



Biocarburant

Un **biocarburant** est un [carburant](#) produit à partir de matériaux organiques non fossiles, provenant de la [biomasse](#). Il existe actuellement deux filières principales :

- filière huile et dérivés, comme le biodiesel (ou biogazole) ;
- filière [alcool](#), à partir de [sucres](#), d'[amidon](#), de [cellulose](#) ou de [lignine](#) hydrolysées.

D'autres formes moins développées voire simplement au stade de la recherche existent aussi : carburant gazeux ([biogaz carburant](#), dihydrogène), carburant solide, etc.

En Europe¹, depuis juillet 2011, pour être [certifié soutenable](#) un [biocarburant](#) répond à des « normes de durabilité², via 7 mécanismes ou initiatives³ ». La consommation européenne a été de +3 % de 2010 à 2011 (soit 13,6 millions de [tonnes équivalent pétrole](#) consommés en 2011 contre 13,2 millions de tep en 2010⁴, mais cette croissance devrait ralentir tant que les critères de durabilité de la directive énergies renouvelable ne sont pas remplis⁴.



La canne à sucre peut être utilisée pour produire des agrocarburants. Sa culture est source de [changement d'affectation des sols](#) (CAS)

Sommaire [masquer]

- 1 1 Dénomination
 - 1 1.1 Première et deuxième générations
- 2 2 Approche historique
- 3 3 Technique
 - 1 3.1 Filières de première génération
 - 2 3.2 Filière huile
 - 3 3.3 Filière alcool
 - 4 3.4 Autres filières
 - 1 3.4.1 Filière gaz
 - 2 3.4.2 Filière charbon de bois (biocarburant solide)
 - 3 3.4.3 Autres
 - 5 3.5 Filières de deuxième génération
 - 1 3.5.1 Application dans l'aviation
 - 6 3.6 Filière de troisième génération
- 4 4 Bilan et analyses
 - 1 4.1 Chiffres clefs
 - 2 4.2 Bilan économique et intérêt géostratégique des biocarburants
 - 1 4.2.1 Coût pour le consommateur
 - 2 4.2.2 Possibilité de remplacement des énergies fossiles
- 5 5 Bilan environnemental
 - 1 5.1 Économies énergétiques et émission de gaz à effet de serre
 - 2 5.2 Impacts sur la biodiversité, la ressource eau et les sols
 - 3 5.3 Biocarburants et qualité de l'air
- 6 6 Bilan socio-économique
 - 1 6.1 Concurrence avec la production alimentaire
 - 1 6.1.1 Utilisation de terre arable
 - 2 6.1.2 Hausse des prix agricoles
 - 3 6.1.3 Conséquences de la hausse des prix agricoles
- 7 7 Notes et références
- 8 8 Voir aussi
 - 1 8.1 Bibliographie
 - 2 8.2 Articles connexes
 - 3 8.3 Liens externes

Dénomination [\[modifier\]](#)

La langue anglaise ne possède qu'un seul terme, [biofuel](#), qui peut être également retrouvé dans des textes francophones.

Plusieurs expressions concurrentes coexistent en langue française :

Biocarburant

L'expression « biocarburant » (formée du grec bios, *vie, vivant* et de « [carburant](#) » ⁵) indique que ce carburant est obtenu à partir de matière organique (biomasse), par opposition aux carburants issus de ressources fossiles. L'appellation « biocarburant » a été promue par les industriels de la filière⁶ et certains scientifiques. Biocarburant est la dénomination retenue par le Parlement européen⁷.

Agrocarburant

L'expression « agrocarburant » (du latin *ager*, le champ)», plus récente (2004)⁸, indique que le carburant est obtenu à partir de produits issus de l'agriculture. Elle est privilégiée par certains scientifiques, une partie de la classe politique française (à sensibilité écologiste) et des médias qui estiment que le préfixe « bio » est associé en France au mode de production de l'[agriculture biologique](#)⁹ et soupçonnent les industriels de la filière de profiter de l'image positive de celle-ci. En 2007, l'association [Bio Suisse](#) demande dans un communiqué de presse à l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG) de modifier les textes de lois et l'usage en Suisse pour que ne soit plus utilisé que le terme agrocarburant¹⁰. « Agrocarburant » est le plus souvent utilisé pour marquer la provenance [agricole](#) de ces produits, et la différence avec les produits issus de l'[agriculture bio](#).

Nécrocarburant

Certains courants [écologistes](#) recourent à l'expression « [Nécrocarburant](#) » pour dénoncer les risques écologiques et sociaux posés par le développement des agrocarburants¹¹.

Carburant végétal

Cette expression est utilisée par l'ADECA, une association dédiée au développement de ce type de carburant¹².

Carburant vert

Dénomination appliquée parfois à des carburants contenant une fraction de biocarburant.

Première et deuxième générations [\[modifier\]](#)

On distingue aussi les biocarburants de première et de seconde génération. Plusieurs définitions complémentaires coexistent. La distinction entre un biocarburant de première génération et un biocarburant de seconde génération devrait cependant s'affiner (ou se confirmer) avec le temps. Parmi ces définitions, on compte celles qui distinguent les carburants issus de produits [alimentaires](#) des carburants issus de source ligno-cellulosique ([bois](#), [feuilles](#), [paille](#), etc.).

Une autre définition repose sur les moyens utilisés pour produire le carburant avec : d'une part les biocarburants produits à partir de processus techniques simples et d'autre part ceux produits à partir de techniques avancées. Une troisième définition distingue les cultures agricoles à vocation générique (utilisables pour remplir des besoins alimentaires, industriels ou énergétiques), de cultures à vocation strictement énergétique.

Certains experts [\[Qui ?\]](#) du monde agricole et scientifique estiment que la première génération de biocarburants (ou agrocarburants) repose sur l'utilisation des organes de réserve des cultures : les graines des céréales ou des [oléagineux](#) ([colza](#), [tournesol](#), [jatropha](#)), les racines de la [betterave](#), les fruits du [palmier à huile](#). Ces organes de réserves des plantes stockent le

sucre (betterave et [canne](#)), l'[amidon](#) ([blé](#), [maïs](#)), ou l'[huile](#) (colza, tournesol, palme, jatropha). Ces organes de réserves étant également utilisés pour l'alimentation humaine, la production de biocarburants se fait au détriment de la production alimentaire. Les biocarburants issus des graisses animales ou des huiles usagées transformées en [biodiesel](#) pourraient aussi entrer dans cette catégorie puisque leurs productions utilisent un procédé identique à celui servant à transformer les huiles végétales ([transestérification](#)). ¹³[\[réf. insuffisante\]](#)

Cette même définition affirme que les biocarburants de seconde génération n'utilisent plus les organes de réserve des plantes mais les plantes entières. Ce qui est valorisé est la [lignocellulose](#) des plantes qui est contenue dans toutes les cellules végétales. Il est alors possible de valoriser les pailles, les tiges, les feuilles, les déchets verts (taille des arbres, etc) ou même des plantes dédiées, à croissance rapide ([miscanthus](#)). Pour cette raison, certains considèrent que la production de biocarburants de deuxième génération nuit moins aux productions à visée alimentaire.

La [Commission européenne](#) souhaite définir les biocarburants de seconde génération suite à l'évaluation à mi-parcours de sa politique de biocarburants¹⁴. Les critères pouvant être pris en compte sont les suivants : les matières premières utilisées, les technologies utilisées ou encore la capacité à lutter contre les émissions de gaz à effet de serre...

Pour l'[Office fédéral de l'agriculture](#) suisse, les biocarburants de seconde génération sont issus « des sous-produits et déchets agricoles ou encore des plantes qui ne servent pas à l'alimentation humaine »¹⁵. Pour [Jean-Louis Borloo](#), ex-[ministre de l'Écologie](#) : « La position de la France est claire : cap sur la deuxième génération de biocarburants » et « pause sur de nouvelles capacités de production d'origine agricole » ¹⁶.

Approche historique [\[modifier\]](#)

À la naissance de l'[industrie automobile](#), le pétrole et ses dérivés n'étaient pas encore très utilisés ; c'est donc très naturellement que les motoristes se tournaient, entre autres, vers ce qu'on n'appelait pas encore des biocarburants : [Nikolaus Otto](#), inventeur du [moteur à combustion interne](#), avait conçu celui-ci pour fonctionner avec de l'[éthanol](#). [Rudolf Diesel](#), inventeur du moteur portant son nom, faisait tourner ses machines à l'[huile d'arachide](#). La [Ford T](#) (produite de 1903 à 1926) roulait avec de l'alcool.

le 28 février 1923, les efforts d'[Edouard Barthe](#) pour la promotion d'un carburant national à base d'alcool de grains sont entérinés par la loi.

Lors des deux [guerres mondiales](#), les [gazogènes](#) sont rapidement apparus pour parer au manque de gazole ou d'essence.

Au milieu du ^{xx}e siècle, le pétrole abondant et bon marché explique un désintérêt des industriels pour les biocarburants. Le premier et second [choc pétrolier](#) ([1973](#) et [1979](#)) les rendirent à nouveau attractifs, pour des questions stratégiques (sécurité d'un approvisionnement en énergie) et économique (réduction de la facture pétrolière, développement d'une industrie nationale dans un contexte de chômage croissant). De nombreuses études furent ainsi menées à la fin des années 1970 et au début des années 1980. Le Brésil engagea un vaste programme de production d'éthanol à partir de canne à sucre, et de conversion de son parc automobile à cette énergie (programme [Proalcool](#), décret-loi du 14 novembre 1975, renforcé en 1979)¹⁷. Aux États-Unis, les travaux du NREL (*National Renewable Energy Laboratory, US Department of Energy, DOE*) sur les énergies renouvelables ont commencé dans les années 1970 dans le contexte du [pic pétrolier](#)

américain. Il est alors apparu indispensable au gouvernement américain de se tourner vers des sources pétrolières étrangères ou de développer d'autres carburants.

Le contre-choc pétrolier de 1986 (baisse des prix du [pétrole](#)), et le lobbying des [multinationales](#) pétrolières[[réf. nécessaire](#)] ont fait chuter l'enthousiasme pour les biocarburants. Cependant, durant les années 1980, l'[IFP](#) (Institut Français du Pétrole) se penche sur la transformation des huiles végétales en esters méthylique d'huiles végétale ([biodiesel](#)). Les tests réalisés révèlent la possibilité d'utiliser du biodiesel en mélange avec le gazole¹⁸. La mise en place de [jachères](#) agricoles dans le cadre de la [Politique agricole commune](#) de 1992 est alors perçue par certains comme une occasion pour développer ce type de production. Une première unité industrielle de production de [biodiesel](#) est ainsi mise en place à Compiègne en 1992. [[réf. à confirmer](#)]^{19,20,21}.

Mais en 2000, une nouvelle hausse du prix du pétrole, l'approche du [pic pétrolier](#) [[réf. nécessaire](#)], la nécessité de lutter contre l'[effet de serre](#), les menaces sur la sécurité d'approvisionnement et *last but not least* la [surproduction](#) agricole ont conduit les gouvernements à multiplier les discours et les promesses d'aides pour le secteur des biocarburants. Les USA lancent un grand programme de production d'éthanol de [maïs](#). La [Commission européenne](#) souhaite que les pays membres incluent au moins 5,75 % de biocarburants dans l'essence, et, à cet effet, les directives adoptées autorisent les subventions et détaxations, ainsi que l'utilisation des jachères à des fins de production d'agrocarburant²². Enfin, la [Suède](#) vise une indépendance énergétique dès 2020.

En avril 2007, un rapport de l'[ONU](#) n'arrive pas à quantifier les avantages et inconvénients de ces produits. Il propose aux décideurs d'encourager leur production et utilisation durable ainsi que d'autres *bioénergies*[[pas clair](#)], en cherchant à maximiser les bénéfices pour les pauvres et pour l'environnement tout en développant la [recherche et le développement](#) pour des usages d'intérêt public^{23,24}. Deux projets de [directives européennes](#) sont en cours d'examen en 2007 ; sur la qualité des biocarburants et sur leur promotion.

En 2007, les demandes de subvention à l'Europe ont porté sur 2,84 millions d'ha, alors que le dispositif d'aide de la PAC a été prévu (en 2004) pour 2 millions d'[ha](#) consacrés aux agrocarburants. Seuls 70 % de l'aire pourra donc être subventionnée (45 € par ha - alors qu'on en cultivait 1,23 million d'ha). Cette subvention pourrait être remise en question par la commissaire européenne à l'agriculture [Mariann Fischer Boel](#) car d'après une étude intitulée le « *Bilan de santé de la PAC* », le prix du pétrole (100 USD le baril en janvier 2008) ne justifierait plus cette aide²⁵. Le dernier écobilan effectué en France a été réalisé par PWC (consultants) en 2002. Suite au [Grenelle de l'Environnement](#) (en octobre 2007), le gouvernement français en a commandé un nouveau à l'[Ademe](#).

La révision de la [Politique agricole commune](#) appelée *Bilan de Santé de la PAC*, intervenue en 2008, a supprimé l'aide aux cultures énergétiques de 45 € par ha, en 2010.

Technique[[modifier](#)]

Filières de première génération[[modifier](#)]

Pour utiliser ces carburants dans les moteurs, deux approches sont possibles :

- Soit on cherche à adapter l'agrocarburant (par transformation chimique pour obtenir du [biodiesel](#) par exemple) aux moteurs actuels, conçus pour fonctionner avec des dérivés

du pétrole ; c'est la stratégie actuellement dominante mais elle n'a pas le meilleur bilan énergétique ni environnemental.

- Soit on cherche à adapter le moteur au biocarburant naturel, non transformé chimiquement. Plusieurs sociétés se sont spécialisées dans ces adaptations. La substitution peut être totale ou partielle. Le [moteur Elsbett](#) fonctionne par exemple entièrement à l'[huile végétale pure](#). Cette stratégie permet une production locale et plus décentralisée des carburants, mais nécessite la construction d'une filière entièrement nouvelle.

Filière huile [\[modifier\]](#)

De nombreuses espèces végétales sont oléifères comme le [palmier à huile](#), le [tournesol](#), le [colza](#), le [jatropha](#) ou le [ricin](#). Les rendements à l'hectare varient d'une espèce à l'autre. L'huile est extraite par pressage (écrasement) à froid, à chaud, voire (pour un coût plus élevé) avec un solvant organique.

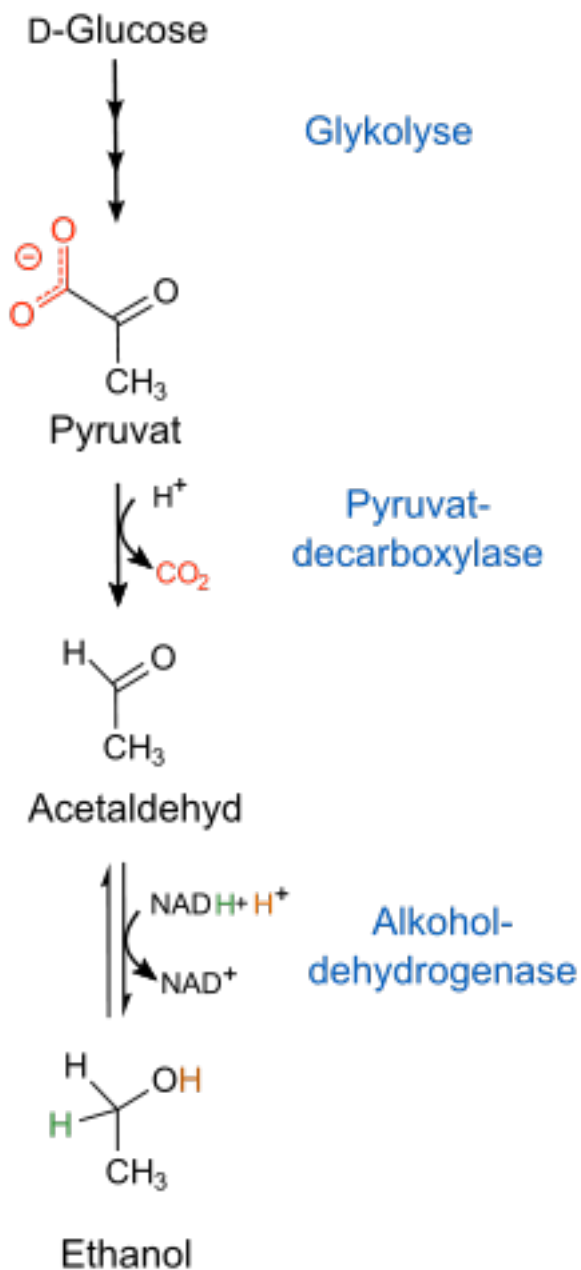
Deux grandes voies d'utilisation sont ouvertes :

- L'[huile végétale brute](#) (HVB, ou HVP) peut être utilisée directement, dans les moteurs diesels, pure ou en mélange, mais, notamment à cause de sa viscosité relativement élevée, l'utilisation d'une fraction d'huile importante nécessite l'usage d'un moteur adapté.
- Le [biodiesel](#) (aussi appelé en France *diester*), obtenu par la transformation des [triglycérides](#) qui constituent les huiles végétales ; la [transestérification](#) de ces huiles, avec du [méthanol](#) ou de l'[éthanol](#), produit des Esters d'Huile Végétale, respectivement méthyliques (EMHV) et éthyliques (EEHV), dont les molécules plus petites peuvent alors être utilisées comme carburant (sans [soufre](#), non toxique et hautement biodégradable) dans les moteurs à allumage par compression.

Filière alcool [\[modifier\]](#)

De nombreuses espèces végétales sont cultivées pour leur sucre : c'est le cas par exemple de la [canne à sucre](#), de la [betterave](#) sucrière, du [maïs](#), du [blé](#) ou encore dernièrement de l'[ulve](#).

- Le [bioéthanol](#) est obtenu par [fermentation](#) de [sucres](#) (sucres simples, amidon hydrolysé) par des [levures](#) du genre [Saccharomyces](#). L'éthanol peut remplacer partiellement ou totalement l'[essence](#). Une petite proportion d'éthanol peut aussi être ajoutée dans du [gazole](#), donnant alors du [gazole oxygéné](#), mais cette pratique est peu fréquente.
- L'[éthyl-tertio-butyl-éther](#) (ETBE) est un dérivé (un éther) de l'éthanol. Il est obtenu par réaction entre l'éthanol et l'[isobutène](#) et est utilisé comme additif à hauteur de 15 % à l'essence en remplacement du plomb. L'isobutène est obtenu lors du raffinage du pétrole.
- Le [biobutanol](#) (ou alcool butylique) est obtenu grâce à la bactérie [Clostridium acetobutylicum](#)²⁶ qui possède un équipement enzymatique lui permettant de transformer les sucres en butanol-1 ([fermentation acétonobutylique](#))^{27,28,29,30,31}. Du [dihydrogène](#), et d'autres molécules sont également produites : [acide acétique](#), [acide propionique](#), [acétone](#), [isopropanol](#) et [éthanol](#)³². Les entreprises [BP](#) et [DuPont](#) commercialisent actuellement le biobutanol ; il présente de nombreux avantages par



rapport à l'éthanol et est de plus en plus souvent évoqué comme biocarburant de substitution à l'heure du pétrole cher. Les unités de production du bioéthanol peuvent être adaptées pour produire le biobutanol³³.

■ Le **méthanol** (ou « alcool de bois »), obtenu à partir du méthane³⁴ est aussi utilisable, en remplacement partiel (sous certaines conditions) de l'**essence**, comme additif dans le gasoil, ou, à terme, pour certains types de **piles à combustible**. Le méthanol est cependant très toxique pour l'homme.



La fermentation éthanolique en allemand.

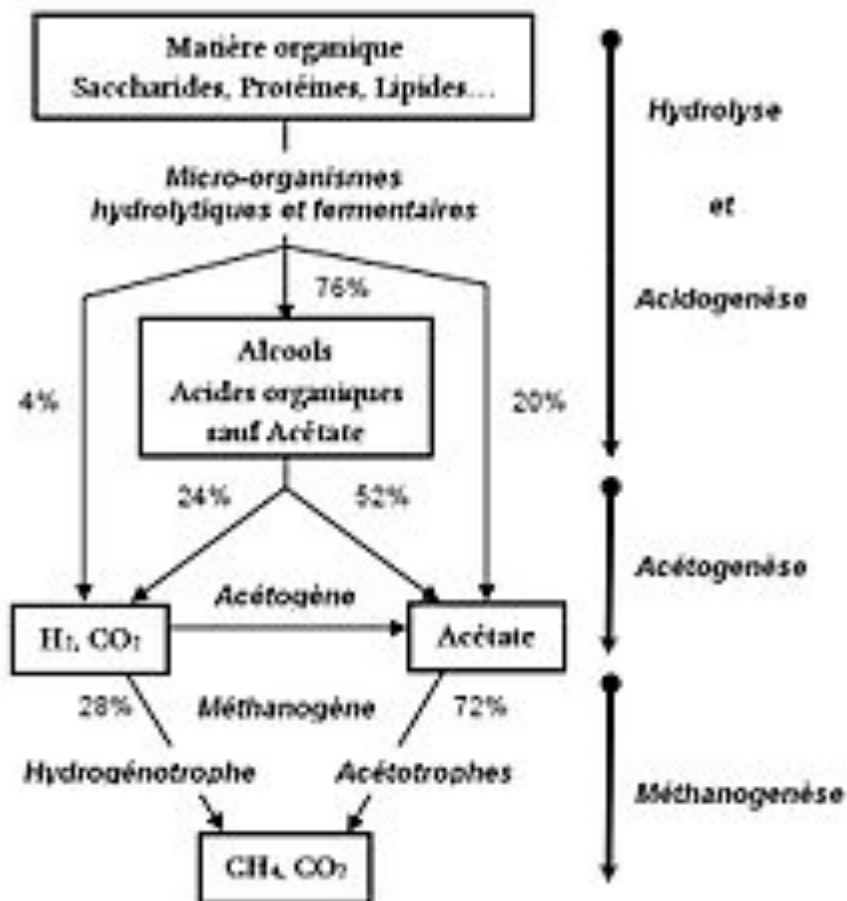
Autres filières [\[modifier\]](#)

Filière gaz [\[modifier\]](#)



La fermentation méthanique ou **méthanisation**

- Le **biométhane** est le principal constituant du **biogaz** issu de la fermentation méthanique (ou **méthanisation**) de matières organiques animales ou végétales riches en sucres (amidon, cellulose, plus difficilement les résidus ligneux) par des **micro-organismes méthanogènes** qui vivent dans des milieux **anaérobies**. Les principales sources sont les **boues des stations d'épuration**, les lisiers d'élevages, les effluents des industries agroalimentaires³⁵ et les déchets ménagers. Les gaz issus de la fermentation sont composés de 65 % de méthane, 34 % de CO₂ et 1 % d'autres gaz dont le sulfure d'hydrogène et le diazote. Le **méthane** est un gaz pouvant se substituer



au [gaz naturel](#) (ce dernier est composé de plus de 95 % de méthane). Il peut être utilisé soit dans des moteurs à allumage commandé (technologie moteurs à essence) soit dans des moteurs dits dual-fuel. Il s'agit de moteurs diesel alimentés en majorité par du méthane ou biogaz et pour lesquels la combustion est assurée par un léger apport de [biodiesel/huile](#) ou [gazole](#). Lorsqu'il est produit à petite ou moyenne échelle, le méthane est difficile à stocker. Il doit être donc être exploité sur place, en alimentation d'un [groupe électrogène](#) par exemple.

Une autre possibilité qui est développée en Europe et aux États-Unis est son épuration aux normes du gaz naturel, pour qu'il puisse être injecté dans les réseaux de [gaz naturel](#) et ainsi s'y substituer en petite partie pour les

utilisations traditionnelles qui en sont faites. Le rendement énergétique de cette filière biocarburant est actuellement bien meilleure que les autres et techniquement plus simple, mais elle est très peu médiatisée en France.

- Un **gaz naturel de synthèse** issu du bois : fin juin 2009, a été inaugurée une centrale de production d'un gaz naturel de synthèse (GNS) [obtenu à partir de copeaux de bois](#) par un procédé appelé [méthanation](#). Ce gaz bio, très prometteur, est de meilleure qualité que le gaz naturel fossile (il est constitué à 98 % de [méthane](#)).
- le [dihydrogène](#) (bio-hydrogène) : le reformage du bio-méthane permet de produire du dihydrogène. Ce dernier peut également être produit par voie bactérienne ou microalgale^{36,37,38,39}.

Filière charbon de bois (biocarburant solide)^[modifier]

Le [charbon de bois](#) est obtenu par [pyrolyse](#) du bois, de la paille ou d'autres matières organiques. Un ingénieur indien a développé un procédé permettant de [pyrolyser](#) les feuilles de cannes à sucre, feuilles qui ne sont presque jamais valorisées actuellement.

Autres^[modifier]

- La filière BTL (ou *Biomass to liquid*) permet d'obtenir des carburants grâce au [procédé Fischer-Tropsch](#)⁴⁰.
- Le [gazogène](#) : inventé par [Georges Imbert](#) (1884-1950), le gazogène est un système qui peut remplacer l'essence dans les [moteurs à combustion interne](#) par des carburants solides gazéifiés, dont le bois.

Filières de deuxième génération [\[modifier\]](#)



D'intenses recherches sont en cours afin de transformer la lignine et la cellulose des végétaux (paille, bois, déchets divers) en alcool ou en gaz (filiale lignocellulosique-biocombustible), au risque de priver les [sols](#) d'une source de [matières organiques](#) utile à leur régénération.



De nouvelles filières purement énergétiques, aux meilleurs rendements [\[réf. nécessaire\]](#) et plus intéressantes sur le plan environnemental [\[réf. nécessaire\]](#) émergent progressivement ; on parle alors d'[éthanol cellulosique](#).

- La transformation de la [lignine](#) et de la [cellulose](#) (du bois, de la paille) en alcool ou en gaz (filiale lignocellulosique-biocombustible^{41,42}) fait l'objet d'intenses recherches dans le monde entier. Les technologies de la transformation de la cellulose (la macromolécule la plus commune sur terre) sont complexes, allant de la dégradation enzymatique à la gazéification. Des entreprises canadiennes (comme Iogen⁴³), américaines (Broin Co.) et deux universités suédoises (Usine pilote d'Örnsköldsvik⁴⁴) passent actuellement à la phase de production industrielle d'[éthanol cellulosique](#). Un problème est que l'utilisation des pailles prive encore les [sols](#) agricoles de la [matière organique](#) dont ils manquent déjà.
- La transformation de la [cellulose](#) des déchets végétaux en [biodiesel](#) par des [bactéries](#) ⁴⁵ est également une voie de recherche.
- En France, le PROJET FUTUROL a été lancé en 2008, avec pour ambition de constituer une véritable filière éthanol deuxième génération. Les axes majeurs de ce projet servent de fils conducteurs à la R&D s'appuyant sur une installation pilote puis sur un prototype : une filière et un procédé « durables » permettant d'obtenir les meilleurs bilans énergétiques et GES possibles, sur l'ensemble du processus, du champ à la roue ; un pilote flexible (multi matières premières) ; un procédé économiquement pertinent (innovations et optimisations de procédés)⁴⁶.
- Selon le directeur du Programme des Nations unies pour l'Environnement, les [termites](#) possèdent des bactéries capables de transformer « de manière efficace et économique les déchets de bois en sucres pour la production d'éthanol »⁴⁷. Les enzymes trouvées dans le tube digestif des termites et produites par ces bactéries symbiotiques sont en effet capables de convertir le bois en sucre en 24 heures⁴⁸. Le potentiel de la filière cellulosique est énorme et les technologies évoluent rapidement.
- La fermentation des sucres (provenant directement de plantes comme la canne à sucre, de la betterave sucrière, de l'hydrolyse de l'amidon du blé, du maïs, ou encore de l'hydrolyse de la cellulose présente dans le bois ainsi que les tiges et les feuilles de tous types de végétaux) en éthanol génère de grandes quantités de CO₂ (à concentration élevée) qui peuvent nourrir les microalgues. La production de 50 litres d'éthanol par fermentation alcoolique s'accompagne de la production de 15 litres de CO₂. En ce qui concerne la filière huile, les tourteaux obtenus après extraction de l'huile végétale (*Jatropha curcas*, karanj, saijan, tournesol, colza etc.) peuvent servir à



Le tube digestif des [termites](#) abrite des bactéries capables de transformer efficacement et économiquement certains déchets de bois en sucres pour la production d'éthanol.

produire du biogaz (méthane). Le méthane peut alimenter une centrale thermique (production d'électricité) et le CO₂ libéré peut aussi nourrir les microalgues. Le bilan carbone global et le caractère *durable* de la filière dépendent donc de la source de CO₂ utilisée. Le couplage filière éthanol cellulosique

- filière microalgue est une voie d'avenir dans la perspective d'un développement durable. À noter que la croissance des microalgues est bien entendu possible dans les conditions atmosphériques actuelles (concentration en CO₂ de 380ppm), mais les rendements sont alors beaucoup plus faibles.

- [Ulva lactuca](#), la laitue de mer ou [ulve](#) est en ce moment à l'essai au Danemark. À l'Université d'[Aarhus](#), Michael Bo Rasmussen est déjà passé aux tests. L'idée d'utiliser la côte paraît intéressante dans ce pays⁴⁹.



Fruits de [Jatropha curcas](#)



■ [Jatropha curcas](#). Il existe des plantes qui poussent en zone aride. C'est le cas par exemple de *Jatropha curcas*, qui produit en moyenne 400 à 500 litres d'huile par hectare et par an⁵⁰. Sa culture (réalisée de manière éco-responsable) permet idéalement de lutter contre la désertification. À l'occasion du [Biofuel Summit 2007](#)⁵¹ qui s'est tenu à Madrid, Winfried Rijssenbeek (de l'entreprise RR Energy qui a investi dans les biocarburants)⁵² a fait

la promotion des qualités de cette euphorbiacée : « Cette plante, qui produit des graines oléagineuses, est une alternative intéressante aux palmiers à huile et au soja pour le sud. En premier lieu parce qu'elle n'est pas comestible et donc n'entre pas en concurrence avec le secteur alimentaire. Autre avantage, *Jatropha curcas* peut être cultivée sur des sols difficiles, impropres aux autres cultures et permet de lutter contre la désertification »⁵³. Mais ces plantes sont des êtres vivants comme les autres et ne font pas de miracles : sans apports d'eau réguliers, les rendements sont extrêmement faibles, non rentables. Cette conclusion logique a été confirmée, par exemple, par des expériences, il y a plusieurs années, en zone aride, avec la variété mexicaine de *Jatropha curcas*, par des ingénieurs agronomes mexicains[[réf. nécessaire](#)]. Or l'eau est une ressource précieuse en zone aride...

- [Pongamia pinnata](#) (ou Karanj) est un arbre à croissance rapide, fixateur d'azote, très résistant à la sécheresse, qui pousse en plein soleil, sur des sols difficiles, même sur des sols salés, et producteur d'huile. L'Inde, qui souhaite mélanger 20 % de biocarburants dans les carburants traditionnels en 2017⁵⁴, encourage actuellement fortement la plantation de cet arbre (ainsi que de l'arbuste *Jatropha curcas*) dans les zones impropres aux cultures traditionnelles, ceci dans l'optique de produire de l'huile végétale. Les rendements moyens sont, d'après certains auteurs et dans les meilleurs

conditions, de 5 tonnes de graines/ha/an (1,7 tonne d'huile et 5,3 tonnes de cakes) la dixième année.

- D'autres espèces oléifères cultivables en zone aride offrent également des perspectives intéressantes : [Madhuca longifolia](#) (Mahua) - [Moringa oleifera](#) (Saijan) - [Cleome viscosa](#) etc.

La [polyculture](#) (association de plusieurs espèces) est de loin préférable d'un point de vue environnemental aux monocultures. On peut ainsi envisager de planter des forêts où se mélangent Mahua, Saijan, Karanj ainsi que d'autres essences utiles aux populations locales.

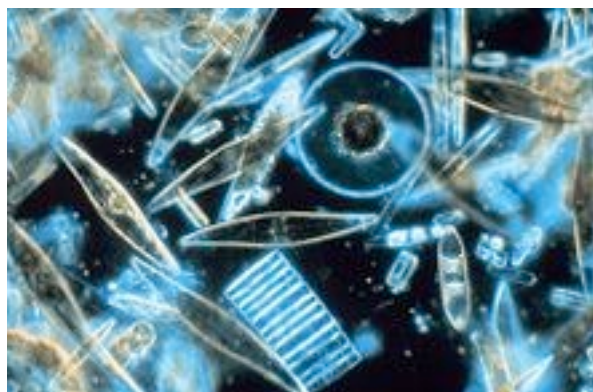
Le bilan énergétique, ainsi que le bilan carbone, est en général meilleur quand on adapte le moteur à l'huile végétale pure ([moteur Elsbett](#), par exemple) plutôt que d'adapter l'huile végétale (transformation chimique en [biodiesel](#), processus lourd) à des moteurs conçus pour fonctionner avec des dérivés du pétrole.

Une équipe de l'[université du Wisconsin](#) dirigée par James Dumesic a exposé en juin 2007 dans la revue [Nature](#) un nouveau procédé de transformation de l'[amidon](#) afin de produire un nouveau carburant liquide, le [diméthylfurane](#)⁵⁵. Ses propriétés semblent plus avantageuses que celles de l'éthanol.

Application dans l'aviation^[modifier]

Des biocarburants dits de deuxième génération sont développés pour se substituer, au moins partiellement, au kérosène. Un premier vol d'essais a eu lieu le [30 décembre 2008](#) sur un [Boeing 747-400](#) d'[Air New Zealand](#) dont un des réacteurs RB 211 a été alimenté avec 50 % de Jet-A1 et 50 % de carburant à base de [Jatropha curcas](#). Il a été suivi d'un autre le [7 janvier 2009](#) sur un [Boeing 737-800](#) de [Continental Airlines](#) dont un des moteurs CFM56-7B a été alimenté par un mélange de moitié de kérosène traditionnel et pour moitié d'huiles de jatropha et d'algues. À chaque fois, les mélanges se sont comportés sans altérer le fonctionnement des moteurs, sinon une légère baisse de consommation de 1 à 2 %. Un troisième essai est prévu le [30 janvier 2009](#) avec un Boeing 747-300 de [Japan Airlines](#) équipé de moteurs Pratt & Whitney JT9D, dont un alimenté avec un mélange de 50 % de kérosène et 50 % de cameline (« lin bâtard »), de jatropha et d'algues. L'objectif est d'obtenir la certification de ces mélanges en 2010 et de biocarburants purs en 2013. Le carburant à base de jatropha présente un point d'éclair à 46°, contre 38° pour le Jet-A1, avec une énergie de 44,3 MJ/kg (contre 42,8 MJ/kg pour le Jet-A1), son principal avantage étant d'émettre 75 % de gaz carbonique de moins que le kérosène sur l'ensemble de son cycle de vie (incluant le [CO₂](#) absorbé par les plantes dans leur croissance), pour un prix de revient de 80 \$ le baril⁵⁶.

Filière de troisième génération^[modifier]



Il existe environ 100 000 espèces de [diatomées](#) (microalgues) connues dans le monde — plus de 400 nouveaux taxons sont décrits chaque année. Certaines espèces sont particulièrement riches en huile.

Les biocarburants à partir d'algues, [algotcarburant](#), sont dits de « *troisième génération* »⁵⁷.

C'est probablement à partir des cultures de [microalgues](#)^{58,59,60,61,62} (dont [cyanophycées](#)), d'un

point de vue théorique 30 à 100 fois plus efficaces que les oléagineux terrestres d'après certains auteurs (10 à 20 fois plus qu'avec le colza ou le tournesol selon le [CEA](#) qui à [Cadarache](#) (« *Héliobiotec*⁶³ » et sa 'banque' de microalgues et de cyanobactéries) cherche depuis le début des années 2000 à sélectionner les organismes les plus prometteurs⁶⁴), que des biocarburants pourront être produits avec les meilleurs rendements, rendant ainsi envisageable une production de masse (par exemple pour l'aviation), sans déforestation massive ni concurrence avec les cultures alimentaires. Pour obtenir un rendement optimal en huile, la croissance des microalgues doit s'effectuer avec une concentration en CO₂ d'environ 13 %. Ceci est possible à un coût très faible grâce à un couplage avec une source de CO₂, par exemple une centrale thermique au charbon, au gaz naturel, au biogaz, ou une unité de fermentation alcoolique, ou encore une cimenterie. La culture de microalgues dans des bassins ouverts est aussi expérimentée dans des fermes d'algues au Nouveau-Mexique et dans le désert du Néguev⁶⁵.

Cependant, d'importants défis subsistent :

- À 10 euros le litre (soit 2 060 dollars le baril), taxes non comprises, selon l'équipe Shamash⁶⁶ et selon Seed Science Ltd⁶⁷, l'huile de microalgue est très loin d'être compétitive sur le marché.
- La combustion du carburant micro-algal dans un moteur thermique, comme avec n'importe quel carburant, s'accompagne de pertes très importantes (80 % de pertes en cycle d'usage ordinaire).
- La culture de micro-algues nécessite de très importants apports en engrais et en substances chimiques afin d'inhiber la croissance des bactéries et autres micro-organismes qui ont tendance à envahir les bioréacteurs ou les bassins.
- Certaines équipes qui travaillent sur le sujet utilisent des OGM. Que se passera-t-il si ces organismes sont libérés dans l'environnement ?
- Aucune étude d'impact environnemental de ces cultures n'a été réalisée à ce jour.
- Le rendement de conversion de l'énergie solaire en biomasse par les microalgues est meilleur qu'avec les cultures terrestres mais reste très faible, de l'ordre de 1,5 %, soit 10 fois moins que le rendement de conversion de l'énergie solaire en électricité via le solaire photovoltaïque ou le solaire thermodynamique (15 %). Comme souligné dans le rapport « Agrocarburants et Environnement » publié fin 2008 par le ministère de l'Écologie, « les agrocarburants se situent dans la zone des rendements les plus faibles. Ils sont de fait limités par le rendement de la photosynthèse, qui est très faible (<1 %). La troisième génération, utilisant des algues, restera largement moins efficace que les solutions « électriques » quelles qu'elles soient, notamment l'utilisation de l'énergie solaire » ⁶⁸.

Bilan et analyses [\[modifier\]](#)

Chiffres clefs [\[modifier\]](#)

Chiffres clés 2005^{69,70} :

- Production mondiale d'EMHV (biodiesel, « Diester ») en 2005 ~ 4 millions de tonnes (Allemagne : 45 % de la production mondiale - France : 15 % - Italie : 11 % - USA : 7 %)

- Production mondiale de bioéthanol en 2005 : 36 millions de tonnes dont 75% utilisés pour la carburation (37 % de la production mondiale : Amérique du Sud - 36 % : Amérique du Nord et Amérique centrale - Asie : 15 % - Europe : 10 %)
- Consommation mondiale de pétrole dans les transports en 2005 : 2 milliards de tonnes (60 % de la consommation totale).

« En 2005, la production européenne d'éthanol « carburant » a été de 750 000 tonnes pour 950 000 tonnes consommées : 200 000 t ont donc été importées. Premier producteur jusqu'en 2001, la France est désormais devancée par l'Espagne, la Suède et l'Allemagne. En ce qui concerne la filière EMHV, la production a augmenté de manière très importante sur les 5 dernières années (taux de croissance moyen annuel : 35 %). La France a produit 492 000 tonnes en 2005, dont une partie a été exportée vers l'Allemagne. L'Allemagne est désormais le principal producteur et consommateur européen d'EMHV : 1,7 Mt ont été produits en 2005 à comparer avec les 450 000 tonnes produits en 2002, soit une multiplication par presque 4. » - Source : IFP⁷¹

Les deux plus grands producteurs de bioéthanol sont les [États-Unis](#) et le [Brésil](#), avec 16 et 15,5 milliards de litres produits en 2005. L'Union européenne produit 0,9 milliard de litres (le principal producteur est l'[Espagne](#))⁷².

Chiffres clés pour l'année 2008 :

- En 2008, les biocarburants mélangés aux produits pétroliers classiques ont représenté 5,71 % de l'ensemble des carburants vendus en France. Ceci correspond pratiquement à l'objectif français visé pour 2008, soit 5,75 % d'incorporation. Source : Les Echos⁷³.
- En Europe, les agrocarburants consommés ont représenté l'équivalent de 10 millions de tonnes équivalent pétrole (Mtep). Biodiesel et bioéthanol ont ainsi représenté 3,3 % du contenu énergétique des carburants consommés en Europe pour les transports routiers. Source : actu-environnement.com⁷⁴ et rapport EurObserv'ER 2008⁷⁵.

Articles détaillés : [Biocarburants au Brésil](#), [Biocarburants aux États-Unis](#) et [Biocarburants dans l'Union européenne](#).

Bilan économique et intérêt géostratégique des biocarburants^[modifier]

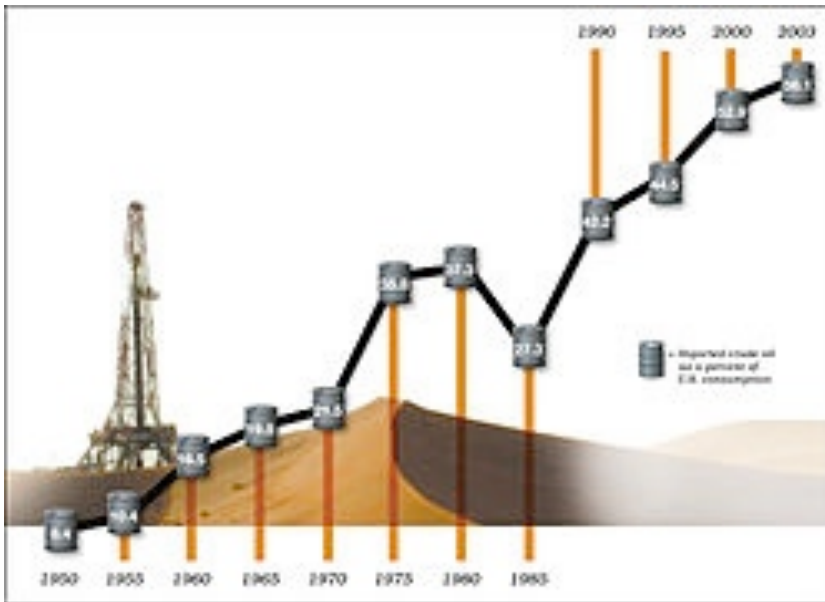
Les biocarburants représentent

- une source supplémentaire de carburant, favorable à l'indépendance énergétique et, éventuellement, substitut au pétrole qui se raréfie
- un débouché agricole et une activité agro-industrielle nouvelle, séduisante en période de crise économique

Les différentes filières d'agrocarburants peuvent stimuler l'activité agricole. Les récentes périodes de relative surproduction de produits agricoles et de baisse des prix ont conduit les milieux agricoles à promouvoir et demander des mesures gouvernementales en faveur de cette production. Cette stimulation dépend des conditions sur le marché des produits agricoles : en sens inverse, la fin de la période de prix anormalement bas a été un signal très négatif pour les agrocarburants

Coût pour le consommateur^[modifier]

Selon un rapport de la [Cour des comptes](#) présenté le 24 janvier 2012, la politique d'aide aux agrocarburants serait supportée essentiellement par les consommateurs. Entre 2005 et



Évolution de la part importée dans la consommation totale de pétrole aux USA.

2010, ceux-ci auraient « déboursé 3 milliards d'euros de plus » pour inclure dans leur consommation environ 2,5 % de carburant d'origine végétale⁷⁶.

Possibilité de remplacement des énergies fossiles [\[modifier\]](#)

Article détaillé : [dépendance au pétrole](#).

En théorie, les biocarburants sont techniquement capables de produire la totalité de l'énergie consommée par l'humanité ! Un calcul rapide le montre : la consommation mondiale d'énergie aujourd'hui est de l'ordre de 400 exajoules, soit 10^{14} kWh (source : Agence Internationale de l'Energie pour 2007). La productivité la plus élevée pour un biocarburant de première génération est celle du palmier à huile, qui atteint 5.000 L/ha/an, avec une densité d'énergie de 10 kWh/L. Il faudrait donc 20 millions de kilomètres carrés de palmier à huile pour assurer notre autonomie énergétique. C'est beaucoup (deux fois et demie le Brésil), mais en aucun cas impossible. D'autant plus que dans le futur des progrès très importants sont attendus de la recherche : conversion en carburant de la totalité de la plante (deuxième génération) ; production en réacteurs pour ne pas consommer de terres agricoles (troisième génération) ; augmentation du rendement de la photosynthèse par enrichissement de l'air en dioxyde de carbone... En fait la limite est le rendement de conversion de l'énergie solaire en biomasse par la photosynthèse, qui est de l'ordre de 2 % sans enrichissement de l'air en dioxyde de carbone. Si on récupérait la totalité de cette énergie, il suffirait de moins d'un million de kilomètres carrés pour assurer l'autonomie énergétique de la planète, soit seulement deux fois la France.

Une grande partie de la production pétrolière a lieu dans des pays dont il serait imprudent de dépendre excessivement : [Irak](#), [Nigeria](#), [Iran](#),... et les trois principales crises pétrolières sont le fruit d'une crise politique. En outre, on sait que le pétrole s'épuise. Les biocarburants permettent aux pays qui les produisent de devenir moins dépendants sur le plan énergétique^{77,78}. À l'échelle locale, la production et l'autoconsommation d'agrocultures ([huile végétale carburant](#) par exemple) permettent une autonomie énergétique des agriculteurs.

En 2003, le biologiste Jeffrey Dukes⁷⁹ a calculé que les énergies fossiles brûlées en un an (1997) provenaient d'une masse de matière organique préhistorique qui représentait plus de 400 fois l'énergie qui à l'inverse se fixe et s'accumule naturellement dans le même temps sur la planète^{80,81}. L'interprétation de ce résultat est que la nature non gérée (forêt primaire) accumule le carbone avec une extrême lenteur, alors que la culture de plantes énergétiques fournit de grandes quantités de carbone renouvelable évitant de rejeter du carbone fossile. Dans le même article, Dukes estime que le remplacement des carburants fossiles par une combustion de végétaux actuels correspondrait au moins à 22 % de la production végétale terrestre (y compris des végétaux marins), augmentant ainsi de 50 % l'appropriation de cette ressource par l'homme.

Dans le cas de la France, par exemple, [Jean-Marc Jancovici](#) calcule que, compte tenu des consommations intermédiaires par l'activité agricole et pour les productions actuellement maîtrisées (colza, betterave, etc.), la production des 50 Mtep actuellement utilisés pour les transports sous forme de biocarburants nécessiterait une surface agricole supérieure à la surface totale du pays⁸² (sachant que la [surface agricole utile](#) en représente environ la moitié, et décroît). Il en conclut que « les biocarburants sont donc un intéressant problème de politique agricole, mais un élément négligeable d'une politique énergétique »⁸³.

Ces analyses présentent évidemment des limites, et on peut espérer que les progrès des biocarburants, notamment le passage à la seconde et surtout la troisième génération, augmentent la production nette par unité de surface (variétés de végétaux moins exigeantes en consommations intermédiaires, plus productives, sur une période plus longue de l'année, etc. ; les algocarburants, notamment, ne nécessitent ni eau douce ni terre cultivable) ou que la valorisation des co-produits suffise à justifier la culture, mais en l'état actuel les agrocarburants ne peuvent être qu'un appoint.

Il ne faut pas en conclure que ces raisons s'opposent définitivement aux biocarburants ; un monde fonctionnant aux énergies renouvelables devrait consommer bien moins et de façon plus efficace, ce qui leur laisse une place. Des études prenant en compte d'autres cultures et d'autres modes de production agricoles ont conclu que la bioénergie pourrait assurer une part significative de nos besoins en déplacement. Les conditions nécessaires à ce scénario seraient des mesures importantes d'efficacité énergétique et un passage vers une agriculture locale peu consommatrice d'énergie⁸⁴.

Bilan environnemental^[modifier]

En Europe, depuis juillet 2011 à travers la Directive sur les Energies Renouvelables⁸⁵ transposée en droit français⁸⁶, les biocarburants pour être [certifiés durables](#) devront répondre à des « normes de durabilité^{2,3} » contrôlées, soit par les États membres, soit dans le cadre de mécanismes volontaires soumis à l'approbation de la Commission européenne, au nombre de 7 en octobre 2011⁸⁷ ; ISCC⁸⁸, Bonsucro EU⁸⁹, RTRS EU RED⁹⁰, RSB EU RED⁹¹, 2BSvs⁹², RSBA⁹³ et Greenergy^{94,2}.

Le bilan environnemental des biocarburants comporte généralement trois aspects principaux :

- le bilan d'économie réelles d'énergie fossile et de réduction des [gaz à effet de serre](#) (GES), ces deux questions, bien que distinctes, étant très liées ; En Europe, pour être dit durable, « les émissions de gaz à effet de serre sur l'ensemble de la chaîne de production doivent être inférieures d'au moins 35 % à celles de la chaîne de production des combustibles fossiles. Ce seuil sera relevé progressivement »² et les *régimes ou mécanismes* reconnus et leurs rapports d'évaluation seront publiés sur la plateforme Transparency ⁹⁵
- les impacts environnementaux des cultures (eau, sol, déforestation, destruction d'[habitats](#) dont tourbières et zones humides, végétaux non indigènes, biodiversité...)
- la pollution due aux moteurs lors du remplacement de carburant pétrolier par un biocarburant.

Économies énergétiques et émission de gaz à effet de serre^[modifier]

La combustion (et, dans une moindre mesure, la production) des carburants participe aux émissions massives de [gaz à effet de serre](#) (GES) et contribue au [réchauffement climatique](#)⁹⁶.

Au contraire, le carbone émis lors de la combustion de biocarburants (filière huile ou filière éthanol) a préalablement été fixé par les plantes (palme, colza, maïs, blé, bois, ...) lors de la [photosynthèse](#). Le bilan carbone semble donc a priori neutre et le recours à cette énergie permet d'éviter des émissions supplémentaires de gaz à effet de serre.

Mais la production de ces biocarburants requiert un travail humain, donc une consommation de carburant et éventuellement d'autres produits, dont l'usage produit aussi des GES. Pour mesurer le gain en termes d'émission de GES, il s'agit de faire le bilan énergétique de la production d'agrocultures.

Selon un sondage réalisé en 2007 par l'[UICN](#) et la [Banque mondiale](#) auprès d'experts et de décideurs du secteur climatique, les biocarburants de première génération sont au 18^e rang (avec 21 %) des technologies pouvant diminuer les émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, alors que les biocarburants de seconde génération sont au 7^e rang (avec 43 %) ⁹⁷.

Dans une étude⁹⁸ publiée dans Nature resources research, les chercheurs David Pimentel et Tad Patzek concluent « qu'il n'y a aucun bénéfice énergétique à utiliser la biomasse des plantes pour fabriquer du carburant », au terme d'un calcul tendant à montrer que l'énergie globale nécessaire à la production d'éthanol à partir de maïs, à la production du bois et à celle de biodiesel à partir de soja ou de tournesol est pour chacun de ces cas supérieure de 27 à 118 % à l'énergie produite. Il est donné pour cela des quantités d'énergie dépensées à la fabrication et lors du conditionnement, transport et épandage des pesticides et des [engrais](#), à la fabrication des outils agricoles, au drainage, à l'irrigation ainsi que l'énergie dépensée par les travailleurs eux-mêmes en dehors de leur travail. Cette étude a été néanmoins dénoncée comme fortement biaisée par les hypothèses prises et l'interprétation des résultats. Les postes de dépenses énergétiques sont par exemple non vérifiables ou s'appuient sur des techniques obsolètes⁹⁹. D'autre part, il faut tenir compte dans le calcul des émissions de CO₂ par les carburants fossiles du bilan énergétique de leur extraction, de leur transport et de leur raffinage.

En France, l'[Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie](#) (ADEME) et le [Réseau Action Climat](#) publient des études sur l'intérêt des agrocultures pour réduire les émissions de gaz à effet de serre.

L'ADEME a réalisé une synthèse des différentes études, en normalisant les résultats. La conclusion du rapport de synthèse de 2006 est :

« Alors que les résultats publiés sont radicalement différents et donnent lieu à des conclusions opposées, les résultats normalisés permettent de tirer une conclusion commune aux trois études : l'éthanol et le biodiesel permettent tous deux de réduire la dépendance aux énergies non renouvelables par rapport aux carburants fossiles. En ce qui concerne les GES, les indicateurs publiés soulignent les mêmes bénéfices des agrocultures par rapport aux carburants fossiles »¹⁰⁰.

La valorisation effective des coproduits (par la filière éthanol cellulosique ou par méthanisation par exemple) permettra d'améliorer considérablement ce bilan. Les conclusions d'un rapport du *Department for Transport* britannique vont dans le même sens¹⁰¹, tout en soulignant cependant l'impact environnemental non négligeable du développement des filières classiques en zone tropicale. Ces impacts peuvent, selon l'ONG Via Campesina, conduire à rendre les agrocultures pires que le pétrole qu'ils remplacent¹⁰².

Cependant, une étude récente de [P.J. Crutzen](#)¹⁰³ prétend que l'usage des agrocultures issus des cultures de colza et de maïs pourrait en fait augmenter l'effet de serre^{104,105}. Selon

ces auteurs, l'augmentation des émissions de [protoxyde d'azote](#), dus à l'usage d'engrais azotés pour la production d'agrocarburants à partir de ces cultures, pourrait avoir un effet plus défavorable sur l'effet de serre que la réduction de la production de CO₂ à cause de la persistance du protoxyde d'azote dans l'atmosphère¹⁰⁶. Selon Crutzen, les émissions de protoxyde d'azote auraient été sous-estimées jusqu'à présent. D'après les auteurs de cette étude, la production d'huile de palme ou d'éthanol cellulosique basé sur des plantes pérennes semblent ainsi plus adaptée à un objectif de réduction des gaz à effets de serre¹⁰⁷.

Selon le [Réseau Action Climat](#), dans une étude publiée en mai 2006¹⁰⁸, les résultats de la filière éthanol présentent une économie énergétique limitée, très relative pour l'[ETBE](#), voire négative pour l'éthanol de blé, et permettent quelques économies de GES. Toujours selon la même étude, la filière oléagineuse est plus intéressante, surtout en ce qui concerne l'huile pure. Le bilan énergétique ainsi que le bilan carbone seraient bien meilleurs quand on adapte le moteur à l'huile végétale pure ([moteur Elsbett](#), par exemple) plutôt que d'adapter l'huile végétale (transformation chimique en biodiesel, processus lourd) à des moteurs conçus pour fonctionner avec des dérivés du pétrole, à plus forte raison si l'on préfère des plantes pérennes implantées dans des zones où elles n'entrent pas en concurrence avec d'autres. Des plantes qui peuvent se développer en zone aride comme [Jatropha curcas](#), [Pongamia pinnata](#) ou [Madhuca longifolia](#) pourraient présenter de bien meilleurs résultats.

Économie énergétique et Indicateur d'émission de GES¹⁰⁹, dans l'hypothèse où les coproduits sont efficacement valorisés en alimentation animale.

IES= Indicateur effet de serre; EE=[Efficacité énergétique](#)

Essence classique ¹¹⁰	Éthanol de blé	Éthanol de maïs	Éthanol de betteraves	ETBE	Ester méthylique d'huile de colza (EMHV)	Huile brute de colza
<ul style="list-style-type: none"> ▪ EE = 0,87 ▪ IES= 85,9 g éq CO₂/MJ. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ EE = 1,35 ▪ IES environ 47 g eq CO₂/MJ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ EE = 0,98 ▪ IES environ 65 g éq CO₂/MJ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ EE = 1,25 ▪ IES environ 59 g éq CO₂/MJ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ EE = 0,93 ▪ IE S de 75,2 g éq C O₂/MJ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ EE = 2,23 ▪ IES environ 25,8 g éq CO₂/MJ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ EE =3,80 ▪ IES de 4 à 10,5 g éq CO₂/MJ contre 79,3 pour le gazole
IES comparé à l'essence ordinaire :	55 %	76 %	69 %	88 %	33 %	9 %

Économie énergétique et Indicateur d'émission de GES¹⁰⁹, sans la valorisation des coproduits

IES= Indicateur effet de serre; EE=[Efficacité énergétique](#)

	Éthanol de blé	Éthanol de betteraves	Ester méthylique d'huile de colza (EMHV)	Huile brute de colza
	<ul style="list-style-type: none"> ■ EE = 1,06 ■ IES 79,1 à 97,2 g éq CO₂/MJ 	<ul style="list-style-type: none"> ■ EE = 1,14 ■ IES 67,0 à 76,6 g éq CO₂/MJ 	<ul style="list-style-type: none"> ■ EE = 1,66 ■ 49,6 à 63,2 g éq CO₂/MJ 	<ul style="list-style-type: none"> ■ EE = 1,88 ■ IES 51,2 à 69,8 g éq CO₂/MJ contre 79,3 pour le gazole
IES comparé à l'essence ordinaire :	98 %	83 %	71 %	76 %

L'utilité des agrocarburants dépend ainsi de façon importante

- de la filière choisie (huile ou éthanol) et
- de la valorisation effective des coproduits, d'où l'importance de leur trouver des débouchés, notamment pour les tourteaux de colza et de tournesol¹¹¹.

En [France](#), d'après le [ministère de l'industrie](#)^{112,113}, deux principaux agrocarburants sont utilisés à l'heure actuelle : l'ETBE (éthyle tertio butyle éther, à partir de l'éthanol) pour les véhicules essence (90 % de la consommation d'agrocarburants en France) et l'EMHV (biodiesel ou Diester) pour les véhicules diesel. Côté éthanol, l'ETBE reçoit la préférence du ministère par rapport à l'E85, plus riche (85 %) en éthanol : *Au plan technique, l'ETBE est la meilleure façon d'incorporer de l'éthanol au carburant, grâce à son indice d'octane élevé autant qu'à sa faible volatilité. Cette conclusion technique fait l'objet d'un consensus dans les milieux professionnels.*¹¹² Ce qui amène le Réseau Action Climat à dire : « Le plan gouvernemental ambitieux et coûteux qui prévoit de remplacer 7 % des carburants pétroliers par des agrocarburants d'ici 2010 diminuerait les émissions de GES des transports routiers de moins de 7 % (alors que les transports routiers en France ont vu leurs émissions de GES augmenter de 23 % depuis 1990) »¹¹⁴.

Impacts sur la biodiversité, la ressource eau et les sols^[modifier]

La production d'agrocarburants demande les moyens de la production agricole intensive en termes d'engrais et de produits phytosanitaires. Dans une étude¹¹⁵ parue dans *Bioscience*, les chercheurs Marcelo Dias de Oliveira *et al.* (université d'État de Washington) concluent que la filière éthanol à partir de canne à sucre réduit la biodiversité et augmente l'érosion du sol.

La production d'éthanol au Brésil se base notamment sur l'exploitation de nouvelles terres défrichées pour cela.



Le développement exponentiel des cultures de palmier à huile en Malaisie et en Indonésie et la destruction corrélative des forêts constituent une grave menace pour l'[orang-outan](#), une espèce au bord de l'extinction.

Dukes estime que le remplacement des carburants fossiles par une combustion de végétaux actuels correspondrait au moins à 22 % de la production végétale terrestre (y compris des végétaux marins), augmentant ainsi de 50 % l'appropriation de cette ressource par l'homme, et pourrait compromettre la survie des autres espèces qui en dépendent¹¹⁶.

Tyler Volk, professeur du *Earth Systems Group* du département de biologie de l'université de New York, estime que « *la production massive d'éthanol pourrait augmenter la pression sur les terres cultivables, faire monter les prix de la nourriture et accélérer la déforestation* »¹¹⁷.

Le caractère durable de la production des agrocarburants peut être mis à mal si elle est réalisée de manière non durable : épuisement des sols, pollution des eaux et destruction de milieux naturels pour cette production¹¹⁸. Selon les estimations de *Les amis de la Terre*, la plantation de palmiers à huile a été responsable de 87 % de la [déforestation](#) en [Malaisie](#) entre 1985 et 2000. 4 millions d'hectares de forêts ont ainsi été détruits à Sumatra et Bornéo. 6 millions d'hectares en Malaisie et 16,5 millions en Indonésie sont voués à disparaître. Selon certains écologistes, la menace est sérieuse¹¹⁹.

D'après le Global Canopy Programme¹²⁰, regroupant les leaders scientifiques sur le sujet des forêts tropicales, la déforestation est l'un des principaux responsables des émissions de gaz à effet de serre. Avec 25 % des émissions totales, elle n'est devancée que par l'énergie, mais se place bien au-dessus des transports (14 %).

Plusieurs articles récents^{121,122,123} dénoncent dans les agrocarburants un mirage qui nous ferait perdre de vue l'essentiel : stopper la déforestation et diminuer la consommation de carburant. Le danger est que la production d'agrocarburants accompagne une consommation croissante de carburant, se bornant à en faciliter l'approvisionnement.

Biocarburants et qualité de l'air[\[modifier\]](#)

La combustion du [bioéthanol](#) produit davantage d'[aldéhydes](#) que l'[essence](#), mais ceux du bioéthanol sont moins toxiques ([acétaldéhydes](#) contre [formaldéhydes](#) pour l'essence). Selon Mark Jacobson¹²⁴ de l'université Stanford, la combustion de l'éthanol entraîne la formation d'oxydes d'azote et de composés organiques volatils (COV) qui réagissent pour former de l'[ozone](#), principal responsable de la formation du [smog](#). « Une hausse même modeste de l'ozone dans l'atmosphère peut être à l'origine d'une augmentation des cas d'[asthme](#), d'un affaiblissement du système immunitaire. Selon l'[Organisation mondiale de la santé](#), plus de 800 000 personnes meurent annuellement dans le monde à cause de l'ozone et de la [pollution atmosphérique](#). »¹²⁵ - « Au final, l'incidence des [cancers](#) liés à l'E85 serait similaire à ceux liés à l'essence. Par ailleurs, dans certaines régions du pays, l'utilisation du E85 aurait pour conséquence d'augmenter la concentration en ozone, un parfait ingrédient du [brouillard](#) ».

Bilan socio-économique [\[modifier\]](#)

À l'exception des [algocarburants](#), la production d'agrocarburants augmente la demande de produits agricoles, avec deux effets principaux :

- déplacement éventuel de la production, de l'alimentation vers l'industrie, dont certains estiment (voir infra) que cela pourrait provoquer une hausse des prix alimentaires, voire une pénurie alimentaire, avec des conséquences sociales ;
- augmentation de la demande de terres cultivées : hausse des prix, mise en culture de désert (pour les espèces oléagineuses envisagées dans ces zones), déforestation, ...

Concurrence avec la production alimentaire [\[modifier\]](#)

Certains comme [Jean Ziegler](#), ancien rapporteur de l'ONU pour le droit à l'alimentation, considèrent que toute production agricole *doit*, par principe, être alimentaire, pour maintenir des prix les plus bas possible, au risque sinon de graves conséquences sociales¹²⁶. En proposant à l'ONU un moratoire de cinq ans sur la production des biocarburants, il avait affirmé que « consacrer des terres agricoles fertiles à la production de denrées alimentaires qui seront ensuite brûlées pour fabriquer du biocarburant constitue un crime contre l'humanité ».

Utilisation de terre arable [\[modifier\]](#)

En plus de la [réduction actuelle des terres arables](#) disponibles, la perspective de voir de nouvelles terres victimes de déforestation (avec les risques d'érosion mentionnés ci-dessus) ou des terres actuelles soustraites à la production alimentaire pour la production d'agrocarburants suscite des oppositions.

C'était pourtant un des buts de la production de biocarburants : trouver un débouché pour une production qui ne trouvait pas place sur un marché agricole déprimé, en termes de prix. Mais « l'image des montagnes de beurre, de viande et de céréales stockées sans espoir de trouver acheteur » appartient au passé. et la [Commission européenne](#) a décidé la suppression des quotas et des jachères de la [politique agricole commune](#)^[réf. souhaitée].

En général, le développement de l'activité agricole, au détriment des espaces naturels, pose des problèmes environnementaux. Par exemple en Indonésie, pour le développement de la production de l'[huile de palme](#) pour l'industrie agro-alimentaire et la chimie organique, [les forêts millénaires \(tourbières\) sont brûlées \(brulant parfois pendant des mois\) pour être transformée en terres agricoles](#) (les sols de l'Indonésie concentrent 60 % de la tourbe mondiale). En tenant compte de ces rejets, l'Indonésie serait devenue le troisième émetteur de carbone après les États-unis et la Chine¹²⁷.

La demande en agrocarburants participerait à la colonisation humaine massive de l'ensemble des espaces de l'espace. Pour autant, les biocarburants ne sont pas le principal moteur de cette évolution et leur abandon ne suffirait pas à la prévenir.

Hausse des prix agricoles [\[modifier\]](#)

Article connexe : [Crise alimentaire mondiale de 2007-2008](#).

Après une longue période de baisse, le prix des aliments a fortement augmenté, et les biocarburants ont été accusés d'en être la cause.

Par exemple, le prix de la tortilla, aliment de base en Amérique latine, a flambé au [Mexique](#) : le gouvernement mexicain en avait fait porter le blâme sur les exportations du [maïs](#) vers les USA où il est utilisé pour produire de l'[éthanol](#)^{128, 129, 130,131,132}, même si la hausse des prix de la tortilla mexicaine reste principalement imputable au contexte économique et politique (position monopolistique du principal producteur de tortillas au Mexique et libération des prix, préalablement fixés par l'État)¹³³.

Les biocarburants ont pu jouer un rôle ; c'était d'ailleurs un des buts de cette politique que de d'offrir un débouché agricole à des productions et, ainsi, maintenir les prix. Néanmoins l'enchaînement des causes est plus compliqué et fait jouer bien d'autres facteurs.

Par exemple, selon un rapport¹³⁴ de la [Banque mondiale](#) sur l'évolution des prix alimentaires entre 2002 et 2008, près de 75 % de leurs hausses serait imputable aux mouvements financiers spéculatifs utilisant les politiques de soutien aux agrocarburants dans l'Union Européenne et aux États-Unis. Ces opérations financières ont effrayé bon nombre de pays en développement qui ont alors interdit les exportations de produits alimentaires, entraînant par la suite une escalade des prix. Le reste de la hausse est principalement imputable à la hausse des prix du pétrole[\[réf. nécessaire\]](#).

Se fondant sur le fait que le programme de développement des agrocarburants au Brésil n'a pas entraîné de hausse des prix, ce rapport recommande la suppression des politiques d'aides aux agrocarburants ainsi que celle des barrières douanières empêchant l'importation d'agrocarburants d'Afrique et d'Amérique du Sud comme moyen de conjuguer culture des agrocarburants et stabilité des prix agricoles mondiaux.

Stephan Tangermann, directeur de l'agriculture à l'[OCDE](#) tempère cette analyse car il estime qu'il est « très difficile de mesurer le pourcentage de tous les facteurs sur la hausse des prix » cependant il précise que « Ce qui est sûr, c'est que 60 % de la hausse [*Nota* : on parle ici de quantité, et non de prix] de la demande mondiale en céréales et huiles végétales entre 2005 et 2007 [période sur laquelle les prix ont explosé, nldr] était due aux biocarburants »¹³⁵.

Cette hausse peut se répercuter sur le prix d'autres produits agricoles. Les experts de la [Deutsche Bank](#) estiment que cela sera le cas pour la viande bovine (le bétail est nourri au maïs). En Allemagne, où 16 % des surfaces de cultures sont actuellement destinées à la production d'agrocarburants, le prix du malt a doublé en 2006, entraînant une hausse du prix de la bière^{136,137}.

Conséquences de la hausse des prix agricoles[\[modifier\]](#)

Le prix des aliments est un paramètre spécialement important dans les pays pauvres, et leurs dirigeants veulent que ces prix restent les plus bas possibles. « Les ministres de l'Économie et des Finances des pays africains, réunis à Addis-Abeba les 28, 29 et 30 mars, n'ont pu que constater que « l'augmentation des prix mondiaux des produits alimentaires présente une menace significative pour la croissance, la paix et la sécurité en Afrique », précise ainsi [Courrier international](#).

Une des conséquences de la hausse des prix mondiaux de l'alimentaire est prévisible : une instabilité sociale et politique croissante dans les pays aux populations pauvres (l'alimentaire formant déjà et de loin le premier poste du budget de ces ménages). Des émeutes de la faim ont déjà éclaté en [Haïti](#)¹³⁸ et dans plusieurs pays d'Afrique ([Sénégal](#), [Égypte](#), [Côte d'Ivoire](#), [Cameroun](#), [Burkina Faso](#)...).

Ces émeutes de la faim, annoncées dès 2006, sont amenées à se multiplier, faisant porter sur le développement des agrocarburants un prix géostratégique certain^{139,140}.

Notes et références^[modifier]

- ¹ ↑ [Directive n° 2009/28/CE du Parlement européen et du Conseil. \[archive\]](#) sur *EUR-Lex*, 23 avril 2009. Consulté le 31 juillet 2012. « Seule fait foi la version imprimée de la législation européenne telle que publiée dans les éditions papier du Journal officiel de l'Union européenne. »
- ² ↑ a·b·c et d M. Günther Oettinger ; Communiqué européen [Les premiers mécanismes de durabilité pour les biocarburants à l'échelon de l'UE sont approuvés \[archive\]](#)
- ³ ↑ a et b [Memo: Certification schemes for biofuels \[archive\]](#), en anglais, ref : MEMO/11/522, publié : 2011-07-19
- ⁴ ↑ a et b Le Journal des Énergies Renouvelables n°210, Baromètre biocarburants
- ⁵ ↑ Définitions [lexicographiques \[archive\]](#) et [étymologiques \[archive\]](#) de « carburant » du [TLFi](#), sur le site du [CNRTL](#).
- ⁶ ↑ Cf. la présentation de l'Association pour le Développement des Carburants Agricoles (ADECA) sur le site [www.biocarburant.com](#) (site consulté en avril 2008 ; en 2009, ce même site est fiché comme hébergeant des malwares, la consultation en est donc déconseillée). extrait : « L'ADECA a été créée en juillet 1985 afin de promouvoir l'éthanol carburant en ... date la promotion des deux types de *biocarburants*, bioéthanol et Diester, ... »
- ⁷ ↑ [DIRECTIVE 2003/30/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 8 mai 2003 visant à promouvoir l'utilisation de biocarburants ou autres carburants renouvelables dans les transports \[archive\]](#) sur *EUR-Lex*, 8 mai 2003. Mis en ligne le 23 mars 2009. « a)«biocarburant», un combustible liquide ou gazeux utilisé pour le transport et produit à partir de la biomasse; b) «biomasse», la fraction biodégradable des produits, déchets et résidus provenant de l'agriculture (y compris les substances végétales et animales), de la sylviculture et de ses industries connexes, ainsi que la fraction biodégradable des déchets industriels et municipaux », p. Journal officiel n° L 123 du 17/05/2003 p. 0042 - 0046
- ⁸ ↑ [Les sénateurs remplacent le mot « biocarburants » par « agrocarburants » \[archive\]](#) sur [www.electron-economy.org](#). Consulté le 29 juin 2010.
- ⁹ ↑ [Centre national des ressources textuelles et lexicales \[archive\]](#) sur [www.cnrtl.fr](#). Consulté le 29 juin 2010.
- ¹⁰ ↑ **[PDF]** [Communiqué de presse « Biocarburants » : l'OFAG doit réagir contre les abus Les carburants agricoles sont des agrocarburants \[archive\]](#) sur [bioconsommacteurs.ch](#), 18 juin 2007. Mis en ligne le 23 mars 2009, consulté le 23 mars 2009. « Bio Suisse demande donc à l'OFAG de reprendre au nom de la Confédération la nouvelle dénomination utilisée dans le titre pour les carburants issus de l'agriculture. Que ce soit dans les règlements d'importation, les taxes sur les huiles minérales, à l'OMC etc. : partout, oralement et par écrit, la Confédération ne doit plus parler que d'«agrocarburants». »
- ¹¹ ↑ [Nécrocarburants : Borloo et Bussereau persistent et signent ! \[archive\]](#), [Jean-Louis Roumégas](#) et [Anne Souyris](#) pour le parti des [Verts](#), le 23 avril 2008
- ¹² ↑ **[PDF]** [FESTIVAL ALIMENTERRE 2007 à l'Entrepôt, Manger ou conduire, il faut choisir ? \[archive\]](#), mai novembre. Consulté le 5 avril 2009. « Au Grenelle de l'Environnement, on a entendu des attaques systématiques contre les agrocarburants, accusés de provoquer des famines et de coûter cher. D'ailleurs, on parle plutôt de « biocarburant », car ils sont extraits de la biomasse : on ne dira pas sylvicarburants pour les produits à base de bois. »
- ¹³ ↑ [Voir illustration sur le site energies-renouvelables \(EurObserv'ER\) août 2009 \[archive\]](#)
- ¹⁴ ↑ [Energy - New and Renewable Energies - Intelligent Energy for Europe \[archive\]](#)
- ¹⁵ ↑ Office fédéral de l'agriculture OFAG, Secteur Économie et affaires sociales, « [Document thématique 3 : Biocarburants \[archive\]](#) » sur OFAG, Département fédéral de l'économie DFE, 10 mars 2009, p. 4. Consulté le 20 mars 2009
- ¹⁶ ↑ Propos de [Jean-Louis Borloo](#), dans [La France met le cap sur les biocarburants de 2^e génération \[archive\]](#) sur [enviro2b](#).
- ¹⁷ ↑ [Le Programme Proalcool Au Brésil de Bernard BRET \[archive\]](#) sur [fig-st-die.education.fr](#). Consulté le 29 juin 2010.
- ¹⁸ ↑ Daniel Ballerini - Le Plein de biocarburants ? Enjeux et réalités - IFP Publications
- ¹⁹ ↑ Daniel Ballerini - Le Plein de biocarburants ? Enjeux et réalités - IFP Publications. page 83
- ²⁰ ↑ Daniel Ballerini, avec la collaboration de Nathalie Alazard-Toux - Les Biocarburants - État des lieux, perspectives et enjeux du développement - IFP Publications. pages 3 et 4
- ²¹ ↑ Fadéla Benabadji - Biocarburants, questions - Réponses - Editions ETAI. pages 91 à 94
- ²² ↑ [Le plan biocarburant français \[archive\]](#)
- ²³ ↑ **(en)****[PDF]** Le rapport d'UN-Energy [Sustainable Bioenergy : A Framework for Decision Makers \[archive\]](#), Mats Karlsson et alii, avril 2007, 64 pages.

24. ↑ [Un rapport de l'ONU pèse le pour et le contre des biocarburants \[archive\]](#), 10 mai 2007, sur le site CORDIS nouvelles
25. ↑ Revue *Environnement et stratégie*, n° 233, 24 oct 2007, page 1
26. ↑ une [Gram positive anaérobie](#)
27. ↑ [Revival of butanol production by Clostridia \[archive\]](#), Marco Siemerink, Laboratoire de microbiologie (département d'agrotechnologie et sciences alimentaires), Wageningen, Pays-bas (une illustration des voies métaboliques de *Clostridium acetobutylicum* conduisant à la formation de butanol est accessible depuis cette page)
28. ↑ [La fermentation acétonobutylique. Synthèse bibliographique et orientations actuelles \[archive\]](#), Oil & Gas Science and Technology - Rev. IFP, Vol. 37 (1982), No. 3, pp. 389-401
29. ↑ [Butanol \[archive\]](#), Veille technologique Internationale, 16 avril 2007
30. ↑ [Butanol Production from Corn Fiber Xylan Using Clostridium acetobutylicum \[archive\]](#), Nasib Qureshi et al., Biotechnol. Prog., 22 (3), 673 -680, 2006.
31. ↑ **(en)** [Clostridium acetobutylicum](#), Wikipédia (anglais)
32. ↑ [schéma des voies métaboliques de Clostridium acetobutylicum \[archive\]](#), sur le site ftns.wau.nl
33. ↑ [BP et DuPont annoncent un partenariat pour développer des agrocarburants avancés \[archive\]](#)
34. ↑ [Synthèse industrielle du méthanol \[archive\]](#), Société française de chimie
35. ↑ Le groupe laitier allemand [Müllermilch](#) a annoncé en 2007 qu'il se lançait dans la production de bioéthanol à partir de résidus du lait. A plus petite échelle et avant lui, l'abbaye de Tamié : [L'Abbaye de Tamié \[archive\]](#). Consulté le 13 février 2009. « Le lactosérum est traité dans une station de méthanisation produisant le gaz nécessaire au chauffage de l'eau sanitaire de l'Abbaye : 70 personnes ».
36. ↑ [Hydrogen economy \[archive\]](#), Princeton university, 2004
37. ↑ [Production d'hydrogène à partir de sucres \[archive\]](#), Technisch Weekblad, 30 septembre 2006
38. ↑ [Sur la piste de l'hydrogène \[archive\]](#), Catherine Pagan, Le Journal du CNRS, avril-mai 2003
39. ↑ [De l'eau, du soleil et des algues \[archive\]](#), Nicolas de la Casinière, Libération, 15 novembre 2006
40. ↑ [La filière Fischer-Tropsch : des carburants à partir de gaz, de charbon ou de biomasse \[archive\]](#), IFP
41. ↑ **[PDF]** [La filière lignocellulosique-biocombustible \[archive\]](#), ADEME
42. ↑ [From Grass to Gas - On the road to energy independence, how soon will cellulosic ethanol be a factor? \[archive\]](#), USDA, Rural Development, septembre 2006
43. ↑ [logen \[archive\]](#), Canada
44. ↑ [La Suède, pionnière du carburant vert \[archive\]](#)
45. ↑ [Biodiesel, -une production bacterienne 3 fois plus rentable \[archive\]](#) sur *futura-sciences.com*
46. ↑ [Projet Futurol : Lancement du projet de Recherche et Développement de bioéthanol de 2ème génération \[archive\]](#) sur *IFP*, avril Septembre. Consulté le 17 mars 2009. « Communiqués de presse »
47. ↑ [Un biocarburant fabriqué grâce aux termites \[archive\]](#), Enerzine, mars 2007
48. ↑ [Termites may hold the secret to the production of cellulosic ethanol \[archive\]](#), Diversa, harnessing the power of enzymes
49. ↑ [De la laitue de mer pour faire du bioéthanol? \[archive\]](#), svt.967, France, 2007
50. ↑ **(en)** [Resetting global expectations from agricultural biofuels \[archive\]](#) sur *www.iop.org*. Consulté le 29 juin 2010.
51. ↑ **(en)** [Biofuel summit \[archive\]](#), Sommet Biocarburants 2007, Madrid
52. ↑ [RR Energy \[archive\]](#)
53. ↑ [Des biocarburants pas si écologiques \[archive\]](#), *Le Vif - L'Express*, Belgique, 2007
54. ↑ [L'Inde veut 20 % de biocarburants en 2017 \[archive\]](#)
55. ↑ Hervé Morin, « Un agrocarburant alternatif à l'éthanol proposé par une équipe américaine », dans *Le Monde* du 23/06/2007, [[lire en ligne \[archive\]](#)]
56. ↑ « Les biocarburants s'envolent », *Air & Cosmos*, n°2155, 16 janvier 2009
57. ↑ **[PDF]** [Les énergies renouvelables marines - page 10 \[archive\]](#) sur *wwz.ifremer.fr*. Consulté le 29 juin 2010.
58. ↑ Programme de recherche français *Shamash*, « [Production de biocarburants lipidiques par des microalgues](#) » [[archive\]](#)
59. ↑ **(en)****[PDF]** Chisti Yusuf, [Biodiesel from microalgae \[archive\]](#), *Biotechnology Advances* (2007)
60. ↑ [Un carburant à base d'huile d'algue \[archive\]](#), *Biofutur* n°255, mai 2005
61. ↑ [Biocarburant : les algues sont-elles la solution ? \[archive\]](#), Association Oléocène
62. ↑ **(en)****[PDF]** « [A Look Back at the U.S. Department of Energy's Aquatic Species Program: Biodiesel from Algae](#) » [[archive\]](#), National Renewable Energy Laboratory, juillet 1998

63. ↑ [Plate-forme HélioBiotec \[archive\]](#), hébergée par le *Laboratoire de Bioénergétique et Biotechnologie des Bactéries et Microalgues* (LB3M, unité mixte de recherche CEA-CNRS-Université d'Aix-Marseille)
64. ↑ Frédéric Douard / Bioénergie promotion [Biocarburants de 3^e génération, la plate-forme HélioBiotec au CEA de Cadarache \[archive\]](#), 10 novembre 2011
65. ↑ [article \[archive\]](#) de Pierre Le Hir, paru dans l'édition de *Le Monde* du 22 octobre 2008
66. ↑ [Des microalgues pour faire rouler les voitures \[archive\]](#) sur [www.lefigaro.fr](#). Consulté le 2 juillet 2010.
67. ↑ **(en)** [A Sober Look at Biofuels From Algae \[archive\]](#) sur [www.biodieselmagazine.com](#). Consulté le 2 juillet 2010.
68. ↑ **[PDF]** [Site du ministère de l'écologie, de l'énergie et du développement durable et de la mer \[archive\]](#) sur [www.ecologie.gouv.fr](#). Consulté le 2 juillet 2010.
69. ↑ [Les biocarburants en Europe. Note de synthèse panorama 2007 \[archive\]](#), IFP
70. ↑ [Les biocarburants dans le monde. Note de synthèse panorama 2007 \[archive\]](#), IFP
71. ↑ **[PDF]** [Tout savoir sur les biocarburants - Les perspectives et les recherches conduites à l'IFP \[archive\]](#), Anne-Laure de Marignan, IFP.
72. ↑ [Un planisphère du bioéthanol dans le monde \[archive\]](#), Site « Roulons propre-roulons nature »
73. ↑ [Article des Échos du 18/08/2009 - Le boom des biocarburants coûte 720M€ aux caisses de l'Etat. \[archive\]](#)
74. ↑ [Article de actu-environnement.com au sujet du baromètre EurObserv'ER publié en juillet 2009. \[archive\]](#)
75. ↑ **[PDF]** [Baromètre EurObserv'ER publié en juillet 2009. \[archive\]](#)
76. ↑ [Agrocarburants : un cocktail qui coûte très cher à la pompe \[archive\]](#), Angela Bolis, *Le Monde.fr*, 25 janvier 2012
77. ↑ **(en)****[PDF]** [Biofuels for Transport: An International Perspective \[archive\]](#), Agence Internationale de l'énergie, 2004
78. ↑ [Oil Market Report \[archive\]](#), Agence Internationale de l'Energie, 2007
79. ↑ [Jeffrey Dukes, University of Massachusetts \[archive\]](#)
80. ↑ **(en)****[PDF]** [Dukes, J.S. 2003. Burning buried sunshine: human consumption of ancient solar energy. Climatic Change, 61\(1-2\): 31-44. \[archive\]](#)
81. ↑ [L'ensoleillement enseveli \[archive\]](#), interview de [Jeffrey Dukes \[archive\]](#).
82. ↑ [Que pouvons-nous espérer des biocarburants ? \[archive\]](#), Jean-Marc Jancovici
83. ↑ *Libération*, 27 septembre 2006, page 4. Source : Ademe, Manicore
84. ↑ Bent Sorensen, *Renewable Energy 3rd Edition*, Academic Press
85. ↑ [Directive 2009/28 \[archive\]](#)
86. ↑ [Ordonnance 2011-1105 du 16 septembre 2011 \[archive\]](#)
87. ↑ **(en)** [Communiqué \(en anglais\) de la Commission sur les schémas approuvés durables \[archive\]](#)
88. ↑ ISCC (mécanisme financé par des fonds publics allemands pour tous les types de biocarburants).
89. ↑ Bonsucro EU (initiative pour les biocarburants à base de sucre de canne, principalement axé sur le Brésil)
90. ↑ RTRS EU RED (initiative pour les biocarburants à base de soja, principalement axé sur l'Argentine et le Brésil)
91. ↑ RSB EU RED (initiative concernant tous les types de biocarburants)
92. ↑ 2BSvs (mécanisme mis au point par des producteurs français et couvrant tous les types de biocarburants)
93. ↑ RBSA (mécanisme mis en place par la société Abengoa pour sa chaîne d'approvisionnement)
94. ↑ Greenergy (mécanisme mis en place par la société Greenergy pour l'éthanol brésilien obtenu à partir de sucre de canne)
95. ↑ [Plate forme Transparency \[archive\]](#)
96. ↑ [Bilan du réchauffement climatique 2007 \[archive\]](#), GIEC-IPCC 2007
97. ↑ **(en)****[PDF]** [Climate Decision Maker Survey \[archive\]](#), Conférence de Bali, 10 décembre 2007.
98. ↑ **(en)****[PDF]** [Ethanol Production Using Corn, Switchgrass, and Wood; Biodiesel Production Using Soybean and Sunflower \[archive\]](#), David Pimentel and Tad W. Patzek, *Natural Resources Research*, Vol. 14, No. 1, mars 2005
99. ↑ **[PDF]** [Bilan énergétique et émissions de GES des carburants et biocarburants conventionnels - Convergences et divergences entre les principales études reconnues \[archive\]](#), ADEME, juillet 2006, p. 18
100. ↑ **[PDF]** [Bilan énergétique et émissions de GES des carburants et biocarburants conventionnels - Convergences et divergences entre les principales études reconnues \[archive\]](#), ADEME, juillet 2006
101. ↑ [Department for Transport - Renewable Transport Fuel Obligation \(RTFO\) feasibility report \[archive\]](#)

102. ↑ [Les agro carburants industriels ne contribuent à résoudre ni la crise agricole, ni la crise climatique \[archive\]](#), communiqué de Via Campesina sur les agrocarburants, 23 février 2007
103. ↑ et. al (P.J. Crutzen, spécialiste des oxydes d'azote et de la couche d'ozone, a reçu le prix Nobel de chimie pour ses travaux sur ces sujets)
104. ↑ voir l'article et sa discussion en ligne sur [N₂O release from agro-biofuel production negates global warming reduction by replacing fossil fuels \[archive\]](#) P. J. Crutzen *et al.*, Atmos. Chem. Phys. Discuss., 2007, 7, 11191
105. ↑ voir aussi [Biofuels could boost global warming, finds study \[archive\]](#) pour une présentation simple de cet article sur le site de chemistryworld
106. ↑ ce gaz possède, sur une durée de cent ans, un pouvoir réchauffant égal à 296 fois celui du CO₂
107. ↑ Les arguments pour et contre cette thèse sont disponibles dans les deux références précédentes
108. ↑ [Réseau Action Climat France \[archive\]](#)
109. ↑ a^{et} b EDEN 2006, Patrick Sadones, Agro INA.PG 83
110. ↑ ADEME-DIREM 2002
111. ↑ [\[PDF\]Biocarburants, synthèse EDEN 2007 \[archive\]](#)
112. ↑ a^{et} b [Les filières biocarburants engagées en France. \[archive\]](#)
113. ↑ [\[PDF\]Les Brochures de l'IFP \[archive\]](#)
114. ↑ [\[PDF\]Note RAC-F sur les biocarburants \[archive\]](#) janvier 2007
115. ↑ Dias de Oliveira M. E., Vaughan B. E. & Rykiel E. J. Bioscience, 55. 593 - 602 (2005)
116. ↑ **(en)**[\[PDF\]Dukes, J.S. 2003. Burning buried sunshine: human consumption of ancient solar energy. \[archive\]](#) Climatic Change, 61(1-2): 31-44
117. ↑ [Les producteurs de biocarburants jettent les bases d'un marché mondial \[archive\]](#), Philippe Bolopion, *Le Monde*, 3 mars 2007
118. ↑ *Ces forêts qu'on assassine*, Emmanuelle Grundmann, préface de Jane Goodall, Paris, Ed. Calmann-Lévy, 2007 (ISBN 978-2-7021-3769-7)
119. ↑ [Biocarburants : pires que des énergies fossiles \[archive\]](#), George Monbiot, *The Guardian*, 4 mars 2006
120. ↑ [The GCP VivoCarbon Initiative \[archive\]](#)
121. ↑ [« Les biocarburants sont pire que le pétrole qu'ils sont censés remplacer durablement », George Monbiot, The Guardian, mardi 6 décembre 2005 \[archive\]](#)
122. ↑ [Deforestation: The hidden cause of global warming - The Independent 14.05.07 \[archive\]](#)
123. ↑ [Les Amis de la terre : Biocarburants : pires que des énergies fossiles ! \[archive\]](#)
124. ↑ **(en)** [Effects of Ethanol \(E85\) versus Gasoline Vehicles on Cancer and Mortality in the United States \[archive\]](#), Department of Civil and Environmental Engineering, Stanford University, Stanford, Californie
125. ↑ [Les biocarburants polluent aussi \[archive\]](#), par Stéphane Lauer, *Le Monde*, le 24 avril 2007.
126. ↑ [Biocarburants - L'arnaque \[archive\]](#) *Courrier international*, hebdo n° 864, 24 mai 2007
127. ↑ Hors-série *Le Monde diplomatique* L'atlas environnement, p. 37
128. ↑ [Mexique, le maïs nourrit la grogne \[archive\]](#), Babette Stern, *Libération*, 18 janvier 2007
129. ↑ **(es)**[Los biocombustibles : un nuevo y serio problema para el mundo \[archive\]](#), María Josefina Arce, Radio Habana Cuba, 10 mai 2007
130. ↑ **(es)**[Tragedia social y ecológica : Producción de biocombustibles agrícolas en América \[archive\]](#), Miguel A. Altieri (Professeur d'agroécologie, Université de Berkeley, Californie) et Elizabeth Bravo (réseau pour une Amérique latine sans OGM, Quito, Équateur), 2007
131. ↑ **(es)**[Calentamiento global y el efecto tortilla \[archive\]](#), José Carlos Zamora, El Periódico de Guatemala, 2 mai 2007
132. ↑ **(es)**[Banco central mexicano urge a renovar acuerdo sobre tortilla \[archive\]](#), Agence Reuters, 18 avril 2007
133. ↑ **(en)**[A Culinary and Cultural Staple in Crisis \[archive\]](#), article publié dans le *Washington Post*.
134. ↑ **(en)**[\[PDF\]A Note on Rising Food Prices \[archive\]](#), Donald Mitchell, juillet 2008**[PDF]**
135. ↑ [Crise alimentaire : la Banque mondiale accable les biocarburants \[archive\]](#), article de Laureen Ortiz paru dans *Libération*, 5 juillet 2008.
136. ↑ [- Le prix de la bière augmente à cause des biocarburants \[archive\]](#), *Les Échos*, 19 avril 2007
137. ↑ [Les biocarburants dopent les cours des céréales \[archive\]](#), Enviro2B, 4 mai 2007
138. ↑ [Haïti : les « émeutes de la faim » gagnent les rues de Port-au-Prince \[archive\]](#), article de Jean-Michel Caroit, paru dans *Le Monde* le 9 avril 2004
139. ↑ [AFRIQUE • Les émeutes contre la vie chère se multiplient \[archive\]](#), revue de presse de Anne Collet publié sur le site internet de *Courrier international*.

Voir aussi[modifier]

Sur les autres projets Wikimedia :

- [biocarburant](#), sur le Wiktionnaire

Bibliographie[modifier]

Cette section est vide, insuffisamment détaillée ou incomplète. [Votre aide](#) est la bienvenue !

- *Histoire de la locomotion terrestre*, tome 1, *L'illustration*
- [Jean-Michel Valantin](#), *Écologie et gouvernance mondiale*, édition Autrement, collection Frontières, septembre 2007
- Pierre Jacquet, Rajendra K. Pachauri & Laurence Tubiana, *Regards sur la Terre 2009, l'annuel du développement durable - La gouvernance du développement durable*, Presses de Sciences Po, février 2009
- Fondation Nicolas Hulot et Réseau Action Climat-France, *Agrocarburants : cartographie des enjeux*, septembre 2008
- Fabrice Nicolino, *La faim, la bagnole, le blé et nous : une dénonciation des biocarburants*, [Fayard](#), 1^{er} octobre 2007. 178 p. ([ISBN 978-2213634623](#))
- Patrick Sadones, Rapport EEDEN 2006 : [Les biocarburants : quel intérêt? Quelles perspectives?](#), sur le site legrandsoir.info

Articles connexes[modifier]

Biocarburants dans le monde

[Biocarburants aux États-Unis](#), [Biocarburants dans l'Union européenne](#)

Biocarburants

[Huile végétale carburant](#), [biogaz](#), [biogaz carburant](#), [Bioéthanol](#), [Biodiesel](#), [Gazogène](#)

Bases scientifiques

[Biomasse](#), [méthanisation](#)

Aspects énergétiques

[Cogénération](#), [Automobile hybride](#), [Véhicule propre](#), [Polycarburant](#), [moteur Elsbett](#)

Impact environnemental des cultures destinées à la production d'agrocarburants

[Déforestation](#), [Dystrophisation](#), [Nécrocarburant](#)

Liens externes[modifier]

- [EFOA](#)
- [Produire des biocarburants](#), Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), France
- [PNRB](#), Programme national de recherche sur les bioénergies, France
- [Les filières biocarburants engagées en France](#), ministère de l'Industrie, France
- (en) [IEA Bioenergy](#), Site d'information de l'Agence internationale de l'énergie sur les bioénergies

[masquer]

[v](#) · [d](#) · [m](#)

Biocarburants

Biocarburants dans le monde

[Biocarburants aux États-Unis](#) · [Biocarburants dans l'Union européenne](#)

Types de biocarburants	Huile végétale carburant • biogaz • biogaz carburant • Bioéthanol • Biodiesel • Gazogène
Types de production	Biomasse • méthanisation
Aspects énergétiques	Cogénération • Automobile hybride • Véhicule propre • Polycarburant • moteur Elsbett
Impact environnemental	Déforestation • Dystrophisation • Nécrocarburant


[Portail de la chimie](#)

[Portail de l'énergie](#)

[Portail de l'environnement](#)