



Tout savoir sur les biocarburants

Les perspectives et les recherches conduites à l'IFP

L'IFP, organisme public de recherche et de développement dans le domaine de l'énergie, des transports et de l'environnement, conduit depuis plus de 20 ans des travaux de recherche sur les procédés de production de biocarburants, sur leur utilisation dans les moteurs ainsi que sur la transformation de la biomasse à des fins énergétiques.

Pourquoi les biocarburants sont-ils à la une de l'actualité ?

Les biocarburants sont des carburants produits à partir de matières végétales et utilisés dans les moteurs. Ce sont des énergies renouvelables qui, dans un contexte marqué par la volonté de diversifier les sources d'énergie, de réduire la consommation de pétrole et les rejets de gaz à effet de serre, devraient jouer un rôle majeur dans le bouquet énergétique de demain.

Quels sont les objectifs français et européens en matière d'incorporation de biocarburants ?

Les directives votées par la Communauté Européenne en 2003 ont fixé comme objectif qu'à l'horizon 2010 les biocarburants contribuent pour 5,75 % à l'approvisionnement énergétique des transports terrestres. Cette valeur implique une multiplication par 10 du niveau de production européen actuel. Le premier ministre, Dominique de Villepin, a annoncé en septembre 2005 que les taux d'incorporation aux carburants conventionnels en France seraient de 5,75 % dès 2008, de 7 % en 2010 et de 10 % en 2015.

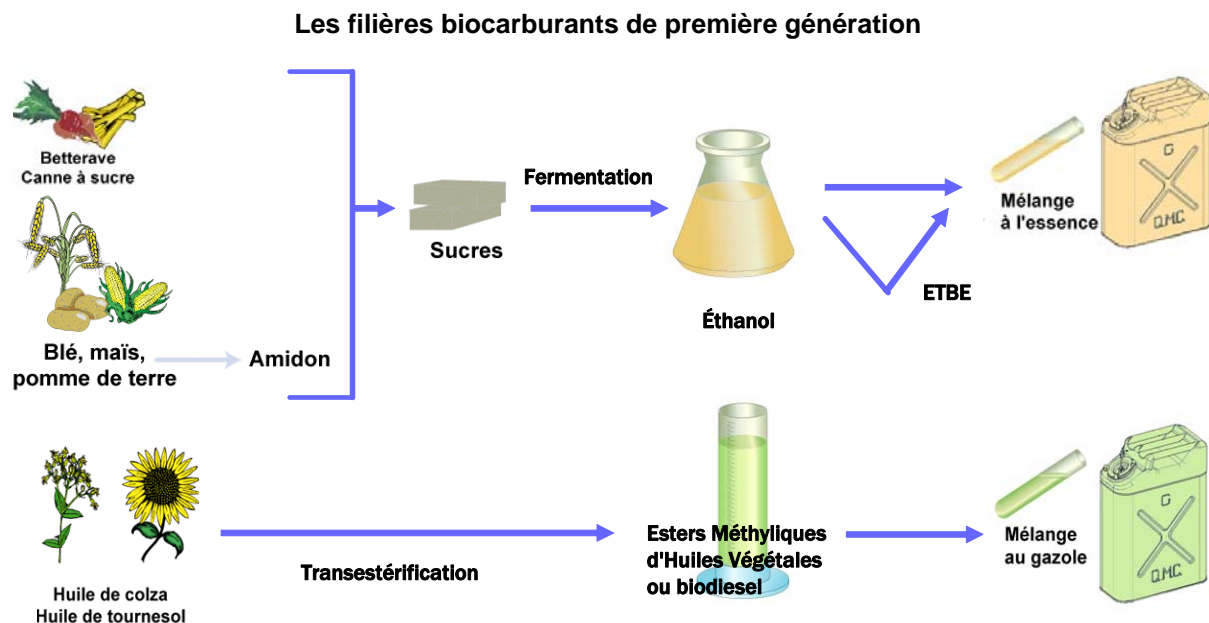
Qu'entend-on aujourd'hui par biocarburants ?

Les biocarburants actuels sont répartis en deux grandes familles :

- Le biodiesel pour les moteurs diesel, qui est fabriqué à partir de plantes contenant de l'huile (colza, tournesol, soja, palme). L'huile végétale brute - obtenue par le simple pressage des graines de colza par exemple - n'est généralement pas utilisée telle quelle dans les moteurs car elle est considérée comme un carburant incompatible avec les technologies moteurs modernes. Le biodiesel utilisé aujourd'hui en mélange avec le gazole est issu de la transformation chimique des huiles. On fait réagir l'huile végétale avec du méthanol pour obtenir un EMHV (esters méthyliques d'huile végétale), un composé aux propriétés voisines de celles des gazoles. Ce biodiesel est souvent appelé aujourd'hui Diester[®], l'une des marques de commercialisation.
- Le bioéthanol pour les moteurs à essence est un alcool produit par fermentation soit du sucre issu de plantes (betteraves, cannes à sucre) soit de l'amidon issu de céréales (blé, maïs). Il peut être mélangé directement à l'essence à des teneurs allant de 5 à 26 % (5 % en Europe, 10 % aux Etats-Unis et 22 à 26 % au Brésil) et à des taux plus élevés pour les véhicules dits "flexibles". En Europe, l'éthanol est le plus souvent incorporé à l'essence après transformation en ETBE (Ethyl tertio butyl éther).

Les spécifications européennes limitent actuellement l'incorporation des biocarburants à hauteur de 5 % pour l'éthanol dans l'essence, 15 % pour l'ETBE et 5 % pour l'EMHV dans le gazole.

En France, l'EMHV et l'ETBE sont incorporés respectivement dans le gazole et l'essence et distribués à la pompe dans des proportions variant de 2 à 5 %.



Les biocarburants peuvent-ils se substituer entièrement au pétrole dans les transports ?

Les biocarburants peuvent être mélangés aux carburants actuels à des teneurs variables selon les législations en vigueur en toute transparence pour le consommateur, sans dommage ni adaptation particulière du véhicule. Même s'ils sont parfois utilisés purs après des modifications plus ou moins importantes du moteur et du véhicule (matériaux), ces carburants ne pourraient pas se substituer entièrement au pétrole, ne serait-ce que pour des questions de disponibilité. Rouler au tout biocarburant nécessiterait la mise à disposition de surfaces dédiées importantes. Et la totalité des surfaces agricoles mondiales n'y suffiraient pas.

Quel est l'enjeu du développement des biocarburants pour le secteur agricole ?

Avec la réforme de la PAC (Politique agricole commune) à partir de 2013, le régime agricole européen devrait être profondément modifié et le développement des biocarburants devrait s'accélérer. Les cultures agricoles pourraient trouver de nouveaux débouchés, en dehors des marchés internationaux alimentaires où elles sont vendues à un faible coût et où elles ne trouvent l'équilibre qu'avec les subventions agricoles européennes.

On peut supposer que les grandes régions agricoles d'aujourd'hui deviendront les principaux producteurs de biocarburants de demain. Mais, pour que le secteur acquiert une dimension agro-industrielle, des investissements très importants seront nécessaires. L'Allemagne a pris un peu d'avance sur le biodiesel et développe la production d'éthanol. La France accélère également le pas avec de nouveaux objectifs ambitieux de production de biocarburants. En tant que grande nation agricole européenne, la France devrait jouer un rôle important sur ce marché.

Quel est le bilan environnemental des biocarburants ?

Les biocarburants permettent une réduction non négligeable des émissions de gaz à effet de serre par rapport aux carburants conventionnels, ce qui constitue l'un de leurs principaux atouts. Mais cette réduction est difficile à quantifier avec précision.

Le pourcentage varie selon les études et les filières (de 15 à 90 % avec les biocarburants utilisés purs) et dépend donc des matières premières employées (le gain le plus important est obtenu lors de la transformation en biocarburants de matières lignocellulosiques comme le bois ou les pailles), des quantités d'engrais utilisés, des conditions climatiques, de la qualité des sols et aussi des méthodologies de comptabilisation utilisées. Le plan national "effet de serre" prévoit que les biocarburants représenteront 5,75 % de l'énergie consommée dans les transports routiers dès 2008 : cette évolution équivaut à un gain estimé à 7 Mt sur les rejets de CO₂.

L'utilisation des biocarburants permet aussi de réduire les émissions de certains polluants locaux dus à l'automobile. C'est par exemple le cas des particules avec le biodiesel (de l'ordre de 3 à 5 % pour 5 % de biodiesel incorporé par rapport au gazole), des HC et CO pour l'éthanol (-5 à -10 % par rapport à l'essence). Lorsque l'éthanol est incorporé sous forme d'ETBE, les réductions sont comparables (-5 à -10 % par rapport à l'essence).

Les biocarburants sont-ils économiquement rentables et compétitifs face aux produits pétroliers ?

L'actuelle hausse du prix du pétrole relance le débat sur la rentabilité de la filière biocarburant, dont le prix de revient n'est pas aujourd'hui compétitif par rapport au prix, hors taxes, des carburants pétroliers. Le développement de la filière est toujours associé à la mise en place de dispositifs d'aide : défiscalisation, obligation d'incorporation, etc.

On entend souvent dire que les biocarburants deviennent plus facilement rentables quand les prix du pétrole brut augmentent. Mais l'équation n'est pas aussi simple : la production d'éthanol consomme de l'énergie et fait appel à une agriculture intensive, qui dépend elle-même du prix du pétrole via une forte mécanisation et une consommation importante d'intrants (engrais, eau, pesticides, etc.). Intervient également la parité euro/dollar : le pétrole est coté en dollars alors que les biocarburants sont proposés en euros. Ainsi, un euro fort par rapport au dollar réduit la compétitivité des biocarburants. Enfin, les biocarburants génèrent des co-produits auxquels il faut trouver des débouchés. Par exemple la glycérine, co-produit du biodiesel, a vu son cours fortement baisser ces dernières années.

Il reste heureusement des marges de progrès, notamment avec le développement industriel de la filière et de nouveaux débouchés pour les co-produits. Ces évolutions devraient générer des innovations technologiques et, par conséquent, des effets d'économie d'échelle.

Quels sont les niveaux de production et de consommation actuels en Europe ?

La consommation des biocarburants représente aujourd'hui en Europe près de 1,2 % des carburants utilisés pour le transport. La France était jusqu'en 2001 le principal producteur et consommateur de biocarburants. Elle est désormais dépassée, selon les filières, par l'Espagne et l'Allemagne.

Quelques chiffres...

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.

Peut-on augmenter les taux d'incorporation du biodiesel (EMHV), de l'éthanol ou de l'ETBE dans les carburants ?

Pour conduire à un impact environnemental significatif, notamment sur les émissions de CO₂, il faudrait augmenter sensiblement les taux d'incorporation des biocarburants. Des discussions ont lieu, à l'heure actuelle, entre le secteur pétrolier, les constructeurs automobiles et les pouvoirs publics pour modifier les limites légales d'incorporation (par exemple le passage de 5 % à 10 % pour l'éthanol et le biodiesel, et de 15 à 20 % pour l'ETBE sont envisagés).

Les spécifications des carburants devront être révisées pour que les objectifs de la directive européenne soient accessibles. Cela pose aussi des problèmes de capacités de production, particulièrement pour le biodiesel (2/3 de véhicules diesel en France) qui a un rendement à l'hectare très faible lorsqu'il est issu du colza (de l'ordre d'une tonne à l'hectare). Une fabrication croissante de biodiesel est également problématique pour la valorisation de la glycérine (co-produit généré par la filière et utilisé par l'industrie de la cosmétique, de la pharmacie et des savons), dont le marché naturel semble déjà relativement saturé.

L'augmentation du taux d'incorporation nécessite par ailleurs de vérifier la compatibilité avec les motorisations actuelles. Il faut donc réaliser des essais sur véhicules afin de vérifier le bon fonctionnement des moteurs lorsqu'ils sont alimentés avec ces mélanges. L'IFP réalise de nombreux tests techniques pour valider l'incorporation de 10 % de biodiesel dans le gazole. En France, le mélange du biodiesel à des taux plus élevés (30 %) est autorisé pour les flottes captives (flottes d'autobus, véhicules urbains et flottes professionnelles disposant d'une logistique carburant dédiée).

Peut-on incorporer les huiles végétales brutes dans le gazole sans passer par une transformation chimique en EMHV ?

L'incorporation directe des huiles végétales brutes dans les moteurs diesel est possible mais elle entraîne de nombreux problèmes techniques, qui sont accrus dans le cas des moteurs Diesel de dernière génération.

Les caractéristiques des huiles (forte densité, viscosité élevée, vaporisation difficile, comportement à froid) entraînent des perturbations dans le moteur, en particulier une forte tendance à former des dépôts dans la chambre de combustion, avec un risque d'encrassement et une augmentation de la plupart des émissions polluantes. Ces inconvénients peuvent être atténués, mais moyennant des adaptations lourdes et coûteuses des véhicules. De plus, le comportement en endurance des moteurs modernes alimentés par ces huiles devra être validé.

Par ailleurs, la voie de l'huile végétale brute requiert plus de surfaces agricoles que la voie EMHV, ce qui risque de poser un problème si l'on veut augmenter sensiblement la part des biocarburants en France, et par conséquent du biodiesel (3 voitures sur quatre vendues en France sont des véhicules Diesel).

Enfin, l'EMHV offre l'avantage d'une diffusion rapide sans mise en place d'un réseau de distribution spécifique et sans nécessiter d'adaptation des moteurs.

Seule l'Allemagne autorisait jusqu'ici l'usage des huiles végétales pures, mais leur développement reste limité, et leur utilisation sous la seule responsabilité des propriétaires des véhicules.

A compter du 1^{er} janvier 2007, la commercialisation de ces huiles végétales brutes comme carburant agricole a été autorisée en France, mais rien aujourd'hui ne permet d'affirmer que toutes les garanties pour le bon fonctionnement des machines agricoles seront réunies. De même les collectivités locales seront autorisées à utiliser, à titre expérimental, les huiles végétales pures dans leurs véhicules (hors transport de passagers) dans le cadre de protocoles signés avec l'Etat.

Pour répondre à ces incertitudes, des études plus poussées sur l'utilisation des huiles végétales directes sont en cours à l'IFP, en partenariat avec l'ADEME (Agence de

l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) et la filière des oléagineux, l'ONIDOL (Organisation interprofessionnelle des graines et fruits oléagineux).

Peut-on incorporer directement l'éthanol à l'essence, sans passer par l'ETBE ?

A côté de la filière ETBE, l'incorporation directe de l'éthanol dans l'essence est aujourd'hui encouragée par les pouvoirs publics français, d'autant que le bilan CO₂ est plus favorable. Des études ont démontré que jusqu'à 5 %, l'incorporation était sans dommage pour le moteur.

Il demeure néanmoins certains problèmes techniques, notamment l'impact de l'éthanol sur la volatilité des mélanges. En effet, incorporer 5 % d'éthanol dans une essence classique conduit à un accroissement de la volatilité, avec un accroissement prévisible des émissions par évaporation, et impose donc une reformulation de l'essence de base nécessaire pour le mélange. Par ailleurs, les mélanges à base d'éthanol tolèrent mal la présence de traces d'eau lors du stockage en cuve. Le réseau de distribution doit donc être asséché pour éviter un phénomène de démixtion (séparation de la phase organique et de la phase aqueuse), tant au niveau des stockages qu'au niveau des véhicules eux-mêmes.

Peut-on envisager des moteurs fonctionnant avec 100 % de biocarburants ?

L'utilisation de biocarburants purs ou quasi purs fait partie des axes de recherche poursuivis aujourd'hui.

On peut envisager des moteurs spécialement conçus et optimisés pour être alimentés uniquement en éthanol carburant. Mais ce type de véhicule nécessite un réseau de distribution spécifique qui représente un surcoût encore important par rapport à l'essence. Cette solution est intéressante pour des flottes captives, mais elle restera sans doute réservée à des marchés de niche. Une solution alternative réside dans les véhicules dits "flex-fuel" utilisant indifféremment de l'essence normale ou de l'éthanol quasi pur (en Europe, il s'agit d'un mélange contenant 85 % maximum d'éthanol et d'essence, appelé E85), sans recours à un deuxième réservoir. L'IFP est associé à la première expérimentation d'une flotte de véhicules "flex-fuel" conduite en France. Les acteurs de la filière se sont engagés début 2007 à développer la filière, par l'ouverture de pompes de distribution (un objectif de 500 pompes fin 2007 a été fixé) et la mise sur le marché de véhicules adaptés..

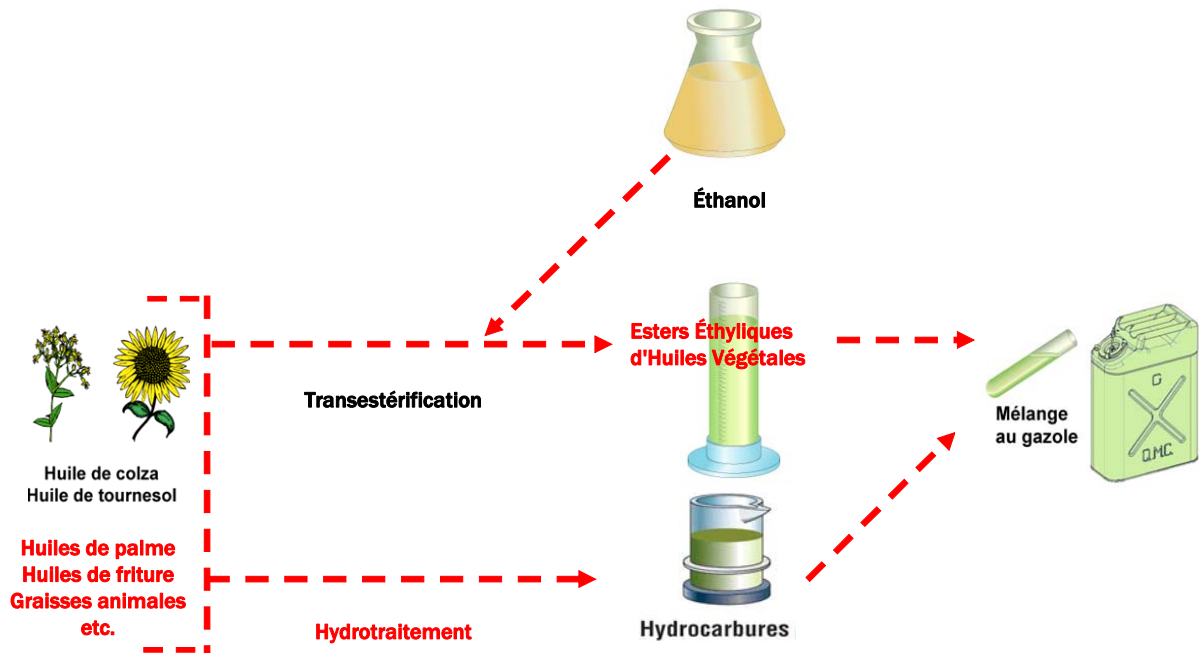
Côté biodiesel, des véhicules dédiés susceptibles de l'utiliser pur ont déjà été proposés en Allemagne. Ces véhicules nécessitent encore quelques modifications, surtout au niveau du système d'injection (remplacement de joints, accroissement des quantités injectées...).

Quels sont les nouveaux types de biocarburants ?

Pour permettre d'atteindre les objectifs d'incorporation, de nouvelles filières de production de biocarburants sont à l'étude :

- la production d'un nouveau type de biodiesel, l'ester éthylique d'huile végétale (EEHV), dans lequel on utilise de l'éthanol d'origine agricole à la place du méthanol pour fabriquer l'ester. L'EEHV devrait avoir un comportement sur moteur tout à fait comparable à celui des EMHV (des expériences permettant de valider ce point sont actuellement conduites par l'IFP). En parallèle, bien entendu, le bilan économique de cette filière devra être étudié.
- L'ester méthylique d'huile animale (EMHA). Cette filière présente l'avantage d'élargir le spectre des matières premières utilisables en valorisant une partie des graisses animales.
- la production de diesel de synthèse obtenu par un hydrotraitement poussé d'huiles végétales, voire d'huiles animales, dénommé aujourd'hui NexBTL ou biohydrocarbures. Les huiles utilisées peuvent être plus variées et le gazole obtenu est de très bonne qualité.

Filières biocarburants de génération "1bis"



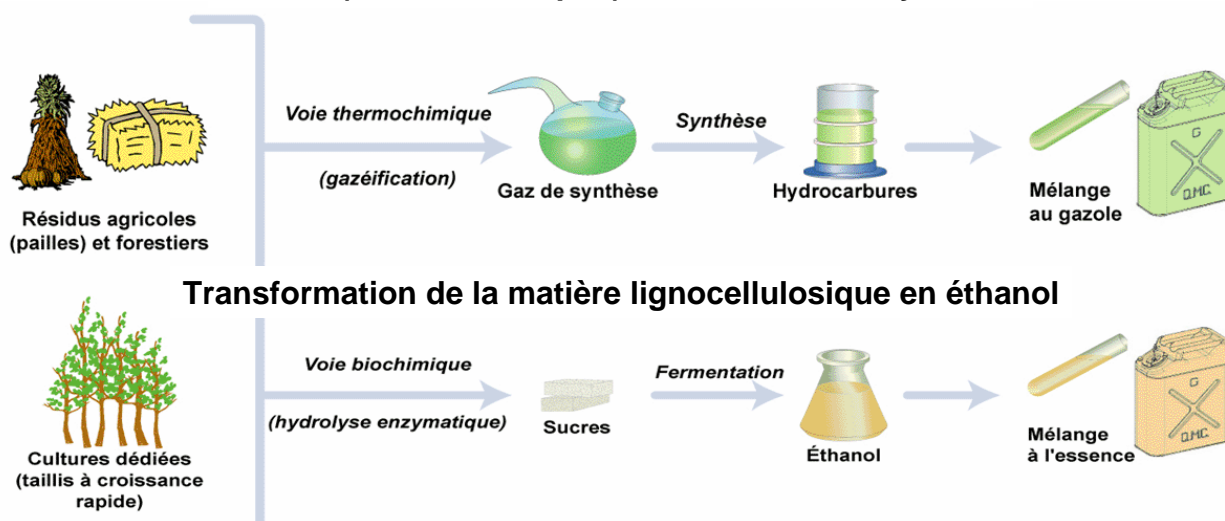
- la production de biodiesels de synthèse : voie dite BTL ou "Biomass To Liquid". Ces biocarburants diesels sont obtenus en transformant, dans une première étape, par gazéification à haute température, la biomasse lignocellulosique (bois, pailles, cultures dédiées, déchets végétaux) afin d'obtenir un "gaz de synthèse", qui sera ensuite transformé, suivant le procédé dit Fischer-Tropsch, en un "gazole de synthèse" ayant des propriétés très intéressantes.

Les carburants de synthèse obtenus offrent de nombreux avantages : ils sont d'excellente qualité car sans soufre et sans composés aromatiques, lesquels contribuent à la formation des suies. De plus, ils permettent de réduire très fortement les émissions de gaz à effet de serre. Enfin, ils peuvent être utilisés dans les moteurs actuels - purs ou en mélange dans les gazoles - et être distribués par les circuits existants.

- la production d'éthanol-carburant à partir de biomasse dite "cellulosique" utilisant soit la totalité de la plante (tiges et pailles de céréales), soit une matière première comme les résidus de bois. Cette solution séduisante – une des meilleures en terme de réduction de gaz à effet de serre – et qui pourrait être plus économique que les procédés classiques, a été relancée il y a deux ans grâce aux récents progrès scientifiques en biochimie.

Les biocarburants de deuxième génération

Le BTL (biomass to liquid) ou carburant de synthèse



Quelles sont les perspectives des nouvelles filières biocarburant à base de résidus de bois et de paille de céréales ?

Ces filières offrent des perspectives intéressantes car elles permettent :

- d'augmenter sensiblement la production de biocarburants : elles n'entrent pas en compétition avec la filière alimentaire pour l'usage des terres ;
- de réduire les émissions de gaz à effet de serre ;
- d'utiliser des matières premières à plus faibles coûts : les matières premières lignocellulosiques sont moins onéreuses que les matières premières classiques et leur culture requiert moins d'énergie, d'engrais et de produits phyto-sanitaires ;
- d'éviter des co-produits parfois difficilement valorisables.

Mais il demeure encore de nombreux verrous technologiques avant un déploiement à l'échelle industrielle.

Quels sont les objectifs des travaux de recherche de l'IFP dans le domaine des biocarburants ?

L'IFP travaille depuis plus de 20 ans sur ce sujet et apporte aujourd'hui une compétence scientifique reconnue et des solutions technologiques innovantes, du développement des procédés de production de biocarburants à celui des moteurs.

Les travaux menés visent à :

- diminuer les coûts de production des biocarburants,
- proposer de nouveaux procédés innovants de production des biocarburants,
- diversifier les sources permettant de produire ces biocarburants (utilisation de la plante entière : biomasse lignocellulosique),
- trouver des voies permettant d'utiliser l'éthanol pour produire du biodiesel,
- permettre une utilisation optimale des biocarburants sur moteur,
- proposer les couples moteur/biocarburants innovants et performants.

Quels sont les projets sur lesquels travaille l'IFP ?

→ Procédé de production de biodiesel :

L'IFP propose à la vente, par l'intermédiaire de sa filiale Axens, le procédé *Esterfip* de production de biodiesel, Diester®. Ce procédé est notamment utilisé depuis 1992 par la société Diester Industries, à Compiègne. Plus récemment, l'IFP a développé une nouvelle

technologie innovante de production d'EMHV, Esterfip-H™ : elle permet d'obtenir un biodiesel et une glycérine de meilleures qualités, avec des rendements améliorés. La société Diester Industrie l'a retenue pour sa nouvelle unité de production de biodiesel à Sète, qui a démarré en 2007.

→ Procédé de production d'éthanol à base de bois ou de pailles

L'IFP étudie la faisabilité de produire de l'éthanol à partir de pailles de céréales, de tiges de maïs ou de résidus de bois. L'IFP conduit dans ce domaine des recherches avec l'Institut national de recherche agronomique (INRA) et pilote le projet européen NILE, visant à développer une unité pilote de production de ce type d'éthanol.

→ Procédé de production de biodiesels de synthèse

Les travaux de l'IFP explorent les différentes voies permettant de produire des carburants de synthèse : la production de BTL ou *Biomass to liquid* en est une. Ces biocarburants sont obtenus en transformant la biomasse (résidus céréaliers, forestiers, déchets organiques) en gaz (dits de synthèse), qui sont eux-mêmes transformés en carburants liquides d'excellente qualité, adaptés aux moteurs diesel. L'IFP travaille sur le sujet en partenariat, notamment avec le CEA.

→ Utilisation des carburants dans les moteurs à combustion interne

L'IFP est un acteur majeur dans le domaine de l'étude des conditions optimales d'utilisation des biocarburants dans les moteurs. Ces actions sont menées en collaboration avec les pouvoirs publics, l'industrie pétrolière et automobile, les équipementiers et l'ensemble des représentants des diverses filières agricoles.

Parmi les travaux en cours on peut citer notamment :

- l'évaluation complète de la filière éthanol (consommations, émissions, durabilité véhicule, pertes par évaporation, etc.), utilisé en mélange avec un taux d'incorporation de 5 à 10 %, en mélange banalisé,
- le suivi, en collaboration avec l'ADEME, de plusieurs flottes de véhicules *Flex fuel* utilisant le Superéthanol, carburant appelé aussi E85, composé majoritairement d'éthanol (65 à 85 % vol),
- l'étude de l'impact de l'incorporation, de façon banalisée, d'EMHV à hauteur de 10 % dans le gazole notamment sur les véhicules de technologie récente,
- l'étude de la compatibilité des esters éthyliques d'huiles végétales (EEHV) avec les moteurs diesel d'automobiles et de poids lourds modernes,
- l'examen de la compatibilité des moteurs poids lourds de technologie avancée avec des carburants diesel contenant 5, 10 ou 30 % d'EMHV (en collaboration avec Total, Irisbus, Renault Trucks et Sofiprotéol),
- l'étude de la faisabilité et du potentiel de l'utilisation d'éthanol comme base gazole
- l'étude du potentiel des biocarburants sur les technologies moteurs avancées (downsizing, nouveaux modes de combustion "basNox", etc.)
- Participation active aux actions de normalisation des biocarburants, tant au niveau national qu'europpéen (Superéthanol, EEHV, B7/B10-7 % ou 10 % de biodiesel, etc.)

Pour plus d'information, contact presse IFP : Anne-Laure de Marignan - Tél. 01 47 52 62 07 ~ Mail : a-laure.de-marignan@ifp.fr – <http://decouverte.ifp.fr>