

D9-COMBUSTIBLES ET CARBURANTS

LE TERME **COMBUSTIBLE** DÉSIGNE AU SENS STRICT TOUTE SUBSTANCE DESTINÉE À ÊTRE BRÛLÉE POUR PRODUIRE DE LA FORCE (VIA UNE EXPLOSION) OU DE LA CHALEUR, VOIRE LES DEUX (INSTALLATIONS DE COUPLAGE CHALEUR-FORCE). LA CHALEUR PROVIENT DU PROCESSUS DE COMBUSTION, AU COURS DUQUEL LE **CARBONE** ET L'**HYDROGÈNE** CONTENUS DANS LE COMBUSTIBLE RÉAGISSENT AVEC L'OXYGÈNE. CETTE COMBUSTION REJETTE DANS L'AIR DES ÉMISSIONS NOCIVES (**MONOXYDE DE CARBONE [CO]**, **PARTICULES FINES [PM10]**, **OXYDES D'AZOTE [NO_x]**, ETC.) AINSI QUE DIVERS **GAZ À EFFET DE SERRE** (**DIOXYDE DE CARBONE [CO₂]**, **MÉTHANE [CH₄]**, ETC.).

ON DISTINGUE TOUTEFOIS DEUX TYPES DE SUBSTANCES¹:

→ LES **COMBUSTIBLES**, QUI SERVENT ESSENTIELLEMENT À APPORTER DE LA CHALEUR DANS DES LOCAUX OU LORS DE PROCESSUS INDUSTRIELS

→ LES **CARBURANTS**, QUI PERMETTENT DE PRODUIRE DE L'ÉNERGIE MÉCANIQUE.

LA PRÉSENTE FICHE INTÈGRE CETTE DISTINCTION.



¹ Voir notamment la Loi sur la réduction des émissions de CO₂ et la Loi sur l'imposition des huiles minérales

D9-COMBUSTIBLES ET CARBURANTS

PROBLÉMATIQUE

CONTEXTE

Le dérèglement climatique et la raréfaction des **énergies fossiles** constituent deux enjeux majeurs auxquels notre société doit faire face. Afin de relever ce défi, le canton de Genève a décidé d'adopter le principe de la «société à 2000 watts» dans sa Conception générale de l'énergie. Cette vision préconise de réduire massivement la consommation énergétique globale, sans pour autant diminuer le confort. Les actions prévues pour réaliser cet objectif sont décrites dans le Plan directeur de l'énergie de Genève. Dans le canton de Vaud, de nombreuses mesures permettant de lutter contre le réchauffement climatique et de tendre vers une «société à 2000 watts» ont été mises en place ces dernières années. De plus, dans le cadre de son Agenda 21 cantonal, le Conseil d'État vaudois a fixé des objectifs ambitieux en matière énergétique.

Afin d'atteindre la Société à 2000 watts sans nucléaire, il est nécessaire de réduire la consommation de combustibles et de carburants fossiles de manière importante, de les utiliser de façon rationnelle et de favoriser le recours aux **énergies renouvelables**. Ainsi, avant de choisir un combustible ou un carburant «responsable», il convient d'agir sur les priorités suivantes:

Pour les combustibles:

- > Diminution de la demande (notamment par une meilleure performance thermique des enveloppes de bâtiments);
- > Utilisation rationnelle de l'énergie
- > Développement des énergies renouvelables

Pour les carburants:

- > Diminution de la demande, notamment par une **planification territoriale** adaptée (optimiser l'offre de transports publics et densifier la ville autour de ceux-ci) et le développement de la «**mobilité douce**».

Cette fiche sert donc à orienter les choix après avoir exploité au maximum les mesures mentionnées ci-dessus.

COMBUSTIBLES

→ Les **combustibles fossiles** sont tirés de ressources naturelles s'étant formées à partir de la **biomasse** sédimentée en milieu aquatique selon un long et lent processus intervenu il y a 340 à 140 millions d'années. On les trouve sous différentes formes:

Combustibles fossiles

	Description	Exemples
Combustibles fossiles solides	Matériaux à forte teneur en carbone provenant d'une transformation de matière organogène s'étant déroulée sur une très longue période	→ Charbon à coke → Autres charbons bitumineux et anthracite → Charbon sous-bitumineux → Lignite → Tourbe
Combustibles fossiles liquides	Produits à base de pétrole brut ou de sa transformation	→ Mazout qualité Euro → Mazout qualité Éco (pauvre en soufre, moins de 0,005 % de la masse maximale) par rapport au mazout de qualité Euro
Combustibles fossiles gazeux	Gaz naturels issus du charbon ou du pétrole se composant principalement de méthane (CH₄)	→ Gaz naturel (méthane) → Gaz de houille → Propane → Butane

Au niveau mondial, en 2005, la part des combustibles fossiles avoisinait 85% des approvisionnements totaux en énergie primaire².

² Organisation de coopération et développement économiques (OCDE), > www.observateurocde.org

→ Les **biocombustibles** ou **combustibles renouvelables** sont des combustibles issus de la **biomasse**. Ils rassemblent tous les éléments organiques créés par photosynthèse n'ayant pas été transformés par des processus géologiques (par opposition à la «biomasse fossile» – pétrole, charbon, gaz naturel).

Combustibles renouvelables (ou non fossiles)

	Description	Exemples
Biocombustibles solides	Matières organiques non fossiles et d'origine biologique pouvant être utilisées comme combustible pour la production de chaleur ou d'électricité	→ Pellets de bois → Particules de bois → Bûches de bois → Charbon de bois → Déchets de bois
Biocombustibles liquides	Combustibles d'origine biologique utilisés sous forme liquide, tirés aujourd'hui principalement de cultures vivrières (palmier à huile, canne à sucre, maïs, colza, sorgho, blé, sucre de bois, etc.)	→ Bioéthanol
Biocombustibles gazeux	Gaz composés essentiellement de méthane et de gaz carbonique produits par digestion anaérobie (méthanisation) de la biomasse	→ Biogaz (méthane)

CARBURANTS

Les **carburants** sont des combustibles qui permettent d'alimenter un moteur thermique transformant l'énergie chimique en énergie mécanique. Le pétrole est privilégié dans les moteurs à combustion en raison de sa forte densité énergétique, de sa consistance liquide à pression et température ambiantes, et de son faible coût de fabrication.

La dépendance quasi-complète des moyens de déplacement envers le pétrole, l'augmentation des émissions de **gaz à effet de serre** et autres émissions polluantes liées aux transports ainsi que l'épuisement des réserves d'énergie ont conduit au développement de nouvelles technologies pour les carburants – gaz naturel carburant (GNC), gaz de pétrole liquéfié (GPL), **biocarburants**, propulsion électrique, etc.

On distingue également deux types de carburants, selon qu'ils ont une origine géologique (**carburants fossiles**) ou qu'ils sont renouvelables au rythme de l'exploitation actuelle (**carburants renouvelables** ou **biocarburants**).

Carburants fossiles

	Description	Exemples
Carburants liquides	Carburants d'origine fossile constitués principalement d' hydrocarbures , de composés minéraux (soufre) et de métaux lourds (plomb, cuivre) . La composition chimique de ces carburants influence grandement leurs propriétés physiques (courbe de distillation, viscosité, densité, etc.), leurs caractéristiques énergétiques (pouvoir calorifique, indice d' octane ou de cétane , vitesse de flamme) ³ , et les émissions dont ils sont la source	→ Essence → Diesel → Kérosène → Essence alkylée
Carburants gazeux		→ Gaz naturel carburant (GNC) → Gaz de pétrole liquéfié carburant (GPLc)

³ Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) > www2.ademe.fr

Carburants renouvelables (ou non fossiles)

	Description	Exemples
Biocarburants liquides	Liquides combustibles produits à partir de la biomasse et destinés aux moteurs de traction. Ils peuvent être utilisés soit en tant que substituts directs aux combustibles fossiles soit comme compléments dilués avec ces derniers dans les circuits classiques d'approvisionnement	<ul style="list-style-type: none"> → Bioéthanol: produit de la fermentation de plantes riches en sucre/amidon → Biodiesel: produit à partir de la biomasse ou d'huile de friture et utilisé comme biocarburant → Ethyl tertio butyl éther ETBE: bioéthanol estérifié → Biométhanol: méthanol produit à partir de la biomasse
Biocarburants gazeux	Gaz combustibles produits par fermentation de matières organiques réalisée en l'absence d'oxygène par des populations bactériennes	→ Biogaz (méthane)

Bilan carbone de la terre

Le cycle du carbone comprend l'**émission** du **dioxyde de carbone (CO₂)** dans l'atmosphère par la respiration et la décomposition des matières organiques, son **absorption** par les plantes via la photosynthèse et son **ingestion** par les animaux lorsqu'ils mangent les plantes. Le pétrole, le charbon et le gaz naturel que nous brûlons pour nous chauffer, fabriquer notre électricité et faire avancer nos véhicules ont introduit dans l'atmosphère un supplément de **gaz à effet de serre** qui mettra des siècles à se répartir sur l'ensemble de la biosphère et des océans et, in fine, à être à nouveau stocké dans les sédiments⁴.

D'après des données publiées dans «L'avenir Climatique»⁵, les activités humaines ajouteraient à ces échanges:

- > 6 Gt environ due à la combustion des énergies fossiles et à la production de ciment,
- > 1 Gt environ due à la **déforestation**.

Il est important de noter que ces flux sont connus à ± 1 Gt près, incertitude significative pour des flux du même ordre de grandeur. En revanche, l'augmentation de la concentration atmosphérique en CO₂ à un rythme jamais observé est là pour confirmer qu'il existe un surplus d'émission de ce gaz (par rapport à une situation normale du cycle du **carbone**) dû à l'activité humaine.

Pour les combustibles fossiles, en revanche, le CO₂ qui était stocké sous forme fossile depuis des millions d'années est réintroduit brusquement dans le cycle du carbone. Quant à la surexploitation de la forêt et la déforestation, elles ont pour conséquence une diminution du potentiel d'«immobilisation carbone».

Épuisement des réserves

Les ressources naturelles dont sont issus les combustibles et carburants fossiles sont non renouvelables, c'est-à-dire qu'elles ne peuvent pas se régénérer aussi rapidement qu'elles sont exploitées par l'Homme.

L'estimation des réserves de combustibles fossiles exploitables fait l'objet de débats, car elle dépend de nombreux paramètres, dont la totalité des quantités de combustibles disponibles, les fluctuations de prix ainsi que l'évolution des infrastructures, des technologies, des cadres politiques et régulateurs et de la géopolitique⁶. Les experts s'accordent néanmoins sur le fait que les réserves s'épuisent à un rythme très rapide. Selon différentes études⁷, les réserves connues exploitables au niveau mondial⁸, en tablant sur une consommation stable, sont les suivantes:

- pour le pétrole, de 40 à 90 ans
- pour le gaz naturel, de 60 à 67 ans
- pour le charbon, entre 164 et 200 ans.

La répartition géographique des réserves de combustibles fossiles est très inégale. La majeure partie des réserves conventionnelles restantes de pétrole brut et de gaz naturel se trouve au Proche-Orient et en Russie; cette zone renferme 70% des réserves de pétrole et 65% des réserves de gaz naturel. La dépendance énergétique d'un grand nombre de pays et la pollution engendrée par ces combustibles montrent l'importance de stabiliser la consommation de combustibles fossiles et de la remplacer en grande partie par des sources énergétiques renouvelables locales comme la biomasse, la force hydraulique ou l'énergie éolienne. Mais cette substitution ne doit se faire que si les systèmes d'exploitation agricoles, forestiers et hydrologiques sont conçus et gérés de manière durable et responsable. Une mauvaise exploitation ou une surexploitation des **énergies renouvelables** peut en effet avoir, elle aussi, des consé-

⁴ Atlas du réchauffement climatique, nouvelle édition, 2007

⁵ L'avenir Climatique», Éditions du Seuil – collection Science ouverte – mars 2002

⁶ www.unecce.org

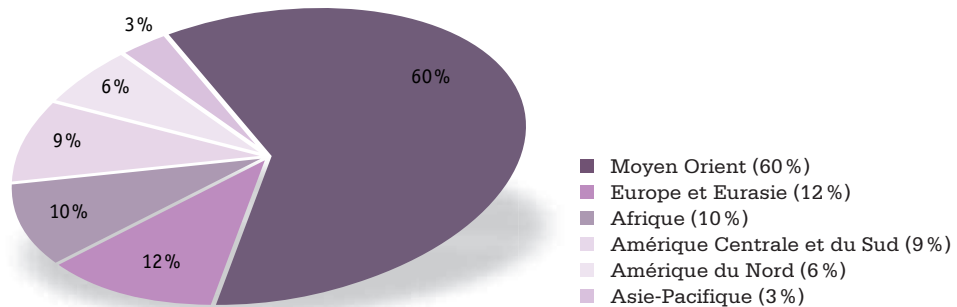
⁷ Revue Environnement, OFEV, 2009, Direction générale de l'énergie et des matières premières, France (DGEMP) 2003, Institut français de l'environnement (IFEN)

⁸ Quantités techniquement et économiquement exploitables en prenant compte le niveau de consommation actuel et les réserves connues

quences très néfastes sur le plan environnemental et social (**déforestation**, catastrophes liées à la construction ou à la rupture de barrages, problèmes liés à la surexploitation des sols pour la production de **biocarburants**, etc.).

Répartition des réserves de pétrole prouvées en 2007 (en volume)

(en pourcentage des réserves prouvées)



Source: BP Statistical Review of World Energy, 2008

PRODUCTION

Extraction, transport, stockage, raffinage

L'**extraction** mondiale de combustibles fossiles a augmenté de 30% entre 1980 et 2002 (prévision: + 39% entre 2002 et 2020). L'épuisement des réserves oblige à explorer et extraire les ressources (surtout le pétrole) dans des milieux toujours plus difficiles d'accès (nappes sous couches de sel, eaux profondes et très profondes, huiles extra lourdes, **sables asphaltiques** et **schistes bitumineux**), avec des conséquences environnementales et économiques très importantes. L'extraction des **sables bitumineux** nécessite des quantités considérables d'eau douce et d'énergie (souvent du gaz naturel) et augmente très sensiblement les émissions de **gaz à effet de serre** et d'autres polluants atmosphériques.

Le **transport** du pétrole des lieux de production vers les raffineries s'effectue par voie maritime ou terrestre (oléoducs maritimes et terrestres, transport par bateau, train, etc.). Entre 1,5 et 1,9 milliard de tonnes de pétrole sont transportées chaque année par les navires pétroliers, et même si la majorité des **hydrocarbures** arrivent à bon port, les catastrophes écologiques sont fréquentes:

- plusieurs centaines de marées noires (déversement d'une importante quantité de pétrole brut ou de produits pétroliers lourds dans la mer) ont eu lieu dans le monde entre 1970 et aujourd'hui. Ces marées noires détruisent la faune et la flore des zones côtières terrestres. Les populations côtières et les professions en relation avec le milieu maritime (pêche, tourisme, etc.) subissent des impacts économiques importants
- des pollutions volontaires sont causées par les rejets en mer de résidus de nettoyage des cuves (dégazages)
- des oléoducs sont parfois rompus par accident ou sabotage.

Le pétrole brut arrivant à destination n'est pas toujours immédiatement utilisé dans une raffinerie. En raison du caractère très stratégique du pétrole, les pays développés se sont engagés à constituer des **stocks** obligatoires de produits pétroliers correspondant à trois mois d'importations. Les produits pétroliers doivent donc souvent être stockés dans des cuves, qui peuvent être enterrées. Ces réservoirs, parfois très anciens, posent des problèmes de fuites pouvant avoir des répercussions environnementales dévastatrices (contamination des sols de surface et des couches intermédiaires, accumulation de vapeurs toxiques, etc.).

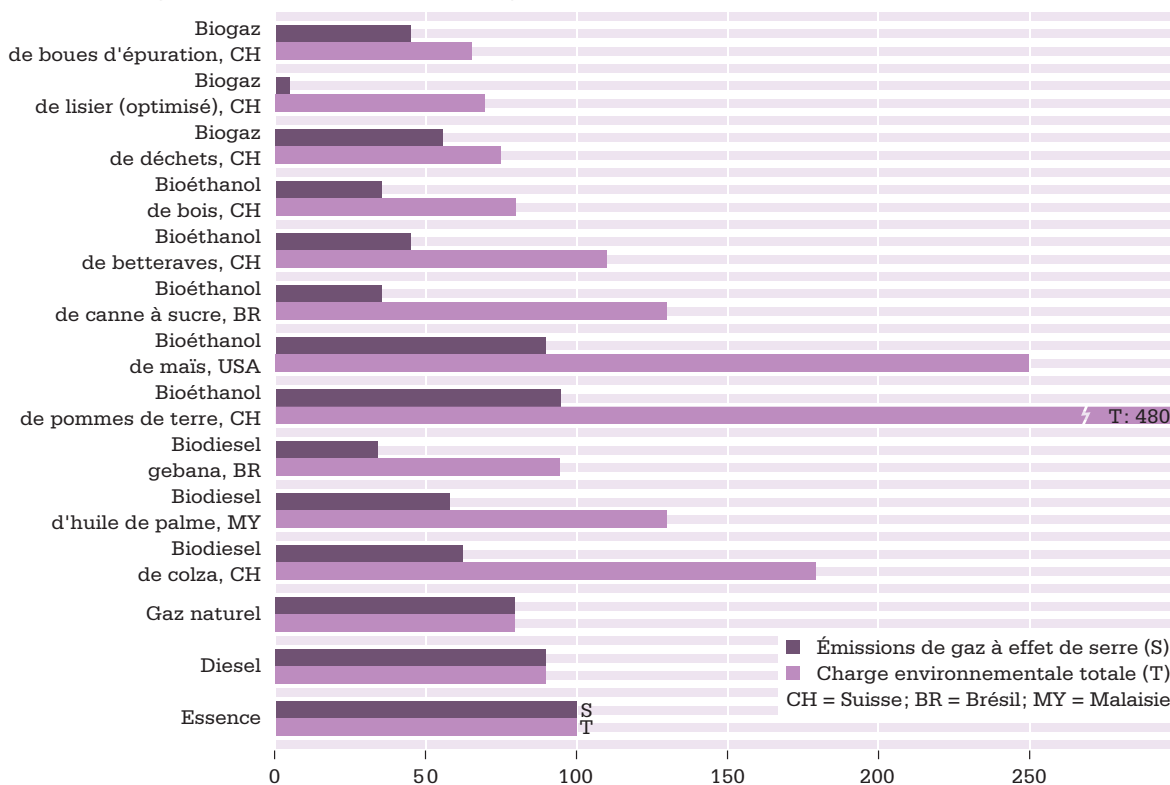
Le **raffinage** (transformation du produit brut en produits finis) comprend diverses étapes: distillation et déshuilage, transformation ou valorisation, désulfuration ou adoucissement, ajout d'additifs pour les carburants différant d'une raffinerie de pétrole à l'autre. Ces processus rejettent toujours plusieurs polluants atmosphériques (**oxydes de soufre**, **oxydes d'azote**, **composés organiques volatils**, **particules fines**, **monoxyde de carbone**, **benzène**) ainsi que de très nombreux **gaz à effet de serre**.

En Suisse, deux tiers du pétrole importé se présente sous la forme de produits finis, le tiers restant sous forme de pétrole brut. Le pétrole brut est acheminé vers les raffineries de Cressier (NE) et Collombey (VS); la moitié est transformée en carburants, l'autre moitié en huile de chauffage. Ces deux raffineries sont raccordées au réseau européen de pipelines.

Biocarburants

Selon l'étude «Ökobilanz von Energieprodukten» publiée par la Confédération⁹, de nombreux **biocarburants** permettent de réduire de plus de 30% les émissions de **gaz à effet de serre**. Mais la majorité de leurs filières de production présentent, pour plusieurs autres indicateurs environnementaux, une pollution plus élevée que pour l'essence, notamment à cause de la culture des matières premières utilisées. Ainsi dans les pays tropicaux, le défrichage par le feu pour obtenir des surfaces agricoles a pour conséquence l'émission de grandes quantités de **dioxyde de carbone (CO₂)**, une augmentation de la pollution atmosphérique (suie, aérosols, gaz nocifs tels que les **oxydes d'azote** ou les **dioxines**) et une diminution de la **biodiversité**. Dans les zones de climat tempéré, la fertilisation intensive et le travail mécanique du sol entraînent également des impacts négatifs sur l'environnement. En Europe, par exemple, le très mauvais bilan environnemental de la production d'**éthanol** à partir de seigle s'explique par le faible rendement des récoltes. Tous les biocarburants ne conduisent donc pas forcément à une réduction des effets sur l'environnement par rapport à l'essence. De plus, ils peuvent entrer en concurrence avec la production de denrées alimentaires (et contribuer ainsi à la hausse des prix agricoles) ou avec la conservation de surfaces naturelles, ou mettre en danger la **forêt tropicale** et la **diversité biologique**.

Émissions de gaz à effet de serre et charge environnementale totale des carburants



Source: Écobilan d'agents énergétiques: évaluation écologique de biocarburants, R Zah et al., Empa

Ce graphique représente la charge environnementale (avec la **méthode des unités de charge écologique/UCE**) et les émissions de gaz à effet de serre de différents carburants par rapport à l'essence (= 100%). Plusieurs carburants contribuent à limiter les émissions de **gaz à effet de serre**, mais ils ont un impact négatif sur l'environnement. Il montre que, parmi les filières de production, c'est actuellement la valorisation des déchets verts, de l'herbe et du bois qui conduit à une véritable réduction des effets sur l'environnement par rapport à l'essence.

⁹ Étude disponible sur > www.bfe.ch/rubrique/energie

PRINCIPAUX IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT ET/OU LA SANTÉ

Gaz à effet de serre

La combustion des carburants et combustibles d'origine fossile est la source **anthropique** majeure des émissions de **dioxyde de carbone (CO₂)**¹⁰, principal **gaz à effet de serre** responsable du changement climatique. Les facteurs permettant de convertir les consommations de combustibles en émissions de CO₂ se déterminent à partir de la composition physique du combustible consommé et de son pouvoir calorifique.

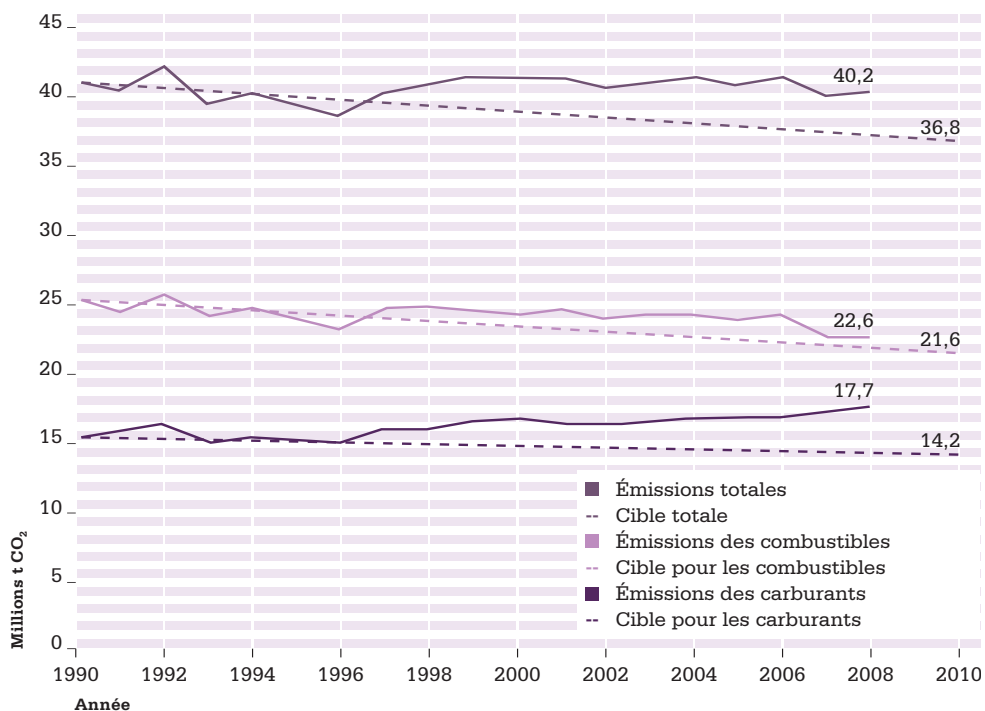
Exemples¹¹:

→ 1 litre d'essence	produit, à la combustion,	2,34 kg de CO ₂
→ 1 litre de diesel	produit, à la combustion,	2,61 kg de CO ₂ ¹²
→ 1 litre de mazout	produit, à la combustion,	2,65 kg de CO ₂
→ 1 Nm ³ de gaz naturel	produit, à la combustion,	2,00 kg de CO ₂

En 2005 en Suisse, les émissions de gaz à effet de serre étaient supérieures de 3% à celles recensées en 1990. Le secteur des transports présente l'augmentation la plus forte (+7%). La Loi sur le CO₂ du 8 octobre 1999, résultant des engagements pris dans le cadre du **Protocole de Kyoto**, pose la première pierre d'une politique énergétique et climatique durable en Suisse. Elle a pour objectif de réduire globalement d'ici à 2010 les émissions de CO₂ dues à l'utilisation d'agents énergétiques fossiles de 10% par rapport à 1990. Cet objectif a été attribué comme suit:

- réduction de 15% pour les combustibles
- réduction de 8% pour les carburants.

Évolution des émissions de CO₂ selon la loi sur le CO₂ (1990 à 2010)



Source: Office fédéral de l'environnement OFEV

Les courbes ci-dessus montrent l'évolution des émissions de CO₂ produites respectivement par les combustibles et les carburants en Suisse, en indiquant les trajectoires cibles qu'elles auraient dû suivre pour atteindre les objectifs.

Pollution de l'air

Outre le **dioxyde de carbone (CO₂)**, les principaux polluants issus de la combustion des énergies sont:

- le **monoxyde de carbone (CO)**: ce gaz inodore résulte principalement de la combustion incomplète des combustibles fossiles et du bois. Le CO inhalé se lie facilement et rapidement à l'hémoglobine (pigment des globules rouges, transporteur d'oxygène vers les cellules); il se produit alors une réduction de l'apport d'oxygène dans tout l'organisme, conduisant à une asphyxie des organes.

¹⁰ Global Environment Outlook 3 (GEO3) > www.grida.no

¹¹ Office fédéral de l'environnement (OFEV)

¹² Cependant, il faut relever que les moteurs diesel consomment moins de carburant par kilomètre parcouru.

- les **composés organiques volatils (COV)**, dont les **hydrocarbures (HC)**: certaines de ces substances sont irritantes pour les poumons, cancérigènes, mutagènes et/ou toxiques pour la reproduction. En combinaison avec les **oxydes d'azote (NO_x)**, les COV contribuent à la formation de l'**ozone** au sol (**ozone troposphérique**).
- les **particules fines (PM10)**: les poussières fines les plus **nocives** sont les particules d'un diamètre inférieur à 10 millièmes de millimètre. Elles pénètrent profondément dans les poumons et les plus petites peuvent même atteindre le système sanguin et les organes vitaux. En Suisse, près de 3 millions de personnes sont exposées régulièrement à des concentrations **nocives** de poussières fines, qui provoquent plus de 3700 décès prématurés par an dans le pays (cancers principalement). Les moteurs diesel émettent de grandes quantités de particules fines s'ils ne sont pas équipés d'un **filtre à particules**. Actuellement, la plupart des véhicules neufs de taille moyenne et grande propulsés au diesel en sont pourvus, mais ce progrès est récent. La norme Euro 5 introduite en septembre 2009 limite en effet fortement les émissions de PM10 et rend obligatoire l'utilisation de cet équipement pour respecter la valeur limite d'émission fixée à 5 mg/km.
- le **dioxyde de soufre (SO₂)**: ce gaz, naturellement présent en faible quantité dans le pétrole et le charbon, est responsable d'une grande partie des pluies acides et de la pollution de l'air affectant les zones urbaines et industrielles. Plus récemment, il a également été reconnu que les émissions de SO₂ contribuaient à la formation d'aérosols inorganiques secondaires contenant des particules fines nocives pour la santé humaine. Chez les humains, l'exposition à une concentration élevée de SO₂ peut entraîner des troubles respiratoires, des maladies des voies respiratoires et une aggravation des maladies pulmonaires et cardio-vasculaires. A noter que grâce à la désulfuration des combustibles et carburants, les émissions de soufre sont largement en dessous de la valeur limite légale.
- les **oxydes d'azote (NO_x)**: les émissions de ces gaz **toxiques**, à l'origine de maladies respiratoires aiguës et de bronchites chroniques, dépendent du degré d'efficacité du moteur et du type de propulsion. Les moteurs diesel émettent plus de NO_x que les moteurs à essence. Pour les moteurs diesel, le procédé DeNOx permet de réduire les émissions de NO_x par un système de dénitrification composé notamment de modules catalyseurs à base d'**ammoniac**. Ce procédé est aujourd'hui fortement recommandé pour les moteurs émettant de grandes quantités d'**oxydes d'azote**, comme les bus et les poids lourds. Les NO_x contribuent par ailleurs à la formation d'**ozone troposphérique**.

Pollution des sols

- les **métaux lourds**: la combustion du charbon et du pétrole entraîne l'émission de métaux lourds (**plomb, cadmium, mercure**, etc.), fortement toxiques pour l'homme et les animaux. Ceux-ci s'accumulent dans la chaîne alimentaire et nuisent à la fertilité des sols. Le **plomb** entrave la formation du sang et le développement des enfants, le **cadmium** est toxique pour les plantes et micro-organismes, le **mercure** est toxique pour l'homme, les plantes et les micro-organismes. Les émissions de métaux lourds ont reculé en Suisse depuis 1990. Les émissions de plomb ont notamment été réduites d'environ 80% grâce à l'interdiction de l'essence avec plomb depuis le 1^{er} janvier 2000. Il convient toutefois d'appliquer le principe de précaution et de limiter aussi strictement que possible les émissions de métaux lourds¹³.

En Suisse, l'Ordonnance sur la protection de l'air (OPair) fixe:

- > les quantités maximales de certaines substances pouvant être **contenues dans les combustibles et les carburants** (Annexe 5 de l'OPair)
- > les quantités maximales de substances polluantes pouvant être **émises lors des processus de combustion**.

Un plan d'action a également été mis en place en 2006 afin de relancer les efforts de réduction des émissions polluantes. En septembre 2009, l'Office fédéral de l'environnement a annoncé une mise à jour des orientations visant un renforcement des prescriptions, la mise en place de mesures incitatives et une intensification de la collaboration sur le plan international.

¹³ Office fédéral de l'environnement (OFEV) > www.news.admin.ch

CARACTÉRISTIQUES DES PRINCIPAUX COMBUSTIBLES ET CARBURANTS

Cette partie présente les principales caractéristiques des combustibles et carburants les plus significatifs en termes d'utilisation et d'impacts sur l'homme et sur l'environnement.

COMBUSTIBLES

Charbon	
Avantages	→ Réserves plus importantes que pour les autres combustibles fossiles
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> → Combustible fossile non renouvelable → Faible efficacité électrique des centrales au charbon (entre 30 et 46%) → Manipulation et transports difficiles et problématiques → Accidents lors de l'extraction → Élimination difficile des cendres produites¹⁴ → Rejet de substances nocives (comme le mercure, la dioxine, les poussières fines et le dioxyde de soufre) lors de la combustion → Mode de production actuel rejetant le plus de dioxyde de carbone (CO₂) → Dépendance totale vis-à-vis de l'étranger
Mazout extra-léger	
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> → Pouvoir calorifique élevé → Réseau de distribution dense et performant
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> → Combustible fossile non renouvelable → Risques écologiques lors de l'extraction et du transport → Transport et stockage problématiques → Émissions de polluants atmosphériques (monoxyde de carbone, composés organiques volatils (COV), particules fines (PM10), dioxyde de soufre, oxydes d'azote, etc.) → Fortes émissions de CO₂ → Dépendance totale vis-à-vis de l'étranger
Gaz naturel	
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> → Peu de rejets toxiques ou cancérigènes à la combustion tels que benzène et particules fines → Les hydrocarbures (HC) imbrûlés rejetés sont principalement composés de méthane, qui est un gaz à effet de serre, mais non toxique pour l'homme → 25% d'émissions de CO₂ en moins que les huiles de chauffage pour un pouvoir calorifique identique¹⁵ → Transport par bateaux (sous forme comprimée) et gazoducs
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> → Combustible fossile → Dépendance totale vis-à-vis de l'étranger

¹⁴ Office fédéral de l'énergie (OFEN) > www.bfe.admin.ch

¹⁵ Office fédéral de l'énergie (OFEN) > www.bfe.admin.ch

Butane et propane	
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> → Pouvoir calorifique élevé → Faibles émissions de dioxyde de carbone (CO₂) par rapport aux autres combustibles fossiles → Peu de rejets de particules fines → Rejets infimes de composés aromatiques → Rejets de monoxyde de carbone (CO), d'hydrocarbures (HC), d'oxydes d'azote (NO_x) pouvant être traités efficacement par catalyse 3 voies¹⁶
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> → Combustible fossile non renouvelable → Consommation potentielle limitée par les capacités de raffinage (ne permettent pas une grande production) → Transport par rail ou route essentiellement → Conditionnement en bouteilles ou citernes → Dépendance totale vis-à-vis de l'étranger

Bois	
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> → Source d'énergie renouvelable en Suisse → Soutien de la Confédération pour l'exploitation accrue de bois destiné à la production de chaleur → Renforcement de l'indépendance énergétique: pas besoin d'importer, moins de fluctuations des prix, approvisionnement local → Bilan CO₂ neutre¹⁷
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> → Nécessite un volume de stockage important → Émissions importantes de poussières fines, CO et NO_x → Émissions de métaux lourds et dioxine en cas d'incinération de déchets de bois déjà utilisé et de mauvaise utilisation des chauffages à bois → Transport par route ou rail

CARBURANTS

Essence	
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> → Autonomie élevée du véhicule → Réseau de distribution très large → Moins d'émissions de NO_x et très peu de particules fines par rapport au diesel
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> → Carburant fossile non renouvelable → Émissions de CO₂, CO et composés organiques volatils (COV) les plus importantes de tous les types de carburants → Dépendance totale vis-à-vis de l'étranger

Diesel	
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> → Autonomie élevée du véhicule → Réseau de distribution très large → A puissance égale, consommation d'environ 30% en moins que les moteurs à essence (donc moins d'émissions de CO₂)
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> → Carburant fossile non renouvelable → Par rapport à l'essence, émissions jusqu'à mille fois supérieures en particules fines (PM10) en cas d'absence de filtre à particules → Par rapport à l'essence, émissions jusqu'à six fois plus élevées en NO_x en cas d'absence de système DeNO_x → Dépendance totale vis-à-vis de l'étranger

¹⁶ Type de catalyseur permettant des réactions chimiques d'oxydation ou de réduction destinées à transformer les polluants en eau, azote, et dioxyde de carbone

¹⁷ Les arbres, durant leur croissance, absorbent autant de CO₂ que leur combustion ou leur dégradation en rejettera (OFEN)

Gaz naturel carburant (GNC)

Avantages	<ul style="list-style-type: none"> → Peu de rejets toxiques ou cancérogènes tels que benzène et particules fines → Les hydrocarbures (HC) imbrûlés rejetés sont principalement composés de méthane, qui est non toxique → 15% de dioxyde de carbone (CO₂) en moins que le diesel → Émissions sonores moins importantes que les véhicules à essence ou diesel
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> → Carburant fossile non renouvelable → Réseau de distribution encore peu développé

Gaz de pétrole liquéfié carburant (GPLc)

Avantages	<ul style="list-style-type: none"> → Pollution légèrement inférieure à celle de l'essence
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> → Carburant fossile non renouvelable → Consommation légèrement plus élevée qu'avec de l'essence → Offre limitée de véhicules de ce type¹⁸ → Véhicules interdits en Suisse dans les parkings souterrains → Dépendance totale vis-à-vis de l'étranger

Biocarburants

Avantages	<ul style="list-style-type: none"> → Ressources renouvelables → Réduction de plus de 30% des émissions de gaz à effet de serre par rapport à l'essence pour de nombreux biocarburants¹⁹
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> → Risque de concurrence avec la production de denrées alimentaires → Risque de concurrence avec la conservation de surfaces naturelles → Mise en danger de la forêt tropicale et de la diversité biologique → Charge environnementale plus élevée que l'essence pour plusieurs autres indicateurs environnementaux et pour la majorité des filières de production → Atteintes environnementales causées par la culture des matières premières utilisées: défrichage par brûlis des forêts tropicales, fertilisation intensive, mécanisation → Peu disponibles en station-service

Biogaz

Avantages	<ul style="list-style-type: none"> → Ressource renouvelable → Qualité et moteurs identiques au Gaz naturel carburant GNC → Neutre en CO₂ puisqu'issu de la macération de déchets organiques
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> → Très faible réseau de distribution (mais peut être mélangé au GNC) → Faible production

Essence alkylée

Avantages	<ul style="list-style-type: none"> → Forte diminution des émissions de benzène (substance cancérogène): contient seulement 1% du taux de benzène d'une essence classique²⁰ → Peut être stockée pendant plusieurs années (contrairement à une essence classique) → Pas de dépôts dans le moteur ni dans le pot d'échappement: la performance et la durée de vie des appareils est donc accrue, et les intervalles de maintenance du moteur plus espacés
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> → Carburant fossile non renouvelable → Utilisable seulement pour les petits appareils à essence deux temps (sous forme de mélange prêt à l'emploi) et quatre temps (tondeuses à gazon, tronçonneuses, souffleuses à feuilles, débroussailleuses, etc.) → Coût plus élevé (en partie compensé par une réduction des frais occasionnés par les appareils)

¹⁸ Écomobiliste 09, Association transport et environnement (ATE)

¹⁹ Écobilan d'agents énergétiques, Office fédéral de l'énergie (OFEN)

²⁰ Mesures non fiscales permettant de promouvoir l'essence à moteur sans aromatiques (OFEV)

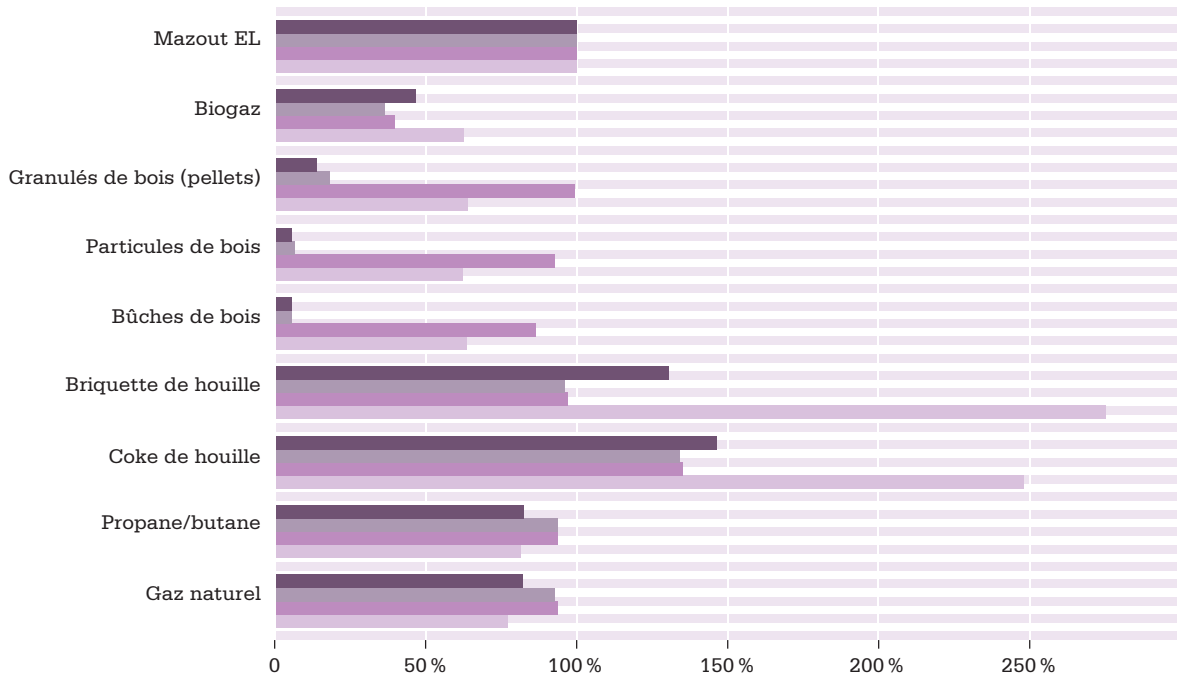
Les deux graphiques suivants comparent les combustibles et les carburants selon :

- les **unités de charge écologique (UCE)**, qui correspondent à l'évaluation globale de l'impact environnemental d'un produit (voir la fiche [Écobilans et énergie grise](#))
- les émissions de **gaz à effet de serre**
- l'**énergie primaire globale**
- l'**énergie primaire non renouvelable**.

Dans le premier graphique, la base de comparaison est le mazout extra-léger (= 100%), dans le second l'essence.

Comparaison des combustibles selon différents facteurs

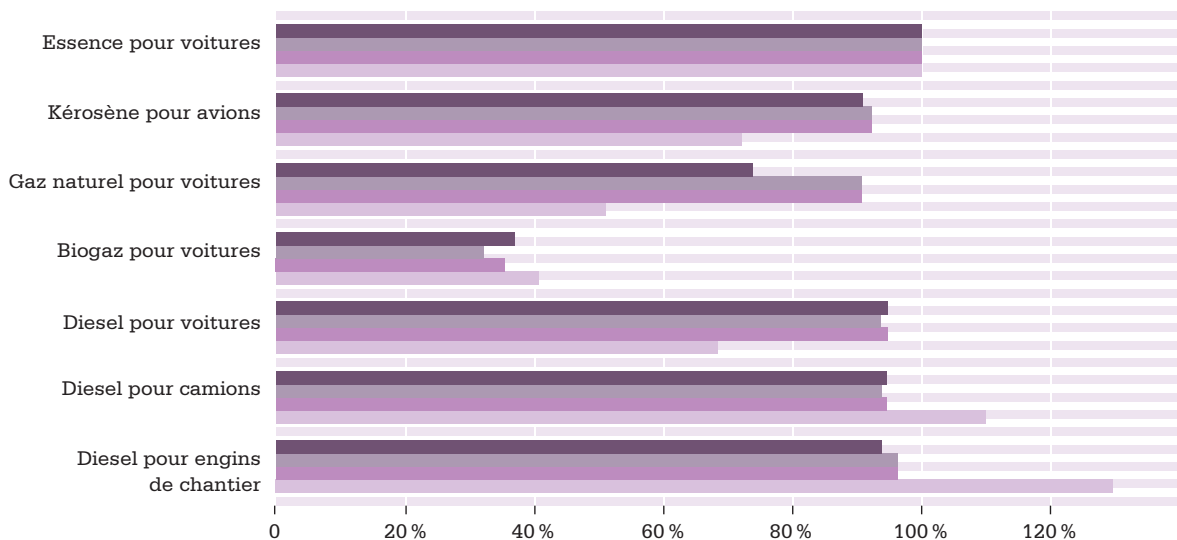
(référence: mazout EL = 100%, sur la base d'un MJ)



Source: KBOB Données des écobilans dans la construction sur la base de ecoinvent, Recommandations KBOB, Berne 2008

Comparaison des carburants selon différents facteurs

(référence: essence pour voitures = 100%, sur la base d'un MJ)



Source: KBOB Données des écobilans dans la construction sur la base de ecoinvent, Recommandations KBOB, Berne 2008

- Émissions de gaz à effet de serre
- Énergie primaire non renouvelable
- Énergie primaire globale
- Unités de charge écologique (UCE)

QUE CHOISIR?

C'est souvent au moment de l'installation d'un système de chauffage ou de l'acquisition d'un véhicule qu'il faut se poser les bonnes questions. En effet, le choix d'un combustible ou d'un carburant est souvent conditionné par le système existant (type de chauffage ou de véhicules). Les recommandations présentées ci-dessous aideront à prendre les bonnes décisions en la matière.

Combustibles

- Privilégier les chauffages alimentés par des sources d'**énergies renouvelables**²¹ et peu polluantes pour l'air (se référer aux tableaux des différents combustibles et carburants ci-dessus)
- Une fois les bâtiments bien isolés, privilégier pour le chauffage, dans l'ordre de préférence, les solutions suivantes: chauffage à distance, système basé sur une pompe à chaleur, chauffage au gaz, chauffage au mazout. Le chauffage à bois individuel n'est pas recommandé en milieu urbain en raison notamment des émissions de **particules fines**
- En milieu rural ou montagnard, privilégier les centrales à bois (chauffage à distance) approvisionnées localement si elles sont équipées de **filtres à particules** efficaces pour retenir les particules fines
- Pour les chauffages à pellets, utiliser de préférence des **pellets** de qualité certifiés par le label DIN plus, Swissspellet ou équivalent
- Pour le chauffage au mazout, privilégier le mazout à faible teneur en soufre (moins de 0,005 g/litre) et en azote. Le marché proposant des mazouts de différentes qualités, il est judicieux de demander à chaque fournisseur des informations à ce sujet avant d'effectuer son choix
- Pour le chauffage au mazout ou au gaz naturel, privilégier les chaudières à condensation (économie jusqu'à 10% d'énergie avec une chaudière bien réglée)²²

Carburants

- Choisir des véhicules présentant une bonne **efficacité énergétique** et une charge environnementale faible (EtiquetteEnergie de classe A ou B ou, à partir de 2011, classe supérieure de l'étiquette-environnement) et répondant à la norme Euro 5
- Pour des applications permettant des recharges fréquentes et des vitesses de déplacement peu élevées, préférer les véhicules électriques, surtout si l'approvisionnement en électricité se fait à partir d'énergie renouvelable
- Exiger la présence d'un filtre à particules pour tous les véhicules diesel et d'un système DeNO_x dans la mesure du possible
- Choisir de préférence un **biocarburant** dont l'importateur ou le producteur bénéficie de l'exonération d'impôt sur les carburants²³
- Pour les petits appareils à essence (deux temps ou quatre temps), privilégier l'**essence alkylée** (disponible sous forme de mélange prêt à l'emploi pour les moteurs à deux temps)

²¹ Le chauffage optimal pour votre maison, Office fédéral de l'énergie

²² Le chauffage optimal pour votre maison, Office fédéral de l'énergie


²³ Cela signifie qu'il aura prouvé que le bilan écologique et social du biocarburant est largement positif, selon l'Ordonnance du DETEC relative à la preuve du bilan écologique global positif des carburants issus de matières premières renouvelables.

RECOMMANDATIONS POUR LES UTILISATEURS ET RESPONSABLES D'INSTALLATIONS

Les utilisateurs finaux d'un véhicule ou d'une installation ont peu de marge de manœuvre au niveau de l'énergie une fois que l'équipement est à leur disposition. Mais ils peuvent très souvent, par leur comportement, limiter la consommation de ressources et la production d'émissions, en respectant les recommandations ci-dessous. L'acheteur pourra également, dans une certaine mesure, orienter les utilisateurs finaux en ce sens.

Combustibles

- Chauffages à bois à alimentation manuelle: éviter l'allumage par dessous, avec une grande quantité de bois dans un foyer encore froid. Éviter l'utilisation de bois mouillé, afin de réduire les émissions de suie²⁴
- Chauffages au bois automatiques de grande taille: l'exploitant doit s'assurer que le combustible utilisé a des dimensions et une teneur en eau appropriées (les émissions de **particules fines** peuvent être multipliées par dix en cas d'exploitation incorrecte des installations de chauffage au bois)
- Chauffages: il est possible de faire installer une pompe de circulation moderne consommant beaucoup moins d'énergie que les anciens modèles²⁵
- Si l'installation de chauffage dégage de la chaleur par des radiateurs, munir ceux-ci de vannes thermostatiques
- Tous types de chauffages: contrôler et optimiser le fonctionnement de l'installation à intervalles réguliers. Pour les chaudières à mazout, un réglage au début de chaque saison de chauffage est recommandé²⁶

Ces recommandations peuvent servir à formuler le cahier des charges de la société responsable du bâtiment. Voir la fiche  *C12-Gestion technique et entretien des bâtiments.*

Carburants

- Equiper les bus et poids lourds de **filtres à particules** et, si possible, du système DeNOx
- Vérifier la pression des pneus (une pression trop faible de 0,5 bar entraîne une augmentation de 2,5% des émissions de CO₂)²⁷
- Utiliser de l'huile moteur à basse viscosité (réduction possible des émissions de CO₂ de plus de 2,5%²⁸)
- Appliquer les conseils de conduite écologique (méthode Eco-Drive permettant de réduire la consommation jusqu'à 10%)

Pour plus d'informations, voir la fiche  *C7-Voitures de tourisme et véhicules utilitaires légers.*

²⁴ Pour plus d'informations concernant l'utilisation des chaudières à bois, voir les documents «L'utilisation correcte des chaudières à bois» et «Allumage le bon départ!», SuisseEnergie

²⁵ Le chauffage optimal pour votre maison, Office fédéral de l'énergie

L'Ordonnance sur la protection de l'air (OPair) exige un contrôle tous les 2 ans

²⁶ Commission européenne > <http://ec.europa.eu>

²⁷ Commission européenne > <http://ec.europa.eu>

PRINCIPAUX LABELS



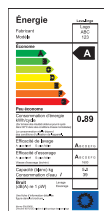
DIN

- Label DIN pour les chaudières à bois et les pellets de bois
- DIN 51731



Energie-bois Suisse

- Label de qualité Energie-bois suisse pour les chauffages à bois destinés aux pièces d'habitation et aux chaudières à bois
- Label Swisspellet pour la qualité des pellets



Etiquette Energie

- Consommation énergétique des véhicules, émissions de CO₂



Etiquette-environnement

- Charge environnementale due aux émissions de polluants atmosphériques, de bruit et de CO₂ ainsi qu'à la production de carburants (disponible normalement à partir de 2010).



= critères environnementaux



= critères sociaux

Pour les combustibles et carburants, plusieurs labels existent.

Description des labels: voir la fiche [B6-Labels, certifications et autres distinctions](#).

POUR EN SAVOIR PLUS

Voir la fiche [E3-Bibliographie et webographie](#)