

1 - Les biocarburants	page 14
<i>Généralités</i>	
1.1 - Ester / Huiles	
1.2 - Ethanol / Ether	
2 - Les biocombustibles	page 16
<i>Généralités</i>	
2.1 - Cultures énergétiques	
2.2 - Procédés	



1 - Biofuels (vehicles)	page 14
<i>Généralités</i>	
1.1 - Ester / Oils	
1.2 - Ethanol / Ether	
2 - Biofuels (non-vehicle)	page 16
<i>Généralités</i>	
2.1 - Energy crops	
2.2 - Proceses	



Energy is a major area of focus for AGRICE; over 38% of research funds have been devoted to this sector. This orientation is fully in keeping with the policies of the European Commission which has set a goal of doubling the share of renewable energy in total energy consumption in Europe, from 6% in 1997 to 12% in 2010.

■ 1. LIQUID BIOFUELS FOR VEHICLES

The transport sector is over 95% dependent on hydrocarbons, non-renewable resources that play a determining role in greenhouse gas emissions.

Energy consumption for transport represents more than 65% of oil imports in France, and road transport accounts for 81% of overall transport energy consumption.

The Green Paper published by the Commission of the European Communities on 29 November 2000 assigned an important role to biofuels in European strategy to ensure secure energy supplies. The paper set a goal of 7% for biofuels in 2010 (i.e. 2.88 million tonnes on the basis of vehicle fuel consumption in France in 2000), and 20% for all alternative fuels by 2020. French authorities have announced that five new biofuel units will be built. The recent European ruling jeopardising tax exemptions for ethanol in France, however, once again points up the need to create a single European regulatory and fiscal framework to allow development of biofuels that is consistent with these objectives.

Biofuel production progressed significantly from 1994 to 2000. Consumption of ethanol derived from beets and wheat rose from 38,500 to 92,550 tonnes (+140%), and consumption of esters of rapeseed and sunflower oil rose from 64,400 to 308,600 tonnes (+380%).

At the same time, France has set up a regime of tax incentives in favour of these biocomponents, as have other countries. National funds devoted to research and development to increase the competitiveness of these components rose sharply between 1996 and 1997, particularly under AGRICE, and then fell back. The main objectives pursued by AGRICE have been to improve the energy, economic and environmental balances of biofuels, through 65 projects, of which 37 have been managed directly by ADEME. These projects cover agronomic issues and species improvement (5 projects); the search for new processes, or optimisation of these processes (12); "testbench" demonstration projects in order to

L'énergie est un axe majeur de l'action d'AGRICE ; plus de 38 % des aides à la recherche lui ont été consacré. Cette volonté est en pleine conformité avec les orientations de la Commission Européenne qui s'est fixé pour objectif de doubler la part des énergies renouvelables dans la consommation globale d'énergie pour passer de 6 % en 1997 à 12 % en 2010.

■ 1. LES BIOCARBURANTS

Le secteur des transports est dépendant à plus de 95 % des hydrocarbures, ressources non renouvelables, dont l'utilisation a une part déterminante dans l'émission de gaz à effet de serre. Sa croissance importante ces dernières années a eu pour conséquence de le placer au premier plan pour sa consommation d'énergie et ses émissions polluantes notamment en milieu urbain.

La consommation énergétique des transports représente en France plus de 65 % des importations de produits pétroliers, et le transport routier représente 81 % de la consommation énergétique du secteur.

Le livre vert de la Commission des Communautés Européennes du 29 novembre 2000 a donné un rôle important aux biocarburants dans la stratégie européenne de sécurité d'approvisionnement énergétique. Il a fixé un objectif de 7 % de biocarburants en 2010 (soit 2,88 M de tonnes par rapport à la consommation française de l'année 2000) et à 20 % en 2020 pour l'ensemble des carburants de substitution. Les autorités françaises ont annoncé la construction de 5 nouvelles unités. Toutefois, la remise en cause de la défiscalisation française sur l'éthanol par un jugement européen a attiré à nouveau l'attention sur la nécessité de créer un cadre réglementaire et fiscal européen unique pour permettre un développement des biocarburants en cohérence avec ces objectifs.

La production de biocarburants a évolué de façon significative de 1994 à 2000. La consommation d'éthanol obtenu à partir de betteraves et de blé a progressé de 38 500 t à 92 550 t (+ 140 %) et la consommation d'esters d'huile végétale de colza et de tournesol a évolué de 64 400 t à 308 600 t (+ 380 %).

Cette progression a été accompagnée d'un régime fiscal incitatif mis en place par la France, comme dans tous les autres pays concernés, au profit de ces biocomposants. Les moyens consacrés par la collectivité nationale à la recherche et au développement afin d'améliorer leur compétitivité ont fortement crû entre 1996 et 1997, particulièrement dans le cadre d'AGRICE, pour diminuer ensuite.

Les principaux objectifs d'AGRICE ont été d'améliorer le bilan énergétique, économique et environnemental des biocarburants et ont concerné 65 projets dont 37 gérés



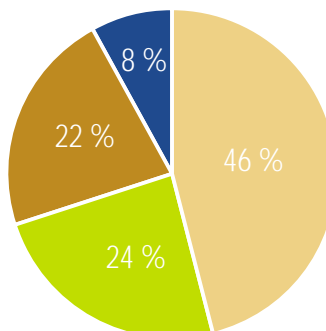
directement par l'ADEME. Ces projets portent sur les aspects agronomiques et l'amélioration variétale (5) ; la recherche de nouveaux procédés ou d'optimisation de ces procédés (12) ; des démonstrations de type "essais" servant à l'acquisition de références (18) et la valorisation des coproduits (glycérol, tourteaux de colza, pulpes, etc) (30). Suite aux analyses de cycle de vie effectuées, l'aspect positif de réduction des gaz à effet de serre a été précisément quantifié, montrant que les biocarburants peuvent contribuer au respect du Protocole de Kyoto.

acquire reference data (18); valuable products derived (glycerol, rapeseed presscake, pulp, etc.) Life-cycle analyses have provided precise figures for the positive impact that biofuels have in reducing greenhouse gases, showing that these fuels can contribute to compliance with the Kyoto Protocol.

Répartition des aides attribuées par AGRICE pour les biocarburants

Breakdown of AGRICE grants for biofuels

- Ester/huiles - 46 %
Ester / oils
- Éthanol/éther - 24 %
Ethanol / ether
- Valorisation des coproduits - 22 %
Marketable coproducts
- Études technico économiques - 8 %
Technical/economic studies



1.1 Les esters et les huiles

Les esters permettent d'additiver ou de compléter le gazole routier ou le fioul de chauffage. L'impact de cette filière sur l'effet de serre est particulièrement intéressant. Elle permet d'économiser 2,2 tonnes d'équivalent CO₂/ tonne d'ester. Les actions d'AGRICE ont porté en priorité sur la recherche agronomique concernant le colza à destination énergétique et la mesure de l'impact des esters d'huiles végétales sur le fonctionnement des moteurs et leurs émissions. Elles ont permis d'utiliser les esters d'huile végétale principalement dans le gazole routier, tout en mettant en évidence leurs propriétés lubrifiantes à faible proportion et la réduction des rejets en mélange à 30 %. Une trentaine de villes ou agglomérations utilisent ce mélange à forte teneur (de 10 à 30 %), pour alimenter en carburant une flotte captive de 3 850 véhicules. Des retombées plus générales ont été obtenues en matière d'homologation, de garanties des constructeurs et d'acceptation générale des biocomposants testés.

Les actions en cours permettront de valider l'utilisation des esters avec les nouvelles technologies des moteurs diesel et les différents orga.es de post-traitement des gaz de combustion.

1.1 Esters and oils

Esters can be used as additives or fuel components in diesel vehicle fuel and in home heating oil. This usage is particularly attractive for its impact on the greenhouse effect. A tonne of ester avoids emissions equal to 2.2 tonnes of CO₂-equivalent (TEC). AGRICE's work has focused on agronomic research on energy-use rapeseed and on measuring the impact of vegetable-oil esters on engine performance and emissions. The results have primarily enabled the use of vegetable-oil esters in diesel vehicle fuel, while demonstrating their lubricant properties in low proportions, and reduced exhaust discharges for 30% blends. Some 30 cities and towns use this high-ester-content blend (10 to 30%) as fuel for captive fleets representing 3,850 vehicles. Broader achievements have been obtained in terms of certification, auto manufacturers' guarantees, and general acceptance of the biocomponents tested.

Ongoing work will validate the use of esters with new diesel engine technology and various tailpipe devices for treating combustion exhaust.



■ 1.2 Ethanol and ethers

Ethanol is used in France in the form of ethyl-tertio-butyl-ether (ETBE). It is used as an oxygenate in formulating unleaded petrol. Avoided greenhouse gas emissions are equal to 1.4 TEC per tonne of ethanol. ETBE has been proven effective in reducing engine emissions in official testing conducted by the Union Technique de l'Automobile, du Motocycle et du Cycle (UTAC).

In addition to work to improve ethanol production processes, a technical intelligence watch is maintained to keep abreast of lignocellulose processing and fermentation of certain resulting sugars to obtain ethanol.

Testing of ethanol used directly in diesel fuel and petrol have shown positive results in terms of emissions. Although not currently used in applications, this work comes to centre stage in the near future. The objectives mentioned above for the use of biofuels by 2010 cannot be attained unless ethanol is produced on a large scale and used directly in fuel.

A promising new research direction pursued by AGRICE is the use of ethanol as a source of hydrogen in fuel cells. In the wake of an encouraging research project, work is underway to study aspects of reforming and direct use of ethanol, and will yield results in the medium term.

■ 2. NON-VEHICLE BIOFUELS

Energy produced from fossil fuels causes greenhouse gas emissions, CO₂ in particular. Biofuels (wood, lignocellulosic crops, agricultural byproducts) can hold down these emissions. It is estimated that substituting wood for 1 tonne of oil-equivalent (TOE) reduces CO₂ emissions by 3 tonnes.

Since 1994 17 research projects have been selected and given financial support, representing a total of 1.8 million euros. The overall objectives of AGRICE have been to optimise production of lignocellulosic crops, and evaluate the development potential for new crops or annual crops on cultivated forestry plots. Possibilities for cofiring of biomass/waste, and biomass/fuel have also been studied, along with generation of gaseous biofuels (methanisation) and liquid biofuels (pyrolyse). Research specifically concerned with fuelwood, construction lumber and methanisation has gradually been transferred to other programmes.

1.2 L'éthanol et les éthers :

L'éthanol est utilisé en France sous la forme d'un dérivé : l'Éthyl-tertio-butyl-éther (ETBE). Il est utilisé comme additif oxygéné dans la formulation des essences sans plomb. L'économie réalisée sur les gaz à effet de serre est de 1,4 tonnes d'équivalent CO₂/ tonne d'éthanol. L'ETBE a prouvé son efficacité en matière de réduction des émissions des moteurs au terme d'essais officiels de l'Union Technique de l'Automobile, du Motocycle et du Cycle (UTAC).

Outre les travaux sur l'amélioration de la production d'éthanol, une opération de veille est engagée sur les traitements de la lignocellulose et la fermentation de certains sucres obtenus pour produire de l'éthanol.

Des essais d'utilisation directe de l'éthanol dans le gazole et dans l'essence ont donné des résultats positifs en ce qui concerne les émissions. Sans application jusqu'à présent, ils pourraient redevenir d'actualité. En effet, les objectifs évoqués ci-dessus pour les biocarburants à l'horizon 2010 ne pourraient être atteints que si l'on envisage la production d'éthanol à grande échelle et son utilisation directe.

Un nouvel axe de recherche prometteur dans lequel AGRICE s'engage, concerne l'utilisation de l'éthanol dans les piles à combustible comme source d'hydrogène. Après une recherche plutôt encourageante, les aspects de reformage et d'utilisation en direct de l'éthanol sont en cours d'étude et donneront des résultats à moyen terme.

■ 2. LES BIOCOMBUSTIBLES

La production d'énergie à partir des combustibles fossiles est à l'origine d'émissions de gaz à effet de serre, particulièrement le CO₂. Les biocombustibles (bois, cultures lignocellulosiques, sous-produits agricoles) peuvent permettre de réduire ces émissions. On estime ainsi que la substitution de 1 tonne équivalent pétrole (tep) par du bois entraîne une réduction d'émissions de 3 tonnes de CO₂.

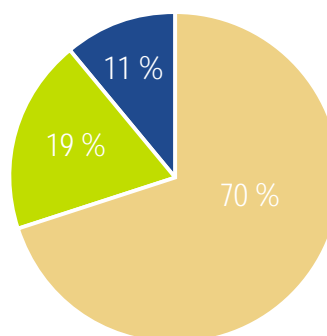
Depuis 1994, 17 projets de recherche ont été retenus et aidés financièrement pour un montant total de 1,8 millions d'euros. Les objectifs généraux d'AGRICE étaient d'optimiser la production de cultures lignocellulosiques, d'évaluer les potentiels de développement de cultures nouvelles ou des cultures annuelles en parcelle agro-forestière. Les possibilités de co-combustion biomasse-déchets et biomasse-fuel ont également été étudiées ainsi que la production des biocombustibles gazeux (méthanisation) et liquides (pyrolyse). La recherche concernant spécifiquement le bois-énergie, le bois de construction et la méthanisation a progressivement été reprise dans le cadre d'autres programmes.



Répartition des aides attribuées par AGRICE pour les biocombustibles

Breakdown of AGRICE grants for non-vehicle biofuels

- Cultures énergétiques - 70 %
Energy crops
- Procédés - 19 %
Processes
- Études technico économiques - 11 %
Technical/economic studies



2.1. Les cultures énergétiques

Un premier volet d'actions a permis d'affiner les connaissances sur les cultures des Taillis à Courte Rotation (TCR) de peuplier et d'eucalyptus destinés à produire du bois-énergie ou du bois de trituration pour l'industrie du papier ou des panneaux de particules. Les recherches se sont focalisées sur la mise au point des techniques culturales.

Par ailleurs, un projet spécifique a été consacré à la culture de miscanthus. Toutefois, l'étude économique a montré que la voie de valorisation énergétique n'était pas intéressante pour le moment. D'autres débouchés, en particulier l'incorporation de ces fibres végétales en substitution de fibres d'origine minérale ou fossile dans des produits biodégradables présentera un intérêt plus immédiat.

Une étude générale a permis de faire la synthèse de l'ensemble des caractéristiques des espèces lignocellulosiques herbacées cultivées. Les résultats ont été publiés dans un document présentant, par espèce, les avantages et les limites de ces plantes en ce qui concerne la production de biomasse à usage non alimentaire : énergie, pâte à papier et biomatériaux.

Le deuxième volet d'actions concerne le programme mené sur la combustion de déchets spéciaux. Il a conclu à la faisabilité technique et économique de la substitution, dans un four de cimenterie, de la sciure de bois par de la paille broyée, sous réserve d'un investissement supplémentaire de l'ordre de 48 %.

Enfin, pour la production d'énergie, la modélisation économique de cultures pour l'alimentation d'une centrale énergétique offrira un outil de faisabilité et d'optimisation économique de tels projets lorsqu'un prix de rachat favorable de l'électricité verte aura été défini.

2.1. Energy crops

An initial series of projects provided more detailed knowledge of short-rotation coppice (SRC) of poplar and willow trees aimed at producing fuelwood or pulpwood used for papermaking and particle board. Research focused on developing cultivation techniques.

In addition, a specific project was devoted to growing miscanthus. An economic study, however, indicated that using miscanthus for energy was not profitable for the time being. Other uses, in particular incorporating plant fibre as a substitute for mineral or fossil-derived fibres in biodegradable products will be more immediately profitable.

An overview study has summarised the characteristics of cultivated lignocellulosic grasses. The results have been published in a document listing by species the advantages and limitations of these plants for non-food uses— energy, papermaking, biomaterials.

The second series of projects is the programme on combustion of special wastes. This programme has concluded that it is technically and economically feasible to substitute crushed straw for sawdust in cement kilns, with an added investment on the order of 48%.

Pertaining to energy production, economic modelling of crops grown for use in power plants will furnish a tool to assess the feasibility and economic optimisation of such projects when a favourable buyback price is established for green electricity.



2.2. Processes

Processes studied under AGRICE are thermochemical processes, i.e. using heat to transform plant molecules.

Thermochemistry covers four types of processes, distinguished by the amount of oxygen (hence of air) supplied: by decreasing proportion of oxygen these are incineration, combustion, gasification and pyrolysis.

Combustion and incineration of biomass yield a low-grade form of energy— heat.

Pyrolysis and gasification yield intermediate products with a higher added energy and chemical value— coal, pyrolytic liquids, gas.

AGRICE has supported four projects in thermochemistry, for a total value of 2.2 million euros, including 0.3 million euros in grants.

Power generation based on biomass pyrolysis/gasification is hampered by fouling of power generation systems by pyrolytic gases. Designing and perfecting a thermal scrubbing process for biomass gasification fluegases will increase the useful life of gas-fired engines used in future biomass cogeneration power plants.

In the area of fuel production, the pyrolytic oils obtained do not yet match the quality of fossil fuels. Further study in this area will elucidate the formation mechanisms of the three phases (gas and/or liquid and/or solid) needed for the design of future energy reactors.

Activated carbon obtained from biomass is less expensive than activated carbon derived from fossil material. Furthermore it offers practically equivalent performance for the cleanup of liquid effluent discharged by the food processing industry.

Under the AGRICE energy crop programme models for highly productive crops (between 10 and 15 tonnes of dry material per hectare and per year) have been developed and fine-tuned, notably SRC of poplar, eucalyptus, willow and miscanthus. Work remains to be done to lower crop production costs and procurement costs (in particular logistics) for agricultural byproducts.

Gasification appears to be the most promising pathway for thermochemical treatment of biomass, yielding both heat and electricity thanks to its high efficiency. More research is needed to optimise this process.

2.2. Les procédés

Les procédés étudiés dans le cadre d'AGRICE sont ceux liés à la thermochimie, c'est-à-dire à la transformation des molécules végétales sous l'action de la chaleur.

La thermochimie regroupe quatre types de procédés, selon la quantité d'oxygène (donc d'air) apportée, soit par ordre de décroissance : l'incinération, la combustion, la gazéification et la pyrolyse.

La combustion et l'incinération de la biomasse produisent une forme dégradée de l'énergie (la chaleur).

La pyrolyse/gazéification génère des produits intermédiaires à plus forte valeur ajoutée énergétique et chimique (charbon, liquides pyrolytiques, gaz).

Dans le domaine de la thermochimie, AGRICE a soutenu 4 dossiers pour un montant total de 2,2 millions d'euros, dont 0,3 million d'euros d'aide.

La production d'électricité à partir de la pyrolyse/gazéification de la biomasse se heurte actuellement à l'encrassement des systèmes de production d'électricité avec les gaz pyrolytiques. Ainsi la conception et la mise au point d'un procédé d'épuration thermique des gaz de gazéification de la biomasse permettra d'augmenter la durée de vie des moteurs à gaz des futures centrales de cogénération biomasse.

En ce qui concerne la production de carburants, les huiles pyrolytiques obtenues n'atteignent pas encore la qualité des "carburants" fossiles. Cependant les études sur ce sujet permettent d'affiner les mécanismes de formation des trois phases (gaz et/ou liquide et/ou solide) nécessaires à la conception de futurs réacteurs de production d'énergie.

Les charbons actifs obtenus à partir de biomasse coûtent moins cher que les charbons actifs issus de matières fossiles. Ils offrent de surcroît des performances quasi équivalentes en épuration d'effluents liquides d'industrie agroalimentaire.

Le programme AGRICE sur les cultures énergétiques a conduit au développement et à la maîtrise de nouveaux modèles de cultures à forte productivité (10 à 15 tonnes de matière sèche par hectare et par an), notamment les TCR et TTCR de peupliers, d'eucalyptus et de saules, le miscanthus. Cependant, il reste à améliorer les coûts de production des cultures ou les coûts d'approvisionnement (en particulier la logistique) des sous-produits d'origine agricole.

La gazéification semble être la voie la plus prometteuse de la thermochimie de la biomasse, pour produire conjointement chaleur et électricité grâce à son rendement élevé. Toutefois, des recherches restent à mener pour optimiser ce procédé.