

**Impact climatique
du trafic poids lourds dans les Alpes suisses:
bilan et scénarios**

**Klima-Auswirkungen des alpenquerenden
Schwerverkehrs in der Schweiz : Bilanz und
Szenarien**

**Impatto sul clima del traffico pesante
attraverso le Alpi svizzere : bilancio e
possibili scenari**

François Périllon

Etude commandée par l'Initiative des Alpes
Date parution : 23 novembre 2015

Cette expertise a été réalisée par François Périllon,
Spécialiste indépendant des questions climat-transport

Remerciements aux relecteurs de ce document
pour tous leurs conseils avisés et amicaux

Résumé

Les changements climatiques nécessitent une action immédiate et significative dans tous les domaines et donc dans le secteur des transports. Le trafic des poids lourds est déjà responsable d'un cinquième des émissions de CO₂ dans le domaine des transports terrestres en Suisse. La tendance est à la hausse.

Pour 2020, la Confédération suisse s'est déjà engagée à réduire de 20% ses émissions de gaz à effet de serre, d'au moins 30% en 2030 et elle développe de grandes ambitions pour sa contribution à la résolution du problème climatique (Perspectives Energétiques 2050).

Dans un territoire fortement concerné par la question climatique comme les Alpes suisses, ce sujet revêt une importance particulière. A la veille des négociations climatiques de Paris (COP21) qui visent notamment à fixer un cadre pour la réduction des émissions en 2030, un bilan climatique des politiques fédérales du trafic routier de marchandises à travers les Alpes s'impose.

Le bilan climatique actuel du transport de marchandises à travers les Alpes s'établit à environ 300'000 t de CO₂. Plus de 95% de ces émissions sont causées par les poids lourds. L'évolution du transport routier de marchandises à travers les Alpes ne va pas dans le sens des engagements de la Confédération envers la Communauté internationale (8% de réduction des émissions par rapport à 1990) puisque les émissions ont même augmenté de 63% depuis 1990. Le nombre de camions traversant les Alpes Suisses a augmenté fortement dans les années 90, même si on assiste à une certaine stabilisation les 10 dernières années.

L'étude présente quelques scénarios pour 2015-2050, en se basant sur plusieurs hypothèses d'évolution des moteurs et carburants :

1. un scénario de poursuite de la croissance du trafic de 1% à 2% par an est incompatible avec les objectifs climatiques à tous les horizons et quelles que soient les hypothèses d'évolution technologiques des moteurs et carburants.
2. La mise en œuvre de l'objectif de transfert (650'000 courses poids lourds transalpines) est suffisante pour 2020. Une réduction supplémentaire du nombre de courses transalpines est cependant nécessaire pour atteindre les objectifs de 2030 et 2050, en fonction des évolutions de l'efficacité des moteurs et des carburants.
3. La poursuite des objectifs climatiques minimaux affichés par la Confédération suisse (-20% en 2020, -30% en 2030 et -70% en 2050) nécessite d'atteindre l'objectif de transfert de trafic pour 2020 et un effort supplémentaire de réduction du nombre de courses transalpines à engager à partir de 2030, en fonction des évolutions technologiques.
4. Une politique basée sur les recommandations du GIEC (diminution de 90% des émissions en 2050) nécessite de mettre en œuvre l'objectif de transfert pour 2020, et de transférer 450'000 à 550'000 courses supplémentaires en 2050.

Kurzfassung

Der Klimawandel fordert die Umsetzung sofortiger Massnahmen in allen Bereichen, vor allem auch im Verkehrssektor. Strassentransporte sind schon heute für einen Fünftel der CO₂-Emissionen des Verkehrs verantwortlich – Tendenz steigend.

Die Schweiz hat sich verpflichtet, ihre Treibhausgasemissionen bis ins Jahr 2020 um 20%, und bis 2030 um 30% zu senken. Mit der Energiestrategie 2050 hat die Schweiz verschiedene Anstrengungen unternommen, um einen Beitrag an die Lösung des globalen Klimaproblems zu leisten.

Die Alpen sind von der Klimaerwärmung besonders betroffen. Darum hat auch der Klimaschutz in den Alpen eine besondere Bedeutung. Im Vorfeld der Klimakonferenz in Paris (COP21), welche in ein Klimaabkommen münden soll, ist eine Klimabilanz des alpenquerenden Strassengüterverkehrs von besonderem Interesse.

Aktuell liegt die Klimabilanz des alpenquerenden Gütertransports bei 300'000 t CO₂. Mehr als 95% dieser Emissionen werden durch den Schwerverkehr auf der Strasse verursacht. Die Entwicklung des Strassengüterverkehrs durch die Alpen läuft den Klimabemühungen der Schweiz, welche sich an den internationalen Klimazielen orientiert, zuwider. Statt der geforderten Emissionsreduktion von 8% sind die Emissionen in der Schweiz seit 1990 sogar um 63% gestiegen. Die Anzahl Transitlastwagen in der Schweiz ist in den 1990er Jahren stark angestiegen und stagniert seit den letzten 10 Jahren.

Die Studie stellt einige Szenarien für die Jahre 2015-2050 vor und stützt sich auf mehrere Hypothesen hinsichtlich der Motoren- und Treibstoffentwicklungen:

1. Ein Szenario mit einem Verkehrswachstums zwischen 1% und 2% pro Jahr ist nicht mit den Klimazielen vereinbar – auch nicht wenn man die künftigen Motoren- und Treibstoffentwicklungen in Betracht zieht.
2. Das Erreichen des Verlagerungsziels (650'000 alpenquerende Lastwagenfahrten durch die Schweiz) muss bis 2020 erreicht werden, will die Schweiz ihre Klimaziele respektieren. In Zukunft ist eine zusätzliche Reduktion der alpenquerenden Fahrten nötig, um die Ziele von 2030 und 2050, unter Berücksichtigung der Motoren- und Treibstoffentwicklung, zu erreichen.
3. Um die von der Schweiz formulierten minimalen Klimaziele (-20% bis 2020, -30% bis 2030 und -70% bis 2050) umzusetzen, muss das Verlagerungsziel bis 2020 erreicht werden. Ausserdem sind zusätzliche Anstrengungen nötig, um die Anzahl an Transitlastwagen in Anbetracht der technologischen Fortschritte zu senken.
4. Eine Politik nach dem Vorbild des „Intergovernmental Panel on Climate Change“ (IPCC) (Verringerung von 90% der Emissionen bis 2050) verlangt die Umsetzung des Verlagerungsziels bis 2020 und schliesslich die Verlagerung von 450'000 bis 550'000 zusätzlichen Lastwagenfahrten bis ins Jahr 2030.

Riassunto

I cambiamenti climatici impongono un'azione immediata e significativa in tutti i settori e, quindi, anche in quello dei trasporti. Il traffico pesante genera un quinto delle emissioni di CO₂ e questa quota è in continua crescita.

La Confederazione si è già impegnata a ridurre del 20% le emissioni di gas a effetto serra entro il 2020 e di almeno il 30% entro il 2030 e manifesta importanti ambizioni di contributo alla soluzione dei problemi climatici (Prospettive energetiche 2050).

In un territorio fortemente interessato dagli aspetti climatici come quello delle Alpi svizzere, questo argomento assume un'importanza particolare. In vista dei negoziati sul clima di Parigi (COP21), che puntano in particolare a stabilire norme per la riduzione delle emissioni per il 2030, si rende necessaria la stesura di un bilancio climatico delle politiche federali del traffico pesante merci attraverso le Alpi.

L'attuale bilancio climatico del trasporto merci attraverso le Alpi riferisce di circa 300'000 tonnellate di CO₂, di cui oltre il 95% sono generate dal traffico pesante. L'evoluzione del trasporto stradale merci non rispecchia gli impegni presi dalla Confederazione nei confronti della comunità internazionale (8% di riduzione delle emissioni rispetto al 1990), dato che le emissioni sono aumentate del 63%. Il numero degli automezzi pesanti attraverso le Alpi è fortemente aumentato negli anni 90, per poi stabilizzarsi negli ultimi 10 anni.

Lo studio presenta alcuni scenari dal 2015 al 2050, basate su diverse evoluzioni di motori e carburanti:

1. Uno scenario di crescita continua del traffico dall'1 al 2% all'anno risulta incompatibile con tutti gli obiettivi climatici, indipendentemente da ogni ipotesi di evoluzione tecnologica di motori e carburanti.
2. La realizzazione dell'obiettivo di trasferimento (650'000 transiti alpini di mezzi pesanti all'anno) sarebbe sufficiente per il 2020. Per raggiungere gli obiettivi previsti per il 2030 e il 2050 occorre ridurre maggiormente il numero dei transiti pensanti transalpini, in funzione dell'evoluzione dell'efficacia dei motori e dei carburanti.
3. Il perseguimento degli obiettivi climatici a cui punta la Confederazione (-20% per il 2020, -30% per il 2030 e -70% per il 2050) richiede il raggiungimento dell'obiettivo di trasferimento del traffico entro il 2020 e uno sforzo supplementare, dipendente dall'evoluzione tecnologica, a partire dal 2030.
4. Una politica basata sulle raccomandazioni del GIEC (diminuzione delle emissioni del 90% entro il 2050) esige la concretizzazione dell'obiettivo di trasferimento entro il 2020, per poi trasferire su ferrovia da 450'000 a 550'000 corse supplementari a partire dal 2020-2030.

Table des matières

| | |
|---|----|
| Introduction : contexte et objectifs de l'étude | 9 |
| 1. Méthodologie, périmètre et limites de l'étude | 11 |
| Une méthodologie simplifiée, au vu des données existantes et de l'approche prospective | 11 |
| Horizons de réflexion | 11 |
| Périmètre technique de l'étude : aspects transport..... | 12 |
| Périmètre technique de l'étude : aspects climatiques..... | 13 |
| Périmètre géographique | 14 |
| Réductions d'émissions comptabilisées ailleurs | 15 |
| Limites de l'étude..... | 16 |
| 2. Etat des lieux des émissions du trafic de marchandises à travers les Alpes suisses | 18 |
| Reconstitution des prestations kilométriques du transport de marchandises | 18 |
| Facteurs d'émission du transport de marchandises 1990 - 2013 | 18 |
| Bilan 2013 des émissions de gaz à effet de serre du transport de marchandises à travers les Alpes..... | 19 |
| Bilan 1990 - 2013 : enseignements..... | 20 |
| 3. Carburants et moteurs : perspectives d'évolution technologiques | 21 |
| Tendances : des consommations en hausse ?..... | 21 |
| Technologies actuellement disponibles | 22 |
| Technologies futures..... | 23 |
| Freins et leviers d'action | 24 |
| Scénarios d'efficacité technologique des véhicules | 24 |
| Hypothèses d'évolution des consommations spécifiques pour 2030 et tendances pour 2050 | 25 |
| 4. Scénarios 2020 et 2030 (et 2050) | 29 |
| Hypothèse d'évolution globale du transport de marchandises | 29 |
| Quelles ambitions climatiques globales au niveau mondial et quelles ambitions suisses? | 29 |
| Quelle contribution du transport de marchandises dans les Alpes à l'effort national de réduction des émissions de gaz à effet de serre ?..... | 29 |
| Optimisation des chargements et sobriété sur la demande en transport de marchandises | 31 |
| Scénario 1 : « poursuite de la tendance à l'augmentation du trafic routier » | 31 |
| Scénario 2 : « LTTM » (transfert de trafic selon la loi sur le transfert de trafic de marchandises)..... | 33 |
| Scénario 3 : « ambitions fédérales » | 33 |
| Scénario 4 : « ambitions GIEC »..... | 34 |
| Quelques enseignements | 36 |
| Bibliographie (principaux documents consultés) | 37 |

Table des illustrations

| | |
|--|----|
| Figure 1 : lecture de l'impact climatique de différents scénarios de report de trafic par le Rapport 2013 (source : Rapport 2013)..... | 10 |
| Figure 2 : principe de comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre des transports routiers de marchandises..... | 11 |
| Figure 3 : Horizons de planification des questions de climat-énergie (cadre du bas) et horizon de planification des questions de transport à travers les Alpes (cadre du haut)..... | 12 |
| Figure 4 : Part des différents gaz dans les émissions de gaz à effet de serre (source : Inventaires des émissions de gaz à effet de serre de la Suisse, 2013) | 13 |
| Figure 5 : Périmètre géographique de l'étude. Les trafics du Simplon et du Grand-St-Bernard ont été rajoutés. Source : Rapport 2013 | 15 |
| Figure 6 : Marges d'incertitude de l'étude | 16 |
| Figure 7 : Facteurs non pris en compte dans notre étude, facteurs correctifs possibles si prise en compte, selon les données disponibles..... | 17 |
| Figure 8 : Reconstitution de l'évolution des émissions de gaz à effet de serre liées au transport de marchandises dans les Alpes depuis 1990. | 20 |
| Figure 12 : évolution des consommations spécifiques des camions (source : ICTT)..... | 21 |
| Figure 13 : évolution des consommations spécifiques du parc poids lourd par catégorie EURO et consommation moyenne (source : OFEV, Emissions polluantes du trafic routier de 1990 à 2035, 2010) | 22 |
| Figure 14 : potentiels totaux de réduction des gaz à effet de serre pour les véhicules utilitaires (source : TIAX, 2011) | 23 |
| Figure 15 : principaux scénarios d'évolution des technologies et de leurs impacts sur les émissions en gaz à effet de serre (indice 100 en 2010, gaz à effet de serre de l'ensemble du parc poids lourds)..... | 25 |
| Figure 16 : Hypothèses d'évolution des émissions spécifiques..... | 25 |
| Figure 17 : Rythme de renouvellement du parc de poids lourds en Suisse 1990 - 2035 (source : OFEV, Emissions polluantes du trafic routier de 1990 à 2035, 2010)..... | 26 |
| Figure 18 : Options technologiques prises en compte dans les hypothèses technologiques..... | 27 |
| Figure 19 : Réduction des émissions de gaz à effet de serre de la Suisse, contribution (en Mio de t/an) et part relative du trafic de marchandises et du transport individuel de voyageurs, scénario Nouvelle Politique Énergétique. Source : Coûts et potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre en Suisse, Rapport du Conseil fédéral répondant au postulat 11.3523 du conseiller national Bastien Girod du 15 juin 2011 | 30 |
| Figure 20 : scénarios d'évolution du trafic routier de marchandises (indice 100 en 2010). Le scénario pris en compte est la courbe jaune. | 32 |
| Figure 21 : scénario « poursuite de tendance à l'augmentation du trafic » | 32 |
| Figure 22 : scénario « LTTM » | 33 |
| Figure 23 : scénario « ambitions fédérales » | 34 |
| Figure 24 : scénario « ambitions GIEC » | 35 |

Principales abréviations utilisées dans ce document

Sigle/ abréviation

| | |
|------------------|--|
| CFE | Chemins de fer fédéraux suisses |
| eCO ₂ | (poids) équivalent CO ₂ |
| INDC | Intended Nationally Determined Contributions |
| FAIF | Financement de l'infrastructure ferroviaire |
| GIEC | Groupement international d'étude sur les changements climatiques |
| ICCT | International Council for clean transportation |
| LTTM | Loi sur le transfert de trafic de marchandises |
| NPE | Nouvelle Politique Energétique (scénario de la stratégie énergétique 2050 de la Confédération) |
| OCDE | Organisation de coopération et de développement économiques |
| OFEN | Office fédéral de l'énergie |
| OFEV | Office fédéral de l'environnement |
| OFT | Office fédéral des transports |
| PRODES | Programme de développement stratégique |
| TBG | Tunnel de base du Gothard |
| UNFCCC | United Nations Framework Convention on Climate Change |

Introduction : contexte et objectifs de l'étude

Les changements climatiques, une urgence pour la Suisse

Les changements climatiques sont déjà en cours, et l'atténuation de leurs impacts nécessite une action internationale et nationale dès maintenant.

La Suisse est directement concernée par leurs impacts. Il suffit de lire les stratégies de la Confédération en matière d'adaptation¹ et les multiples déclarations des responsables fédéraux des questions climatiques pour s'en convaincre. Outre les impacts sur les stations de ski de moyenne altitude, les effets sur la santé des populations ne sont pas négligeables, avec la transmission de maladies infectieuses et le développement d'agents pathogènes dans l'eau et les denrées alimentaires à cause des vagues de chaleur plus fréquentes et plus marquées. Les coûts assumés par la Confédération pour l'adaptation sont déjà estimés à plus de 40 Mio CHF par an pour 2016 à 2019 et il est très probable que ces coûts augmentent.

Indirectement et à moyen terme, la Suisse a également à craindre des impacts économiques, politiques et sociaux des évolutions climatiques dans les 40 prochaines années.

Les actions menées dans les années 2010 et 2020 porteront aussi sur l'évolution du climat après les années 2050, voire pour 2100. L'enjeu est là encore plus considérable : une augmentation moyenne de 4,5°C, voire 6°C au niveau mondial aura des conséquences encore plus importantes pour la Suisse, notamment sur l'impact financier de l'adaptation et sur la santé.

L'augmentation des émissions des transports : une préoccupation pour le bilan climatique de la Suisse

Le transport routier est le premier secteur en terme d'émissions de gaz à effet de serre en Suisse. Sa part dans le total a également augmenté avec 26.6% des émissions totales de la Suisse en 2013 contre 24.2% des émissions en 1990². Le secteur des transports a été largement responsable de la non atteinte par la Suisse de ses objectifs pour la première période de Kyoto (1990-2012): « La part de réduction des émissions qui n'a pas été effectuée pendant la période 2008-2012 en Suisse provient du secteur du transport : l'objectif pour les carburants fixé dans l'ancienne loi sur le CO₂ (réduction de 8 % sur la période 2008-2012) n'a pas été atteint »³.

Sur cette période, le trafic poids lourd a fortement augmenté (soit +9%) et son poids dans l'ensemble des émissions suisses est également passé de 4.3% à 4.9% des émissions totales.

¹ DETEC-OFEN, Adaptation aux changements climatiques en Suisse, Plan d'action 2014-2019, Deuxième volet de la stratégie du Conseil fédéral, 2014

² DETEC, inventaire des émissions de gaz à effet de serre, 2013, le tourisme à la pompe et les différences statistiques ont été enlevées dans ce calcul

³ Message concernant l'approbation de l'amendement de Doha au Protocole de Kyoto à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques du 16 avril 2014, p18

Une prise de conscience de l'impact climatique du trafic poids lourds

Les ambitions fédérales générales en matière de diminution des émissions sont « de contribuer à ce que la hausse de la température mondiale soit inférieure à 2 °C »⁴. Selon la Confédération, il est donc nécessaire d'atteindre la dé-carbonisation totale de la société, mais sans précision de date.

Le Rapport 2013 sur le transfert de trafic à travers les Alpes a également intégré une évaluation de l'impact climatique du trafic poids lourds en réalisant une évaluation climatique des différentes hypothèses d'évolution du trafic routier de marchandises.

Quelles évolutions du trafic poids lourds à travers les Alpes dans les prochaines décennies et quel impact climatique?

La Loi sur le Transfert de Trafic de Marchandises (LTTM) prévoyait un transfert de 650'000 courses transalpines dans les Alpes en 2018 soit 2 ans après la mise en service du Tunnel de Base du Gothard. Cet objectif est actuellement en passe d'être un échec puisque le trafic est de 1'144'000 courses par an en 2013⁵.

Devant ce risque d'échec, plusieurs stratégies sont évoquées par le Conseil fédéral. Parmi ces stratégies détaillées dans le Rapport 2013, figure un scénario « de référence » qui envisage un trafic de 1'400'000 courses en 2020.

| Emissions annuelles si objectif indiqué atteint | Nombre de courses transalpines | Emissions sur territoire suisse 2020 (Mio t eCO ₂ , y compris processus préal.) | |
|---|--------------------------------|--|------------------------------------|
| | | émissions totales | différentiel d'émissions 2020/2013 |
| situation actuelle | 1'144'000 | nc | |
| Sans politique de transfert | 2'225'000 | 0.40 | 0.1 |
| avec Scénario de référence | 1'400'000 | 0.30 | (0.3) |
| avec objectif intermédiaire | 1'000'000 | 0.20 | -0.1 |
| avec objectif transfert de trafic | 650'000 | 0.14 | -0.175 |

Figure 1 : lecture de l'impact climatique de différents scénarios de report de trafic par le Rapport 2013 (source : Rapport sur le transfert de trafic à travers les Alpes, 2013).

Objectifs de la présente étude

C'est dans cet esprit que l'Initiative des Alpes a commandé une étude visant à réaliser une évaluation climat des politiques possibles de transfert modal. Cette étude doit répondre à 2 questions principales :

- quel est le bilan climatique 2013 du transport routier de marchandises dans les Alpes suisses ?
- quelles sont les perspectives d'émission de gaz à effet de serre pour le trafic routier en fonction des évolutions du trafic ?

⁴ Loi fédérale sur la réduction des émissions de CO₂, 641.71

⁵ DETEC, Rapport sur le transfert de trafic à travers les Alpes (rapport du Conseil fédéral), 2013. Ce document sera abrégé « Rapport 2013 » dans les pages suivantes. Pour info, le chiffre est de 1'033'000 courses en 2014 (source : OFT).

Méthodologie, périmètre et limites de l'étude

Une méthodologie simplifiée, au vu des données existantes et de l'approche prospective

Les émissions de gaz à effet de serre sont globalement déterminées par les prestations de trafic, associés à des facteurs d'émission des véhicules et d'autres paramètres (vitesse réelle, etc.). L'équation peut se résumer ainsi :

$$\text{Emissions} = \text{tonnage déplacé} \times \text{facteur d'émission}$$

g eCO_2

Km parcouru par les véhicules
x
Tonnage déplacé (poids à vide + chargement)
À défaut : nombre de véhicules avec poids moyen

g eCO₂/t/km
Dépend de motorisation/
carburant utilisé, etc.
D'autres paramètres (vitesse,
souplesse de conduite)
comptent également

Figure 2 : principe de comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre des transports routiers de marchandises

Le périmètre de comptabilisation étant complexe (voir ci-dessous), les données de trafic parfois reconstituées à partir de nombreux paramètres et les hypothèses d'évolution étant souvent assez larges (voir chapitre 2), la méthodologie décrite dans le schéma ci-dessous est nécessairement simplifiée.

Les marges d'erreur/d'imprécision liées aux données fondamentales sont évaluées dans ce chapitre et ne seront pas rappelées au cours de l'étude.

La méthodologie se découpe en 3 phases essentielles :

- phase 1 (chapitre 2) : reconstitution des émissions 1990 – 2013
- phase 2 (chapitre 3) : hypothèses d'évolution des technologies moteur-carburant
- phase 3 (chapitre 4) constitution de scénarios et enseignements pour 2020, 2030 et 2050

Horizons de réflexion

Pour assurer la concordance avec les périodes d'engagement climatique, la comptabilisation des émissions est à calculer par rapport à l'année 1990.

Les horizons ultérieurs sont principalement calés par rapport aux horizons d'engagement de la communauté internationale au regard du climat. Le calendrier politique de planification suisse concernant les infrastructures de transport transalpines est également intégré.

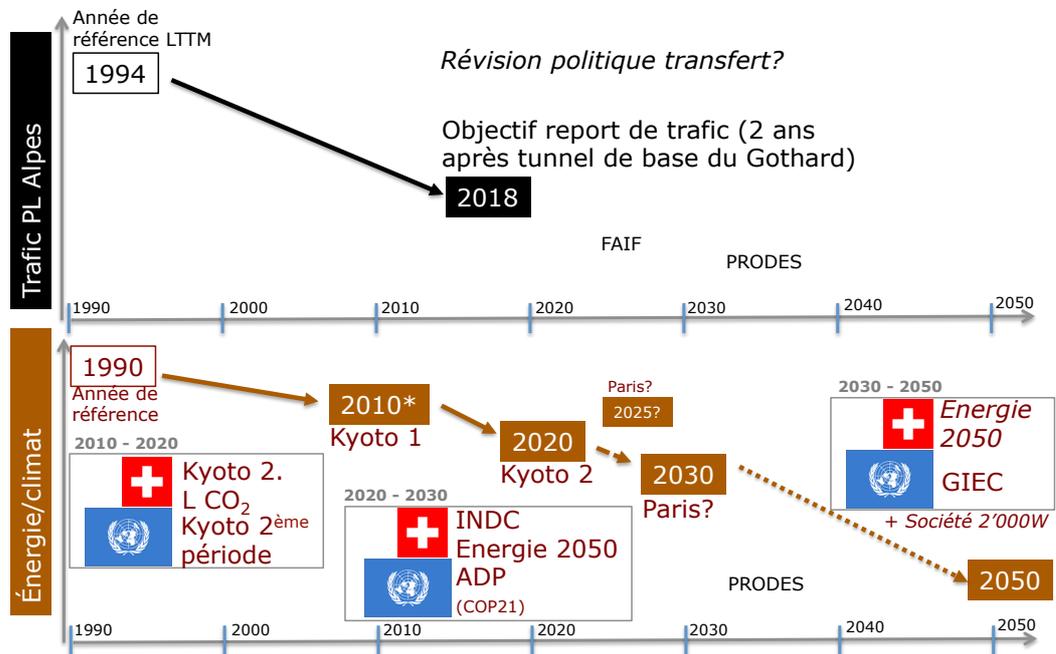


Figure 3 : Horizons de planification des questions de climat-énergie (cadre du bas) et horizon de planification des questions de transport à travers les Alpes (cadre du haut).

Les horizons de planification climatiques et de transport jusqu'en 2020 disposent d'objectifs chiffrés et de mesures détaillées.

Après cette date, il n'y a pour l'instant pas d'engagements définitifs et détaillés de la communauté internationale et de la Confédération. Sur les questions de transport, la planification des transports publics et routiers est relativement précise même si des paramètres importants (doublement de la capacité du tunnel routier du Gothard par exemple) sont susceptibles de modifier la donne.

Après 2030, la planification des transports est encore à l'état d'ébauche. Les objectifs climatiques et climat pour 2050 ont été fixés, mais leur mise en œuvre est encore à préciser.

Périmètre technique de l'étude : aspects transport

La construction, l'entretien et le démantèlement des infrastructures de transport n'est pas prise en compte dans cette étude.

Le trafic routier de marchandises concerné par le transfert de trafic est pris en compte. Il exclut donc tous les véhicules de transport de marchandises inférieurs à 3,5t. Le trafic individuel motorisé est également exclu.

Le trafic ferroviaire de marchandises concerné par le report de trafic dans les Alpes est également compris dans le périmètre technique de l'étude.

Les hypothèses de travail prennent en compte des conditions de conduite moyenne (vitesse, profil de la route), de remplissage moyen et de type de conduite ordinaire. Il n'a pas été possible dans notre

travail de modéliser précisément l'impact climatique d'une modification de tel ou tel de ces paramètres. Cela serait évidemment à recommander dans le cadre d'une étude plus fine.

Périmètre technique de l'étude : aspects climatiques

La comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre pour le seul secteur du transport de marchandises est complexe et relativement nouvelle. Les données fiables et détaillées sont encore rares.

Gaz pris en compte

La totalité des gaz doit être pris en compte dans un bilan des émissions de gaz à effet de serre. Toutefois, l'essentiel des émissions du transport de marchandises provient du seul CO₂.

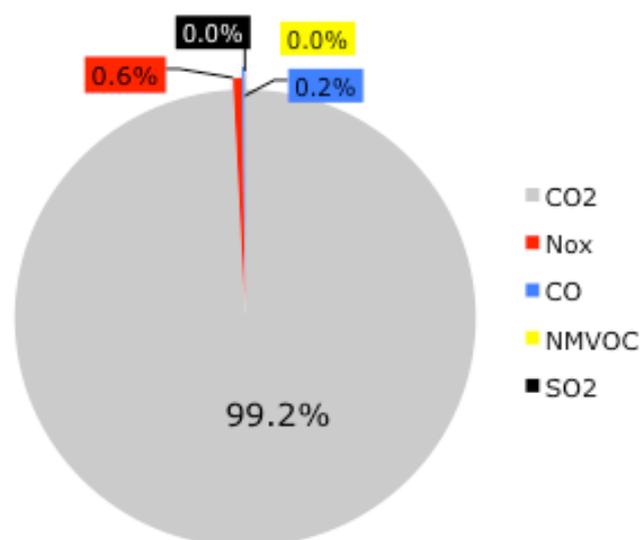


Figure 4 : Part des différents gaz dans les émissions de gaz à effet de serre (source : Inventaires des émissions de gaz à effet de serre de la Suisse, 2013)

A défaut de chiffres complets, il a parfois été nécessaire de prendre en compte le seul CO₂, la comptabilisation ou non des autres gaz liés à la combustion peut induire une marge d'erreur de l'ordre de 0.5% à 0.7%.

Il a été décidé de ne pas tenir compte des gaz réfrigérants, par manque de données.

Emissions directes et indirectes

Selon plusieurs méthodes⁶, les niveaux de comptabilisation des émissions peuvent être prises en compte :

- les émissions directes liées à la combustion, dépendant donc directement de la combustion du Diesel ou de l'essence.
- les émissions indirectes liées à la combustion du pétrole. Il s'agit ici essentiellement des processus de raffinage et de transport du pétrole jusqu'au consommateur final. Selon les comptabilités,

⁶ méthode bilan Carbone (France), norme ISO 14064 et GHG Protocol

ces émissions indirectes peuvent représenter des émissions de l'ordre de 10% supplémentaires⁷.

- les émissions indirectes liées à la construction des véhicules de transport (ferroviaire ou routier). Ces informations sont particulièrement difficiles à comptabiliser, surtout dans un cadre national. A signaler cependant qu'un renouvellement plus rapide du parc de poids lourds pour diminuer sa consommation par kilomètre peut avoir un impact climatique indirect inverse à estimer au niveau de la construction des véhicules et de leurs composants. On considère en général que 6% à 8% supplémentaires doivent être pris en compte pour les poids lourds.

Marges d'incertitude liées aux facteurs d'émission

La comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre pour les camions est encore à consolider. Depuis peu, l'Europe s'est dotée d'un outil VECTO qui vise à modéliser ces émissions mais sa mise en service est récente⁸. Les marges d'erreur généralement admises des facteurs d'émission des camions sont donc relativement élevées (autour de 10%⁹).

Les perspectives d'émission après 2015 sont évidemment des hypothèses supplémentaires. A partir des années 2030, les hypothèses de facteurs d'émission sont des tendances dépendant également de l'évolution de facteurs exogènes (type de carburants disponibles à ce moment, localisation des constructeurs de camions, etc.).

Périmètre géographique

La méthodologie de comptage se base sur le trafic réel selon le principe territorial (les véhicules parcourant le territoire suisse) et non sur la consommation de carburant par les poids lourds traversant les Alpes. La méthodologie des Inventaires UNFCCC et la loi sur le CO2 s'appuient en revanche sur les ventes de carburants sur le territoire suisse. Les 2 types de comptabilité sont considérés comme valables par l'OFEV.¹⁰ La différence comptable entre les émissions basées sur le trafic réel et celles basées sur les ventes de carburant est de toute façon comptabilisée à part dans les Inventaires UNFCCC (« tourisme à la pompe »).

Le périmètre exact de comptabilisation des émissions du trafic à travers les Alpes est complexe à définir. Il est nécessaire de reconstituer un périmètre géographique précis de comptabilisation des kilométrages réalisés. Pour disposer de points de comparaisons avec le bilan des émissions réalisées par l'OFT, le périmètre de comptabilisation présenté par l'OFT dans le Rapport 2013 a été repris. Les trafics du Simplon et du Grand-St-Bernard ont été en revanche rajoutés.

⁷ méthode Bilan Carbone (France), 2009 : environ 10.5% sont pris en compte pour le calcul des émissions liées au cycle du carburant. Le Rapport sur le transfert de trafic 2013 semble prendre en compte un facteur équivalent (processus préal.).

⁸ Vehicle Energy Consumption Calculation Tool (VECTO), développé depuis 2009

⁹ Bilan Carbone v6, 2009

¹⁰ Luftschadstoff-Emissionen des Strassenverkehrs 1990–2035, p. 36

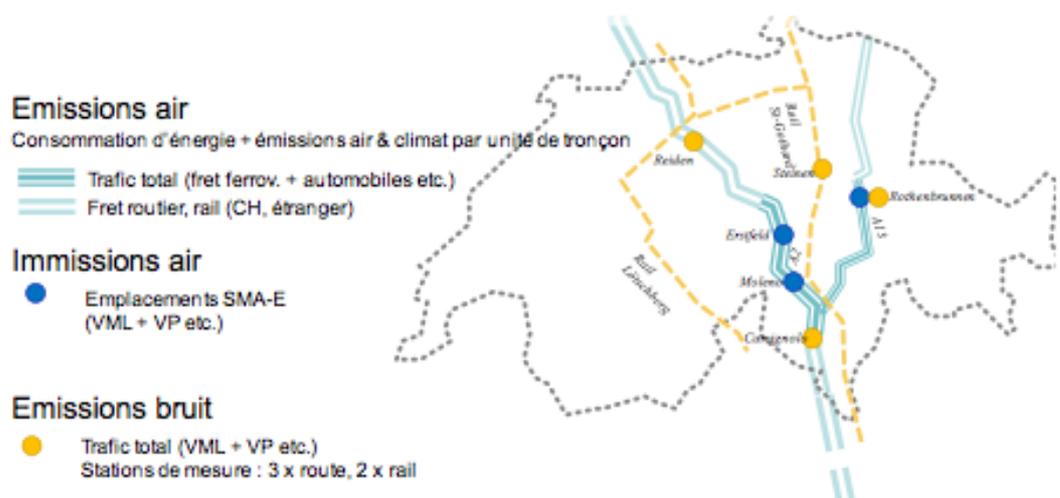


Figure 5 : Périmètre géographique de l'étude. Les trafics du Simplon et du Grand-St-Bernard ont été rajoutés. Source : Rapport 2013

Le périmètre semble donc relativement simple pour le trafic de transit (points d'entrée Bâle et Chiasso principalement). L'évaluation des trafics d'échange et du trafic interne nécessite la prise en compte d'un périmètre du massif alpin (dans notre étude : Coire, Lucerne, Lugano, Lausanne). Le trafic de transit n'est pas précisément modélisable, à défaut d'informations détaillées.

Par contre, pour correspondre au périmètre des inventaires du Protocole de Kyoto, le périmètre suisse a été pris en compte. Aucune évaluation n'a donc été effectuée sur les itinéraires européens des poids lourds traversant la Suisse et encore moins sur l'impact de la politique suisse sur les bilans carbone européens. Il est certain que les politiques suisses peuvent avoir un impact sur les émissions des pays bénéficiant de ces reports de trafic mais il n'est pas possible d'intégrer ces impacts dans l'inventaire suisse¹¹.

Réductions d'émissions comptabilisées ailleurs

Réductions d'émission réalisées par les importateurs :

Selon l'article 26 à 28 de la loi sur le CO₂, les importateurs de carburants doivent compenser par des actions domestiques les importations de carburants¹². 10% des émissions devront ainsi être compensées en 2020 (actuellement 2%), soit 1.5 Mio t eCO₂ à cette échéance pour l'ensemble du trafic routier. Le trafic marchandises à travers les Alpes est également concerné, pour autant que le carburant est acheté en Suisse. Ces mesures doivent être additionnelles et peuvent être réalisées dans tous les secteurs (bâtiment, transports, etc.). Il n'est pas aisé, vu la proximité de la mise en œuvre de la

¹¹ Dans le cadre des processus actuels de la Convention des Nations Unies sur le Changement, climatique, il n'est à notre connaissance pas possible de comptabiliser l'impact de politiques publiques suisses dans d'autres pays développés dans les propres inventaires de la Suisse. Les réductions d'émission certifiées concernent des actions d'acteurs privés (Mise en œuvre conjointe ou mécanisme de développement propre). Source : National Inventory Report, 2015 et documentation liée au Protocole de Kyoto.

¹² Office fédéral de l'environnement, OFEV, Compensation des émissions de CO₂ pour les importateurs de carburants.

mesure (2014) et la complexité de la comptabilité¹³, de vérifier l'impact climatique de ces mesures et leur affectation réelle au secteur des transports.

Mécanismes de flexibilité du Protocole de Kyoto

Les mécanismes de flexibilité du Protocole de Kyoto peuvent avoir un impact significatif sur le bilan climatique des transports. La Suisse a avant tout fait usage de cette possibilité pour les émissions dues aux transports. Dans ce secteur, la réduction a été obtenue pour l'essentiel au moyen de projets financés par le centime climatique. Plus de 700 millions de francs étaient disponibles à cet effet. Une partie de ces fonds a été utilisée pour acquérir des certificats de réduction des émissions étrangères représentant plus de 15 millions de tonnes eCO₂. Sur la période 2008–2012 (cinq ans), cela correspond à quelque 3 millions de tonnes eCO₂ par an. Les certificats acquis provenaient de projets portant sur l'éolien, la biomasse, l'hydro-électricité ou le gaz de décharge. Le bilan climatique de la Suisse a ainsi diminué de 3 Mio t (près de 6%)¹⁴.

Même si ces dispositifs ont un impact possible sur la comptabilité eCO₂, il n'a pas été possible dans cette étude de quantifier les réductions liées à ces mécanismes pour les entreprises de transport suisses et étrangères transportant des marchandises à travers les Alpes.

Limites de l'étude

Toutes les études liées au changement climatique disposent de marges d'incertitude plus ou moins élevées.

Les marges d'imprécision totales liées à la disponibilité des données sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

| Marges d'imprécision des données | Marge d'incertitude |
|---|---------------------------------------|
| Unités de trafic 2013 : les t.km ont été reconstituées à partir d'hypothèses | ± 15% |
| Unités de trafic 2020 – 2030 (-2050) | Élevées (à très élevées) |
| Facteurs d'émission : marges d'imprécision générales | ± 11 % (maximum, selon facteurs) |
| Gaz à effet de serre : prise en compte uniquement du CO ₂ | +0.5% à +0.7% Gaz réfrigérants : ? |

Figure 6 : Marges d'incertitude de l'étude

L'absence de confirmation de certaines hypothèses a également poussé à ne pas prendre en compte certains paramètres rappelés dans le tableau ci-dessous :

¹³ Switzerland's Sixth National Communication under the UNFCCC, p.155 : les impacts ne sont pas explicitement quantifiés dans les scénarios cités dans ces communications

¹⁴ La politique climatique suisse en bref, 2014, p.10.

| Éléments non pris en compte dans l'étude | Facteur correctif si prise en compte |
|--|--------------------------------------|
| Facteurs d'émission : non prise en compte des émissions liées au cycle amont du carburant et de la fabrication/fin de vie des véhicules | + 15% à + 17% |
| L 26-28 de la loi sur le CO ₂ compensation importateurs d'huiles minérales : incertitudes sur l'affectation au bilan des transports | - 2% à - 10% (2020) |
| Mécanismes de flexibilité Protocole de Kyoto | nd |

Figure 7 : Facteurs non pris en compte dans notre étude, facteurs correctifs possibles si intégration de ces éléments, selon les données disponibles

Au vu des marges d'incertitude, il faut ainsi lire les résultats de cette étude :

- Le bilan climatique 2013 du trafic de marchandises est fourni à titre indicatif. L'estimation réalisée est une estimation basse à partir des données disponibles.
- Les évolutions dans les années 2020 à 2030 sont considérées comme des estimations probables.
- Après 2030/2035, la trajectoire des émissions doit être considérée comme une tendance.

Etat des lieux des émissions du trafic de marchandises à travers les Alpes suisses

Reconstitution des prestations kilométriques du transport de marchandises

Les prestations de trafic servant de base au calcul des émissions sont les tonnages en charge des véhicules multipliés par le nombre de kilomètres parcourus par ces véhicules (t.km) sur le territoire suisse. En l'absence d'information consolidée dans les archives électroniques fédérales, cette donnée a été reconstituée à partir des informations disponibles dans la statistique fédérale et d'hypothèses supplémentaires. Des hypothèses ont ainsi été prises pour les parcours des camions vers les cols alpins, la répartition du type de camions et les tonnages en charge par col.

Facteurs d'émission du transport de marchandises 1990 - 2013

Transport routier de marchandises

Comme indiqué précédemment, la connaissance des émissions totales du transport routier de marchandises est une science naissante. Jusqu'à une période récente, aucune obligation n'existait sur le calcul et la communication des émissions spécifiques des moteurs poids lourds. Aucune limite d'émission n'est actuellement en vigueur pour les poids lourds alors que les véhicules de tourisme doivent réduire leurs émissions¹⁵.

Les facteurs d'émission par catégorie de poids lourds selon le tonnage, le remplissage et la catégorie EURO pour le trafic routier de marchandises dans les Alpes ne sont pas disponibles. Les émissions moyennes au niveau suisse sont de 785 g e eCO₂¹⁶ en 2010 (773 g e eCO₂ en 2013) mais correspondent au parc moyen suisse qui est caractérisé par une très grande majorité de camions. Le parc de poids lourds traversant les Alpes est composé à 84% de trains routiers et de semi-remorques et ses émissions sont donc bien supérieures. Le parc européen, composé de 63% de semi-remorques et trains routiers émet 919 g e eCO₂. Un calcul plus fin réalisé sur un outil de calcul français (Bilan Carbone) sur la base des tonnages réels permet de chiffrer à 1'047 g e eCO₂/km les émissions moyennes des poids lourds traversant les Alpes suisses.

On considère que les facteurs d'émission du transport routier de marchandises depuis 1990 ont suivi les évolutions du facteur d'émission moyen des poids lourds suisses.

¹⁵ normes contraignantes pour les émissions des voitures neuves à hauteur de 130g de CO₂ (5,2l/100km) par km en 2015 et 95g de CO₂/km (3,7l/100km) en 2020 (régulation No 443/ 2009). Ces normes concernent également les véhicules utilitaires légers (<3,5t).

¹⁶ Emissions polluantes du trafic routier, OFEN, 2010

Transport ferroviaire de marchandises

En Suisse, le transport ferroviaire est réalisé essentiellement sur mode électrique à partir d'énergies renouvelables et est donc très peu émetteur de gaz à effet de serre.

Récemment, la Confédération a précisé que les émissions de CO₂ dues au trafic ferroviaire transalpin de marchandises sur le territoire suisse se situent entre 3'000 et 5'000 tonnes soit de 1% à 2% des émissions du transport routier de marchandises¹⁷.

Selon les CFF, pour la totalité du trafic ferroviaire de marchandises des CFF, les émissions représentent 24g eCO₂/km pour le trafic CFF en 2014¹⁸.

D'autres sources estiment ces émissions à 70 g eCO₂/km, avec une importante marge d'incertitude¹⁹.

On considèrera de façon très prudente un facteur d'émission moyen de 50g eCO₂ pour l'année 2010 pour prendre en compte les sources d'énergie non connues des autres réseaux (BLS-Netz) et les autres paramètres (plus forte demande en énergie pour le transport de marchandises et le passage des tunnel de faîte notamment).

L'évolution des facteurs d'émission entre 1990 et 2013 pour le transport de marchandises à travers les Alpes est difficile à estimer. On estime que les facteurs d'émission moyens du transport de marchandises ferroviaires ont suivi la tendance générale des émissions des transports routiers.

Bilan 2013 des émissions de gaz à effet de serre du transport de marchandises à travers les Alpes

Au total, le trafic de marchandises à travers les Alpes a émis de l'ordre de 278'000 t e CO₂ en 2013 dont plus de 95% est émis par le trafic routier de marchandises.

Ce chiffre est globalement cohérent avec l'estimation fournie par la Confédération dans sa réponse à l'interpellation 15.4043 et avec celles du Rapport sur le transfert de trafic de 2013.

Il est en revanche possible que la comptabilité des émissions soit un peu différente : les calculs de la présente étude n'intègrent pas les émissions liées au cycle du carburant (voir chapitre précédent). Il est à clarifier si ces émissions sont prises en compte dans les calculs de la Confédération. Si c'était le cas, les émissions calculées par la Confédération seraient sous-estimées de l'ordre de 10%.

¹⁷ Réponse du Conseil fédéral à l'Interpellation 15.4043 « Dans quelle mesure la politique de transfert insuffisante de la Suisse compromet-elle ses objectifs climatiques? », septembre 2015

¹⁸ Rapport de développement durable, CFF, 2014.

¹⁹ Facteurs d'émissions, Bilan Carbone (France), donnée pour la Suisse, 2009.

Bilan 1990 – 2013 : enseignements

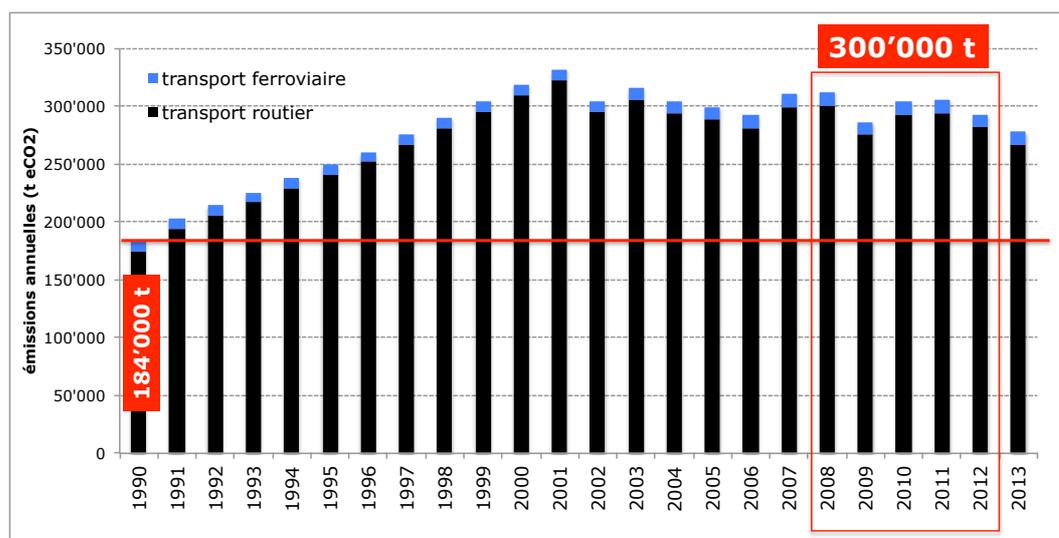


Figure 8 : Reconstitution de l'évolution des émissions de gaz à effet de serre liées au transport de marchandises à travers les Alpes suisses depuis 1990.

Les moyennes annuelles des émissions du trafic transalpin pour les années 2008-2012 sont de l'ordre de 300'200t eCO₂, soit une augmentation de 63% par rapport à 1990, ce qui est très éloigné de la baisse visée de 8% des émissions globales de la Suisse pour la première période d'engagement de Kyoto. Même si les émissions pour 2013 et 2014 présentent une baisse à confirmer, on est encore loin des objectifs fixés par l'ordonnance fédérale sur le CO₂ qui visent à limiter les émissions de l'ensemble des transports en 2015 à 100% des émissions de 1990²⁰.

Après une période de forte croissance, elles ont stagné depuis le début des années 2000 autour de 300'000t eCO₂. L'impact de la politique de transfert de trafic en est probablement la raison essentielle.

²⁰ « Les objectifs intermédiaires pour l'année 2015 sont dans le secteur des transports: 100 % au plus des émissions de 1990 ». Ordonnance sur la réduction des émissions de CO₂ (Ordonnance sur le CO₂) du 30 novembre 2012 (Etat le 1er mai 2015)

Carburants et moteurs : perspectives d'évolution technologiques

On l'a vu précédemment, les émissions par kilomètre ou tonne ont été stables de 1990 à 2013. L'efficacité énergétique des moteurs et carburants des poids lourds est donc restée globalement stable sur ces 15 dernières années.

L'évolution technologique est selon la Confédération le principal outil à utiliser pour diminuer l'impact climatique des poids lourds à court et moyen terme : « L'amélioration de l'efficacité énergétique des véhicules (...) est actuellement considérée comme le potentiel le plus important.»²¹

Pour les stratégies énergétiques 2030 – 2050, le facteur technologique est également mis en avant comme apportant l'essentiel du potentiel. C'est en particulier le cas pour le scénario Nouvelle Politique Énergétique (NPE).

Tendances : des consommations en hausse ?

Transport routier de marchandises

Il existe de fortes présomptions que la consommation des poids lourds ait augmenté depuis la mise en œuvre de la norme EURO VI. Cette augmentation estimée à 4L/100 km depuis la norme EURO V et même une augmentation de 1L/100 km depuis le début des normes européennes²².

Le renouvellement du parc aidant, cette tendance pourrait conduire à une augmentation sensible des émissions de gaz à effet de serre par kilomètre ou tonne dans les prochaines années.

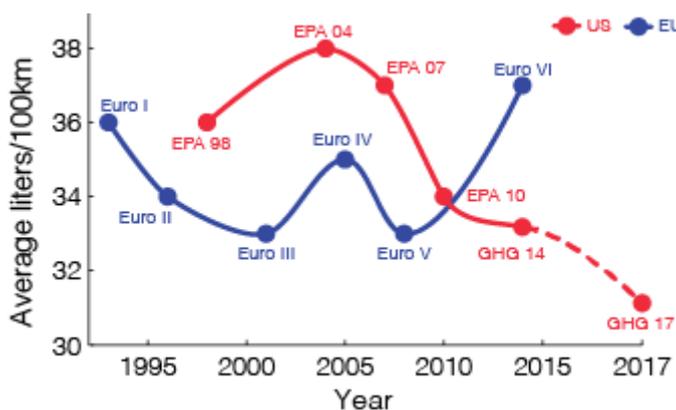


Figure 9 : évolution des consommations spécifiques des camions (source : ICTT)

²¹ Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication, Office fédéral de l'énergie, Stratégie énergétique 2050: premier paquet de mesures, 13 septembre 2012

²² ICCT, <http://www.theicct.org/blogs/staff/europes-global-leadership-vehicle-emission-standards-at-risk-truck-sector>

Selon l'OFEN, il faut s'attendre à une stabilisation des émissions spécifiques des poids lourds d'ici à 2035.

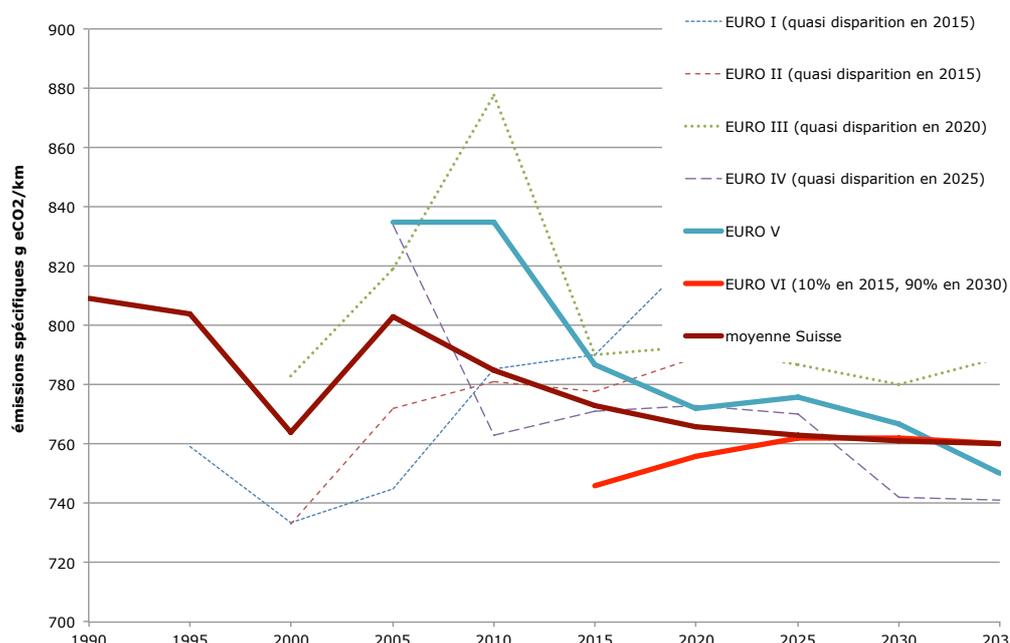


Figure 10 : évolution des consommations spécifiques du parc poids lourd par catégorie EURO et consommation moyenne (source : OFEV, Emissions polluantes du trafic routier de 1990 à 2035, 2010)

Technologies actuellement disponibles

Les technologies sobres en carbone pour le trafic routier de marchandises sont disponibles.

Pour 2020, les gains d'efficacité énergétique possibles vont de 12% (German environmental agency) à 15% à 17% (ACEA) par rapport à 2014.

Les études TIAX/ICCT de 2011/2012 citent 8 technologies disponibles actuellement ou bientôt accessibles (2015-2020) et pouvant amener une réduction de 32.5% des émissions de gaz à effet de serre en limitant la consommation de carburant et donc financièrement attractives. Parmi ces mesures, l'amélioration de l'aérodynamique (5 à 9% de gain), des pneumatiques à faible résistance (9-12% de réduction sur le long-courrier), l'allègement du poids (1,66% en 2030 à 2.23 % en 2050) et surtout un moteur de technologie avancée permettant un gain d'efficacité énergétique et de réduction des émissions estimé à 15%-18%²³. D'autres technologies peuvent porter ces réductions à 42.2% (moteur dual hybride de 2^{ème} génération, permettant une utilisation de la motorisation électrique jusqu'à la vitesse de croisière autoroutière, en cours de développement, disponible en 2015-2020 et permettant de gagner 8% à 12% d'efficacité énergétique supplémentaire) mais leur retour sur investissement serait a priori plus faible.

²³ TIAX/ICCT : engine with 240 bar cylinder pressure, 4.000 bar supercritical atomisation fuel injection and a peak thermal efficiency of 51 to 53%

Des mesures technologiques sur l'assistance à la conduite permettent enfin de gagner 2 à 7% supplémentaires (choix de l'itinéraire par exemple).

Les perspectives d'amélioration de l'efficacité énergétique des camions effectuant des trajets longue distance (*long haul*) sont en tous cas parmi les plus prometteuses dans le domaine des véhicules utilitaires lourds.

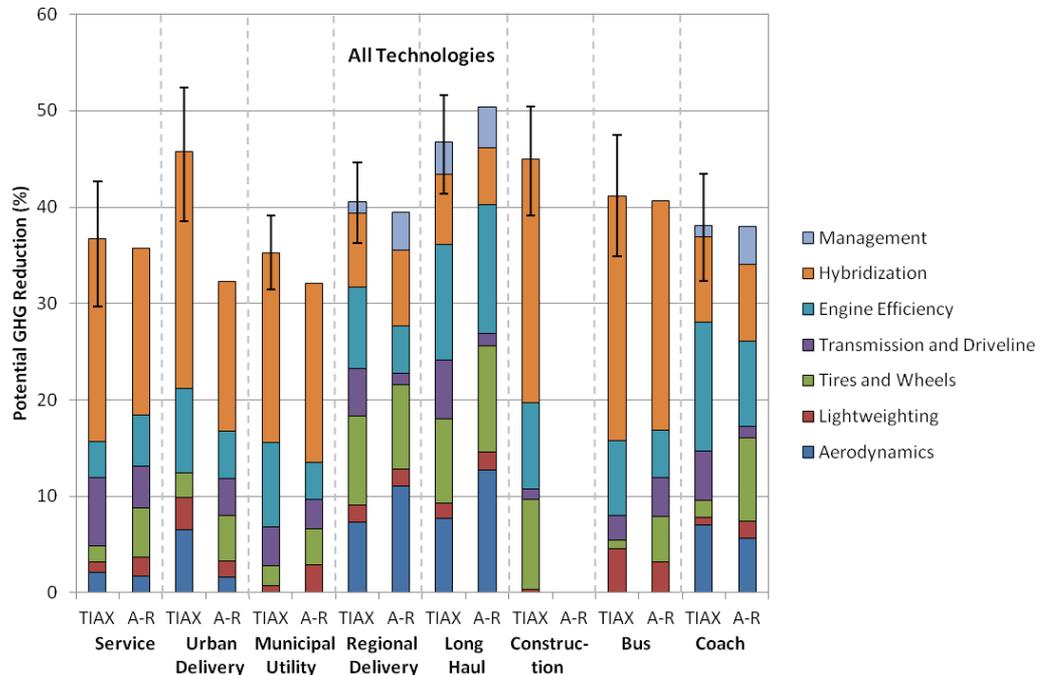


Figure 11 : potentiels totaux de réduction des gaz à effet de serre pour les véhicules utilitaires (source : TIAX, 2011)

Pour avoir une idée concrète des potentiels, les sites internet des constructeurs automobiles présentent des prototypes très prometteurs : Mercedes-Benz, par exemple, présente un véhicule consommant 19,44 L/100 km, soit 2 fois moins que la moyenne actuelle de la classe EURO VI²⁴.

Technologies futures

Il existe de nombreuses études prospectives sur le parc 2050.

Une partie des scénarios misent sur la technologie hybride déjà disponible qui devrait s'améliorer fortement dans les prochaines années. La propulsion tout-électrique n'est en revanche pas envisageable pour les poids lourds assurant le trafic longue distance, à l'inverse des véhicules de livraison ou de la mobilité urbaine.

Les autres hypothèses de technologies disponibles dans les années 2030 et susceptibles d'être généralisées dans les années 2040-2050 sont par exemple la pile à combustible et la propulsion exclusive au gaz naturel. Au-delà du développement des matériels roulants, se pose également la question de l'infrastructure associée (stations pour rechargement en gaz, etc.).

²⁴ Daimler-Benz, internet.

Freins et leviers d'action

Les innovations actuellement disponibles ne sont en revanche pas mises en œuvre de manière systématique pour un certain nombre de raisons objectives et subjectives. A l'heure actuelle, la plupart des technologies indiquées précédemment restent proposées à titre optionnel, limitant aussi les économies d'échelle.

Les freins globaux à la généralisation des technologies sobres en carbone sont les suivants :

- Freins techniques : une étude menée par ICCT²⁵ cite les incertitudes sur les performances de certaines technologies actuellement disponibles. Cependant, l'essentiel des solutions technologiques matures sont disponibles sur le marché.
- Les conditions générales de marché ne sont pas favorables à l'intégration d'innovations.
- La volatilité des prix du pétrole ajoute également à la confusion.

Au niveau de la politique suisse, deux difficultés supplémentaires doivent être signalées :

- La plupart des normes concernant les véhicules de transport routier sont édictées à un niveau européen, la Suisse l'intégrant en général dans son corpus légal.
- La politique européenne dispose d'un poids essentiel pour faire évoluer les industries automobiles (basées de plus à l'extérieur de la Suisse).

La Confédération est d'ailleurs bien consciente de ces enjeux puisqu'elle précise dans ses Perspectives énergétiques: « seule, la Suisse n'est pas en mesure de permettre la percée d'une quelconque technologie importante »²⁶.

Scénarios d'efficacité technologique des véhicules

Un certain nombre de scénarios sont indiqués dans le graphique ci-dessous pour information. Le graphique indique le potentiel maximal disponible à la date donnée.

²⁵ Source : ICCT

²⁶ OFEN Perspectives énergétiques 2050 Résumé 5 octobre 2013

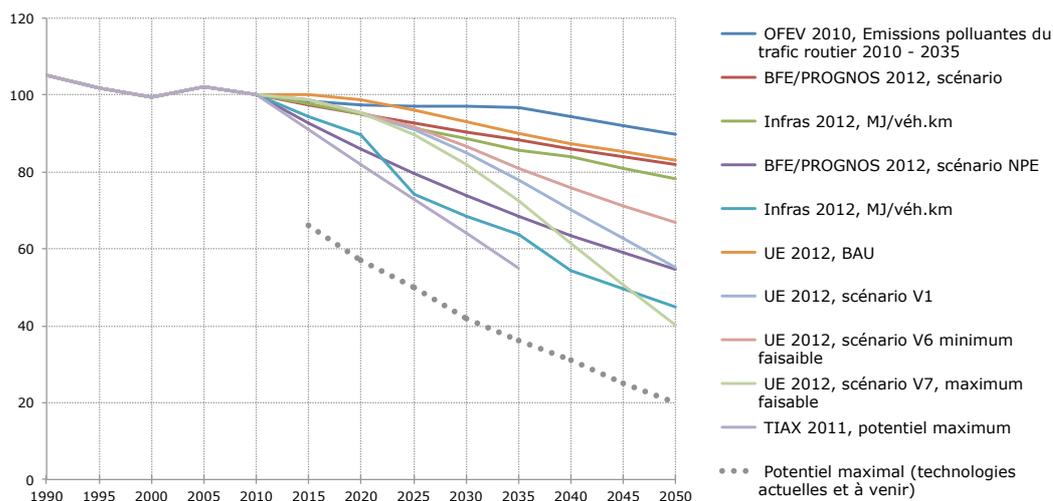


Figure 12 : principaux scénarios d'évolution des technologies et de leurs impacts sur les émissions en gaz à effet de serre (indice 100 en 2010, gaz à effet de serre de l'ensemble du parc poids lourds)

On peut tirer les enseignements suivants :

- Une partie des scénarios envisage une baisse de 20% des émissions « seulement » sur 35 ans.
- Aucun scénario n'envisage d'évolution du parc supérieur à 60%.
- Les scénarios les plus ambitieux envisagent tout de même 30% d'efficacité énergétique tous les 15 ans, avec parfois une inflexion en 2035
- Le scénario de l'OFEV (uniquement jusqu'en 2035) est clairement pessimiste par rapport aux autres scénarios.

A noter cependant que les scénarios datent des années 2011-2012 et qu'ils se fondaient sur des décisions européennes en 2014-2015.

Hypothèses d'évolution des consommations spécifiques pour 2030 et tendances pour 2050

Hypothèses prises en compte

Les 3 hypothèses technologiques suivantes ont été prises en compte pour le chiffrage des scénarios du chapitre 4.

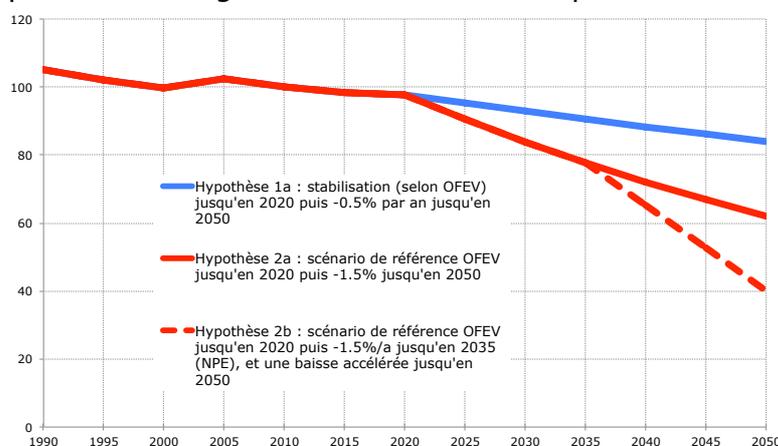


Figure 13 : Hypothèses d'évolution des émissions spécifiques (indice 100 en 2010)

Leurs caractéristiques et conditions sont détaillées dans les paragraphes suivants.

Les hypothèses correspondent approximativement aux hypothèses suivantes :

- 1a : il s'agit d'une hypothèse d'évolution légère de l'efficacité énergétique. Voir remarques ci-dessous.
- 2a : il correspond à l'ambition du Livre Blanc européen de 2011 (40% d'amélioration d'efficacité énergétique)
- 2b : ce scénario se base sur +60% d'efficacité énergétique en 2050, avec une accélération à partir de 2030²⁷. Ce scénario correspond approximativement au scénario « NPE » de Energie 2050

Rythme du renouvellement du parc

Le rythme du renouvellement « naturel » du parc est à prendre également en compte. Les normes EURO (déjà appliquées au parc camion pour les autres polluants) n'ont pas sensiblement accéléré la tendance du renouvellement, sauf pour les premières normes. Dans les hypothèses de l'OFEV, on note même un certain pessimisme sur le rythme de renouvellement à court terme puisque le renouvellement du parc est plus progressif et atteint 20 ans.

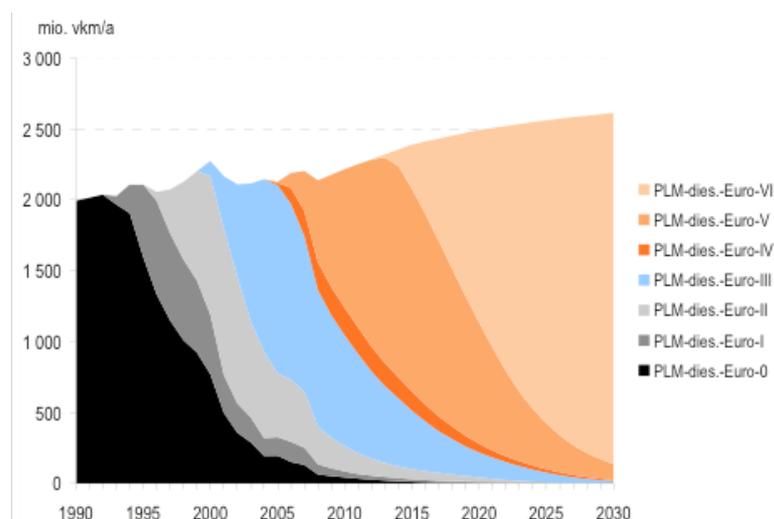


Figure 14 : Rythme de renouvellement du parc de poids lourds en Suisse 1990 - 2035 (source : OFEV, Emissions polluantes du trafic routier de 1990 à 2035, 2010)

Les hypothèses se basent donc sur 2 stratégies de renouvellement du parc :

- Hypothèse technologique 1 : renouvellement « lent » (ou « naturel ») du parc, selon les trajectoires de l'OFEV jusqu'en 2035 et prolongement du trait jusqu'en 2050.
- Hypothèses technologiques 2a et 2b : renouvellement accéléré, tous les 15 ans au minimum.

²⁷ Le scénario NPE vise 85%-90% de diminution des émissions de gaz à effet de serre du trafic de marchandises en Suisse en 2050, avec une réduction du trafic de 20%. Source : Coûts et potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre en Suisse, Rapport du Conseil fédéral répondant au postulat 11.3523 du conseiller national Bastien Girod du 15 juin 2011

Politiques européennes et politiques suisses

L'hypothèse 1 se base sur des politiques peu ambitieuses. Toutefois, même dans cette hypothèse, des outils politiques sont nécessaires pour aller au-delà de la tendance actuelle signalée par l'OFEV.

L'hypothèse 2 nécessite une politique européenne ou suisse ambitieuse. L'hypothèse technologique 2b exige des mesures très fortes pour la période 2035 – 2050. Ces mesures politiques ne sont pas infaisables, mais nécessitent un certain nombre de conditions politiques (notamment la transposition immédiate dans le droit suisse notamment) qui semblent en revanche plus complexes.

A noter que l'on peut envisager que l'Europe se dote d'outils contraignants pour les émissions en matière de gaz à effet de serre des camions à partir de 2018 et que la Suisse fasse de même dans les mêmes délais. Dans cette hypothèse optimiste²⁸, on considèrera pour notre étude que la mise en œuvre progressive du parc plus efficace en matière d'émissions de gaz à effet de serre ait un effet à partir de 2020. A noter que les scénarios technologiques présentés précédemment envisageaient en général des mises en œuvre dès 2015, voire 2013. Le décalage de la mise en œuvre à 2018/2020 nécessite une diminution plus forte entre 2020 et 2050 (« rattrapage » de 3 % à 5-7%), intégrée dans nos hypothèses.

Options technologiques

Les options technologiques présentées ici peuvent varier ou se panacher pour l'horizon 2035 – 2050 et selon les études.

Le potentiel d'amélioration énergétique sur les moteurs semble par exemple très fortement mis à contribution dans les scénarios européens consultés alors que les biocarburants sont les éléments déterminants (avec la motorisation électrique) pour le scénario NPE de la Confédération.

| Options technologiques, à terme | 2020 - 2035 | | 2035 - 2050 | |
|---------------------------------|---|---------------|---|---------------|
| | motorisations et autres technologies sur véhicule | biocarburants | motorisations et autres technologies sur véhicule | biocarburants |
| hypothèse technologique 1 | améliorations véhicules | 10% | kilométrage assuré en électrique : 6% du total | 10% |
| hypothèse technologique 2a | 40% à 50% du parc en hybride en 2035 | 10% à 40% | 50% hybride, 20% gaz | 10% à 40% |
| hypothèse technologique 2b | | | 25% hybride, 20% gaz, 50% pile à combustible | 10% à 70% |

Figure 15 : Options technologiques prises en compte dans les hypothèses technologiques (résumé)

Transport ferroviaire de marchandises

Les CFF envisagent de disposer d'une énergie 100% renouvelable en 2025 pour la traction, grâce à des économies d'énergie (régulation

²⁸ Communication from the commission to the council and the european parliament, Strategy for reducing Heavy-Duty Vehicles' fuel consumption and CO₂ emissions, mai 2014 : aucune mesure contraignante n'est a priori prévue.

adaptative des trains, modes de stationnement des trains)²⁹. On considèrera que les émissions liées au transport ferroviaire de marchandises diminueront donc jusqu'en 2025 pour atteindre 10g e CO₂/km. Après 2025, on peut prendre comme hypothèse que les émissions du transport ferroviaire par kilomètre et tonne tendront vers 0 car les gestionnaires d'infrastructure utiliseront 100% d'énergie renouvelable.

²⁹ Source : rapport du développement durable, CFF, 2014

Scénarios 2020 et 2030 (et 2050)

Hypothèse d'évolution globale du transport de marchandises

La présente étude se base les hypothèses macro-économiques formulées dans les études prospectives de la Confédération. Dans les scénarios suivants, l'évolution du trafic global est par exemple reprise du rapport Infras 2012³⁰ avec une croissance de 0.9% des tonnages par an entre 2020 et 2030. Cette hypothèse est prolongée jusqu'en 2050.

Quelles ambitions climatiques globales au niveau mondial et quelles ambitions suisses?

Les objectifs 2020 sont déjà fixés pour la Suisse : la Suisse a en effet décidé fin 2012, d'entente avec l'UE et six autres Etats, de prolonger le Protocole de Kyoto jusqu'en 2020. Il s'agit de réduire ses émissions de 20% par rapport à 1990.

Les perspectives 2030 et 2050 ne sont en revanche pas définitivement arrêtés même si la Suisse a placé des ambitions dans des déclarations récentes (voir ci-dessous).

Les exigences mondiales rappelées par le GIEC placent cependant le cadre des ambitions nationales en matière de réduction des gaz à effet de serre. Le GIEC a en effet, dans son 5ème rapport, recommandé un objectif mondial de réduction des émissions de gaz à effet de serre de - 41% à -72% en 2050 (-50% globalement) par rapport à 2010, afin de rester dans les limites de 450 ppm (RCP 2.6) et d'obtenir les meilleures chances de limiter à 2°C l'augmentation des températures au XXIème siècle. Les émissions de 2010 étant supérieures de 31% aux émissions de 1990, la réduction par rapport à 1990 doit atteindre 70% à 103% (-90% est le chiffre souvent cité). La réduction des émissions doit être particulièrement accélérée après 2030 (-3% à -6% par an)³¹.

Quelle contribution du transport de marchandises dans les Alpes à l'effort national de réduction des émissions de gaz à effet de serre ?

Bien entendu, l'étude ne porte que sur le trafic routier de marchandises à travers les Alpes, soit autour de 0.5% du total des émissions suisses. Des efforts accrus dans d'autres secteurs à plus fort potentiel de réduction peuvent compenser un moindre effort dans le secteur des transports de marchandises dans les Alpes.

Le trafic routier de marchandises à travers les Alpes est lié au trafic routier suisse de marchandises

³⁰ Auswirkungen der Fertigstellung der NEAT auf die Erreichung des Verlagerungsziel im Güterverkehr, Infras, im Auftrag des BAV, 11 mai 2012

³¹ GIEC, Climate Change 2014 Synthesis Report, Summary for Policymakers Chapter

Le trafic routier à travers les Alpes est cependant étroitement corrélé au trafic routier de marchandises (5% des émissions) et de manière moins forte au secteur du transport par route (27% des émissions suisses). Son évolution doit donc être reliée aux scénarios nationaux portant sur le transport routier de marchandises.

Une forte contribution du transport routier de marchandises dans les politiques climatiques suisses

Quelques scénarios et ambitions ont été publiés à ce sujet en Suisse et en Europe. Certains scénarios font porter un peu moins l'effort sur le transport de marchandises que le reste des secteurs : le scénario de référence européen (Livre Blanc 2011) indique par exemple que les transports doivent voir leurs émissions réduites de 60%, alors que les émissions totales seraient réduites de 80% à 95%.

En Suisse, le scénario Nouvelle Politique Énergétique, qui permet de se rapprocher sensiblement des objectifs fixés par la Confédération en matière de réduction des gaz à effet de serre présente la répartition des efforts selon les secteurs.



Figure 16 : Réduction des émissions de gaz à effet de serre de la Suisse, contribution (en Mio de t/an) et part relative du trafic de marchandises et du transport individuel de voyageurs, scénario Nouvelle Politique Énergétique. Source : Coûts et potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre en Suisse, Rapport du Conseil fédéral répondant au postulat 11.3523 du conseiller national Bastien Girod du 15 juin 2011

Dans ce scénario qui correspond aux ambitions climatiques fédérales, 3 périodes sont visibles :

- une croissance légère ou une stabilisation des émissions des transports entre 2010 et 2020, le poids des transports augmente comparativement au reste. L'essentiel de l'effort des transports est porté par le premier paquet de mesures pour

Energie 2050. La part du transport routier de marchandises augmente.

- Une division par 2 des émissions du fret routier entre 2020 et 2030, la part du fret routier revenant dans le total à son niveau de 2010.
- Grâce à une division par 5 de ses émissions entre 2030 et 2050. Le trafic routier de marchandises n'est responsable que de 2% du total des émissions, contre 5% en 2010.

Dans l'étude suivante, les objectifs climatiques pour le transport routier de marchandises à travers les Alpes seront traduits de manière proportionnelle aux objectifs climatiques globaux. Nous formulons l'hypothèse que la diminution très forte des émissions des poids lourds immatriculés en Suisse permettra de compenser une moindre diminution des émissions du trafic de transit européen à travers les Alpes.

Optimisation des chargements et sobriété sur la demande en transport de marchandises

Les scénarios suivants prennent en compte une augmentation des charges transportées par véhicules (+0.4%/an de 2015 à 2050), soit un prolongement de la tendance signalée dans le Rapport sur le transfert de trafic de 2013 pour les années 2004 à 2013.

Les scénarios 2, 3 et 4 intègrent également une sobriété plus forte de l'ordre de 0.4% par an. Cette hypothèse de diminution relative de la demande en transport de marchandises est reprise d'autres études prospectives³².

Scénario 1 : « poursuite de la tendance à l'augmentation du trafic routier »

Le trafic routier de marchandises a augmenté de 0.5% (pour les véh.km) à 1.5% par an (pour les tonnages) de 2003 à 2013.

Un certain nombre de scénarios envisagent une poursuite de la tendance de croissance du trafic, voire son accélération. D'autres scénarios envisagent une augmentation jusqu'en 2035 (scénarios ARE).

³² par exemple : Scénario NégaWatt 2015-2050 (France), hypothèses et méthodes, juin 2014

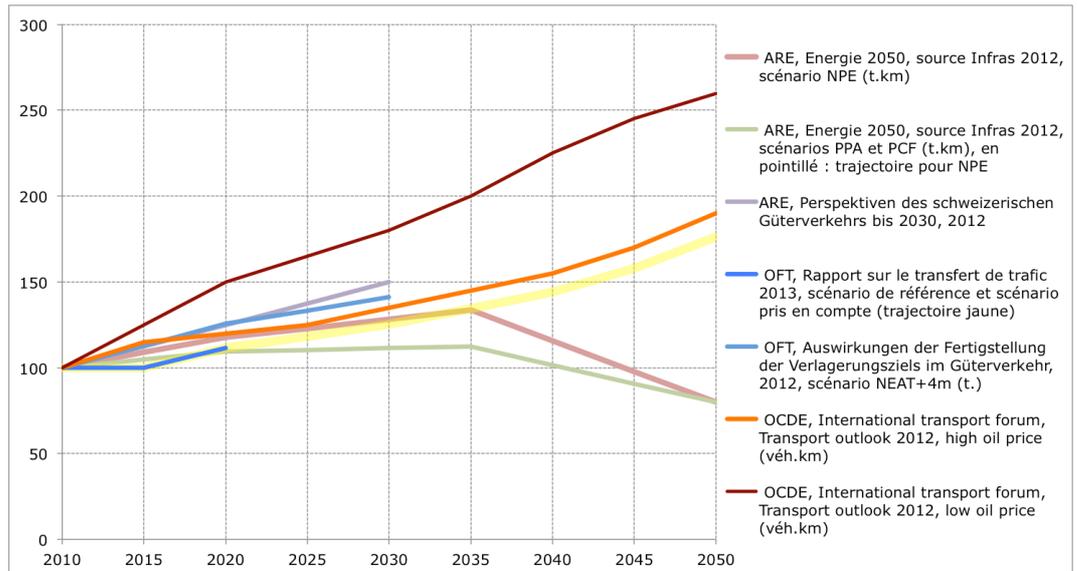


Figure 17 : scénarios d'évolution du trafic routier de marchandises (indice 100 en 2010). Le scénario pris en compte est la courbe jaune.

Dans le scénario pris en compte (en jaune), il est pris comme hypothèse une augmentation des tonnages parcourus de 1.5% par an jusqu'en 2040 (scénario de référence OFT) puis de 2.5% par an (scénario OCDE high oil price).

Le scénario donne les résultats suivants :

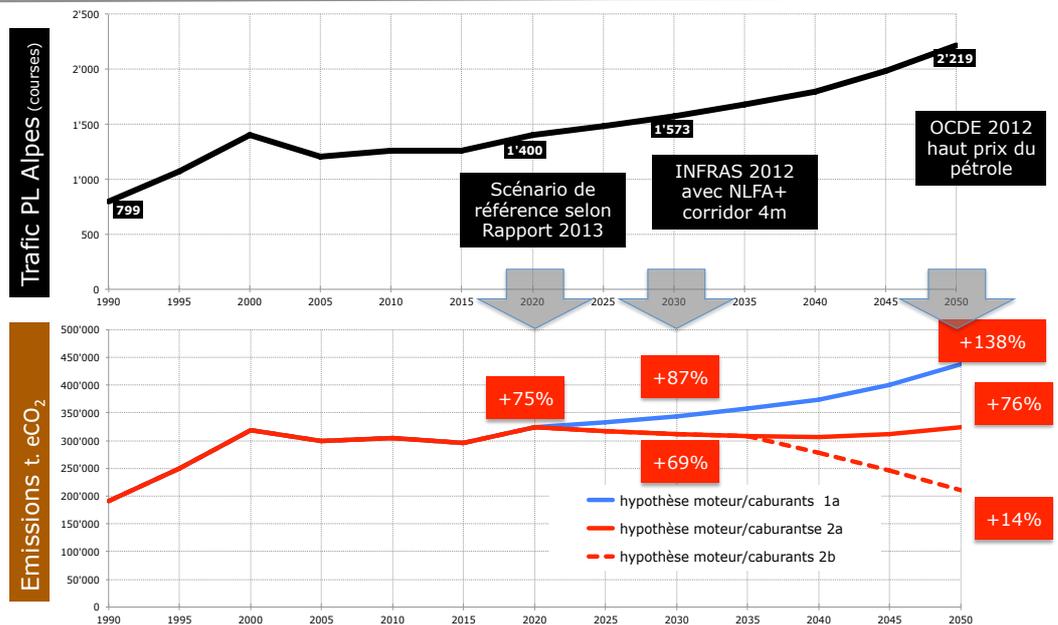


Figure 18 : scénario « poursuite de tendance à l'augmentation du trafic »

Pour ce scénario, les objectifs climatiques ne sont pas atteints, quelles que soient les hypothèses d'évolution technologiques et ce pour 2020, 2030 comme pour 2050.

Scénario 2 : « LTTM » (transfert de trafic selon la loi sur le transfert de trafic de marchandises)

Ce scénario consiste à évaluer l'application du transfert de trafic selon la loi LTTM, soit dès 2018. Ce niveau de trafic est conservé jusqu'en 2050.

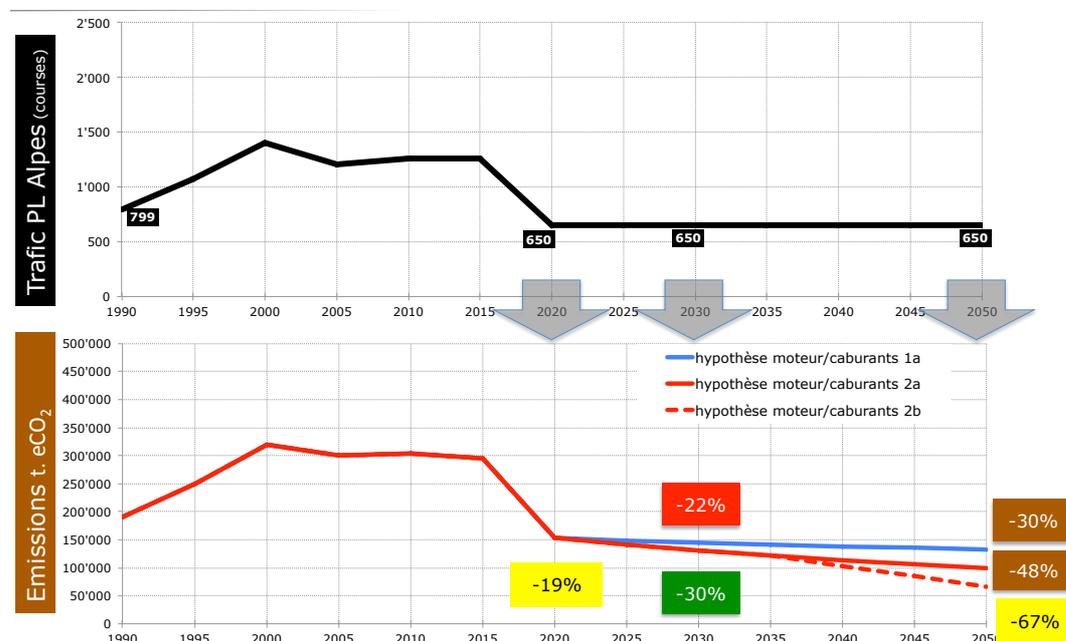


Figure 19 : scénario « LTTM »

En mettant en oeuvre ce scénario, la contribution du transport de marchandises à travers les Alpes suisses serait cohérent avec les engagements suisses pour 2020 et même pour 2030, avec une efficacité énergétique accrue des moteurs et carburants. En revanche, il est peu certain que le maintien de ce niveau de trafic permette d'atteindre des objectifs climatiques ultérieurs à 2030, l'évolution des technologies ne permettant pas de réduire à ce point les émissions de gaz à effet de serre, à part pour l'hypothèse 2b.

Scénario 3 : « ambitions fédérales »

Dans ce scénario 3 ainsi que dans le scénario 4, les hypothèses de départ sont les objectifs climatiques. L'évolution du trafic est calculée à partir des limites fixées pour les émissions du transport de marchandises à travers les Alpes.

Outre les décisions déjà citées pour les 2 périodes d'engagement de Kyoto, les engagements climatiques fédéraux portant sur la période 2020 – 2030 présentés le 27 février 2015³³. Un engagement de 50% « minimum » est indiqué par la Confédération. Ces engagements sont encore à confirmer, en fonction des négociations internationales en cours (COP 21 et suivantes) et contiennent des zones d'ombre : la part de réduction d'émissions réalisées à l'étranger n'est par exemple pas

³³ Switzerland's intended nationally determined contribution (INDC) and clarifying information, 27 février 2015

connue et probablement élevée (on parle de 40% de l'effort réalisé par des certificats acquis à l'étranger³⁴).

Le même document fait part d'une réduction des émissions de 70% à 85% à échéance 2050.

Les valeurs de réduction des émissions du trafic de marchandises à travers les Alpes pour notre étude sont de -30% pour 2030 et de -70% pour 2050 dans une hypothèse basse.

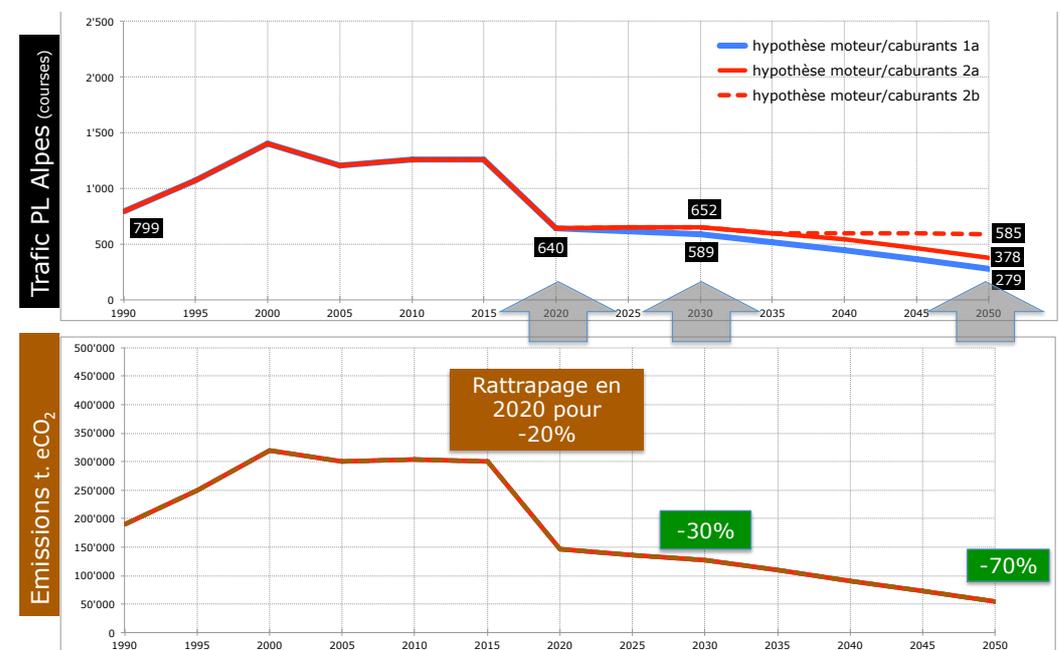


Figure 20 : scénario « ambitions fédérales »

Le scénario montre qu'il est nécessaire de réduire à 640'000 courses le nombre de poids lourds à travers les Alpes dès 2020 pour atteindre l'objectif 2020. Il est également nécessaire de conserver ce niveau de trafic jusqu'en 2030. Après cette date, les ambitions nécessitent de diviser par 2 ce trafic poids lourd ou au maximum de conserver le niveau de 650'000 courses en cas de très fort niveau d'efficacité des véhicules.

Scénario 4 : « ambitions GIEC »

Ce scénario découle des recommandations du GIEC qui vise la sortie de la consommation des carburants fossiles au plus vite. Ici, les émissions de gaz à effet de serre doivent être réduites de 90% en 2050.

En 2030, pour rester dans la trajectoire de cet objectif de réduction, il est nécessaire d'obtenir au minimum 50% à 55% de réduction des émissions.

³⁴ Conférence de presse du 27 février 2015 : il a été indiqué que seulement 30% des réductions seraient réalisées par des actions domestiques

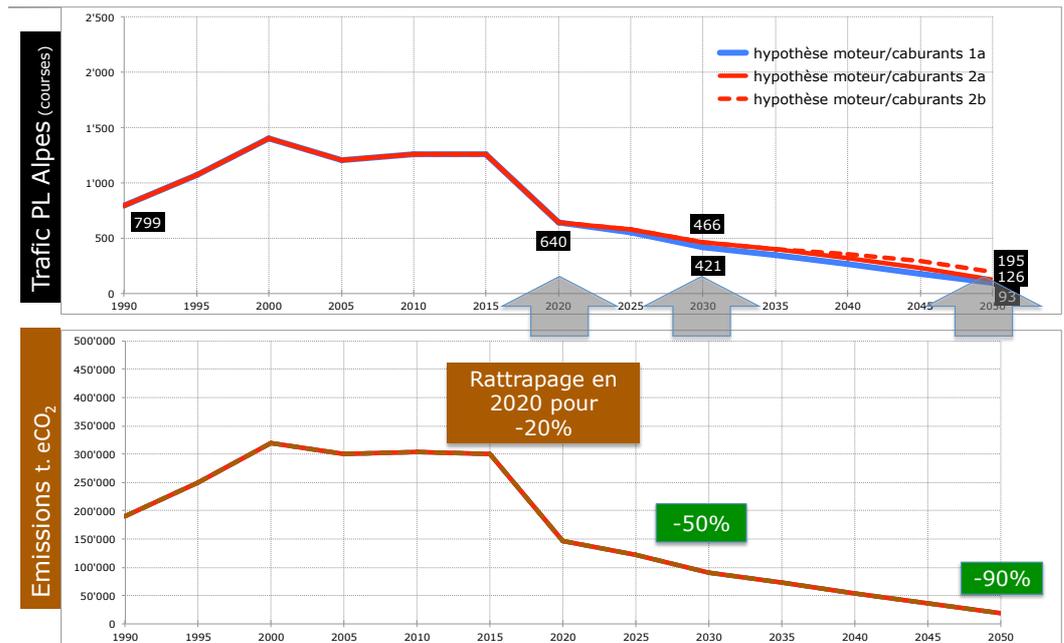


Figure 21 : scénario « ambitions GIEC »

Ce scénario, qui se situe dans en ligne des recommandations du GIEC pour limiter à 2°C l'augmentation de la température, nécessite des mesures très fortes de réduction du nombre de courses poids lourds. Le trafic routier résiduel se chiffrerait alors entre 100'000 et 200'000 courses transalpines par an selon les optimisations permises par les moteurs et carburants.

Quelques enseignements

La présente étude, portant sur le périmètre des transports de marchandises traversant les Alpes suisses, a formulé quelques hypothèses et trajectoires pour les émissions de gaz à effet de serre et le trafic poids lourd associé. Les conclusions sont les suivantes :

Sur la trajectoire actuelle,

- La trajectoire passée présente une dérive très importante par rapport aux objectifs climatiques affichés par la Confédération pour 1990 - 2010
- Pour 2020 (seconde période d'engagement de Kyoto), seul le transfert envisagé par la LTTM permet d'atteindre l'objectif global de -20% fixé par la Confédération.

Pour les évolutions postérieures à 2020 :

- Les technologies camions/carburants sont un facteur important mais prennent effet à partir des années 2020 au mieux. Elles ne permettront pas à elles seules de résoudre l'équation climatique.
- Pour 2030, l'objectif climatique de la Confédération (-30%) peut être atteint avec 640'000 courses mais avec de fortes mesures de réduction des émissions spécifiques des moteurs et carburants.
- Pour 2050, dans la plupart des scénarios et hypothèses, des mesures supplémentaires de diminution du nombre de courses sont nécessaires par un effort supplémentaire de sobriété (diminution de la demande en transport de marchandises) et/ou un transfert modal complémentaire.
- Le scénario de référence du Rapport 2013, suivi d'une croissance du trafic selon les perspectives OFT et/ou OCDE est totalement incompatible avec les objectifs climatiques, même avec les meilleures mesures d'efficacité des moteurs et des carburants.

Cette étude ouvre donc quelques réflexions sur l'évolution des transports de marchandises dans les Alpes au-delà de 2030.

Une autre conclusion de cette étude est le poids très fort des politiques européennes (réglementations sur moteurs et carburants) sur la diminution de l'impact climatique du trafic poids lourds à travers les Alpes. A défaut de politique européenne ambitieuse, la Suisse devra prendre des mesures unilatérales d'autant plus fortes.

Bibliographie (principaux documents consultés)

Politique climatique, engagements internationaux de la Confédération helvétique et inventaires des gaz à effet de serre

| Document | Auteur | Date |
|---|--|-------------|
| Climate Change 2014 Synthesis Report Summary for Policymakers Chapter | IPCC (GIEC) | 2014 |
| Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990-2013 National Inventory Report Including reporting elements under the Kyoto Protocol | FOEN (OFEN) | 2015 |
| Switzerland's Sixth National Communication and First Biennial Report under the UNFCCC Third National Communication under the Kyoto Protocol to the UNFCCC | FOEN (OFEN) | 2013 |
| Suivi du Report of the technical review of the sixth national communication of Switzerland | Framework Convention on Climate Change (ONU) | 2014 |

Politique énergétique et climatique de la Confédération (volet national)

| Document | Auteur | Date |
|---|---------------|-------------|
| Perspektiven des schweizerischen Verkehrs bis 2030, suivi de Ergänzungen zu den schweizerischen Perspektiven 2030 | ARE / OFAT | 2004 |
| Die Energieperspektiven 2035 | BFE / OFEN | 2012 |
| Perspectives énergétiques 2050, résumé et annexes au résumé | BFE / OFEN | 2007 |
| Die Energieperspektiven für die Schweiz bis 2050, Energienachfrage und Elektrizitätsangebot in der Schweiz 2000 – 2050, Ergebnisse der Modellrechnungen für das Energiesystem | BFE / OFEN | 2013 |
| Skizze des Aktionsplans Energiestrategie 2050 et Stratégie énergétique 2050: premier paquet de mesures | BFE / OFEN | 2012 |

Politique des transports de marchandises dans les Alpes, évolutions du trafic

| Document | Auteur | Date |
|--|-------------------------------------|----------------|
| Rapport sur le transfert du trafic de novembre 2013, Rapport sur le transfert juillet 2011 – juin 2013 (parfois appelé « Rapport 2013 » dans ce document) Et versions Rapport 2011, etc. | UVEK/DETEC | 2013 |
| Monitoring Flankierende Massnahmen 1. Semesterbericht 2014 | UVEK/DETEC | 2014 |
| Transport transalpin de marchandises en Suisse, Indices 2015 et interprétation de l'évolution | OFT | Septembre 2015 |
| Observatoire des trafics marchandises transalpins, rapport 2011 | Commission européenne DG Move DETEC | 2013 |
| Alpenquerender Güterverkehr durch die Schweiz, Kennzahlen 2014 und Interpretation der Entwicklung (et rapports précédents) | UVEK/DETEC – BAV/OFT | 2014 |

Emissions des transports de marchandises : volet technologique

| Document | Auteur | Date |
|--|---|------------------|
| Emissions polluantes du trafic routier de 1990 à 2030 | OFEN | 2010 |
| Market Barriers to Increased Efficiency in the European On-road Freight Sector | CE Delft pour le International Council on Clean Transportation (ICCT) | Octobre 2012 |
| Commission staff working document impact assessment accompanying the document Strategy for Reducing Heavy-Duty Vehicles Fuel Consumption and CO ₂ Emissions | European commission | 21.5.2014 |
| European Union Greenhouse Gas Reduction Potential for Heavy-Duty Vehicles | Tiax, pour l' International Council on Clean Transportation (ICCT) | 23 décembre 2011 |
| EU transport GHG : routes to 2050 II, Final Report Appendix 10: The relationship of road vehicle GHG regulations with the necessity for application of wider transport mitigation options to meet 2050 reduction targets | AEA, TEPR, TNO, CE Delft | 12 juillet 2012 |
| Low Carbon Transport Fuel Policy for Europe Post 2020, How can a post 2020 low carbon transport fuel policy be designed that is effective and addresses the political pitfalls of the pre 2020 policies? | Institute for European Environmental policy | Juillet 2015 |