



### ■ 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, CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>/ 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 CO<sub>2</sub>. 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 CO<sub>2</sub>.

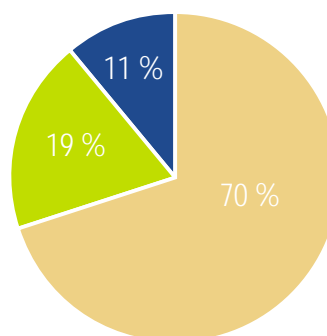
Depuis 1994, 17 projets de recherche ont été retenus et aidés financièrement pour un montant total de 1,8 millions d'euros. Les objectifs généraux d'AGRICE étaient d'optimiser la production de cultures lignocellulosiques, d'évaluer les potentiels de développement de cultures nouvelles ou des cultures 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.