

L'énergie

L'énergie est un axe majeur de l'action d'AGRICE ; plus du tiers des aides à la recherche lui a 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.

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.

Les deux projets de Directives proposés en 2001 par la Commission Européenne et visant, l'un à promouvoir l'utilisation des biocarburants dans les transports, et l'autre à appliquer un taux d'accise réduit sur certaines huiles minérales qui contiennent des biocarburants et sur les biocarburants devraient être adoptés en 2003. Il est proposé un scénario de développement de 2 % en 2005 et de 5,75 % en 2010.

La production de biocarburants a évolué de façon significative de 1994 à 2002. La consommation d'éthanol obtenu à partir de betteraves et de blé a progressé de 38 500 t à 90 437 t, et la consommation d'esters d'huile végétale de colza et de tournesol a augmenté de 64 400 t à 308 870 t.

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. Ces projets portent notamment sur les aspects agronomiques



Energy

Energy is a major area of focus for AGRICE; over one-third 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.

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. Transport activity has increased significantly in recent years, making it a top-ranking sector for energy consumption and pollution, most notably in urban areas.

Energy consumption for transport represents more than 65 % of oil

imports in France, and road transport accounts for 81 % of overall transport energy consumption.

Two proposals for European directives, drafted in 2001 by the members of the European Commission, are expected to be adopted in 2003. One aims to promote the use of biofuels in transport, and the other applies a reduced rate of excise tax to biofuels and to mineral oil blends that contain biofuels. The proposed development scenario calls for 2 % growth in 2005 and 5.75 % in 2010.

Biofuel production progressed significantly from 1994 to 2000. Consumption of ethanol derived from beets and wheat rose from 38 500 to 90 437 tonnes, and consumption of rapeseed and sunflower oil esters rose from 64 400 to 308 870 tonnes.

At the same time, France has set up a regime of tax incentives in



favour of these organic components, as have all the other countries involved. 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. These projects cover agronomic issues and species improvement; the search for new processes, or optimisation of these processes; "test bench" demonstration projects in order to acquire reference data; value-added uses for coproducts (glycerol, rapeseed presscake, pulp, straw etc.)

Life-cycle analyses have provided precise figures for the positive impact that biofuels have in reducing greenhouse gases, showing that these fuels can help meet obligations under the Kyoto Protocol.

■ **Esters and oils**

Esters can be used as additives or fuel components in diesel vehicle fuel and in home heating

oil. This product is particularly attractive for its impact on the greenhouse effect. A tonne of rapeseed biodiesel avoids emissions equal to 2.5 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 several thousand vehicles. Broader achievements have been obtained in terms of certification, auto manufacturers' guarantees, and general acceptance of the organic components tested.

The work completed has validated the use of esters with new diesel engine technology and various tailpipe devices for treating combustion exhaust (notably particle filters).

et l'amélioration variétale ; la recherche de nouveaux procédés ou d'optimisation de ces procédés ; des démonstrations de type "essais" servant à l'acquisition de références et la valorisation des coproduits (glycérol, tourteaux de colza, pulpes, pailles, etc).

Les analyses de cycle de vie effectuées ont permis de quantifier le potentiel important de réduction des gaz à effet de serre des biocarburants, montrant ainsi la contribution qu'il peuvent apporter au respect des accords de Kyoto.

■ **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 2,5 tonnes d'équivalent CO₂/tonne d'ester issu du colza. 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 des flottes captives totalisant plusieurs milliers de 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 terminées permettent de valider l'utilisation des esters avec les nouvelles technologies des moteurs diesel et les différents organes de post-traitement des gaz de combustion (les filtres à particules notamment).

■ **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 d'environ 2,7 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 l'essence ont donné des résultats positifs en ce qui concerne les émissions. Sans application jusqu'à présent en France, 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.

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.

Deux types d'actions de recherche sont poursuivis dans ce domaine. Le premier volet a pour objectif l'optimisation de la production de cultures lignocellulosiques et l'évaluation des potentiels de développement de cultures nouvelles ou de cultures annuelles en parcelles forestières.

Le deuxième volet d'actions de recherche porte essentiellement sur l'étude de procédés 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 décroissant : 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).

■ 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 gasoline. Avoided greenhouse gas emissions are equal to 2.7 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 Motorcycle 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 gasoline have shown positive results in terms of emissions. Although not currently used in applications, this work could come back to centre-stage in the near future. Indeed, 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 for 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.

Non-vehicles biofuels

Energy produced from fossil fuels causes greenhouse gas emissions, CO₂ in particular. Biofuels (wood, lignocellulosic crops, agricultural byproducts) can hold down these emissions.

AGRICE has pursued two types of research in this field. The first type seeks to optimise production of lignocellulosic crops, and evaluate the development potential for new crops or annual crops on cultivated forestry plots.

The second area of research focuses primarily on 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, i.e. heat.

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