans de transport | 0% à 10% 5% à 15% | >3 ans à <1 an | Difficile à Facile | VTL PP GP ER |
| Outils de géolocalisation des véhicules Acquisition d'un outil de géolocalisation du véhicule | 0% à 10% 1% à 10% | >3 ans à <1 an | Difficile à Facile | VTL PP GP ER |

Nota Bene : le chapitre introductif du document détaille l'ensemble des hypothèses retenues



Axe Organisation des flux de transport– 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 une cinquantaine de fournisseurs provenant de l'univers des télécoms 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°3 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 liés à la baisse des distances transportées.

| Gabarit véhicule | Usage principal considéré | PTAC | Outils de création de plan de transport (en % de consommation) |
|-----------------------------|---------------------------|----------|---|
| Véhicule de transport 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

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, ...)
- 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 (1-3ans), 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 mobile 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.
- 
 • Le PDA. L'agenda électronique peut être utilisé pour envoyer et recevoir des données, via une liaison téléphonique (GSM, Wap ou GPRS). Les informations sont transmises automatiquement à un central, dès que le PDA est connecté à son support.
- 
 • 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.
- 
 • L'informatique embarquée. Les produits proposés peuvent faire office d'aide à la navigation et intègrent un module GSM et parfois un kit mains-libres (en plus des modules de suivi et de surveillance du véhicule).

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.

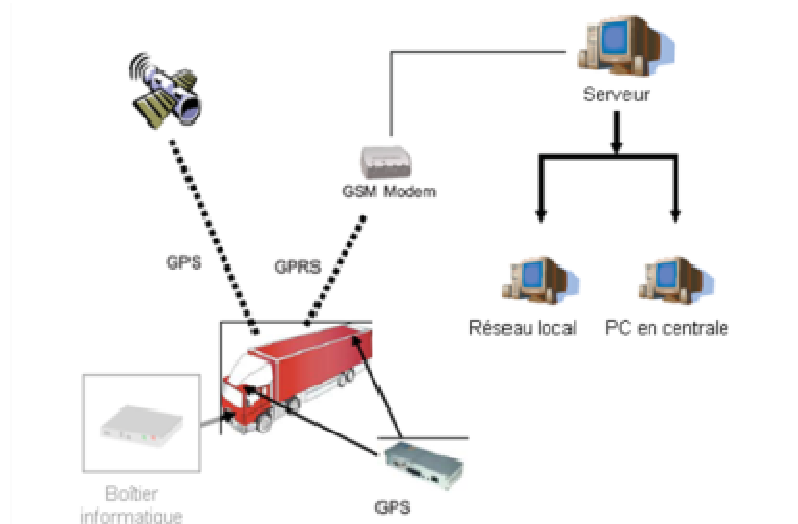


Schéma des échanges de données (cas GPS et informatique embarquée)

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.

Les outils de géolocalisation ont l'avantage de la simplicité. 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 à 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 parcours⁶⁹. 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 de transport 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 de transport léger : données utilisateurs.

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 de transport léger, 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 de transport léger 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.

⁶⁹ Donnée utilisateur.



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 est de l'ordre de 800 euros (hors abonnement) par véhicule, puis 40 €/mois et par véhicule, soit 19 000 €/an pour une flotte de 40 véhicules. Ce montant inclut le prix de l'abonnement pour l'accès aux données cartographiques ainsi que les coûts de télécommunications (5 à 10 €/mois / boîtier).

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 des flux de transport– 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 |
|---|-----------------------|----------------------------|--------------------|-----------------------|
| Optimiser le ratio volume/poids des chargements Rationalisation de l'utilisation du volume et de la charge maximum du véhicule | 0% à 10% 3% à 20% | >3 ans à <1 an | Difficile à Facile | VTL, PP, GP, ER |
| Mutualiser le transport entre plusieurs clients Mise en commun d'un véhicule de transport de marchandises avec une livraison ou un enlèvement multiple. | 0% à 10% 7% à 10% | >3 ans à <1 an | Difficile à Facile | VTL, PP, GP, ER |
| Utilisation d'un double plancher Utilisation d'une remorque équipée d'un système de double plancher | 0% à 10% 14% à 21% | >3 ans à <1 an Variable | Difficile à Facile | ER |
| Utiliser un logiciel d'amélioration du coefficient de chargement Utilisation d'un logiciel spécialisé permettant d'optimiser spécifiquement le taux de chargement | 0% à 10% 7% à 14% | >3 ans à <1 an Variable | Difficile à Facile | VTL, PP, GP, ER |
| Remorque avec caisse mobile routière Utilisation de caisses mobiles routières | 0% à 10% Variable | >3 ans à <1 an Variable | Difficile à Facile | ER |
| Contre-flux Mettre en place un système permettant de réaliser le trajet aller avec un client et le trajet retour avec un autre client | 0% à 10% Variable | >3 ans à <1 an | Difficile à Facile | VTL, PP, GP, ER |
| Remplacement d'un véhicule frigorifique standard par un véhicule multi-température Suivant les types de produits transportés, utiliser un véhicule bi ou multi-températures permet d'éviter plusieurs | 0% à 10% 20% à 30% | >3 ans à <1 an Variable | Difficile à Facile | VTL, GP, ER |

Nota Bene : le chapitre introductif du document détaille l'ensemble des hypothèses retenues

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 aujourd'hui en Europe à moins de 50% (en poids). Le coefficient de chargement varie toutefois fortement en fonction des caractéristiques des activités des transporteurs.

| mode | type de véhicule | tonnage moyen transporté par véhicule |
|---------|--------------------|---------------------------------------|
| routier | PTAC < 7,6 t | 1,2 |
| | PTAC 7,6 - 12 t | 2,3 |
| | PTAC 12,1 - 14 t | 2,2 |
| | PTAC 14,1 - 20 t | 5,5 |
| | PTAC 20,1 - 26 t | 9,5 |
| | PTAC 26,1 - 28 t | 8,9 |
| | PTAC 28,1 - 32 t | 12,2 |
| | PTAC > 32 t | 14,5 |
| | tracteurs routiers | 16,8 |

Tonnages moyens transportés par des véhicules routiers (en tonne), Source : SOeS, enquête TRM 2005

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 2008, le taux de trajets à vide était d'environ 21,9% soit un peu plus d'un kilomètre sur 5 (voir tableau page suivante)

en million de véhicules-kilomètres

| Trajets | Genres | | |
|----------------|---------|--------------------|--------|
| | Camions | Tracteurs routiers | Total |
| Total | 3 540 | 12 212 | 15 752 |
| dont en charge | 2 709 | 9 601 | 12 310 |
| dont à vide | 831 | 2 611 | 3 442 |
| % à vide | 23,5% | 21,4% | 21,9% |

Source : SOeS, enquête TRM 2008

Nombre de véhicules-kilomètres réalisés en 2008 selon que le trajet est en charge ou à vide, enquête TRM 2008

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.

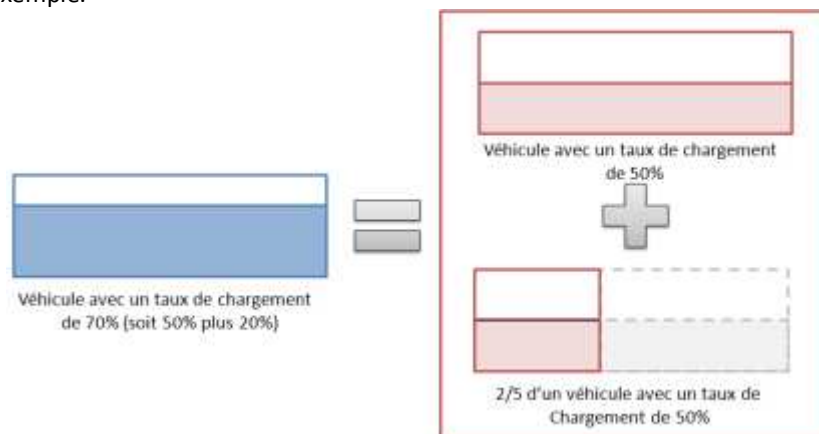
Gains associés à l'augmentation du coefficient de chargement

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 transportées⁷⁰.

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®

⁷⁰ Calculs réalisés à partir des données du bilan carbone®.

Solution 1 : Optimiser le 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 & 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 de transport léger : remorque utilitaire à guidage axial (source : équipementier)

Dans le cas des véhicules de transport léger, il est possible d'ajouter une remorque⁷¹ 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 1,5t à 2t, pour un volume de 20 à 25 m³ et le PTR⁷² 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 de transport 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.

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

⁷¹ 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.

⁷² Le PTR (poids total roulant autorisé) correspond à la somme des PTAC du véhicule et de la remorque.

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 de transport léger 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 véhicules.km transportés.

| Gabarit véhicule | Usage principal considéré | PTAC | Gains liés la solution (en % de consommation) |
|-----------------------------|---------------------------|----------|--|
| Véhicule de transport léger | Urbain | ≤3,5 t | 20% (carrosseries légères) |
| Petit porteur | Urbain | 3,6-12 t | 3-7% |
| Grand porteur | Régional | >12 t | 3-7% |
| Ensemble routier | Longue Distance | 40 t | 3-7% |

Source : *transporteurs*.

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.

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 de transport léger, 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.

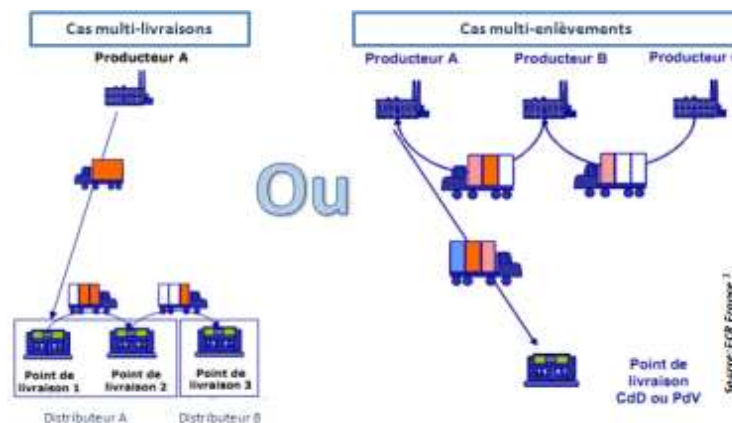
Solution 2 : Mutualiser le transport entre plusieurs clients

Comment ça marche ?

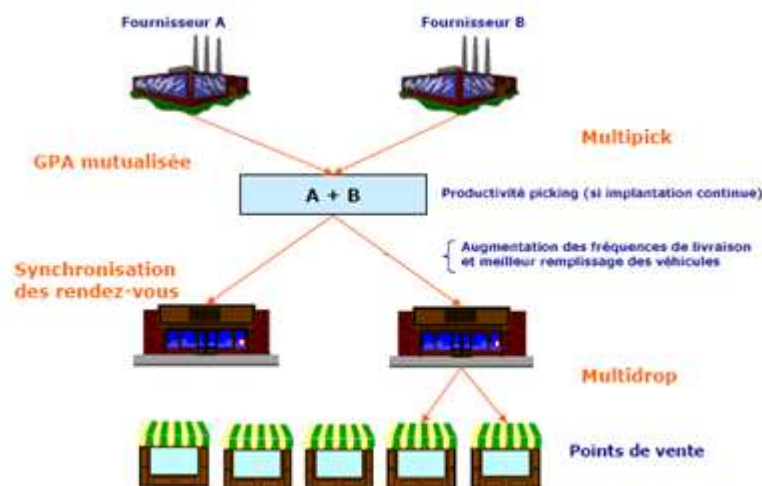
Comme le montre le schéma ci-dessous⁷³, la mutualisation peut s'appuyer sur deux concepts différents :

- 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.

⁷³ Source : ECR France, http://www.ecr-france.org/web/conference2003/interventions/optimisation_logistique.pdf

Les plates-formes d'intermédiation

Le taux de remplissage des véhicules de transport léger en milieu urbain est souvent très faible⁷⁴, la mutualisation permet d'obtenir des réductions significatives des émissions de CO₂. A cet effet, les 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 que⁷⁵ 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 de transport 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 cas⁷⁶.

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 France¹), 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 de transport 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 du document ECR France¹

⁷⁴ Source: Livre_blanc_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, 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 non professionnel du transport.

⁷⁵ Source : Livre_blanc_logistique_urbain_AFILOG_janvier2012.pdf.

⁷⁶ Source: CAS, Actes séminaire logistique urbaine

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 :

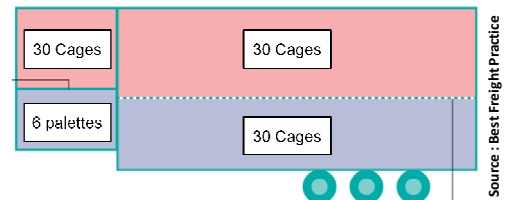
- suivi des coefficients de chargement des véhicules, par prestation de transport.

Solution 3 : Utiliser 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 « **Optimiser le chargement des camions en modifiant 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%⁷⁷. 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

⁷⁷ 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.

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.

| Gabarit véhicule | Usage principal considéré | PTAC | Gains liés à la solution (en % de consommation) |
|-----------------------------|---------------------------|----------|---|
| Véhicule de transport 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 ».

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 « **Optimiser le chargement des camions en modifiant 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 3000 à 6000 €. 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 1,60m 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 (> 3ans) 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 consommation du moteur lors des phases de chargement dans le calcul du retour sur investissement.

Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- coefficient de chargement massique des véhicules avec et sans double plancher (tonne de chargement/ charge utile).

Modalités pratiques de collecte des données :

- suivi des coefficients de chargement des prestations de transport.

Solution 4 : Utiliser 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 en p. 3).

Le tableau suivant présente les ordres de grandeur des gains de consommation associés à cette solution liés à la baisse des distances transportées.

| Gabarit véhicule | Usage principal considéré | PTAC | Gains liés à la solution (en % de consommation) |
|-----------------------------|---------------------------|----------|--|
| Véhicule de transport léger | Urbain | ≤3,5 t | 7-14% |
| 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 à tous les types de véhicules et d'activités de transport. Elle est surtout pertinente pour une utilisation sur des distances moyennes ou longues.

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

Indicateurs de 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

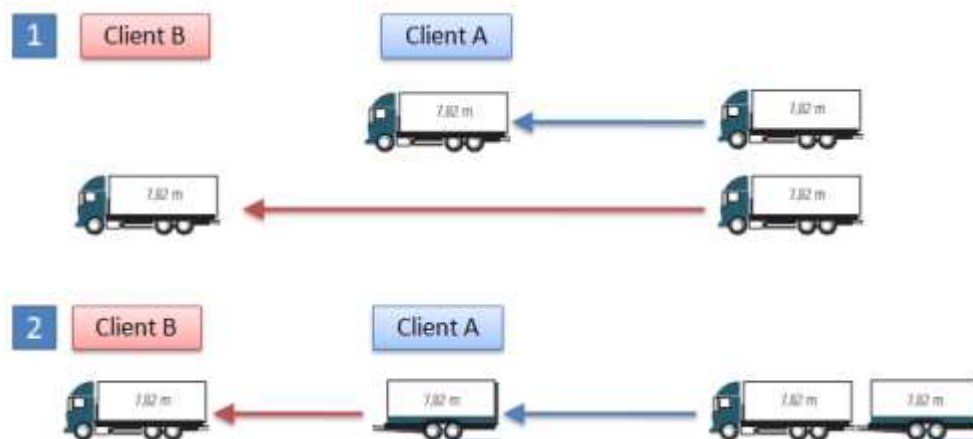
Comment ça marche ?

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 de transport 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 |

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).

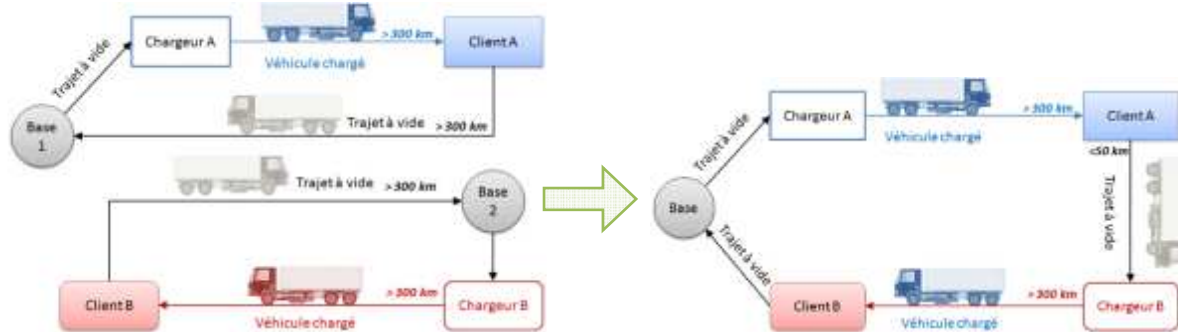
Modalités pratiques de collecte des données :

- Suivi des taux de chargement des prestations de transport et les kilomètres parcourus.

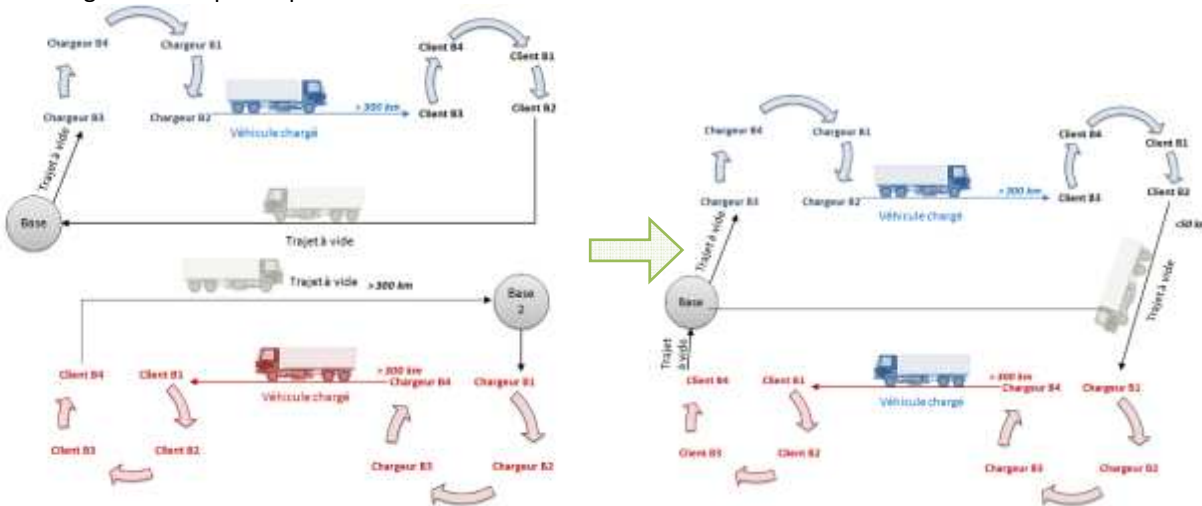
Solution 6 : Contre-flux

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 de l'ordre de 21,9% pour les poids lourds (source enquête TRM 2008), on peut considérer que cette action permettrait de diminuer ce taux de retour à vide de 22% à 15%, sur la base des données théoriques du schéma précédent.

| Gabarit véhicule | Usage principal considéré | PTAC | Gains liés à la solution |
|-----------------------------|---------------------------|----------|--------------------------|
| Véhicule de transport 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 |



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 de transport léger 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 de transport 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 | |

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 des flux de transport– 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.

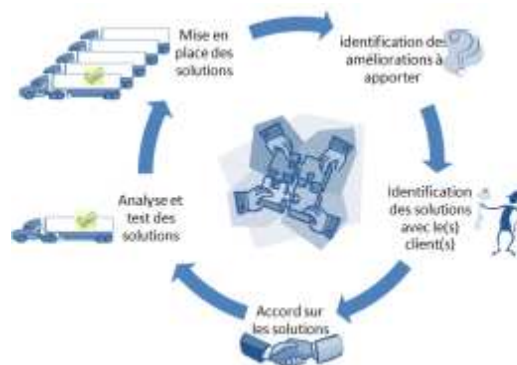
Domaine de pertinence

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 |
|--|-----------------------|---------------------------|------------------|-----------------------|
| Informations sur les émissions de CO₂ des prestations de transport Fournir au client l'information sur les émissions de CO ₂ de ses prestations de transport | 0% Indirect 10% | >3 ans Indirect <1 an | Difficile Facile | VTL PP GP ER |
| Définir le plan de transport avec les clients Définir avec les clients un plan de transport optimisé | 0% Variable 10% | >3 ans Variable <1 an | Difficile Facile | VTL PP GP ER |
| Optimiser le chargement des véhicules en modifiant la palettisation Proposer au client une modification de la palettisation | 0% 3% à 7% 10% | >3 ans Variable <1 an | Difficile Facile | VTL PP GP ER |
| Mise en place de rendez-vous Planifier les horaires de chargement et/ou de livraison | 0% Variable 10% | >3 ans Variable <1 an | Difficile Facile | VTL PP GP ER |

Nota Bene : le chapitre introductif du document détaille l'ensemble des hypothèses retenues

Illustrations



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 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.

Le décret de l'obligation d'affichage des émissions de CO₂ prévu par la Loi Grenelle est paru au journal officiel du 25 octobre 2011⁷⁸, en application de l'art. 228 de la loi Grenelle II qui oblige les entreprises de transport (y compris le déménagement) à afficher leurs émissions de CO₂ avant la fin 2013. Ce décret stipule 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 dioxyde de carbone émise par le ou les modes de transport utilisés pour réaliser cette prestation ».

L'arrêté du 10 avril 2012⁷⁹ précise que c'est au 1er octobre 2013 que deviendra obligatoire l'affichage des émissions de CO₂ propre à chaque prestation de transport de fret.

Un deuxième arrêté⁸⁰ du 10 avril 2012 fixe les valeurs de référence à utiliser dans les calculs. L'article 1^{er} concerne les valeurs des facteurs d'émission des sources d'énergie utilisées par les différents modes de transport (dont l'électricité, le gazole routier et non routier, le GPL et le gaz naturel). Un tableau publié en annexe précise, quant à lui, les valeurs de niveau 1 (fixées par les pouvoirs publics) pour le TRM selon la nature du véhicule (22 catégories, du 3,5 tonnes au 40 tonnes), le type de transport effectué et le nombre d'unités transportées dans le véhicule. Il en ressort un "taux de consommation de source d'énergie" par kilomètre. L'information donnée au chargeur doit prendre en compte les opérations de transport mais aussi les trajets de repositionnement, ceux effectués à vide et les émissions à l'arrêt, moteur en marche, liées à ces opérations.

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.

⁷⁸ Décret n° 2011-1336 du 24 octobre 2011 relatif à l'information sur la quantité de dioxyde de carbone émise à l'occasion d'une prestation de transport.

⁷⁹ Arrêté du 10 avril 2012 pris pour l'application de l'article 14 du décret n° 2011-1336 du 24 octobre 2011 relatif à l'information sur la quantité de dioxyde de carbone émise à l'occasion d'une prestation de transport (JORF n°0092 du 18 avril 2012 page 7010).

⁸⁰ Arrêté du 10 avril 2012 pris pour l'application des articles 5, 6 et 8 du décret n° 2011-1336 du 24 octobre 2011 relatif à l'information sur la quantité de dioxyde de carbone émise à l'occasion d'une prestation de transport (JORF n°0095 du 21 avril 2012 page 7180).

Solution 1 : informations sur les émissions de CO₂ des prestations de transport

Comment ça marche ?

L'objectif de cette solution est avant tout de pouvoir répondre à la future obligation d'information relative aux émissions de CO₂ des prestations de transport (cf. « Contexte et réglementation ci-avant »).

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

Cette solution n'engendre aucune réduction directe des émissions de CO₂ ou de consommation de carburant. Toutefois, elle permet de pérenniser la démarche d'optimisation et constitue souvent un premier pas vers l'utilisation d'autres solutions. En outre, cette analyse a souvent un effet indirect très important et positif : l'information sur la quantité de CO₂ émise pour réaliser la prestation commandée par les chargeurs permettra à ces derniers de faire un état des lieux précis de leurs émissions ; premier pas pour établir un plan d'action de réduction en collaboration avec les transporteurs. La mise en place de cette action amène à suivre plus précisément les consommations des activités de l'entreprise. C'est ainsi l'occasion d'affiner les tableaux de bord de l'entreprise et d'avoir un meilleur pilotage en interne, ce qui amènera à terme à une réduction des émissions.

Domaine de pertinence

Cette action est applicable à tous les types de transport de marchandises.

Mise en Œuvre

L'arrêté du 10 avril 2012⁸¹ précise que c'est au 1er octobre 2013 que deviendra obligatoire l'affichage des émissions de CO₂ propre à chaque prestation de transport de fret.

Suivi de la solution

Indicateurs de suivi de la solution :

- pourcentage de clients ayant été informés sur les émissions de CO₂ des prestations de transport ;
- nombre de clients ayant été informés sur les émissions de CO₂ des prestations de transport ;
- pourcentage du chiffre d'affaires représentant les clients informés.

Modalités pratiques de collecte des données :

- suivre le volume d'affaires couvert par les évaluations.

⁸¹ Arrêté du 10 avril 2012 pris pour l'application de l'article 14 du décret n° 2011-1336 du 24 octobre 2011 relatif à l'information sur la quantité de dioxyde de carbone émise à l'occasion d'une prestation de transport (JORF n°0092 du 18 avril 2012 page 7010).

Solution 2 : 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 de transport léger 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 de transport 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 |

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 :
 - identifier les clients associés à ces solutions ;
 - rencontrer le client pour présenter ces solutions et leurs avantages en termes de réduction des émissions de CO₂ ;
 - 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 de transport léger 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 au 100 km par client avant et après modification du plan de transport.

Modalités pratiques de collecte des données :

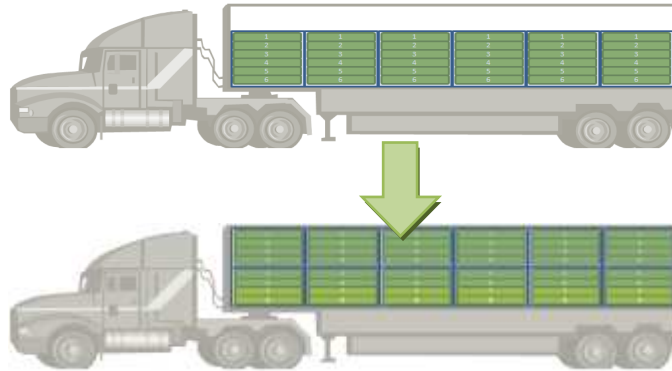
- analyse du suivi de consommation par véhicule et par client.

Solution 3 : 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 en p.3 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 liés à la baisse des distances transportées.

| Gabarit véhicule | Usage principal considéré | PTAC | Gains liés à la solution (en % de consommation) |
|-----------------------------|---------------------------|-----------|---|
| Véhicule de transport léger | Urbain | ≤3,5 t | 3-7% |
| Petit porteur | Urbain | 3,6 -12 t | |
| Grand porteur | Régional | > 12 t | |
| Ensemble routier | Longue Distance | 40 t | |

Source : Transporteurs

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 ;
- échange 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.

Solution 4 : 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 de transport 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 |

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 de transport léger, 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 7 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 des flux de transport– 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 (notamment dans la perspective de l'affichage CO₂ 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 |
|---|--------------------------|--------------------------------|------------------|-----------------------|
| Informer ses sous-traitants des bonnes pratiques à adopter | 0% 10% 1% à 2% | >3 ans <1 an Non applicable | Difficile Facile | VTL PP GP ER |
| Mettre à disposition de ses sous-traitants les informations qui leur permettraient de réduire leurs consommations et leurs émissions de CO ₂ | | | | |
| Proposer l'utilisation d'indicateur de suivi de la performance en termes de consommation de carburant | 0% 10% Non applicable | >3 ans <1 an Non applicable | Difficile Facile | VTL PP GP ER |
| Mettre à disposition de ses sous-traitants des outils et méthodes qui leurs permettraient de suivre leurs consommations avec pour objectif de les réduire | | | | |
| Proposer l'adhésion à la charte Objectif CO₂ | 0% 10% 5% | >3 ans <1 an Non applicable | Difficile Facile | VTL PP GP ER |
| Mettre à disposition de ses sous-traitants les informations qui leur permettraient d'adhérer à la charte | | | | |

Nota Bene : le chapitre introductif du document détaille l'ensemble des hypothèses retenues

Illustrations



Axe Organisation des flux de transport– 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.

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 : informer ses sous-traitants routiers sur les bonnes pratiques à adopter

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).

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

D'après le retour d'expérience 2009-2012 des transporteurs qui se sont engagés dans la charte, les objectifs de gains associés aux actions de la charte est de l'ordre de 5%..

Bien que la seule diffusion d'une information sur les bonnes pratiques disponibles pour économiser du carburant 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.

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% à 2% sur l'année de diffusion de cette information (gain nul sur les années suivantes).

| Gabarit véhicule | Usage principal considéré | PTAC | informer ses sous-traitants sur les bonnes pratiques à adopter (% de gain CO ₂ par sous-traitant informé) |
|-----------------------------|---------------------------|-----------|--|
| Véhicule de transport léger | Urbain | ≤3,5 t | 1 à 2 % |
| Petit porteur | Urbain | 3,6 -12 t | |
| Grand porteur | Régional | > 12t | |
| Ensemble routier | Longue Distance | 40 t | |

Source : ADEME

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 : livraison, distribution ou longue distance ;
- inviter ses sous-traitants à des séances/réunions de sensibilisation.

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.



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.

Solution 2 : proposer l'utilisation d'indicateurs de suivi de la performance en termes de consommation de carburant

Comment ça marche ?

Cette solution est la base de toute démarche de réduction des consommations de carburant. 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 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 concernant les émissions de CO₂ des prestations de transport qu'ils ont réalisées pour son compte (voir fiche action N° 1 « Informations sur les émissions de CO₂ des prestations de transport » de la fiche action N°4 de l'axe organisation des flux de transport).

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

Cette solution n'a pas d'impact direct sur la réduction des consommations de carburants ou sur la réduction des émissions de CO₂. Toutefois, c'est une solution préalable à toute amélioration de la performance des sous-traitants. Par cohérence avec la fiche n°3 de l'axe carburant « amélioration du suivi de la consommation », aucun gain n'y est associé.

Domaine de pertinence

Cette solution est pertinente pour tous les transporteurs ayant recours à des sous-traitants routiers.

Mise en Œuvre

Différentes solutions existent pour aider ses sous-traitants à mettre en place un suivi précis de leurs consommations, par ordre croissant d'implication de l'entreprise :

- Fournir la fiche action n° 3 de l'axe carburant « Amélioration du suivi des consommations » de la charte Objectif CO₂ dédiée à ce thème
- Présenter des exemples de formats de tableau de bord pour le suivi des consommations ainsi que présenter les solutions pratiques qui pourraient être mises en place par le sous-traitant afin que celui-ci définisse lui-même la solution qui est la plus adaptée ;

Plus le nombre de sous-traitants est élevé, plus cette solution sera complexe à mettre en œuvre. Il est conseillé 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 par les sous-traitants routiers.

Solution 3 : proposer l'adhésion à la charte 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 mis en place dans le cadre de son adhésion à la charte et les informer des dispositions de la charte.

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. Le retour d'expérience de la charte Objectif CO₂ montre que pour les transporteurs engagés, le gain moyen est de l'ordre de 5%.

| 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 de transport léger | Urbain | ≤3,5 t | 5% |
| Petit porteur | Urbain | 3,6 -12 t | |
| Grand porteur | Régional | > 12t | |
| Ensemble routier | Longue Distance | 40 t | |

Domaine de pertinence

Cette action 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 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 les plus importants.

Pour rappel, les grandes étapes de la mise en place de la charte Objectif CO₂ sont les suivantes :

| Etapes | | Qui | Quand | Outils / Supports |
|--------|---|---|---|---|
| n°1 | Préparer le projet - Autoévaluation | L'entreprise candidate à l'engagement | Avant l'entrée dans la démarche | Onglet 0 de l'outil engagement volontaire |
| n°2 | Réaliser le diagnostic CO ₂ | L'entreprise (en interne ou via un prestataire extérieur) | Avant la signature de la charte | Cahier des charges |
| n°3 | Valider le diagnostic et signer la charte | ADEME / DREAL / Conseil régional (le cas échéant) | Après réalisation du diagnostic CO ₂ | Outil « Engagements volontaires » et son manuel d'utilisation |
| n°4 | Suivre la démarche sur 3 ans | L'entreprise | Après signature de la charte | Outil « Engagements volontaires » et son manuel d'utilisation |



Suivi de la solution

Indicateur de suivi de la solution :

- pourcentage de l'activité sous-traitée pour laquelle les transporteurs s'engagent dans la charte.

Modalités pratiques de collecte des données :

- suivi des informations fournies par les sous-traitants routiers (adhésion à la charte, nombre de véhicules inclus dans la démarche...).

Axe Organisation des flux de transport– Fiche n° 6
Optimisation du transport de marchandises en ville
SYNTHESE

Description de l'action




Quatre 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.

Domaine de pertinence

La logistique du dernier kilomètre en messagerie (acheminement de colis) est effectuée principalement avec des véhicules de transport léger, 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 | 0% 100% variable | >3 ans <1 an | Difficile Facile |    |
| Mettre en œuvre des schémas logistiques permettant d'optimiser la distribution des marchandises en ville. | | | | |

Nota Bene : le chapitre introductif du document détaille l'ensemble des hypothèses retenues

Illustrations



Axe Organisation des flux de transport– Fiche n° 6
Optimisation du transport de marchandises en ville
FICHE DETAILLEE

Contexte et réglementation

L'optimisation du transport de marchandises en ville recèle un potentiel important de réduction des émissions de CO₂. Le taux de kilomètres parcourus à vide⁸² 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, faisant appel en particulier :

- au développement de l'éco-conduite (voir Fiche Cond. 1, Sol. 1,2 et 3) ;
- à l'optimisation de la logistique du dernier km ;
- à l'utilisation de véhicules avec d'autres sources d'énergie que le gazole ;
- à l'utilisation d'outils informatiques d'optimisation des trajets (voir Fiche Orga. 2, Sol. 1 et 2) ;
- à la mutualisation des plates-formes et des centres de distribution (voir Fiche Orga. 3, Sol.2) ;
- à d'autres concepts d'optimisation de la logistique urbaine, comme la consigne intelligente ;
- au travail collaboratif avec les collectivités.

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 d'apporter le cadre réglementaire et incitatif indispensable à l'émergence d'infrastructures logistiques appropriées et de favoriser les conditions de circulation des véhicules en ville⁸³ (principalement des véhicules de transport léger et des camions porteurs) en agissant dans les domaines suivants :

- Harmoniser les réglementations marchandises (au niveau de la circulation et des arrêts).
- Faciliter l'accès des professionnels au coeur 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'ELU⁸⁴ et de CDU⁸⁵ dans les centres villes, en participant à l'identification et à la mobilisation des zones foncières disponibles.

⁸² Source : Pour un renouveau de la logistique urbaine - Séminaire CAS - 3 avril 2012 (conclusion_jp_ourliac.pdf)

⁸³ Livre_blanç_logistique_urbaine_AFILOG_janvier2012.pdf

⁸⁴ « 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

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 quartiers⁸⁶.
- L'élaboration d'une réglementation optimisée sur la circulation des marchandises en ville.

Une concertation étroite entre l'ensemble des parties prenantes⁸⁷ (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.

La Charte de bonnes pratiques des transports et des livraisons de marchandises dans Paris.

Cette Charte, édictée par la Ville de Paris en 2006, fait référence au règlement « marchandises » applicable dans Paris, à la limitation à 30' de l'utilisation des aires de livraison et plus généralement 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.
- En ce qui concerne la livraison de jour, le règlement prévoit la réservation du créneau horaire 17h-22h aux seuls véhicules⁸⁸ de livraison électriques, gaz, hybrides et aux véhicules respectant les normes « Euro » selon le calendrier de la charte des bonnes pratiques des transports et livraisons dans Paris.
- La livraison de nuit correspond au créneau horaire 22h-7h. Sur ce créneau, 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.

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 encombrants⁸⁹. Des wagons équipés de conteneurs sont mis à la disposition des zurichoïses, 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)⁹⁰ 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 France⁹¹ et l'environnement réglementaire n'est pas complètement spécifié.

⁸⁶ L'EPAD (Etablissement Public d'aménagement de La Défense) a essayé de développer un CDU dans le parking souterrain du centre commercial des 4 Temps, mais l'initiative a échoué car il n'y a pas eu d'accord possible avec les magasins sur les horaires de livraison et sur les modalités de livraison des cartons.

⁸⁷ Source : Etude PIPAME 2009

⁸⁸ Avec une surface au sol inférieure à 23 m².

⁸⁹ Source : Actes séminaire CAS sur la logistique urbaine.

⁹⁰ Etude PIPAME 2009

⁹¹ 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.

Solution 1 : Schémas logistiques optimisés pour la livraison urbaine

Comment ça marche ?

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 » :
 - L'optimisation du ratio volume/poids des chargements
 - La mutualisation du transport entre plusieurs clients
 - L'utilisation d'un logiciel d'amélioration du coefficient de chargement.
- Fiche n°4 : « Travail collaboratif avec les clients pour une meilleure optimisation » :
 - Le partage d'un plan de transport commun avec le client »
 - 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 de transport léger électriques du type fourgon
- Triporteurs à assistance électrique
- Vélos-cargos électriques
- Chariots transpalettes électriques, pour la livraison finale sur des distances très courtes.

Plus d'une centaine d'expériences basées sur ce schéma ont été développées à travers le monde, dont 20 sont pérennes. En France, on peut citer en particulier :

- L'expérience de Chrono-City à la Concorde, qui constitue un exemple concret d'ELU opérationnel.
- Les pilotes Distripolis⁹².
- « The Green Link », qui propose des livraisons en centre-ville à l'aide de tricycles assistés électriquement.
- Le service Elcidis de la société Proxiway à La Rochelle.
- L'ELU de Lyon Cordeliers⁹³ 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 PRELUD⁹⁴ (Grand Lyon), La Poste a développé un Centre de Distribution Urbaine, le dernier km étant réalisé par des véhicules de transport léger électriques.

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

⁹² Géodis - DISTRIPOLIS® - La Logistique de la Ville de Demain

⁹³ Source : Supply Chain Magazine - Newsletter 1405 - 30avril2012

⁹⁴ Source : CityFret, point et perspectives Séminaire Urban Trucks, 6 décembre 2010 (CityFret Séminaire dec2010.ppt)

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 de transport léger 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 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 / jour compte tenu des temps morts.

Systèmes de consigne intelligente pour les colis

Plusieurs systèmes ont été développés sur ce principe en France. Le tableau ci-dessous résume les principaux systèmes opérationnels ou à l'essai.

| Nom | Type de consigne | Cible clients | Principe de retrait des colis | Nombre de points de "consigne automatique" |
|---|---|--------------------------------|---|---|
| Cityssimo (La Poste) | Espaces/ Consignes Sécurisés | Particuliers | Espaces sécurisés et privés, dont des espaces RATP ou commerciaux (magasins à l'enseigne Casino) Réserve aux clients "Colissimo". | 21 sites en Ile-de-France (17 à Paris), 1 à Nantes, 1 à Lille, 1 à Lyon 24h/24, /7 jours/7. |
| Consignity (Indépendant-partenariat avec DHL) | Consigne automatisée mutualisée ⁹⁵ . | Professionnels | Espaces publics (parkings....) | 7 sites à Paris 24h/24, /7 jours/7. |
| E-box (Indépendant) | Automate logistique intelligente | Particuliers Professionnels | Espaces sécurisés et privés. Localisation en boutiques. | 1 site à Paris (fermé en 2007), 24h/24, 7jours/7. |
| Bentobox (Projet Européen City Log) | Consigne à colis intelligente | Professionnels | Permet de livrer des « trolleys » ou des compartiments mobiles en dehors des heures d'ouverture des magasins. Mise à disposition des colis dans une consigne sécurisée. | Expérimentation à Lyon dans le centre commercial de la Part Dieu ⁹⁶ , pendant six semaines début 2012. |

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. Environ 1000 « Pack station » sont présentes sur le territoire allemand, ouvertes 24h/24 et /7 jours/7 Le service est proposé gratuitement aux professionnels et particuliers

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

⁹⁵ Le livreur scanne les codes-barres des colis sur le lecteur de l'automate, ce qui induit une ouverture des caissons pré-réservés. A la fermeture du caisson, le serveur prévient le destinataire de l'arrivée de son colis par SMS, confirme le lieu de livraison et fournit le code secret nécessaire à l'ouverture du caisson sécurisé. Pour récupérer le colis, le client doit ensuite scanner sa carte d'identification et composer le code secret.

⁹⁶ Source : Supply Chain Magazine - Newsletter 1405 - 30avril2012

distribution urbaine, les entreprises ayant mis en œuvre des projets d'optimisation du dernier km évaluent à quelques dizaines de % 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** et des **systèmes de consigne intelligente** pour les colis, il sera nécessaire d'évaluer au cas par cas les gains potentiels d'émissions de CO₂ car chaque initiative présente des spécificités marquées.

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 de transport léger électriques sont faciles à intégrer à petite échelle dans une flotte, leur mise en œuvre est plus complexe à grande échelle, ceci pour plusieurs raisons :

- le 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)
- l'investissement élevé
- en outre, si l'on se base sur l'hypothèse du remplacement d'un véhicule au gazole par un véhicule électrique, l'opération ne sera pas rentable au plan économique. Le retour sur investissement ne peut s'envisager qu'en effectuant une réorganisation logistique en profondeur, en réduisant le nombre de véhicules (utilisation d'ELU...), en réduisant les temps d'approche des véhicules, en mutualisant les flux, en allongeant les horaires de livraison et en développant de nouvelles aires de livraison.

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.