

Tour d'horizon des filières biocarburants dans le monde

La biomasse est l'ensemble de la matière organique végétale ou animale qui constitue notre environnement. Il est aujourd'hui possible de convertir efficacement cette biomasse en énergie, et notamment en biocarburants, substitués aux carburants fossiles grâce à l'essor de nouvelles technologies. Après une très forte croissance jusqu'en 2008, la production mondiale de biocarburants a continué d'augmenter, mais à un rythme moins soutenu. Les investissements se sont faits plus rares, notamment en raison d'un contexte économique et réglementaire assez volatil. Il existe cependant des perspectives de développement car de nombreuses technologies prometteuses en cours de R&D sont en train de voir le jour, sous réserve des évolutions et changements dans les différentes politiques publiques relatives aux biocarburants.

Les biocarburants dans le monde

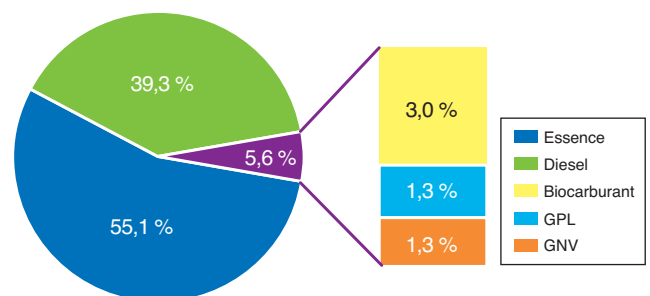
En 2010, environ 43 % de la consommation mondiale de pétrole ont été consommés dans le secteur des transports routiers : essence et gazole, représentant un total d'environ 1,77 Gtep.

La filière biocarburants actuelle correspond à environ 57 Mtep, soit 3,1 % de la consommation mondiale d'énergie dans le secteur des transports routiers. On ne compte pas, à ce jour, d'incorporation significative de biocarburants dans les autres formes de transport (aérien et maritime).

Parmi ces biocarburants, le bioéthanol reste le plus utilisé avec une part de 75 %. Issu de la fermentation du sucre, le bioéthanol est utilisé dans les motorisations essence et est produit majoritairement à partir de céréales, canne à sucre et betterave à sucre, selon les zones géographiques.

Le biodiesel représente, quant à lui, environ 25 % des consommations de biocarburant dans le monde en 2010. Il est essentiellement produit à partir d'huiles végétales (colza, soja, palme) et incorporé sous forme d'ester méthylique dans les motorisations diesel (fig. 1).

Fig. 1 – Consommation mondiale d'énergie dans les transports routiers en 2010



Source : IFPEN d'après KBC PEL, OCDE, WLPGA, NGV Journal

La consommation des biocarburants dits de première génération dans le monde et leur taux d'incorporation

Les biocarburants sont consommés et produits de façon hétérogène dans les différentes zones du monde, principalement en lien avec les disponibilités en ressources biomasses et les incitations gouvernementales en place. En effet, dans tous les pays, ce développement se fait dans un cadre réglementaire spécifique : directive

Tour d'horizon des filières biocarburants dans le monde

énergies nouvelles et renouvelables en Europe, *Renewable Fuel Standard* (RFS) aux États-Unis, etc.

L'éthanol carburant

Le bioéthanol est majoritairement consommé en Amérique du Nord et en Amérique latine, notamment aux États-Unis et au Brésil, avec respectivement des consommations de 24,6 Mtep et 10,5 Mtep pour l'année 2011 (tab. 1). À l'échelle européenne, l'Allemagne reste de loin le premier consommateur de bioéthanol (0,79 Mtep), suivie de la France et du Royaume-Uni.

Tableau 1

Statistiques de consommation en Mtep de l'éthanol carburant par zone géographique

	2011	2010	2009
Europe	2,98	2,87	2,35
Amérique du Nord	25,77	25,07	20,74
Amérique latine	10,83	12,49	11,48
Asie-Pacifique	1,94	1,75	1,48
Afrique	0,05	0,07	0,05
Monde	41,57	42,25	36,04

Source : IFPEN d'après FO Licht, KBC PEL

Concernant la production de bioéthanol, ce sont également les plus gros consommateurs qui en sont les principaux producteurs, à savoir les États-Unis : près de 26,7 Mtep, et le Brésil : 11,1 Mtep en 2011.

Ces consommations s'appuient sur des réglementations rendant obligatoire leur incorporation dans les carburants : le tableau 2 reprend l'évolution sur trois ans des taux effectifs d'incorporation sur une base énergétique⁽¹⁾ de bioéthanol pour les différentes zones géographiques. L'Amérique latine, et principalement le Brésil, détient toujours de loin le taux d'incorporation le plus élevé via notamment une flotte importante de véhicules adaptés (*FlexFuel Vehicle*).

Pour la première fois depuis au moins 2005, le Brésil a vu en 2011 son taux d'incorporation d'éthanol reculer. Cette baisse s'explique essentiellement par une mauvaise saison de récolte de la canne, impliquant une baisse significative de la production d'éthanol, face à une demande globale en carburant qui augmente chaque année.

⁽¹⁾ Taux d'incorporation énergétique : part de la consommation du biocarburant étudiée pour une zone géographique donnée, relativement à la consommation totale de ce biocarburant et de son homologue fossile pour cette même zone géographique

Tableau 2

Statistiques de taux d'incorporation de l'éthanol carburant par zone géographique

	2011	2010	2009
Europe	3,3 %	3,0 %	2,4 %
Amérique du Nord	5,6 %	5,4 %	4,5 %
Amérique latine	14,9 %	17,7 %	17,0 %
Asie-Pacifique	0,8 %	0,7 %	0,6 %
Afrique	0,1 %	0,2 %	0,2 %
Monde	4,2 %	4,3 %	3,7 %

Source : IFPEN d'après FO Licht, KBC PEL

En 2011, on peut également noter un ralentissement de la progression des taux d'incorporation en Europe (cette tendance est similaire en 2012) et en Amérique du Nord par rapport aux périodes précédentes.

Le biodiesel carburant

Dans le marché du biodiesel, on peut distinguer plusieurs classes de produits à partir de 2011 : principalement les esters méthyliques d'huiles végétales ou EMHV (classiquement incorporés depuis le début des années 2000), et un biodiesel de synthèse obtenu par hydrotraitement d'huiles végétales : les huiles végétales hydrogénées ou *Hydrotreated Vegetables Oils* (HVO). Ces HVO présentent un avantage sur les esters car ils peuvent potentiellement être incorporés à des taux plus élevés (au moins 50 % en volume) sans modification des véhicules. Au même titre que les esters mais à un coût de production plus élevé, ils peuvent également être produits à partir de graisses animales et d'huiles usagées. Cela explique la diversification sur le marché concernant les ressources à l'origine du biodiesel. En 2011, la consommation et la production d'HVO dans le monde sont encore faibles en comparaison de celles du biodiesel EMHV (moins de 1 Mtep consommées et produites). La production d'HVO ne concerne encore que peu de pays, à savoir les Pays-Bas, Singapour et la Finlande.

Les tableaux et analyses suivants traiteront uniquement du biodiesel EMHV (tab. 3 et 4).

Le biodiesel EMHV est produit et consommé majoritairement en Europe (principalement à partir de colza), où la consommation a faiblement augmenté entre 2010 et 2011, mais connaît une inversion de tendance en 2012, par comparaison aux années précédentes. Le Royaume-Uni, la Pologne (en 2012) et, dans une moindre mesure,

Tour d'horizon des filières biocarburants dans le monde

L'Allemagne et l'Italie, sont les principaux pays touchés par cette évolution. L'Espagne, et dans une moindre mesure la France, continuent quant à elles leur progression.

Tableau 3

Statistiques de consommation en Mtep du biodiesel carburant par zone géographique

	2011	2010	2009
Europe	10,84	10,72	9,36
Amérique du Nord	2,68	0,75	1,01
Amérique latine	2,94	2,47	1,23
Asie-Pacifique	0,73	0,82	0,68
Afrique	0	0	0
Monde	17,20	14,76	12,28

Source : IFPEN d'après FO Licht, KBC PEL

Concernant la production de biodiesel EMHV en Amérique latine (essentiellement à base de soja), elle est largement dominée par l'Argentine et le Brésil : 89 % de la production en 2010, et plus de 97 % en 2011. Cette augmentation est majoritairement liée à une augmentation conséquente de la production en Argentine : + 25 % entre 2010 et 2011 (contre + 11 % au Brésil) avec une orientation forte vers l'exportation.

Parmi ces cinq zones géographiques, c'est en Europe que l'on observe le plus fort taux d'incorporation de biodiesel dans le pool diesel, suivie de près par l'Amérique latine, via notamment un développement actif des réglementations sur les mélanges au Brésil. Concernant l'Europe, 2011 est la première année pour laquelle le taux d'incorporation effectif du biodiesel EMHV n'a pas augmenté. Cela peut s'expliquer par des perspectives à la baisse décidée ou annoncée dans les objectifs nationaux

Tableau 4

Statistiques de taux d'incorporation du biodiesel carburant par zone géographique

	2011	2010	2009
Europe	5,4 %	5,4 %	4,8 %
Amérique du Nord	1,4 %	0,4 %	0,5 %
Amérique Latine	4,9 %	4,2 %	2,1 %
Asie-Pacifique	0,2 %	0,2 %	0,2 %
Afrique	0	0	0
Monde	1,4 %	1,2 %	1,0 %

Source : IFPEN d'après FO Licht, KBC PEL

et européens de taux d'incorporation d'énergies renouvelables dans les transports. En effet, le projet de la Commission européenne de plafonnement des biocarburants de 1^{re} génération (G1) entre 5 et 7 % ne constitue pas un contexte très favorable au développement de la filière en Europe et en France.

À l'échelle européenne, le premier consommateur de biodiesel est devenu, en 2012, la France (2,3 Mtep) juste devant l'Allemagne (2,2 Mtep), suivies de l'Espagne (1,7 Mtep) et de l'Italie (1,3 Mtep). La Pologne reste depuis 2011 devant le Royaume-Uni, respectivement 5^e et 6^e consommateurs européens.

Taux d'incorporation de l'éthanol et du biodiesel carburants

Le tableau 5 synthétise l'évolution sur trois ans des taux effectifs d'incorporation globaux de ces biocarburants G1 dans le pool des carburants routiers.

Tableau 5

Statistiques de taux d'incorporation des biocarburants (éthanol et biodiesel) par zone géographique dans les transports routiers

	2011	2010	2009
Europe	4,75 %	4,63 %	3,99 %
Amérique du Nord	4,38 %	3,94 %	3,37 %
Amérique latine	18,90 %	21,22 %	10,01 %
Asie-Pacifique	0,42 %	0,41 %	0,37 %
Afrique	0,12 %	0,20 %	0,09 %
Monde	2,62 %	2,55 %	2,23 %

Source : IFPEN d'après FO Licht, KBC PEL

À l'échelle mondiale, la part d'utilisation de biocarburants est en constante progression mais à un rythme plus ralenti entre 2010 et 2011 (+ 3,1 %) que les années précédentes (+ 13,6 % entre 2009 et 2010). L'Amérique latine affiche toujours le taux d'incorporation global le plus élevé, grâce notamment à l'importance du parc de véhicules adapté à l'éthanol pur au Brésil. L'Europe et l'Amérique du Nord se suivent ensuite de près avec des taux qui dépassent les 5 % dans leur pool diesel et essence.

En Europe, si l'on note une légère augmentation de la consommation d'éthanol et de biodiesel, la croissance du taux d'incorporation s'explique essentiellement par une baisse de la consommation globale de carburants liquides.

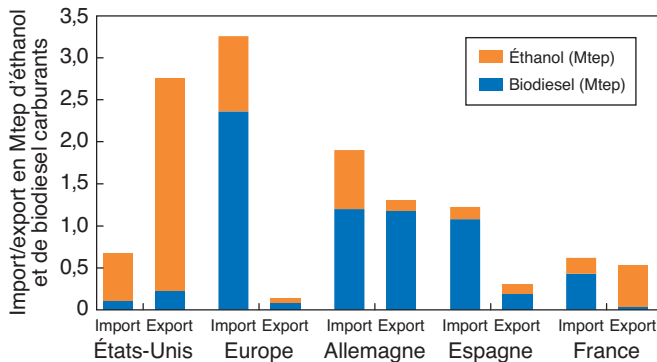
Tour d'horizon des filières biocarburants dans le Monde

Les principaux pays importateurs et exportateurs de biocarburants

Les États-Unis sont, depuis 2010, exportateur net de bioéthanol. En 2011, les exportations d'éthanol américain ont d'ailleurs atteint des records, du fait de mauvaises récoltes de canne à sucre au Brésil cette année-là, principale ressource à l'origine de l'éthanol brésilien. Ainsi, le Brésil a été destinataire d'un tiers des exportations d'éthanol américain et les États-Unis sont devenus 1^{er} exportateur de bioéthanol en 2011. En 2012, le Brésil a instauré une taxe spécifique à l'importation d'éthanol des États-Unis, de façon à assurer le retour vers une valorisation prioritaire de la production locale d'éthanol. En 2012, les États-Unis et le Brésil sont quasiment au même niveau d'exportation, mais en 2013 la situation s'est rétablie et le Brésil domine à nouveau le marché de l'exportation de bioéthanol.

On note également d'importants échanges de biocarburants aux frontières de l'Europe, qui importe majoritairement du biodiesel, malgré des capacités de production non exploitées (fig. 2).

Fig. 2 – Import/export en 2011 d'éthanol et biodiesel carburants dans divers pays et zones géographiques en Mtep



Source : IFPEN d'après FO Licht

Ces importations proviennent notamment d'Argentine (plus de 50 %), d'Indonésie (39 %) et des États-Unis (moins de 5 %). Elles sont liées essentiellement aux prix cassés pratiqués par les pays exportateurs sur le marché européen (principalement vers l'Espagne, l'Italie et les Pays-Bas), comme l'Argentine et l'Indonésie. En effet, ces deux pays ont mis en place un système de taxes différentielles à l'exportation sur le biodiesel, entre 2010 et 2012, de 10 à 15 % inférieures à celles sur les matières premières correspondantes à la production de ce biodiesel. Ces pratiques ont abouti à des contentieux internationaux et la Commission européenne a institué en mai 2013, pour une durée de six mois, un droit anti-dumping, confirmé mi-novembre 2013.

Le Conseil européen a également produit début 2013 un règlement imposant une taxe anti-dumping (62,9 €/t) sur les exportations d'éthanol en provenance des États-Unis (0,6 Mt en 2012).

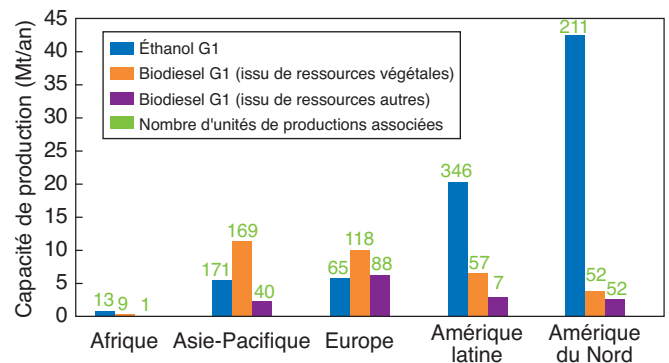
Capacité de production de biocarburants dans le monde : éthanol et biodiesel de première génération

Dans le monde, il existerait encore actuellement environ 350 projets d'unités de production de biodiesel et d'éthanol G1, en construction ou en projet.

Concernant l'implantation de ces nouvelles unités, environ deux tiers se situeraient dans la zone Asie-Pacifique, où les politiques d'incitation aux filières G1 sont encore actives. Le reste des projets est réparti sur les autres continents, mais très peu d'unités sont prévues sur le continent européen. Par ailleurs, environ 250 unités de production déjà existantes dans le monde sont à l'arrêt. La moitié de ces unités est située aux États-Unis.

L'Amérique du Nord dispose de loin de la plus grosse capacité de production d'éthanol G1 dans le monde, à partir d'unités de production ayant des capacités moyennes bien plus élevées qu'en Amérique latine, où le nombre d'unités y est nettement supérieur. De la même manière, la zone Asie-Pacifique dispose du plus grand nombre d'unités biodiesel, mais de capacité moyenne moins importante qu'en Europe. Sur la figure 3, le biodiesel produit à partir de ressources "autres" considère les unités de production en fonctionnement produisant des biocarburants à partir de ressources autres que végétales dédiées (huiles usagées ou graisses animales par exemple).

Fig. 3 – Capacité de production (en Mt/an) des usines en fonctionnement de biocarburants issus de ressources alimentaires et autres dans le monde en 2013 et nombre d'unités associées



Source : IFPEN d'après GBC 2013

Tour d'horizon des filières biocarburants dans le monde

Développement des unités de production de biocarburants avancés

Il existe différents types de biocarburants avancés. Ceux dits de 2^e génération (G2), issus de biomasse lignocellulosique, et ceux dits de 3^e génération (G3) issus de biomasse algale.

Les biocarburants G2, à savoir principalement l'éthanol lignocellulosique (éthanol G2) et le BtL (biodiesel/biojet G2), sont des biocarburants issus de biomasse agricole non alimentaire ou de biomasse forestière/d'industrie du bois. En 2011, les unités existantes pour ces technologies de biocarburants sont exclusivement des unités pilotes et des démonstrateurs. À cette date, aucune de ces unités ne commercialise à proprement parler de biocarburant G2 sur des capacités industrielles, mais un certain nombre d'entre elles affichent un démarrage commercial prévu en 2013 (ce qui a effectivement été le cas pour une unité américaine et une unité italienne).

Les biocarburants avancés issus de biomasse algale qualifiés G3 sont quant à eux toujours en phase de R&D.

Pour plus d'informations sur le développement des biocarburants G2 et G3, voir fiche Panorama 2014 — Panorama des projets d'unités de production de biocarburants G2.

Occupation des surfaces et production de ressources pour les biocarburants

De manière générale, l'ensemble des surfaces de production agricole de type céréales, cultures sucrières et oléagineux a augmenté depuis 2009. Concernant la part dédiée à la production de biocarburants, ce sont principalement les surfaces de soja et de palme qui ont observé les plus nettes hausses, en passant respectivement de 9,4 % à 13,7 %, et de 5,8 % à 8 % des surfaces totales en culture entre 2009 et 2011.

La mobilisation des surfaces de céréales pour la production d'éthanol au niveau mondial reste peu significative mais il faut noter l'existence d'effets locaux potentiellement marqués, avec notamment le maïs dédié à l'éthanol aux États-Unis, qui représente 40 % des surfaces totales cultivées en maïs dans cette même zone.

Concernant la canne à sucre, c'est essentiellement au Brésil qu'elle est mobilisée pour l'éthanol. La part des surfaces dédiées est néanmoins en baisse en 2011 : - 17 %, du fait de faibles rendements observés cette année-là, orientant prioritairement la production vers le débouché du sucre alimentaire.

Du côté des oléagineux, si, à l'échelle mondiale, le colza affiche la part de surfaces dédiées au biodiesel la plus importante, cette part est néanmoins relativement stable ces dernières années. Les parts de soja et de palme, plus faibles, sont en constante croissance avec un phénomène marqué en Argentine, avec plus d'un quart de la production locale de soja qui est destinée au biodiesel.

À l'échelle européenne, si les surfaces dédiées à la production d'éthanol sont marginales, les surfaces cultivées en colza destinées à la production de biodiesel atteignent près de deux tiers des surfaces totales de colza et sont quasiment trois fois supérieures en proportion (62,4 %, soit presque 5,5 millions d'hectares) par rapport aux surfaces mondiales cultivées en colza énergie dans le monde (24,3 %, soit un peu moins de 8,2 millions d'hectares).

De même, en France, la proportion de surfaces cultivées en colza et tournesol en vue d'une transformation énergétique est également très importante : 65 % (presque 1,5 million d'hectares), et est probablement proche d'avoir atteint sa limite. Cette saturation à l'échelle européenne et les systèmes de double compte dans la *Renewable Energy Directive* (RED) favorisent le développement rapide de l'utilisation d'huiles usagées et de graisses animales, comme évoqué plus haut.

Bilan et perspectives

les capacités de production mondiale de biocarburants ont poursuivi leur croissance en 2011 et 2012, et plusieurs projets sérieux sont en préparation pour l'année 2013. Cependant, un ralentissement notable des investissements et de la progression de la consommation est à noter. Concernant les biocarburants G1, si la croissance de la production et de la consommation se poursuit, elle est néanmoins ralentie par des débats qui tendent à remettre en cause leur intérêt : compétition d'usage entre ressource agricole alimentaire et énergétique, niveau de réduction des émissions de gaz à effet de serre en comparaison avec leurs carburants homologues fossiles, prise en compte des changements indirects d'usage des sols, limite d'incorporation de l'éthanol à 10 %. Par ailleurs, des niveaux de production dépendant des aléas climatiques, et donc une volatilité des prix forte, d'une part, un manque de visibilité sur les objectifs d'incorporation et autres incitations publiques (révision en cours de la RED^[2], inflexion dans le RFS^[3], etc.), d'autre part, pèsent sur leur développement.

[2] La *Renewable Energy Directive* (RED) est la réglementation européenne relative aux biocarburants
[3] Le *Renewable Fuel Standard* (RFS) est la réglementation américaine relative aux biocarburants

Tour d'horizon des filières biocarburants dans le monde

Concernant les technologies de nouvelles générations, certains projets ont été ralentis, voire abandonnés, après les importants programmes d'investissements dans ces filières entre 2009 et 2011, mais des unités industrielles ont par ailleurs démarré en 2013 (IOGEN, Chemetx) et d'autres doivent démarrer en 2014 (Dupont, Abengoa, Poet). Le niveau de production de ces biocarburants avancés est cependant sensiblement inférieur aux prévisions de 2007. L'EPA a donc révisé, comme les années précédentes, ses mandats d'incorporation de biocarburants avancés en les ajustant à la prévision de production annuelle. Des avancées majeures ont pu être récemment réalisées en termes de réduction des coûts et de sélectivité des différents types de biomasses (voir fiche Panorama 2014 — Panorama des projets d'unités de production de biocarburants G2).

La filière micro-algues est, quant à elle, confrontée à de nombreux freins techniques mais également économiques, qui nécessiteraient la coproduction de produits à haute valeur ajoutée et donc le développement de filières plus complexes, plus orientées vers la production de molécules à haute valeur ajoutée.

D'une manière générale, des opportunités de développement demeurent sur les marchés internationaux dans les années à venir, comme par exemple les besoins énergétiques croissants dans un certain nombre de pays d'Amérique du Sud et d'Asie, le besoin d'indépendance énergétique dans la plupart des pays de l'OCDE, ainsi que le recours à des carburants environnementalement plus durables que les carburants fossiles de référence. Ce dernier point est notamment un enjeu important du secteur de l'aéronautique, qui soutient le développement de biocarburants de substitution au kérosène.

Cependant, du fait de la jeunesse des technologies avancées, et dans un contexte de marché des matières premières ne favorisant pas la compétitivité des filières, celles-ci ne pourront se développer à court terme sans un cadre réglementaire spécifique et pérenne à moyen-long terme, garantissant l'amortissement des investissements passés et favorisant les investissements d'avenir.

*Anne Bouter – anne.bouter@ifpen.fr
Daphné Lorne – daphne.lorne@ifpen.fr
Manuscrit remis en décembre 2013*