



Projets 1994 - 2000

Energie page 42

Chimie page 60



Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p data-bbox="156 454 413 510"><b>Modélisation de la fertilisation azotée</b></p> <p data-bbox="225 685 316 730">1999</p>	<p data-bbox="440 454 1414 656">La motivation principale du développement des biocarburants (bioéthanol et biodiesel) est le gain environnemental potentiel que les biocarburants apportent par rapport aux carburants pétrochimiques. Néanmoins, lors de la culture des matières premières agricoles des biocarburants (blé, betterave, colza ou tournesol), il peut y avoir une pollution par un apport mal maîtrisé en azote et en particulier en nitrates. Il est donc important d'améliorer la maîtrise de la fertilisation des cultures énergétiques pour optimiser leur gain environnemental. De plus, une meilleure maîtrise de la fertilisation aura également un impact positif sur le coût de revient en augmentant la productivité des cultures et en limitant l'apport en engrais.</p> <p data-bbox="440 658 1414 768">L'objectif de ce projet est d'analyser et de modéliser l'impact de différentes pratiques agricoles sur le bilan énergétique et environnemental par l'étude du cas de la fertilisation azotée dans des rotations blé-colza. La première étape consistera en une expérimentation et une formalisation sur la culture. La seconde étape sera consacrée à la modélisation et à l'utilisation de modèles.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p data-bbox="145 860 413 1061"><b>Impact de l'utilisation des EMHV sur le comportement des moteurs Diesel d'automobiles à injection directe de type Common Rail</b></p> <p data-bbox="225 1124 316 1169">1999</p>	<p data-bbox="440 860 1414 949">L'incorporation des esters méthyliques d'huiles végétales (colza et tournesol) dans le gazole pour l'alimentation des moteurs Diesel est aujourd'hui très répandue. En effet, les pétroliers incorporent aujourd'hui ces esters au niveau de la raffinerie, en amont des réseaux de distribution du carburant à la pompe.</p> <p data-bbox="440 952 1414 1041">Depuis les premières validations techniques de cette incorporation d'esters, une nouvelle famille de moteurs a été développée pour laquelle il n'existe quasiment pas de données techniques sur l'impact des esters sur le fonctionnement du moteur. Il s'agit des moteurs Common Rail.</p> <p data-bbox="440 1043 1414 1198">L'objectif de ce projet est d'obtenir une étude approfondie du fonctionnement d'un moteur diesel à injection directe haute pression de type Common Rail alimenté par des mélanges à base d'EMHV. La première phase sera réservée aux essais moteur (choix des carburants d'essais, essais moteur sur banc stationnaire, essais sur véhicules). La deuxième phase sera un examen de la stabilité thermique des mélanges (simulation de chocs thermiques). La troisième phase étudiera la compatibilité des matériaux spécifiques/carburants (choix des matériaux, essais de vieillissement, caractérisation des matériaux). La quatrième phase sera consacrée à l'interprétation des résultats.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p data-bbox="140 1301 413 1447"><b>Optimisation de la rentabilité de la filière colza : fertilisation à base de boues résiduaires urbaines</b></p> <p data-bbox="225 1565 316 1610">1997</p>	<p data-bbox="440 1301 1414 1357">Le principal débouché non alimentaire du colza est la production d'esters méthyliques de colza (EMC), un biocarburant destiné aux moteurs Diesel en substitution partielle au gazole.</p> <p data-bbox="440 1359 1414 1449">L'EMC a aujourd'hui un coût de revient plus élevé que celui des carburants d'origine pétrochimique. Une des voies permettant de réduire le coût de revient des EMC est de limiter le recours à des engrais onéreux pour la culture du colza. Les boues résiduaires urbaines pourraient être utilisées comme fertilisant pour ces cultures.</p> <p data-bbox="440 1451 1414 1507">L'objectif de ce projet est de tester les effets d'une fertilisation à base de boues résiduaires urbaines sur un itinéraire technique de colza énergétique suivi d'un itinéraire de blé.</p> <p data-bbox="440 1509 1414 1637">La première étape sera consacrée à la vérification de l'intérêt agronomique des boues résiduaires urbaines sur du colza industriel. La deuxième étape sera réservée à la vérification de l'impact réel sur le coût de production du colza et sur le bilan énergétique de la filière. La troisième étape aura pour but de vérifier l'innocuité des boues résiduaires sur la filière EMC (tourteau et huile). La dernière étape consistera à vérifier l'innocuité des boues résiduaires sur le capital foncier pour les cultures suivantes.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p data-bbox="153 1738 413 1861"><b>Impact environnemental de l'utilisation de biocarburants en agglomération</b></p> <p data-bbox="225 2002 316 2047">1997</p>	<p data-bbox="440 1738 1414 1827">La motivation principale du développement des biocarburants comme le biodiesel (ester méthylique de colza) ou l'ETBE (additif des essences sans plomb produit à partir de bioéthanol) réside dans leur impact potentiellement positif sur l'environnement.</p> <p data-bbox="440 1830 1414 2076">Aujourd'hui, seul l'impact global des biocarburants sur l'environnement a été étudié en particulier par Ecobilan. Il serait intéressant d'étudier l'impact local de l'utilisation de ces carburants en particulier sur la qualité de l'air en ville. L'objectif de ce projet est de déterminer l'impact sur la qualité de l'air de l'addition dans les essences d'ETBE ou de son équivalent synthétique le MTBE, et de l'utilisation dans le Diesel d'ester méthylique de colza. La première étape consistera en une étude bibliographique et la collecte de données sur les émissions des carburants reformulés. La deuxième étape sera une modélisation de ces émissions sur la zone de Strasbourg-Kehl. La troisième étape sera réservée à l'adaptation de la chimie homogène du modèle. La quatrième étape devra permettre d'obtenir une modélisation (à partir du modèle EZM et du modèle MARS). Enfin, la cinquième étape sera consacrée aux études d'impact : mesurer l'impact de l'utilisation des carburants reformulés sur la qualité de l'air.</p>

# Biocarburants

(Ester-huiles)

Liste des projets  
classés  
par sous-thèmes

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<b>Amélioration génétique de la résistance du colza au phoma : une assurance pour la production de biocarburant</b>  1997	<p>Le biodiesel est un biocarburant produit à partir de colza qui est utilisé comme carburant en complément du gazole dans les moteurs Diesel.</p> <p>Aujourd'hui, le biodiesel n'est pas compétitif comparé aux carburants d'origine pétrochimique. Une des voies permettant d'améliorer cette compétitivité consiste à améliorer le rendement de l'étape de production agricole. Une des principales causes de chute du rendement aujourd'hui est l'attaque des cultures par le Phoma. Il serait très intéressant d'étudier la résistance génétique au Phoma afin d'améliorer le rendement de production tout en limitant le recours aux pesticides.</p> <p>L'objectif de ce projet est de mettre au point une lutte génétique durable contre le Phoma. La première étape sera consacrée à la caractérisation des résistances. La construction d'une carte génétique sur laquelle seront positionnés les gènes de résistance détectés au Phoma, correspondant aux gènes d'avirulence est prévue. La deuxième étape sera réservée à l'évaluation du champ de l'efficacité et de la durabilité des résistances. La troisième étape sera consacrée à la gestion des résistances.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<b>Impact de l'incorporation d'ester d'huiles végétales sur les émissions non réglementées des moteurs diesel</b>  1997	<p>L'EMHV (esters méthylique d'huile végétale) peut être utilisé comme carburant en mélange avec le gazole pour les bus, les poids lourds ou encore les voitures particulières équipées de moteurs Diesel.</p> <p>Aujourd'hui, les données sur les émissions de polluants dues à l'introduction d'EMHV dans le gazole sont divergentes et ne permettent pas de connaître leur impact sur la pollution atmosphérique en particulier en ville. C'est pourquoi, il est nécessaire de mesurer l'effet de l'introduction d'EMHV sur les émissions de polluants des véhicules. L'objectif de ce projet est de déterminer l'impact de l'introduction d'esters méthyliques de colza et de tournesol sur les émissions réglementées et non réglementées. La première étape devra permettre de cerner précisément l'effet d'une incorporation d'ester d'huiles végétales (5, 10 et 30 %) sur les émissions de polluants spécifiques, spécialement les aldéhydes, les fractions solubles des particules et les hydrocarbures individuels. La deuxième étape devra évaluer l'incidence de cette incorporation sur les facteurs pris en compte dans la qualité de l'air. La troisième étape étudiera les interactions entre les mélanges EMHV et les rejets d'oxyde d'azote afin de proposer, le cas échéant, des voies d'action pour les contrôler. Les tests auront lieu sur châssis dynamométrique et banc moteur.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<b>Utilisation d'esters de tournesol à 20 % dans les flottes captives</b>  1997	<p>Les esters méthyliques d'huile de colza (EMC) et de tournesol (EMT) peuvent trouver des débouchés comme carburant pour les moteurs Diesel dans les flottes captives (bus, poids lourds, tracteurs agricoles).</p> <p>Il est aujourd'hui nécessaire de valider sur le plan pratique que les esters, en particulier les esters de tournesol, sont adaptés à cet usage. Il serait également utile d'expérimenter différents taux d'incorporation dans le gazole et en particulier des taux élevés.</p> <p>L'objectif de ce projet est d'expérimenter les esters méthyliques d'huiles végétales à des taux élevés, dans des flottes captives. La première phase sera réalisée par Champagne Céréales et sera consacrée à des essais avec des carburants contenant 50 % d'EMC au delà de 250 000 km. La deuxième phase sera réservée à des essais à l'EMT sur tracteurs : essais avec 5 à 30% d'EMT pendant 1 an. La troisième phase aura lieu au sein de la Société de Transport de l'Agglomération Paloise et sera consacrée à des essais avec 30 % d'EMT pendant 2 ans. Une procédure de contrôle et d'entretien très stricte a été établie (analyse d'huile, contrôle d'opacité, contrôle des filtres et des injecteurs).</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<b>Nouveaux itinéraires techniques pour le colza énergétique</b>  1996	<p>Le principal avantage mis en avant pour soutenir le développement des biocarburants comme le biodiesel (esters méthyliques de colza) est la réduction de l'impact environnemental comparé aux carburants d'origine pétrolière. Un des paramètres qui pourrait améliorer le bilan environnemental des cultures est la date des semis, en particulier cela pourrait permettre de limiter la pollution par les nitrates. Il serait intéressant d'expérimenter des dates de semis plus précoces afin de mesurer l'impact de cette modification sur le bilan technico-économique et environnemental de la production de biodiesel.</p> <p>L'objectif de ce projet est d'analyser l'intérêt environnemental d'un avancement du semis de colza, d'un mois environ par rapport aux dates de semis classiques. La première étape aura pour objet d'évaluer les intérêts et les limites du semis précoce pour le colza énergétique. La seconde étape devra, elle, permettre d'évaluer au plan des trois bilans énergétique, économique et environnemental, des itinéraires techniques pour le colza énergétique intégrant les semis précoces.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p data-bbox="153 454 416 595"><b>Caractérisation des processus menant à la formation de dépôts lors de la combustion des huiles végétales</b></p> <p data-bbox="225 712 316 757">1995</p>	<p data-bbox="440 454 1423 510">L'huile de colza pourrait trouver un débouché comme combustible pour la production d'énergie en particulier dans les chaudières collectives.</p> <p data-bbox="440 510 1423 797">Néanmoins, la mauvaise connaissance du comportement de l'huile de colza comparé au gazole représente un frein à sa plus grande diffusion avec en particulier une suspicion de formation de dépôts encrassant le brûleur. Il est donc nécessaire d'étudier les caractéristiques fondamentales de la combustion de l'huile de colza, en particulier concernant la formation de dépôts. L'objectif de ce projet est de comprendre et de modéliser les mécanismes d'ordres physiques et chimiques impliqués dans la formation de dépôts lors de la combustion des huiles végétales pures, pour une utilisation avec du fioul ou du gazole. L'étude porte sur l'huile de colza dégommée et filtrée. La première étape se place du point de vue chimique : il s'agit de comprendre le cheminement réactionnel menant à la formation de dépôts. La deuxième étape se place d'un point de vue physique : il s'agit alors de comprendre les mécanismes de vaporisation ou de gazéification des gouttes d'huiles de colza en fonction de la pression et de la température. La troisième étape consistera en la comparaison entre la structure des jets de brouillard d'huile de colza et de gazole.</p>
<p data-bbox="129 848 316 882"><b>Titre du Projet</b></p> <p data-bbox="204 898 416 1003"><b>Production de colza dans des conditions satisfaisantes pour l'environnement</b></p> <p data-bbox="225 1155 316 1200">1994</p>	<p data-bbox="440 848 699 882"><b>Besoins et objectifs</b></p> <p data-bbox="440 898 1423 1234">Le biodiesel est un biocarburant produit à partir de colza qui peut se substituer au gazole pour les véhicules à moteur Diesel. L'étape de production agricole du colza est une étape à part entière de la production du biodiesel. Il est donc nécessaire de caractériser l'impact environnemental de cette culture par un écobilan afin de pouvoir valider l'impact global des biocarburants. Il est en particulier nécessaire de caractériser le dégagement de N<sub>2</sub>O suite à l'évocation par les écologistes, d'une augmentation de l'émission de ce gaz lors de la culture du colza. L'objectif de ce projet est de déterminer les impacts sur l'environnement d'une culture de colza destinée à la production de biocarburants. D'autre part, ce projet devrait permettre d'élaborer des pratiques agricoles plus satisfaisantes. La première étape sera consacrée à la quantification des flux et des stocks de carbone et d'azote sous toutes les formes au cours d'un cycle de végétation et de son interculture. La deuxième étape devra fournir une modélisation de ces flux et ces stocks de carbone et d'azote qui puisse servir de base technique pour une approche Ecobilan. La troisième étape aura pour but de proposer des solutions pour adapter les pratiques agricoles et évaluer leur faisabilité et leur rentabilité.</p>
<p data-bbox="129 1290 316 1323"><b>Titre du Projet</b></p> <p data-bbox="215 1339 416 1395"><b>Amélioration génétique du colza</b></p> <p data-bbox="225 1597 316 1641">1994</p>	<p data-bbox="440 1290 699 1323"><b>Besoins et objectifs</b></p> <p data-bbox="440 1339 1423 1675">Le colza est une des grandes cultures à l'origine des valorisations agricoles non alimentaires (VANAs) et en particulier du biodiesel, un biocarburant pouvant se substituer au gazole dans les moteurs Diesel. Les coûts de revient des VANAs issus du colza sont souvent supérieurs aux produits de synthèses. Un des axes pour diminuer leur coût de revient est d'augmenter le rendement des productions agricoles. Aujourd'hui, il n'existe pas de variétés hybrides de colza, or les hybrides sont connus pour améliorer les rendements. L'objectif de ce projet est de sélectionner génétiquement des variétés hybrides de colza à usages alimentaires ou industriels. La première étape sera consacrée à la sélection des lignées mâles -stériles et restauratrices. La deuxième étape sera réservée à la production de semences hybrides expérimentales. La troisième étape consistera en l'expérimentation des hybrides en essais multilocaux. La quatrième étape sera réservée à la prémultiplification des hybrides et des lignées sélectionnées. La cinquième étape sera une étude de composites hybrides lignées en parcelles isolées. La sixième étape sera réservée à la création de populations double-zéro restauratrices. Enfin, la dernière étape sera consacrée au contrôle de la pureté variétale.</p>
<p data-bbox="129 1731 316 1765"><b>Titre du Projet</b></p> <p data-bbox="185 1780 416 1836"><b>Utilisation énergétique de l'huile</b></p> <p data-bbox="225 1948 316 1993">1994</p>	<p data-bbox="440 1731 699 1765"><b>Besoins et objectifs</b></p> <p data-bbox="440 1780 1423 2036">L'huile de colza pourrait trouver un débouché non alimentaire comme combustible en substitution au fioul dans des chaudières, en particulier dans les chaudières utilisées pour le séchage indirect des grains dans les fermes. Afin de valider ce débouché, il est nécessaire d'approfondir les connaissances sur la combustion de l'huile de colza dans des brûleurs en particulier au niveau de la faisabilité technico-économique et de l'impact environnemental. L'objectif de ce projet est de mettre au point l'utilisation d'huile végétale combustible dans les brûleurs. La première étape sera consacrée à des tests préliminaires sur le brûleur en laboratoire, pour définir s'il est nécessaire de fonctionner avec un échangeur ou non (impact économique important sur le projet). La deuxième étape sera réservée à l'installation de la structure chez l'agriculteur, pour confirmer en situation réelle les résultats obtenus en laboratoire. La troisième étape sera consacrée à la réalisation d'une étude marketing et économique.</p>

# Biocarburants

(Ester-huiles)

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<b>Huile combustible</b>  1994	<p>L'huile de colza pourrait trouver un débouché non alimentaire comme combustible pour les chaudières collectives en substitution du fioul domestique.</p> <p>Cependant, les caractéristiques du fioul domestique utilisé dans les chaudières collectives sont encadrées par des spécifications douanières, administratives et intersyndicales. L'huile de colza qui par nature est très différente du fioul domestique ne répond pas à ces spécifications et ne peut donc pas être utilisée aujourd'hui. Il est donc nécessaire de rechercher une formulation à base d'huile de colza qui répondrait au cahier des charges. L'objectif de ce projet est de formuler un combustible à base d'huile de colza répondant au cahier des charges et à le tester dans une chaudière collective. La première étape devra permettre d'identifier les coupes pétrolières disponibles en raffinerie qui permettent de ramener les caractéristiques physico-chimiques de l'huile de colza dans la gamme d'un FOD, de trouver des règles de formulation simples et de maximiser le taux d'incorporation d'huile de colza. La seconde étape sera consacrée à la démonstration de combustion sur une chaudière existante au collège de Roncherolles (Bolbec, 76), sur au moins l'un des meilleurs combustibles à base d'huile de colza.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<b>Utilisation d'esters à 5 % dans le gazole</b>  1994	<p>Le biodiesel (esters méthyliques de colza) peut être incorporé dans le gazole en tant que biocarburant, en particulier pour les flottes de bus dont l'approvisionnement en gazole est localisé et donc simple à substituer.</p> <p>Néanmoins, en 1994, les incertitudes techniques concernant l'incorporation de biodiesel dans le gazole ne sont pas toutes levées et représentent un frein important au développement de ce biocarburant. Il est donc nécessaire d'approfondir la connaissance de la formulation de carburants incorporant des esters méthyliques de colza et de mesurer l'impact de leur utilisation sur les moteurs de bus.</p> <p>L'objectif de ce projet est d'étudier le vieillissement des moteurs Diesel alimentés par un mélange à 5 % en esters méthyliques de colza (EMC5), ainsi que le comportement des mélanges EMC5. Le programme doit permettre d'apporter les compléments d'information indispensables pour toutes les industries concernées. La première phase de l'étude consistera à étudier l'encrassement des soupapes d'admission. La deuxième phase sera réservée à l'étude de l'évolution des caractéristiques à froid des mélanges. La troisième phase sera consacrée à l'étude du comportement des mélanges en présence d'eau. Les essais se feront en laboratoire, sur banc moteur et sur flottes.</p>

<i>Titre du Projet</i>	<i>Besoins et objectifs</i>
<b>Etude du comportement rhéologique de l'albumen de maïs</b>  1999	<p>Lors d'un précédent programme, une nouvelle méthode de fractionnement du blé par voie sèche avait été étudiée afin d'améliorer la pureté des fractions obtenues (protéine et amidon) et pour diminuer le coût de revient. Il serait intéressant de tester la même technologie sur le maïs dans le but de mieux le valoriser en permettant la séparation des macromolécules amidon/protéines.</p> <p>L'objectif de ce projet est d'étudier les bases structurales de la "fractionnabilité" par voie sèche du maïs, en s'appuyant sur les résultats acquis sur le blé. La première phase sera consacrée aux mesures des propriétés rhéologiques de lots de grains de maïs. La deuxième phase sera réservée à l'identification de l'influence des facteurs dureté et vitrosité des grains sur leurs propriétés mécaniques et leur aptitude au fractionnement. La troisième phase sera consacrée à l'étude de l'influence de l'incidence d'autres facteurs liés aux matières premières et aux procédés. La quatrième phase sera une phase de recherche des pré-traitements appropriés pour favoriser la "fragmentabilité" de l'albumen et la "séparabilité" des constituants.</p>

<i>Titre du Projet</i>	<i>Besoins et objectifs</i>
<b>Etude d'un véhicule flexible alimenté en éthanol et supercarburant en toutes proportions</b>  1998	<p>Le bioéthanol produit à partir de blé ou de betterave est aujourd'hui transformé chimiquement en ETBE puis incorporé comme composé oxygéné dans les essences sans plomb. Le bioéthanol pourrait également être utilisé tel quel comme carburant et composé oxygéné en mélange à l'essence sans plomb.</p> <p>Cette approche est particulièrement intéressante dans un contexte où la législation prévoit l'obligation d'incorporer à moyen terme une proportion significative de composés oxygénés dans l'ensemble des carburants. Le bioéthanol pourrait répondre à ce besoin en composés oxygénés mais aujourd'hui, on manque d'informations techniques sur la faisabilité technique et l'impact environnemental d'une telle approche.</p> <p>L'objectif de ce projet est de déterminer les émissions et les performances d'un véhicule "flexible" acceptant un carburant contenant différentes proportions d'éthanol et d'essence. La première étape sera la définition du moteur d'essai. La deuxième étape sera la définition des carburants. La troisième étape sera consacrée aux essais et mesures. La quatrième étape sera consacrée à la rédaction d'une étude comparative des différents mélanges.</p>

<i>Titre du Projet</i>	<i>Besoins et objectifs</i>
<b>Fermentation de pentoses en éthanol par une souche recombinante de <i>Zymomonas mobilis</i></b>  1998	<p>Le bioéthanol aujourd'hui obtenu à partir de la fermentation de betterave ou de blé trouve un débouché principal comme additif pour les essences sans plomb après une transformation chimique en ETBE.</p> <p>Le bioéthanol a un coût de revient supérieur aux carburants fossiles. Une des voies pour diminuer ce coût est l'optimisation de l'étape de fermentation. Dans le procédé actuel, seuls les sucres fermentescibles sont transformés en éthanol. En particulier les sucres "en C5" contenus dans la fraction lignocellulosique ne sont pas transformés. Il serait intéressant de rechercher un moyen de rendre ces sucres en C5 également fermentescibles. L'objectif de ce projet est d'évaluer des potentialités de production d'éthanol par fermentation des sucres en C5 issus de la lignocellulose (xylose et arabinose) par une souche recombinante de la bactérie <i>Zymomonas mobilis</i>. La première phase consistera à évaluer des souches recombinantes de <i>Z. mobilis</i>, par test de croissance et de production d'éthanol sur des milieux contenant du glucose, du xylose et de l'arabinose. La seconde phase sera consacrée à la construction de nouvelles souches. Il s'agit alors d'améliorer les performances des souches recombinantes disponibles en construisant de nouvelles souches et en optimisant le procédé de fermentation.</p>

<i>Titre du Projet</i>	<i>Besoins et objectifs</i>
<b>Valorisation en éthanol à usage de carburant de la fraction cellulosique des pailles de céréales</b>  1998	<p>Le bioéthanol aujourd'hui obtenu à partir de la fermentation de betterave ou de blé trouve un débouché principal comme additif pour les essences sans plomb après une transformation chimique en ETBE.</p> <p>Le bioéthanol a un coût de revient supérieur aux carburants fossiles. Une des voies pour diminuer ce coût est l'optimisation de l'étape de fermentation. Dans le procédé actuel, seuls les sucres fermentescibles sont transformés en éthanol. En particulier les sucres "en C5" contenus dans la fraction lignocellulosique ne sont pas transformés. Il serait intéressant de rechercher un moyen de rendre ces sucres en C5 également fermentescibles. L'objectif de ce projet est de valoriser en éthanol à usage de carburant la fraction cellulosique des pailles de céréale. La première étape sera consacrée à la mise au point d'un pré-traitement basé sur une cuisson en présence d'acide dilué. La deuxième étape sera réservée à la construction de souches <i>Trichoderma reesei</i> productrices d'activités cellulosiques enrichies d'une part en activité endo-glucanase, et d'autre part en activité d'hydrolyse des résidus hémicellulosiques ou phénoliques, barrières à l'action des cellulases. La troisième étape consistera en la mise au point d'un procédé utilisant le complexe enzymatique amélioré, associé à une souche de levure fermentant à 40°C.</p>

# Biocarburants

(Ethanol-Ether)

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Estimation des pertes de nitrate et de pesticides en zone agricole de grande culture</b></p> <p>1997</p>	<p>La motivation principale du développement des biocarburants en substitution des carburants d'origine pétrochimique est leur moindre impact sur l'environnement.</p> <p>Cependant, les pratiques agricoles ne sont pas exemptes d'impact sur l'environnement avec en particulier la pollution des eaux superficielles et souterraines par les nitrates et les pesticides d'origine agricole. Il est aujourd'hui urgent de développer des techniques agricoles alternatives afin d'améliorer le bilan environnemental des biocarburants.</p> <p>L'objectif de ce projet est de quantifier l'effet de différents scénarii agricoles sur les pertes d'eau, de nitrate et de pesticides vers les eaux souterraines à l'échelle du bassin hydrologique. La première étape sera consacrée à la quantification de l'effet de différents itinéraires techniques sur les fuites d'eau et de nitrates. La deuxième étape sera réservée à l'évaluation de modèles de transferts et de transformations "azote" et "pesticides" à l'échelle de la parcelle en s'appuyant sur des mesures complémentaires. La troisième étape sera une simulation de l'impact de techniques alternatives sur la qualité de l'eau de percolation à l'échelle du bassin hydrologique. Ce type de simulation pourra être étendu à d'autres territoires ayant des caractéristiques pédologiques similaires.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Ajout d'alcool dans le gazole : étude des effets sur les caractéristiques du carburant, le fonctionnement du moteur, les émissions de polluants gazeux et de particules, et sur les données énergétiques</b></p> <p>1997</p>	<p>Le bioéthanol est un carburant produit à partir de blé ou de betterave qui est aujourd'hui utilisé pour synthétiser l'ETBE, un additif pour des essences sans plomb. Un autre débouché du bioéthanol pourrait être la formulation d'un carburant cette fois-ci à partir de gazole et de bioéthanol non modifié pour les moteurs Diesel.</p> <p>Il a déjà été montré que l'ajout d'éthanol avait un impact positif sur les émissions de particules. Cependant de nombreuses questions restent encore posées concernant la faisabilité technique de l'addition d'éthanol dans le gazole pour les moteurs Diesel et mériteraient d'être étudiées : stabilité, explosivité et impact sur les autres polluants.</p> <p>L'objectif de ce projet est d'évaluer les effets de l'ajout d'éthanol dans le gazole. La première étape devra permettre de définir dans quelles conditions un mélange alcool-gazole peut satisfaire les spécifications actuelles des gazoles. La seconde étape devra permettre de juger de l'intérêt potentiel de l'ajout d'alcool d'origine agricole dans le carburant des moteurs Diesel par des essais sur véhicule. Les critères retenus seront les émissions de polluants (émissions réglementées), les fractions d'aldéhydes et d'aromatiques dans les hydrocarbures imbrûlés, les effets énergétiques et le maintien d'un fonctionnement correct du moteur.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Conception d'itinéraires techniques pour le blé en vue de la production d'éthanol</b></p> <p>1995</p>	<p>Le bioéthanol, en partie produit à partir du blé, est modifié chimiquement pour synthétiser l'ETBE, un composé oxygéné utilisé comme additif pour la formulation des essences sans plomb.</p> <p>Le bioéthanol produit à partir de blé n'est pas compétitif aujourd'hui face aux carburants "traditionnels" comme l'essence. Une des voies pour améliorer cette compétitivité est d'optimiser le rendement de la production agricole. L'optimisation d'un problème aussi complexe n'est pas simple et le recours à un modèle informatique pourrait permettre d'atteindre ce résultat. Il serait intéressant de valider cette approche par modélisation sur une région.</p> <p>L'objectif de ce projet est de déterminer un ou plusieurs itinéraires techniques qui répondent aux objectifs fixés pour le blé-éthanol de manière plus satisfaisante que les conduites existant à l'heure actuelle pour le blé alimentaire.</p> <p>La première étape sera consacrée à la description de la filière blé éthanol en fonction des enjeux globaux des biocarburants et de la gestion des flux de blé éthanol. La deuxième étape sera consacrée à l'élaboration d'un outil d'aide à la décision, permettant de proposer des itinéraires techniques répondant à un cahier des charges donné. La troisième étape sera réservée à l'évaluation de la pertinence des choix opérés par l'outil d'aide à la décision.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Amélioration de la productivité du procédé de bioconversion du blé en éthanol</b></p> <p>1995</p>	<p>La bioéthanol est un composé pouvant être obtenu à partir du blé, qui est transformé chimiquement en ETBE, un additif utilisé dans la formulation des essences sans plomb.</p> <p>Le coût de revient du bioéthanol est aujourd'hui supérieur à celui de l'essence. Une des voies pour diminuer ce coût de revient est d'améliorer le rendement de la production d'alcool à partir du blé. Aujourd'hui, seul l'amidon est transformé en éthanol lors de la fermentation à l'exclusion du son de blé qui est un co-produit du procédé. Or, il existe dans la nature des enzymes capables de transformer le son de blé en sucres puis en éthanol. Il serait intéressant d'étudier si l'ajout d'enzymes au cours du processus pourrait permettre de transformer le son en éthanol.</p> <p>L'objectif de ce projet est de sélectionner les enzymes permettant la production maximale de sucres fermentescibles ainsi que les conditions optimales de fermentation. La première étape consistera à étudier l'utilisation des sons. La deuxième étape consistera à étudier les mûts de blé. La troisième et quatrième étape étudieront de nouveau les sons et les mûts, mais cette fois, l'hydrolyse sera précédée d'un prétraitement. La dernière étape sera réservée à l'obtention d'éléments nécessaires à une étude technico-économique.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Production d'éthanol à partir de substrats issus de la betterave sucrière : maîtrise de l'étape fermentaire</b></p> <p>1995</p>	<p>Le bioéthanol, en partie produit par distillation de jus de betterave, est utilisé pour la synthèse d'ETBE, un additif oxygéné utilisé pour la formulation des essences sans plomb.</p> <p>Le coût de revient du bioéthanol est aujourd'hui plus élevé que celui de l'essence. Une des voies pour diminuer son coût de revient passe par l'optimisation des procédés de production et en particulier de l'étape fermentaire. En effet un phénomène de contamination du milieu non stérile fait chuter les rendements sans qu'on en connaisse l'origine et le mécanisme. Une étude fondamentale des processus de contamination serait nécessaire.</p> <p>L'objectif de ce projet est de maîtriser l'étape fermentaire dans la production d'éthanol à partir de substrats issus de la betterave sucrière. La première étape sera consacrée à analyser le comportement de <i>S. cerevisiae</i> et du contaminant sur des milieux modèles. La deuxième étape sera consacrée à l'étude du comportement d'un système fermentaire avec <i>S. cerevisiae</i> lors d'une contamination du milieu. La troisième étape sera réservée à la définition des conditions favorisant l'implantation du contaminant. La quatrième étape devra permettre de déterminer les conditions opératoires à mettre en œuvre pour assurer une bonne activité fermentaire de la souche voulue de <i>S. cerevisiae</i>.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Bases structurales de la fragmentation et du fractionnement des grains de céréales : Influence des prétraitements sur les propriétés mécaniques et l'aptitude à la séparation</b></p> <p>1995</p>	<p>Aujourd'hui, les technologies utilisées pour le fractionnement du grain pour les usages non alimentaires du blé sont celles utilisées pour l'alimentaire, à savoir, une mouture permettant d'obtenir une farine suivie d'une séparation par voie humide de l'amidon et des protéines. Cependant, ce procédé a été optimisé en fonction d'un débouché alimentaire et présente des limites technologiques et économiques pour une application non alimentaire. Il serait intéressant d'étudier d'autres voies de fractionnement du blé afin de trouver un procédé plus adapté en terme de coût et de sélectivité des constituants valorisables en non alimentaire.</p> <p>L'objectif de ce programme est d'étudier les bases structurales de la fragmentation et du fractionnement des grains de blé pour optimiser le fractionnement par voie sèche et faciliter des utilisations non alimentaires des grains et de leurs produits dérivés. La première étape concernera les propriétés rhéologiques et de fragmentabilité de l'amande et du grain entier. La deuxième étape sera consacrée à l'étude de la structure, de la composition et de l'aptitude au fractionnement. La troisième étape sera réservée à des propositions d'optimisation des pré-traitements et des opérations de fractionnement.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Optimisation de la production d'éthanol à partir du blé, notamment par couplage fermentation-floculation</b></p> <p>1995</p>	<p>Le bioéthanol est produit par distillation de blé ou de betterave et est utilisé pour la synthèse de l'ETBE, un additif oxygéné servant à la formulation des essences sans plomb.</p> <p>Aujourd'hui, le coût de revient du bioéthanol est plus élevé que celui de l'essence. Une des voies pour diminuer son coût de revient serait de développer un procédé continu de fermentation. On a observé que certaines souches de levures ont la propriété de s'agréger. Cette propriété pourraient permettre le développement d'une nouvelle technologie de fermentation continue par un couplage de la fermentation et du recyclage des levures par floculation.</p> <p>L'objectif de ce projet est de développer cette nouvelle technologie de couplage fermentation-floculation.</p> <p>La première étape consistera à isoler et identifier le(s) microorganisme(s) impliqué(s) dans la défloculation. La deuxième étape devra permettre de trouver les mécanismes et la cinétique de propagation du contaminant. La troisième étape consistera à trouver la cause de la dispersion des floccs. La quatrième étape sera réservée à la recherche de la façon de stabiliser la fermentation continue par des levures floculantes. Ces solutions pour le blé seront vérifiées sur jus de betterave.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Identification des critères technologiques en vue de la définition d'un cahier des charges pour améliorer le bilan économique de la production de blé-éthanol</b></p> <p>1995</p>	<p>Le bioéthanol est en partie produit à partir de grains de blé. L'alcool extrait par distillation est ensuite transformé chimiquement en ETBE, un additif utilisé dans la formulation des essences sans plomb.</p> <p>Aujourd'hui, il n'existe pas de cahiers des charges optimisés pour la production de blé à destination de la production d'éthanol. Il serait intéressant de déterminer un cahier des charges qui serait optimisé technico-économiquement et environnementalement pour la production de bioéthanol.</p> <p>L'objectif de ce projet est d'identifier les critères technologiques de la culture du blé-éthanol nécessaires pour définir un cahier des charges industriel, puis évaluer la variabilité génétique des blés et leur sensibilité vis à vis des conditions agronomiques. La première étape consistera en une exploitation des données existantes pour déterminer les critères influençant les performances des procédés. La deuxième étape sera consacrée à la validation de ces critères par des analyses physiques simples. La troisième étape sera réservée à la mise en place d'un réseau d'essai à partir des meilleurs cultivars. La quatrième étape consistera à développer un pilote puis à valider les précédents résultats sur celui-ci. Enfin, ces résultats seront vérifiés au stade industriel par BENP.</p>

# Biocarburants

(Ethanol-Ether)

Liste des projets  
classés  
par sous-thèmes

<i>Titre du Projet</i>	<i>Besoins et objectifs</i>
<p data-bbox="229 450 453 510"><b>Itinéraires agronomiques en blé</b></p> <p data-bbox="261 707 357 757">1994</p>	<p data-bbox="475 450 1460 510">Le blé est une des grandes cultures à l'origine des valorisations agricoles non alimentaires (VANAs) et en particulier du bioéthanol, une molécule utilisée pour la production d'ETBE, un additif utilisé dans les essences sans plomb.</p> <p data-bbox="475 510 1460 571">Aujourd'hui, le bioéthanol obtenu à partir du blé n'est pas compétitif avec les carburants comme l'essence. Une des voies pour améliorer la compétitivité de la production de bioéthanol à partir de blé est d'améliorer la qualité du blé.</p> <p data-bbox="475 571 1460 631">Aucun des travaux n'a jusqu'à présent visé à optimiser la qualité du blé dans le but de produire du bio-éthanol. Il est donc nécessaire de déterminer les paramètres qui influencent la qualité du blé.</p> <p data-bbox="475 631 1460 792">L'objectif de ce projet est de définir les caractéristiques d'une variété de blé-éthanol optimisant le coût de la matière première industrielle tout en respectant le revenu de l'agriculteur et les cahiers des charges technologiques. La première phase sera consacrée à la mise en place de tests rapides et au développement d'une méthode de référence pour l'évaluation de la qualité des blés pour la production d'éthanol. La deuxième phase consistera en un inventaire de l'existant. La troisième phase sera réservée à la production d'échantillons de qualités variables et à leur caractérisation. La quatrième phase sera consacrée à l'exploitation des résultats des essais et à la synthèse.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p data-bbox="151 452 411 568"><b>Développement d'un procédé compétitif de fabrication du carbonate de glycérol</b></p> <p data-bbox="225 712 316 757">1999</p>	<p data-bbox="438 452 1418 510">Le carbonate de glycérol est une molécule plurifonctionnelle dotée d'un fort potentiel de développement en chimie en substitution à d'autres types de carbonate d'origine chimique dont le coût de revient est élevé aujourd'hui.</p> <p data-bbox="438 510 1422 651">Des travaux prometteurs menés précédemment ont permis de mettre au point à l'échelle du laboratoire une nouvelle voie de synthèse du carbonate de glycérol à partir d'une souche carbonée organique et de glycérol. Cette synthèse permettrait de valoriser le glycérol qui est un co-produit de la production du biodiesel (ester méthylique d'huiles végétales), un biocarburant utilisé aujourd'hui sur les véhicules Diesel. Il serait donc intéressant de poursuivre ces travaux afin d'optimiser la réaction et de valider la possibilité d'une extrapolation à l'échelle industrielle.</p> <p data-bbox="438 651 1418 788">L'objectif de ce projet est d'étudier la mise au point de la réaction entre le glycérol et une source carbonée minérale pour produire le carbonate de glycérol à un coût compétitif dans des conditions extrapolables industriellement. La première phase sera consacrée à la mise en évidence des étapes réactionnelles. La deuxième phase portera sur la carbonatation du glycérol dans un réacteur de 250 ml puis 2l. La dernière phase sera une phase de mise en œuvre de la carbonatation dans un réacteur de 25l.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p data-bbox="164 896 411 1012"><b>Valorisation de co-produits vinasses en production d'éthanol de betteraves</b></p> <p data-bbox="225 1158 316 1202">1999</p>	<p data-bbox="438 896 1418 983">La vinasse est un co-produit de la production de bioéthanol. Le bioéthanol est un composé qui, par modification chimique, donne l'ETBE, un additif utilisé dans la formulation des essences sans plomb. Les vinasses de betteraves sont riches en bétaine, un composé aujourd'hui utilisé pour l'alimentation animale comme hépatoprotecteur.</p> <p data-bbox="438 983 1418 1070">Le bioéthanol a aujourd'hui un coût de revient supérieur aux carburants fossiles. Une des voies permettant de diminuer ce coût de revient est de valoriser au maximum les coproduits. Une piste à explorer serait la valorisation sur le marché de l'alimentation animale des bétaines de vinasses de betteraves.</p> <p data-bbox="438 1070 1418 1238">L'objectif de ce projet est de valoriser les vinasses de betteraves et en particulier la bétaine. La première étape sera consacrée à une enquête marketing sur le marché des aliments pour volailles et porcins, la deuxième étape concernera le marché des aliments pour bovins. La troisième étape consistera à préciser la séparation chromatographique des vinasses, la faisabilité d'un concentré liquide de bétaine/glycérol et les conditions opératoires d'une cristallisation de bétaine HCL. La quatrième étape sera consacrée à la définition du procédé industriel et à sa validation économique. La cinquième étape sera réservée à la résolution des dernières incertitudes.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p data-bbox="129 1344 411 1489"><b>Production d'hydrogène par reformage de l'éthanol en réacteur membranaire en vue d'alimenter une pile à combustible</b></p> <p data-bbox="225 1610 316 1655">1998</p>	<p data-bbox="438 1344 1418 1431">La pile à combustible est un générateur électrique utilisant l'énergie chimique obtenue par la réaction d'hydrogène sur l'oxygène. Les piles à combustible ont un haut rendement comparé aux turbines et aux moteurs actuels. La principale application potentielle des piles échangeuses de proton est le transport du fait de leur mobilité.</p> <p data-bbox="438 1431 1418 1489">Le méthanol est aujourd'hui un des carburants utilisés pour produire l'hydrogène des piles à combustible, mais il pose des problèmes de toxicité. L'éthanol pourrait constituer une autre source d'hydrogène moins toxique.</p> <p data-bbox="438 1489 1418 1547">Aujourd'hui peu de travaux concernent le reformage de l'éthanol en vue de produire un flux d'hydrogène de pureté compatible avec les piles à combustibles actuellement disponibles (absence de monoxyde de carbone).</p> <p data-bbox="438 1547 1418 1688">L'objectif de ce projet est, d'une part, de mettre au point des catalyseurs et/ou une combinaison de catalyseurs susceptibles de décomposer l'éthanol en un mélange riche en hydrogène et en CO<sub>2</sub>, et d'autre part de coupler cette réaction avec la séparation sélective de l'hydrogène dans un réacteur à membrane. La première phase sera consacrée à la mise au point des catalyseurs. La seconde phase consistera à augmenter la sélectivité de l'hydrogène et à augmenter le rendement global.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p data-bbox="145 1792 411 1995"><b>Extraction et purification de phytohormones issues des produits et co-produits de la filière de l'ester méthylique de colza pour des applications cosmétiques</b></p> <p data-bbox="225 2080 316 2125">1997</p>	<p data-bbox="438 1792 1418 1879">Les phytohormones sont des molécules intervenant dans la régulation du métabolisme des plantes. Ces composés présentent des similitudes avec les hormones humaines qui leur confèrent des propriétés pharmaco-biologiques intéressantes pour les débouchés à haute valeur ajoutée en particulier en cosmétique.</p> <p data-bbox="438 1879 1418 1966">Les coproduits de la production du biodiesel, un biocarburant produit par estérification d'huile de colza sont potentiellement une source de phytohormones végétales. Il serait intéressant d'étudier s'il est possible d'augmenter la valorisation de ces coproduits en développant une extraction des phytohormones de colza.</p> <p data-bbox="438 1966 1418 2024">L'objectif de ce projet est de déterminer la nature et les potentialités de valorisation en cosmétique de coproduits tels que les hormones végétales extraites lors de la transformation de graines de colza.</p> <p data-bbox="438 2024 1418 2159">La première étape sera une étude bibliographique. La deuxième étape sera réservée à la mise au point des méthodes analytiques pour l'identification des stérols. La troisième étape sera réservée au protocole d'extraction dans des produits liquides et solides de la filière EMC, avec un examen des conditions de conservation des lots-échantillons, une caractérisation de la matière première et des coproduits sur des lots, une extraction et purification.</p>

# Biocarburants

(Divers)

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Utilisation de pulpes de betteraves dans le traitement d'effluents chargés en métaux lourds</b></p> <p>1997</p>	<p>La pulpe de betterave est un coproduit de la production de bioéthanol. Le bioéthanol est un composé utilisé pour la synthèse de l'ETBE, un additif entrant dans les essences sans plomb. Ce coproduit pourrait être valorisé en tant que matière filtrante pour l'élimination des métaux lourds dans les eaux industrielles.</p> <p>Des premiers essais ont montré que la pulpe de betterave avait des propriétés de fixation de métaux lourds en phase aqueuse. Ces résultats restent à confirmer à plus grande échelle.</p> <p>L'objectif de ce projet est d'étudier la fixation de métaux lourds par les pulpes de betterave à une grande échelle. La première étape consistera en une étude de la fixation d'ions par les pulpes de betterave. La deuxième étape sera réservée à l'étude des propriétés d'hydratation et d'aptitude au pressage. La troisième étape concernera une étude de l'incinération des pulpes de betterave dans une bombe calorifique, pour connaître précisément la teneur minimale en matière sèche à atteindre pour avoir un bilan énergétique positif. La quatrième étape sera une étude économique du procédé suivie de recommandations pour une mise en œuvre industrielle.</p>
<p><b>Comparaison économique nationale des filières non alimentaires à vaste marché</b></p> <p>1996</p>	<p>Suite à la mise en place du système de jachère, d'importantes cultures à vocation non-alimentaire se mettent en place, en particulier pour la production de biocarburants et de bicomcombustibles. Ces cultures ont des impacts non marchands en particulier environnementaux qui justifient une intervention de l'Etat. Aujourd'hui plusieurs cultures non-alimentaires sont travaillées et il serait important de réaliser une étude qui puisse les comparer sur l'ensemble des impacts pertinents permettant d'éclairer les décisions publiques (niveau et répartition des subventions).</p> <p>L'objectif de ce projet est de faire la mise au point d'une méthodologie intégrée, micro-économique et macro-économique, fondée sur une régionalisation des données, sur la filière biocarburants.</p> <p>La première étape sera consacrée aux analyses micro-économiques. La deuxième étape sera réservée aux analyses multicritères, afin de permettre une évaluation fine des différentes filières. La troisième étape considèrera les évolutions macro-économiques.</p> <p>Ce projet est intégré dans un programme AGRICE plus global (programme 95 01 083).</p>
<p><b>Actualisation de l'analyse du cycle de vie des esters méthyliques d'huile de colza et mesures de biodégradabilité et d'écotoxicité de certains EMHV</b></p> <p>1996</p>	<p>La motivation principale du développement des biocarburants comme le biodiesel (esters méthyliques d'huile végétale) est le moindre impact supposé de ces carburants sur l'environnement.</p> <p>Une première analyse du cycle de vie du biodiesel ainsi qu'un écobilan ont déjà été réalisées en 1993 afin de démontrer cet impact positif sur l'environnement. Depuis, de nouveaux résultats scientifiques et techniques ont été publiés, principalement dans le domaine de la production agricole mais aussi dans le domaine de la biodégradabilité et de l'écotoxicité. Il est donc nécessaire de réactualiser les études sur l'impact environnemental réalisées en 1993.</p> <p>L'objectif de ce projet est d'une part de mettre à jour l'analyse du cycle de vie (ACV), et d'autre part de mesurer la biodégradabilité et l'écotoxicité de certains esters méthyliques d'huile végétale (EMHV). La première étape consistera à mentionner les hypothèses et références actualisées pour l'élaboration de l'ACV du Diester et à actualiser la synthèse de l'écobilan réalisée en 1993. La seconde étape sera réservée à l'actualisation des données bibliographiques relatives à la biodégradabilité, l'écotoxicité et la toxicité sur les mammifères, bactéries, poissons, algues, daphnies des EMHV.</p>
<p><b>Valorisation du tourteau de colza en combustible et amendement</b></p> <p>1996</p>	<p>Les tourteaux de colza sont un coproduit de la production de biodiesel, un biocarburant produit à partir de colza qui est utilisé en complément du gazole dans les moteurs Diesel. Ces tourteaux de colza pourraient être valorisés afin d'améliorer la compétitivité économique globale de la production de biodiesel.</p> <p>Deux voies de valorisation qui peuvent être rapidement évaluées et mises en place en cas de résultats positifs sont la valorisation du tourteau en tant que combustible et la valorisation du tourteau comme amendement organique.</p> <p>L'objectif de ce projet est d'évaluer la faisabilité technico-économique de ces deux approches.</p> <p>La première phase de ce projet concerne le volet combustion. Seront ici étudiées les étapes de formulation, les étapes de caractérisation des mélanges triphasiques, les étapes de caractérisation de la pulvérisation, et les étapes de combustion.</p> <p>La seconde phase de ce projet concerne le volet amendement. Seront étudiés ici la cinétique de minéralisation de l'azote de plusieurs qualités de tourteau de colza, et les essais d'apport de tourteau de colza comme amendement organique.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<b>Bilans énergétiques des cultures destinées à la production de biocarburants</b>  1996	<p>Une des motivations du développement des biocarburants en France est l'espoir d'un moindre impact sur l'environnement comparé aux carburants d'origine pétrolière.</p> <p>Néanmoins, pour démontrer scientifiquement cet avantage environnemental, il faut réaliser un bilan énergétique global prenant en particulier en compte les cultures agricoles. Or aujourd'hui, il manque des données pour pouvoir établir ces bilans. Il serait donc nécessaire d'établir une base de références pour permettre d'établir ces bilans.</p> <p>L'objectif de ce projet est d'élaborer cette base de références pour les cultures énergétiques (blé, betterave, colza, tournesol, voire sorgho). La première étape sera réservée à la mise au point de la méthodologie avec l'INRA. La deuxième étape sera consacrée au recensement des itinéraires de culture avec établissement de la liste des besoins de références (coûts, valeurs énergétiques). La troisième étape concernera le recensement des références de contenus énergétiques disponibles mais également des hypothèses et conventions de calcul admises dans l'état actuel des travaux sur le sujet. La quatrième étape aura pour objet l'élaboration de la base de références. La cinquième étape sera une formalisation de cette base pour son intégration dans le logiciel Ecofil.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<b>Ecobilan de la filière éthanol</b>  1995	<p>Le bioéthanol, produit à partir de betterave, est utilisé pour la production d'ETBE, un analogue du composé chimique MTBE. Ces composés sont des additifs oxygénés présentant l'avantage d'être de bons rehausseurs de l'indice d'octane, et permettant de diminuer les teneurs en imbrûlés et en monoxyde de carbone des gaz d'échappement.</p> <p>Aucune étude n'a jusqu'à présent été réalisée sur le bilan environnemental de la production de l'ETBE à partir de betterave et du MTBE par pétrochimie. Il est donc nécessaire de réaliser un ecobilan de ces deux produits et de les comparer pour évaluer si le produit issu d'agroressources a un impact positif sur l'environnement.</p> <p>L'objectif de ce projet est de réaliser un Ecobilan de la filière bioéthanol obtenu à partir de la betterave, en vue de produire et d'utiliser de l'ETBE. Les paramètres culturaux sont la fertilisation NPK, la protection des cultures, le passage des tracteurs, le lessivage, et les transports/ensilage. La première phase sera consacrée au traitement des données. La deuxième phase sera réservée à l'ecobilan de la production d'ETBE. La troisième phase étudiera les mêmes paramètres à partir de la production de MTBE. Enfin, la dernière phase sera consacrée à l'analyse des impacts sur l'environnement de la production et de l'utilisation de l'ETBE.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<b>Comparaison économique nationale des filières non alimentaires à vastes marchés</b>  1995	<p>Suite à la mise en place du système de jachère, d'importantes cultures à vocation non-alimentaire se mettent en place en particulier pour la production de biocarburants et de bicomcombustibles. Ces cultures ont des impacts non marchands en particulier environnementaux qui justifient une intervention de l'Etat. Aujourd'hui plusieurs cultures non-alimentaires sont développées et il serait important de réaliser une étude qui puisse les comparer sur l'ensemble des impacts pertinents afin de pouvoir éclairer les décisions publiques (niveaux et répartition des subventions).</p> <p>L'objectif de ce projet est d'effectuer une comparaison économique nationale des filières non alimentaires à vastes marchés, ainsi qu'une mise au point d'une méthodologie intégrée, micro-économique et macro-économique fondée sur une régionalisation des données. La première étape sera consacrée à l'élaboration des données techniques et économiques agricoles. La deuxième étape sera réservée à l'analyse micro-économique de quelques filières papetières. La troisième étape consistera en une analyse régionalisée de la demande en coproduits en alimentation animale. La quatrième étape sera consacrée à l'élaboration et à l'interrogation du modèle micro-économique, en particulier concernant les biocarburants et les bicomcombustibles. Cette étape fait l'objet de la convention 95 01 083.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<b>Valorisation simultanée des esters méthyliques de colza EMC et du glycérol</b>  1995	<p>Le glycérol est un coproduit de la production du biodiesel, un biocarburant pouvant être utilisé en complément du gazole dans les moteurs Diesel et produit à partir de tournesol. Ce coproduit pourrait être valorisé comme intermédiaire chimique pour la synthèse de produits de spécialités comme les lubrifiants.</p> <p>Le glycérol transformé en carbonate de glycérol est un réactif de choix que l'on peut par exemple faire réagir sur les esters méthyliques de colza eux même. Il serait intéressant de valider ces synthèses et de tester les caractéristiques des produits obtenus afin de leur trouver un débouché.</p> <p>L'objectif de ce projet est d'étudier la valorisation simultanée des esters méthyliques d'huile de colza et du glycérol. La première étape consistera à étudier l'acylation du carbonate de glycérol par la réaction d'estérification. La deuxième étape sera réservée à l'étude de l'acylation du carbonate de glycérol par la réaction de transestérification. La troisième étape sera consacrée à l'étude de l'acylation du carbonate de glycérol en présence des chlorures d'acides. La quatrième étape sera réservée aux tests d'évaluation et de performance des produits en tant que lubrifiants, plastifiants et émulsifiants.</p>

# Biocarburants

(Divers)

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Valorisation des boues protéiques de la distillerie de Provins</b></p> <p>1995</p>	<p>Les vinasses de blé sont un coproduit de la production du bioéthanol, une des principales valorisations agricoles non alimentaires qui sert à la synthèse de l'ETBE, un additif utilisé pour la formulation des essences sans plomb. Ces vinasses sont riches en protéines qui pourraient être valorisées afin de rendre plus compétitive la filière blé/éthanol. Aujourd'hui, le frein à la valorisation de ces protéines est l'absence de procédés de purification efficace, il serait donc utile de développer un nouveau procédé d'extraction et de purification de ces protéines.</p> <p>L'objectif de ce projet est d'adapter la méthode de concentration protéique de la farine de blé développée par ARD aux boues protéiques de la distillerie de PROVINS. La première étape consistera à confirmer au stade pilote les résultats obtenus en laboratoire. La deuxième étape sera réservée à l'étude plus précise de l'aptitude à l'hydrolyse des boues protéiques. La troisième étape sera consacrée aux essais d'atomisation au stade pilote des boues hydrolysées. La quatrième étape sera réservée aux tests de membranes de manière à optimiser les paramètres qualitatifs des peptides. La cinquième étape sera une étape d'analyse des propriétés fonctionnelles des protéines. La sixième étape sera consacrée aux tests pilotes des machines.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Coût de production de biométhanol</b></p> <p>1994</p>	<p>Aujourd'hui, le gaz naturel est la principale matière première utilisée pour la production du méthanol, un précurseur du MTBE, un additif pour carburant. Cependant, il serait possible de produire du méthanol à partir de biomasse en passant par une étape de gazéification.</p> <p>Avant tout lancement de projet sur ce sujet, il est nécessaire d'en estimer la compétitivité économique. L'objectif de ce projet est d'évaluer l'intérêt technico-économique, et l'opportunité de développer en France une filière de production de méthanol, basée sur la production de gaz de synthèse à partir de biomasse.</p> <p>La première étape sera consacrée à une évaluation des technologies et des acteurs industriels (état de l'art des technologies de production du gaz de synthèse, origine et disponibilité de la propriété industrielle des technologies, acteurs industriels concernés par les technologies et la filière). La deuxième étape concernera l'évaluation des coûts de production du bio-méthanol. La troisième étape consistera en une analyse de la compétitivité du bio-méthanol par rapport aux autres sources de méthanol (gaz et charbon). La dernière étape sera consacrée aux synthèses et à l'interprétation.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Valorisation non alimentaire totale des coproduits issus de la transformation du blé et de la betterave en biocarburant : obtention de nouveaux biomatériaux par voie enzymatique</b></p> <p>1994</p>	<p>La production d'éthanol par fermentation de blé ou de betterave pour le marché des carburants génère des coproduits comme les sons ou les drèches de blé et la pulpe de betterave qui sont peu ou pas valorisés aujourd'hui. Or, ces coproduits sont connus pour être riches en polymères naturels comme les pectines et les hétéroxylyanes qu'il serait possible d'utiliser comme matière première pour la production de matériaux de type plastique plus respectueux de l'environnement que les matériaux de synthèse. En particulier, l'utilisation d'un procédé enzymatique de polymérisation permettrait de développer un procédé propre comparé à une modification chimique moins sélective.</p> <p>L'objectif de ce projet est de rechercher un procédé enzymatique de production d'un film à partir des co-produits de la filière bioéthanol. La première phase concernera l'obtention de substrats bien caractérisés, à partir des drèches et des pulpes. La deuxième phase sera réservée à la purification et à la caractérisation de métalloenzymes fongiques et à leur utilisation pour la réticulation des pectines et hétéroxylyanes féruloylés. La troisième phase sera consacrée à l'obtention de films à partir des résidus cellulosiques.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Choix des filières non alimentaires fondé sur la prise en compte d'objectifs économiques hiérarchisés et sur l'utilisation de données agricoles spatialisées</b></p> <p>1994</p>	<p>Les bases d'un outil de comparaison des filières de production non alimentaires ont été définies. La mise au point d'un tel outil s'est avérée nécessaire pour comparer entre elles les filières biocarburants et biocombustibles. Ce type d'outil pourrait s'appliquer afin d'aborder plus largement le choix des filières non alimentaires au niveau national.</p> <p>L'objectif de ce projet est de monter un modèle national, régionalisé, multi-produits et multi-filières non alimentaires.</p> <p>La première étape sera consacrée au choix d'un algorithme afin de résoudre les modèles (en collaboration avec le CORE à Louvain-la-Neuve et l'Université du Texas). La seconde étape sera réservée à l'élaboration des données technico-économiques spatialisées pour les cultures non alimentaires.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p data-bbox="161 454 411 533"><b>Modélisation de cogénération avec production de biomasse</b></p> <p data-bbox="220 712 316 757">2000</p>	<p data-bbox="440 454 1415 533">La consommation énergétique mondiale pose actuellement deux problèmes majeurs, un problème de pollution et un problème potentiel d'approvisionnement en raison d'une augmentation régulière de cette consommation. Face à cela, la biomasse peut servir d'alternative énergétique tout en évitant d'accentuer l'effet de serre.</p> <p data-bbox="440 539 1423 786">Développer la production d'énergie électrique à partir de la biomasse dans des conditions économiquement viables implique une ressource homogène et compétitive, des conditions de mobilisation optimisées, une garantie durable d'approvisionnement, et une technologie de conversion visant à optimiser la production d'électricité et de valoriser la chaleur. L'objectif de ce projet est d'étudier et de modéliser l'intégration de la production de biomasse à usage énergétique, de la phase production et collecte à la phase conversion en chaleur et électricité par cogénération. La première étape sera consacrée à la détermination détaillée des différentes phases de l'étude. La deuxième étape sera réservée à la constitution d'un modèle d'évaluation économique et à la discussion des hypothèses et des résultats. La troisième étape consistera en une analyse de sensibilité et une synthèse. La quatrième étape sera consacrée à la description des schémas organisationnels envisageables et à la réalisation de grilles de sélection de sites.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p data-bbox="156 891 411 969"><b>Commande robuste non linéaire pour procédé de méthanisation</b></p> <p data-bbox="220 1261 316 1305">1999</p>	<p data-bbox="440 891 1423 1003">La consommation énergétique mondiale pose actuellement deux problèmes majeurs, un problème de pollution (transfert de molécules présentes dans des gisements minéraux vers des cycles biogéochimiques tel que celui du carbone) et un problème potentiel d'approvisionnement en raison d'une augmentation régulière de cette consommation. Face à cela, la biomasse peut servir d'alternative énergétique tout en évitant d'accentuer l'effet de serre.</p> <p data-bbox="440 1010 1423 1350">Une des voies de valorisation énergétique des effluents d'élevage ou encore provenant de l'industrie agroalimentaire est la production de biogaz par fermentation. Cependant, une des limites au développement de cette technologie auprès des industriels est le manque de systèmes de contrôles adaptés à la complexité des procédés et en particulier aux non-linéarités des phénomènes mis en jeu et à la variabilité des intrants aussi bien en quantité qu'en composition. L'objectif de ce projet est de développer une approche générique de commande robuste permettant de garantir la stabilité et les performances d'un procédé de méthanisation en présence de perturbations externes pouvant en affecter le fonctionnement. Le procédé utilisé pour valider l'approche dans l'étude est un procédé de méthanisation en lit fixe traitant des vinasses de vin, mais il faut souligner que la stratégie développée peut s'appliquer à tous types de réacteurs. Le projet comporte trois phases distinctes. Tout d'abord, l'implémentation de capteurs et une campagne de mesures afin d'acquérir les données nécessaires à la validation d'un modèle permettant de caractériser le comportement du procédé dans différentes configurations de fonctionnement, ensuite, la validation du modèle à proprement parlé puis, enfin, l'implémentation et la validation d'un algorithme de commande.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p data-bbox="156 1444 411 1500"><b>Production de charbon actif d'épuration liquide</b></p> <p data-bbox="220 1668 316 1713">1999</p>	<p data-bbox="440 1444 1415 1523">Le charbon actif est un matériau largement utilisé pour le traitement des effluents liquides et gazeux en raison de ses propriétés d'adsorption. Le charbon actif est aujourd'hui obtenu par un traitement spécial du charbon d'origine minérale.</p> <p data-bbox="440 1529 1415 1608">Un premier projet AGRICE a permis de valider la faisabilité de la production de charbon actif à partir de biomasse lignocellulosique telle que la paille, et non plus de charbon. Il s'est avéré nécessaire de poursuivre ces travaux pour des polluants différents, avec les mêmes réacteurs et de nouvelles biomasses.</p> <p data-bbox="440 1615 1415 1671">L'objectif de ce projet est d'optimiser la qualité du charbon actif obtenu à partir de paille et de son, ou de pulpes de betteraves.</p> <p data-bbox="440 1677 1423 1756">La première étape sera une étape laboratoire. Il s'agira d'élaborer des matières premières, d'effectuer la carbonisation/activation, de caractériser des charbons actifs obtenus et d'effectuer des pré-tests applicatifs. Ces mêmes parties seront reprises lors de la seconde étape, qui sera une extrapolation des procédés au stade pilote.</p>

# Biocombustibles

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Plantation de TTCR de saules pour l'assainissement des eaux pré-épurées, d'eaux blanches et de boues</b></p> <p>1998</p>	<p>Le traitement de l'eau génère de grandes quantités de boues potentiellement polluées qu'il est de plus en plus difficile d'utiliser comme amendement des cultures agricoles à vocation alimentaire dans un contexte où les consommateurs se soucient de plus en plus de la qualité des aliments.</p> <p>Le Taillis Très Courte Rotation de saule (TTCR) est une culture pérenne destinée à la production de chaleur qui se montre également très efficace dans l'élimination de polluants (phosphates, nitrates, métaux lourds). Il serait intéressant d'étudier l'utilisation de boues pour amender des cultures non alimentaires telles que ces TTCR.</p> <p>L'objectif de ce projet est de développer une culture énergétique dans une conjoncture régionale (La Bretagne) de reconquête de la qualité de l'eau. Le projet porte sur 10 hectares plantés en 1998. La première étape consistera à démontrer le pouvoir épurateur des TTCR de saules. La deuxième étape sera consacrée à la démonstration du pouvoir épurateur des TTCR de saule lorsqu'ils sont irrigués avec des effluents organiques. La troisième étape sera réservée à la démonstration de la possibilité d'implanter des TTCR de saule sur des territoires inoccupés et/ou pour développer la faune sauvage.</p>
<p><b>Codigestion à partir de lisiers de porcs et de produits fermentescibles d'origine agricole en vue d'une valorisation énergétique du biogaz</b></p> <p>1998</p>	<p>La consommation énergétique mondiale pose actuellement deux problèmes majeurs, un problème de pollution et un problème potentiel d'approvisionnement en raison d'une augmentation régulière de cette consommation. Face à cela, la biomasse peut servir d'alternative énergétique tout en évitant d'accentuer l'effet de serre.</p> <p>Les déchets agricoles et urbains doivent trouver un débouché pour ne pas causer de nuisances. Il serait intéressant de les valoriser énergétiquement.</p> <p>L'objectif de ce projet est d'étudier la mise en œuvre d'une codigestion à partir de lisiers de porcs et de produits fermentescibles d'origine agricole et urbaine, dans le but d'une valorisation énergétique du biogaz et d'une utilisation agronomique des effluents de méthanisation sur la zone de Montardon (64). La première étape sera consacrée à l'étude des modalités de mise en place d'un essai de codigestion sur la plateforme de méthanisation de l'AGPM. La deuxième étape sera réservée à la caractérisation des produits et à la simulation de la codigestion en pilote de laboratoire. La troisième étape consistera en la mise en place de l'expérimentation sur site. La quatrième étape sera consacrée à l'approche technique, énergétique, économique et environnementale.</p>
<p><b>Conception et mise au point d'un procédé d'épuration thermique des gaz produits par gazéification de la biomasse</b></p> <p>1997</p>	<p>La consommation énergétique mondiale pose actuellement deux problèmes majeurs, un problème de pollution et un problème potentiel d'approvisionnement en raison d'une augmentation régulière de cette consommation. Face à cela, la biomasse peut servir d'alternative énergétique tout en évitant d'accentuer l'effet de serre.</p> <p>Les procédés de gazéification utilisés à ce jour sur les unités de petite puissance pour la production d'énergie à partir de biomasse subissent une perte importante de rendement en raison de la présence de goudron dans les gaz qui en pénalisent le rendement de l'installation. Il serait intéressant de chercher une solution technique à ce problème.</p> <p>L'objectif de ce projet est de développer un système d'épuration thermique des gaz permettant de supprimer cette perte énergétique. La première phase sera consacrée à des tests de combustion/vitrification de coke de gazéification. La deuxième phase sera réservée à l'établissement d'un modèle cinétique de dévolatilisation/combustion du coke. La troisième phase consistera en l'optimisation dimensionnelle et en la construction d'un pilote de 50 kg/h. La quatrième phase sera consacrée à l'optimisation fonctionnelle et aux tests d'endurance. La cinquième phase sera consacrée aux conclusions et au rapport.</p>
<p><b>Méthanisation de la lignocellulose</b></p> <p>1997</p>	<p>La méthanisation est un procédé de traitement des déchets organiques solides par digestion anaérobie qui permet la production de biogaz valorisable sous forme de chaleur et de matière organique résiduelle valorisable sous forme d'amendement des sols.</p> <p>Une des limitations de ce procédé pour le traitement de matière végétale est la forte proportion en lignocellulose dont l'hydrolyse semble limiter les étapes suivantes de la digestion anaérobie. Afin de pouvoir lever ce frein et favoriser la méthanisation de la biomasse végétale, il serait nécessaire d'étudier des solutions pour accélérer l'étape d'hydrolyse.</p> <p>L'objectif de ce projet est, dans un premier temps, de remédier à la limitation actuelle de la dégradation de la lignocellulose par l'étude de l'amélioration de la croissance des microorganismes cellulolytiques qui est une étape fondamentale du cycle de croissance cellulaire. Dans un deuxième temps, l'impact de l'implantation massive de biomasse dans le réacteur de méthanisation sera étudié.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p data-bbox="181 450 416 622"><b>Production de biocombustibles - comparaison entre espèces ligneuses d'accompagnement et cultures intercalaires</b></p> <p data-bbox="221 680 316 730">1996</p>	<p data-bbox="440 450 1406 533">Dans un verger de feuillus précieux (noyer, merisier), les arbres sont plantés à faible densité afin d'obtenir une très bonne qualité du bois. Ce type de plantation laisse un espace important entre les arbres. Cet espace pourrait être valorisé par une culture intercalaire comme la production de biocombustibles.</p> <p data-bbox="440 539 1417 591">Cette nouvelle pratique culturale n'est pas encore optimisée, en particulier en terme de choix des cultures optimales entre ligneux et plantes annuelles. Un travail d'optimisation de cette pratique culturale est nécessaire.</p> <p data-bbox="440 598 1422 763">L'objectif de ce projet est de tester et comparer deux solutions de cultures intercalaires pour la production de biocombustibles du point de vue biotechnique et du point de vue technico-économique. La première phase sera consacrée à l'évaluation de l'effet de la présence des cultures intercalaires sur la croissance des feuillus précieux. La deuxième phase sera réservée à l'évaluation de l'effet des arbres sur la croissance et le rendement des cultures intercalaires. La troisième phase consistera en une estimation du coefficient de rendement équivalent. La dernière phase sera une phase d'évaluation de l'effet des bourrages ligneux sur la croissance des feuillus précieux.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p data-bbox="165 866 416 1039"><b>Compétition entre combustibles fossiles et concurrence entre les différents usages des matières premières ligneuses</b></p> <p data-bbox="221 1128 316 1178">1996</p>	<p data-bbox="440 866 1422 949">En Basse-Normandie, la production de bois s'élève à 2 250 000 tonnes par an. Un tiers de ces ressources n'est pas utilisé et pourrait être valorisé en énergie. Dans ce but, le programme "Bois-énergie et développement local" a été mis en place en Basse Normandie.</p> <p data-bbox="440 956 1398 1008">Afin d'orienter au mieux ce programme, une meilleure connaissance des différentes ressources ligneuses et de leur utilisation dans le contexte de la compétition avec les combustibles fossiles serait nécessaire.</p> <p data-bbox="440 1014 1417 1211">L'objectif de ce projet est d'étudier la compétition entre combustibles fossiles et biocombustibles, afin que les acteurs de ces milieux puissent raisonner les stratégies dans la durée. La première étape sera consacrée à l'analyse de la rentabilité de chacun des projets. La deuxième étape considèrera le coût public et l'intégration des coûts externes. La troisième étape sera réservée à la compétition entre usages et mobilisation des ressources ligneuses ; il s'agira d'une analyse des usages actuels des déchets de bois. La quatrième étape sera consacrée à la recherche de complémentarités entre les matières premières d'origines diverses : les produits forestiers et agricoles, les déchets et sous-produits moins nobles.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p data-bbox="201 1319 416 1402"><b>Miscanthus le nouveau charbon vert ?</b></p> <p data-bbox="221 1581 316 1630">1996</p>	<p data-bbox="440 1319 1417 1462">Le Miscanthus est une plante considérée comme très proche de la canne à sucre. Les cultures de cette plante en place dans d'autres pays européens laissent entrevoir de hauts rendements de biomasse. Ce haut rendement pourrait être utilisé pour valoriser les terres en jachères en produisant une nouvelle biomasse énergétique. Cependant, les résultats techniques sur le Miscanthus demeurent faibles, disparates et parfois contradictoires. Il est nécessaire d'approfondir les connaissances sur cette plante afin d'en mesurer le potentiel.</p> <p data-bbox="440 1469 1417 1666">L'objectif de ce projet est de mettre au point des méthodes économiques pour la production de Miscanthus en étudiant en particulier les voies d'optimisation de sa culture sur jachère agricole et le comportement des jeunes plants à l'acclimatation. La première étape consistera à créer en France un savoir-faire dans la constitution d'un germplasm exploitable et à maîtriser à la fois sa conservation et sa variabilité. La deuxième étape concernera l'étude des voies les plus économiques de multiplication de cette plante afin d'abaisser significativement le coût d'implantation. La troisième étape sera réservée à la validation de la méthode de multiplication. La quatrième étape sera consacrée à l'affinage de l'information à destination de l'agriculture.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p data-bbox="137 1771 416 1883"><b>Traitement et valorisation de la biomasse par fermentation méthanique</b></p> <p data-bbox="221 2029 316 2078">1996</p>	<p data-bbox="440 1771 1390 1823">La méthanisation est un procédé biologique qui permet de transformer de la matière première organique en biogaz que l'on peut par la suite valoriser pour la production d'énergie.</p> <p data-bbox="440 1830 1417 1935">Un précédent projet AGRICE a montré la faisabilité technico-économique d'une approche visant à valoriser de la biomasse agricole associée à d'autres sources de matière organique par la production de biogaz en milieu rural. Cette étude a également permis d'identifier un frein potentiel à ce développement, la difficile méthanisation des produits lignocellulosiques. Il serait nécessaire d'étudier l'optimisation de la méthanisation de la lignocellulose.</p> <p data-bbox="440 1942 1417 2114">L'objectif de ce projet est d'étudier et d'approfondir certains aspects de la fermentation méthanique de cultures végétales et de différents mélanges de résidus organiques. La première étape sera consacrée à l'évaluation de l'influence des principaux paramètres de fonctionnement d'un digesteur en alimentation continue sur l'expression du potentiel méthanogène d'un mélange de substrats, contenant notamment des produits lignocellulosiques. La seconde étape visera à connaître l'influence du stade de maturation du végétal sur l'expression de son potentiel méthanogène et d'évaluer les contraintes au niveau technico-économique de la production agricole des cultures étudiées.</p>

# Biocombustibles

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Valorisation énergétique intégrée de cultures sur jachères pour la production de charbons végétaux activés pour le traitement des eaux</b></p> <p>1996</p>	<p>Le charbon actif est un matériau largement utilisé pour le traitement des effluents liquides et gazeux en raison de ses propriétés d'adsorption. Celui-ci est aujourd'hui obtenu par un traitement spécial du charbon d'origine minérale. Aujourd'hui, d'importantes quantités de matières lignocellulosiques sont potentiellement mobilisables en tant que matière première en raison de la politique de jachère : taillis courte rotation, différentes pailles. Il serait intéressant d'analyser si la production de charbon actif par carbonisation de cette biomasse cellulosique serait technico-économiquement viable en prenant en compte une valorisation énergétique ultérieure de ce charbon actif. L'objectif de ce projet est de développer une production de charbon actif à partir de matière première végétale. La première étape consistera en une pré-identification du marché et une orientation de la stratégie. La deuxième étape sera consacrée à l'identification et à la caractérisation des propriétés adsorbantes des produits de cultures énergétiques. La troisième étape sera réservée à la détermination des conditions de destruction incinératives des charbons actifs saturés. La quatrième étape sera une étape d'optimisation en retour des conditions de préparation et d'utilisation. La cinquième étape sera une analyse technico-économique de la filière.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Combustion d'huile brute de colza, de vinasse et de fuel lourd pour la production de chaleur</b></p> <p>1996</p>	<p>La vinasse est un coproduit de la production de bioéthanol, un biocarburant produit à partir de blé ou de betterave. Ces vinasses pourraient être valorisées comme combustible en association avec du fioul lourd dans des chaudières, en particulier dans des chaudières industrielles de séchage. Il serait cependant nécessaire de valider la faisabilité technico-économique et environnementale de cette approche. L'objectif de ce projet est de tester à échelle réelle, sur le site de production de la coopérative d'Artenay, l'impact de l'emploi de biocombustibles en substitution partielle à du fioul lourd. La première étape sera consacrée à l'optimisation des proportions des mélanges satisfaisant à la fois à la formation de microémulsions, au respect de la demande énergétique à fournir, et aux contraintes économiques. La deuxième étape devra permettre de qualifier et de quantifier les fractions organiques et minérales résiduelles dans les gaz, les particules et la pulpe. La troisième étape sera réservée à l'approche de l'optimisation de la combustion avec différents types de brûleurs industriels.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Pyrolyse pour la valorisation thermochimique de la biomasse</b></p> <p>1996</p>	<p>La consommation énergétique mondiale pose actuellement deux problèmes majeurs, un problème de pollution et un problème potentiel d'approvisionnement en raison d'une augmentation régulière de cette consommation. Face à cela, la biomasse peut servir d'alternative énergétique tout en évitant d'accentuer l'effet de serre. Cependant, la complexité et la variabilité de la biomasse ne permettent pas une utilisation simple de cette ressource, il serait nécessaire d'étudier les possibilités de transformation de la biomasse en produits plus homogènes. L'objectif de ce projet est de réaliser l'analyse des processus primaires de décomposition thermique de la biomasse en vue de la production de biocombustible, de biocarburant ou encore de matières premières pour la chimie. La première étape consistera à acquérir de meilleures connaissances des processus primaires de dégradation de la biomasse. La deuxième étape sera consacrée à la mise en évidence de l'existence d'une espèce intermédiaire à très courte durée de vie. La troisième étape sera réservée à l'extrapolation des résultats obtenus pour la cellulose, la lignine... à la biomasse elle-même. La quatrième étape sera une étape de transposition des résultats à des exemples pratiques en mettant en parallèle les situations modèles de l'étude à celles existantes dans quelques procédés réels.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Modélisation de la production de cultures ligno-cellulosiques et herbacées à l'échelle d'une région</b></p> <p>1996</p>	<p>Suite à la mise en place du système de jachère, d'importantes cultures à vocation non-alimentaire se mettent en place en particulier pour la production de biocarburants et de biocombustibles. La mise en place de ces filières de production et de valorisation des cultures ligno-cellulosiques à l'échelle régionale manque de références techniques et économiques tenant compte de la diversité pédo-climatique. Il est difficile dans ces conditions de préparer des projets industriels puisque la disponibilité et le coût des matières premières n'est pas connu. L'objectif de ce projet est d'appliquer à l'échelle d'une région une méthode d'estimation des niveaux de production de biomasse de certaines cultures ligno-cellulosiques et de leur variabilité spatiale et temporelle. La première phase sera consacrée à l'analyse de la production des cultures et de leur variabilité. La deuxième phase sera réservée à l'estimation des incidences sur l'environnement. La troisième phase concernera l'analyse spatialisée des variations de production. La quatrième phase consistera en une analyse des coûts d'opportunité d'insertion pour des cultures ligno-cellulosiques.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p data-bbox="161 454 411 600"><b>Production d'un combustible liquide par pyrolyse de la biomasse en phase aqueuse et en présence d'hydrogène</b></p> <p data-bbox="225 685 316 730">1996</p>	<p data-bbox="440 454 1422 539">La consommation énergétique mondiale pose actuellement deux problèmes majeurs, un problème de pollution et un problème potentiel d'approvisionnement en raison d'une augmentation régulière de cette consommation. Face à cela, la biomasse peut servir d'alternative énergétique tout en évitant d'accroître l'effet de serre.</p> <p data-bbox="440 539 1422 624">Aujourd'hui, les biomasses telles que la paille ou le bois, ne donnent que des combustibles solides ou gazeux par les technologies maîtrisées (carbonisation, gazéification). Le développement d'une technologie permettant la production de carburants liquides ouvrirait d'autres débouchés à la biomasse énergétique.</p> <p data-bbox="440 624 1422 766">L'objectif de ce projet est d'étudier un nouveau concept de liquéfaction thermochimique du bois. La première étape sera consacrée à la mise à jour des connaissances internationales dans le domaine. La deuxième étape sera réservée à une recherche de laboratoire qui précisera les meilleures conditions de mise en œuvre du procédé et aboutira aux bilans matière et énergie nécessaires. La troisième étape consistera en une évaluation technico-économique d'une application industrielle.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p data-bbox="140 866 411 1012"><b>Evaluation des potentialités et des coûts de production des plantes lignocellulosiques et herbacées</b></p> <p data-bbox="225 1126 316 1171">1995</p>	<p data-bbox="440 866 1422 925">Dans le contexte de la jachère agricole, la culture de nombreuses espèces annuelles ou pérennes est envisagée afin de produire de la biomasse valorisable en tant que source d'énergie, de matériaux, de biomolécules.</p> <p data-bbox="440 925 1422 1010">Aujourd'hui, la connaissance de chacune de ces cultures et de leurs caractéristiques autres qu'alimentaires, aussi bien agricole (rendement, coût de production, ...) que technique (apport énergétique, ...), est insuffisante pour pouvoir évaluer leurs potentiels. Il y a donc besoin d'affiner les données existantes.</p> <p data-bbox="440 1010 1422 1207">L'objectif de ce projet est de réaliser un document synthétisant l'ensemble des caractéristiques des espèces herbacées cultivées, afin de mieux connaître les avantages et limites de ces plantes vis-à-vis de la production de biomasse à usage non alimentaire. La première étape consistera en l'étude des besoins des différentes filières d'utilisation de la biomasse et zonage des implantations. La deuxième étape concernera la production accessible avec des espèces herbacées annuelles ou pérennes selon différentes situations pédoclimatiques. La troisième étape sera réservée à la synthèse et à la présentation des résultats. La quatrième étape sera consacrée à la réalisation de fiches de diffusion.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p data-bbox="161 1310 411 1433"><b>Méthane-carburant issu de biomasse en milieu rural : Réalisation d'un pilote industriel</b></p> <p data-bbox="225 1570 316 1615">1995</p>	<p data-bbox="440 1310 1422 1368">La méthanisation est un procédé biologique qui permet de transformer de la matière première organique en biogaz que l'on peut, par la suite, valoriser pour la production d'énergie.</p> <p data-bbox="440 1368 1422 1480">En raison de la mise en place de jachères, il existe aujourd'hui un potentiel de production de cultures à vocation non alimentaire auxquelles il faut trouver de nouveaux débouchés. Il serait intéressant d'évaluer la faisabilité technico-économique de production de biogaz en milieu rural à partir de ces cultures associées à d'autres matières organiques comme les effluents d'élevage ou les boues de station d'épuration.</p> <p data-bbox="440 1480 1422 1650">L'objectif de ce projet est d'étudier la faisabilité de la mise en place d'un pilote industriel de méthanisation de biomasse en milieu rural. La première étape sera consacrée à la caractérisation des substrats et à la traitabilité. Il s'agit de confirmer par l'expérience un certain nombre d'hypothèses quant au potentiel biogaz de cultures énergétiques et évaluer les performances de la digestion anaérobie en polysubstrats. La seconde étape sera réservée à une étude technico-économique approfondie de la filière. Il s'agit d'analyser, à partir d'au moins un site préalablement sélectionné, les conditions de production et/ou de mobilisation de la ressource biomasse.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p data-bbox="140 1753 411 1809"><b>TCR d'eucalyptus modélisation de la récolte</b></p> <p data-bbox="225 2013 316 2058">1995</p>	<p data-bbox="440 1753 1422 1921">Les Taillis à Courte Rotation (TCR) sont un mode de culture de plantes ligneuses comme l'eucalyptus basé sur un mode agricole, plutôt que forestier : ces cultures ne se conduisent pas en forêt mais sur des terres agricoles, la récolte se fait avec des machines agricoles spécifiques sur un rythme de rotation de quelques années plutôt que plusieurs dizaines d'années. Ces TCR sont très étudiés en raison de leur double débouché dans l'industrie papetière et la production d'énergie. Des plantations d'eucalyptus réalisées il y a une dizaine d'années sont progressivement exploitées. Ce serait l'occasion de bâtir des outils de prévision dans ces plantations à partir d'une parcelle.</p> <p data-bbox="440 1921 1422 2092">L'objectif de ce projet est de présenter des méthodes d'estimation de la productivité de cette nouvelle essence. La première étape sera consacrée à la mise au point de tarifs de cubage. La deuxième étape sera réservée au développement d'une méthode d'estimation des quantités de bois marchand sur pied. La troisième étape consistera à mettre au point des modèles de productivité et de coût pour le bûcheronnage et le débardage. La quatrième étape sera une comparaison avec les résultats obtenus sur les TCR de peuplier. La cinquième étape aura pour objet de déterminer les conditions de récolte. La sixième étape sera réservée à l'analyse de l'impact technico-économique.</p>

# Biocombustibles

<i>Titre du Projet</i>	<i>Besoins et objectifs</i>
<p><b>Co-combustion de biomasse avec des déchets carbonés, imprégnation de polluants sur la lignocellulose, combustion et évaluation de l'intérêt pour la dépollution de sols</b></p> <p>1995</p>	<p>Le bois-énergie a aujourd'hui prouvé son intérêt économique en France dans le cadre de chaufferies collectives ou dans certaines industries. A moyen et long terme, la biomasse agricole, et en particulier les coproduits comme la paille ou les rafles de maïs, pourrait également être valorisée pour la production d'énergie. Une approche permettant d'accélérer l'utilisation de biomasse agricole pour la production d'énergie serait de valider la cocombustion de cette biomasse avec des déchets carbonés industriels, ce qui améliorerait leur compétitivité en retirant du coût de la biomasse le revenu du service d'élimination des déchets.</p> <p>L'objectif de ce projet est d'effectuer de la cocombustion de biomasses agricoles ou forestières avec des déchets carbonés industriels ou des polluants en considérant la biomasse lignocellulosique comme un absorbant poreux. La première étape consistera à préparer les matières premières et à les caractériser. La deuxième étape sera consacrée à la préparation et à la mise en œuvre des combustibles, à l'additivation, à la mise en forme, à la combustion, et aux analyses. La troisième étape sera réservée à l'analyse économique du combustible et de la filière de production. La quatrième étape sera consacrée aux rapports de synthèse.</p>

<i>Titre du Projet</i>	<i>Besoins et objectifs</i>
<p><b>Programme de recherche sur les plantations ligneuses à courte rotation de peuplier</b></p> <p>1994</p>	<p>Les Taillis Courte Rotation (TCR) sont un mode de culture de plantes ligneuses comme le peuplier, basé sur un mode agricole plutôt que forestier : ces cultures ne se conduisent pas en forêt mais sur des terres agricoles, la densité des plants est très élevée et la récolte se fait de façon mécanique avec des machines agricoles spécifiques sur un rythme de rotation de quelques années plutôt que des dizaines d'années en exploitation forestière. Ce type de culture est étudié depuis le début des années 1980 en raison de leur double débouché potentiel papetier et énergétique. Les premiers travaux de l'INRA ont permis d'identifier le peuplier comme un des arbres les plus prometteurs, une optimisation de sa culture serait maintenant nécessaire.</p> <p>L'objectif de ce projet est d'améliorer la culture des TCR. La première phase sera consacrée au suivi et à la valorisation des dispositifs TCR existants sur une vingtaine d'hectares de TCR de peuplier. La deuxième phase sera réservée à l'amélioration des peupliers. La troisième phase concernera la nutrition minérale et la fertilité chimique des sols. La quatrième phase concernera l'entomologie des TCR de peupliers.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p data-bbox="137 454 411 651"><b>Application d'un nouveau procédé de cristallisation en mousse de sucres pour l'élaboration de tensioactifs issus de matières premières végétales</b></p> <p data-bbox="220 797 316 842">2000</p>	<p data-bbox="440 454 1406 533">Les tensioactifs sont des molécules ayant des propriétés de tension de surface utilisées dans la formulation de liquides dans de nombreuses applications comme l'agrochimie, la détergence, la cosmétique ou l'agroalimentaire.</p> <p data-bbox="440 539 1417 618">Dans un marché principalement occupé par des produits d'origine pétrochimique, des tensioactifs comportant une partie d'origine végétale, les APG ont connu un développement significatif atteignant un volume de 60 000t en 1998.</p> <p data-bbox="440 624 1406 763">Le développement de ces APG a sans doute été permis grâce à la mise au point d'une glycosylation directe des sucres. Aujourd'hui cette glycosylation directe n'est développée que pour des sucres cristallisés, ce qui n'est pas adapté aux sucres issus de coproduits de blé développés par ARD, qui sont liquides. Il serait nécessaire de mettre au point un procédé de cristallisation de ces sucres pour permettre leur transformation en tensioactif à un prix abordable.</p> <p data-bbox="440 770 1422 882">L'objectif du projet est de cristalliser des mélanges xylose, arabinose, glucose issus de coproduits agricoles, ce qui permet leur utilisation directe en glycosilation. La première phase devra permettre de mettre en place l'utilisation des mélanges de sucre xylose, arabinose, glucose, sous forme cristalline. La seconde phase devra permettre une amélioration de la cinétique de la réaction en particulier pour diminuer la coloration parasite.</p>
<p data-bbox="153 987 411 1099"><b>Synthèse de nouveaux tensioactifs dérivés d'alpha-hydroxy- acides (AHA)</b></p> <p data-bbox="220 1272 316 1317">2000</p>	<p data-bbox="440 987 1385 1066">Les alpha hydroxy acides (AHA) sont des principes actifs utilisés en cosmétique pour leur propriété régénératrice de l'épiderme. Ils sont utilisés en forte concentration souvent associés à d'autres additifs et présentent l'inconvénient d'être légèrement irritants.</p> <p data-bbox="440 1072 1401 1184">Des travaux préliminaires ont montré qu'il était possible de greffer sur les AHA des chaînes grasses, des protéines ou des saccharides d'origine agricole qui, d'une part, réduisent le problème d'irritation et, d'autre part, confèrent aux AHA de nouvelles propriétés, en particulier tensioactives, qui améliorent entre autres la solubilisation des différents actifs.</p> <p data-bbox="440 1191 1406 1359">L'objectif de ce projet est de synthétiser de nouvelles molécules aux propriétés tensioactives associées à un pouvoir régénérateur d'épiderme non irritant à partir d'AHA tels que l'acide glycolique, lactique, malique, citrique et tartrique. La première étape concernera la faisabilité des différentes étapes de synthèse. La deuxième étape sera une étape d'optimisation au stade laboratoire puis pilote. La troisième étape sera une sélection des molécules industrialisables grâce à une étude économique couvrant toutes les applications envisageables.</p>
<p data-bbox="153 1462 411 1529"><b>Production de liposucres par voie enzymatique</b></p> <p data-bbox="220 1809 316 1854">2000</p>	<p data-bbox="440 1462 1406 1541">Les tensioactifs sont des molécules ayant des propriétés de tension de surface utilisées dans la formulation de liquides dans de nombreuses applications comme l'agrochimie, la détergence, la cosmétique, ou l'agroalimentaire.</p> <p data-bbox="440 1547 1374 1603">Des tensioactifs en partie d'origine végétale comme les APG et les esters de saccharose (lipo-sucre) sont maintenant commercialisés. Bien que d'origine végétale, ces composés sont obtenus par voie chimique.</p> <p data-bbox="440 1610 1422 1711">L'utilisation d'enzymes permettrait d'élargir la gamme de ces tensioactifs avec des esters de sucres différents du saccharose tout en assurant une meilleure sélectivité de la réaction. Des travaux précédents ont mis en avant un problème d'accumulation de l'eau produit par la réaction d'estérification qui limite le rendement de la réaction.</p> <p data-bbox="440 1718 1406 1886">L'objectif de ce projet est de poursuivre ces travaux afin de développer un procédé d'élimination de l'eau permettant d'augmenter le rendement et d'orienter la sélectivité de la réaction. La première étape sera consacrée à une évaluation des techniques de déshydratation de solvant. La deuxième étape sera réservée à une étude laboratoire du système couplé bioréacteur-déshydratation du solvant. La troisième étape sera une étape de production pilote de nouveaux esters de fructose. Enfin, l'évaluation des propriétés physico-chimiques et cosmétiques sera réalisée.</p>

# Biomolécules

(Tensioactifs)

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Synthèse sélective de polyglycérol et d'ester de polyglycérol</b></p> <p>2000</p>	<p>Les polyglycérols et les esters de polyglycérols sont des tensioactifs non ioniques émulsifiants qui trouvent des applications en formulation dans l'industrie cosmétique et agro-alimentaire. Ces tensioactifs sont produits à partir du glycérol, un coproduit du procédé de fabrication du diester, un biocarburant produit à partir d'oléagineux pour les moteurs Diesel.</p> <p>A l'heure actuelle, ces produits sont synthétisés en mélange complexe, ce qui rend difficile le contrôle de la qualité et entraîne des étapes supplémentaires de fractionnement coûteuses. Il y a besoin de développer un nouveau procédé de synthèse plus sélectif afin de rendre plus compétitifs ces produits et de développer la valorisation du glycérol. L'objectif de ce projet est de transposer à l'échelle pilote (100 à 300 l) les réactions de synthèses sélectives de di ou triglycérol ou des esters correspondants, développées jusqu'à présent à l'échelle du laboratoire. Le procédé sera mono étape, sans solvant, sans formation de produits secondaires et les catalyseurs solides seront recyclés. La fabrication par synthèse sélective devrait rendre le procédé plus concurrentiel par rapport aux voies de synthèses classiques. Les procédés développés sur un exemple particulier seront ensuite généralisés.</p>
<p><b>Nouveaux agents solubilisants écologiques issus de coproduits agricoles de plantes de grandes cultures</b></p> <p>2000</p>	<p>Les tensioactifs, et plus précisément dans ce projet, les solubilisants, sont des molécules ayant des propriétés de tension de surface utilisées dans la formulation de liquide dans de nombreuses applications comme la cosmétique, la détergence ou encore la phytochimie. Les solubilisants sont caractérisés par une longueur de leur chaîne hydrophobe plus courte que les tensioactifs, c'est-à-dire 5 atomes de carbone.</p> <p>Dans des travaux précédents, une synthèse de nouveaux tensioactifs à base de sucres issus de sons ou de paille de blé et d'alcool gras de palme ou de coprah avait été validée. Il serait intéressant d'essayer de substituer les alcools gras de palme ou de coprah non produits en France par des alcools gras de coproduits agricoles.</p> <p>L'objectif est de synthétiser de nouveaux agents solubilisants (tensioactifs) dont la partie lipophile proviendra d'alcools gras, issus de coproduits de la fermentation de l'éthanol et la partie hydrophile d'hexose ou pentoses issus de son ou paille de blé. La première étape concernera l'optimisation de la production des alcools gras. La deuxième étape sera consacrée à l'optimisation de la synthèse des tensioactifs. La troisième étape sera consacrée à l'évaluation des propriétés physico-chimiques. Enfin, la dernière étape concernera les applications des tensioactifs.</p>
<p><b>Nouveaux tensioactifs issus d'huiles végétales métropolitaines pour la formulation du glyphosate</b></p> <p>2000</p>	<p>Les phytosanitaires sont pour la plupart formulés à l'aide d'huiles minérales et de tensioactifs chimiques, des produits non-biodégradables et agressifs pour l'environnement. En particulier, le glyphosate, l'herbicide le mieux vendu au monde, est formulé avec un tensioactif du type amine éthoxylée, toxique à l'égard de la faune aquatique.</p> <p>Lors d'un projet précédent, des tensioactifs d'origine végétale non agressifs pour l'environnement et biodégradables ont été développés avec succès pour la formulation de phytosanitaires. Il serait intéressant d'évaluer ces tensioactifs pour la substitution de l'amine éthoxylée dans les formulations de glyphosate.</p> <p>L'objectif de ce projet est de développer de nouveaux adjuvants pour la formulation du glyphosate, matière active herbicide non sélective. Ces produits devront se substituer aux formulations courantes toxiques pour l'environnement. La première phase concerne la synthèse puis l'analyse d'huiles végétales éthoxylées en fonction de leur effet sur la pénétration foliaire. La deuxième étape sera une étude des résultats de l'éthoxylation sur les tensions superficielles et les pouvoirs mouillants. La troisième étape sera un test en champs des huiles sélectionnées (formulées avec du glyphosate) et une validation par des tests de toxicité et écotoxicité.</p>
<p><b>Nouveaux tensioactifs à partir de matières premières d'origine agricole</b></p> <p>1999</p>	<p>Les tensioactifs sont des molécules ayant des propriétés de tension de surface utilisées dans la formulation de liquides dans de nombreuses applications comme l'agrochimie, la détergence, la cosmétique ou l'agroalimentaire. Dans un marché principalement occupé par des produits d'origine pétrochimique, des tensioactifs comportant une partie d'origine végétale, les APG, ont connu un développement significatif atteignant un volume de 60 000 t en 1998. Le développement des tensioactifs d'origine végétale est aujourd'hui freiné en raison d'une balance hydrophile lipophile (HLB) qui reste faible. Il serait intéressant de développer de nouveaux tensioactifs végétaux possédant une gamme HLB plus large.</p> <p>L'objectif de ce projet est de développer une nouvelle gamme de tensioactifs dont l'hydrophilie sera modulable et beaucoup plus importante que les dérivés actuels de glucose, sucrose, glycérol ou sorbitol. La première étape permettra la mise au point d'une nouvelle chimie pour la préparation des nouveaux tensioactifs. La deuxième étape aura pour but l'évaluation de leurs propriétés physico-chimiques. La troisième étape aura pour objet la réalisation des tests de toxicité et d'écotoxicité des produits synthétisés. La dernière étape concernera l'extrapolation industrielle et la production de ces nouveaux tensioactifs à l'échelle pilote.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<b>Réactions d'estérification et de transestérification. Amélioration de la qualité du produit fini (Phase 3 et 4)</b>	<p>En dehors de leur débouché en biocarburant, les esters d'huiles végétales sont des molécules qui sont utilisées traditionnellement dans de nombreux secteurs en particulier dans l'industrie cosmétique et pharmaceutique. Ces domaines d'applications sont très exigeants sur la qualité des produits et en particulier sur l'absence de couleur. Pour répondre au cahier des charges, l'industriel doit réaliser une étape de décoloration supplémentaire qui entraîne la génération de 450 t/an de déchets liquides et solides qui ont un fort coût environnemental. Au cours d'un précédent projet, la faisabilité technique de la suppression de l'étape de purification par un changement de catalyseur a été démontrée à l'échelle laboratoire, il reste à valider l'approche à l'échelle industrielle. L'objectif de ce projet est de compléter et de transposer les résultats laboratoire à l'activité de la Stéarinerie. Les première et deuxième phases viseront à compléter la connaissance de la nature des impuretés et de leur mode de formation et à optimiser en laboratoire la nouvelle catalyse. La troisième phase évaluera la qualité des produits obtenus à l'échelle du laboratoire. Enfin, la dernière phase sera consacrée à la transposition des résultats de l'échelle laboratoire à l'échelle pilote, puis à l'échelle industrielle.</p>
1999	

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<b>Développement des applications industrielles de nouveaux tensioactifs dérivés de coproduits de blé</b>	<p>Les tensioactifs sont des molécules ayant des propriétés de tension de surface utilisées dans la formulation de liquides dans de nombreuses applications comme l'agrochimie, la détergence, la cosmétique ou l'agroalimentaire. Les propriétés d'hydrophilie des sucres et d'hydrophobie des huiles sont valorisables dans la production de tensioactifs en particulier pour leur plus grande neutralité et leur biodégradabilité. Des premiers travaux menés sur les tensioactifs d'origine végétale ont permis de mettre au point une synthèse prometteuse valorisant les sucres extraits de coproduits de blé et des huiles végétales dont il serait intéressant de poursuivre le développement sur de nouveaux marchés comme celui des phytosanitaires. L'objectif de ce projet est d'élargir les débouchés des tensioactifs développés précédemment. La première phase sera consacrée à l'adaptation du procédé de fabrication des sirops de sucres aux exigences des marchés (micropilote et pilote). La deuxième phase concernera la préparation des tensioactifs pour évaluation de leurs propriétés physico-chimiques et de leurs performances en formulation. La troisième phase sera une évaluation des propriétés physico-chimiques des produits préparés.</p>
1999	

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<b>Développement de tensioactifs trimodulaires 100 % végétaux</b>	<p>Les tensioactifs sont des molécules ayant des propriétés de tension de surface utilisées dans la formulation de liquides dans de nombreuses applications comme l'agrochimie, la détergence, la cosmétique, ou l'agro-alimentaire. Dans un précédent projet, la synthèse de tensioactifs trimodulaires 100 % végétaux, constitués d'un sucre associé à un bras amino-acide et à une partie lipophile a été mise au point. Des propriétés spécifiques conférées par cette particularité structurale ont été alors identifiées. Il serait intéressant de poursuivre le développement de ces produits. L'objectif de ce projet est de développer à l'échelle pilote la synthèse des tensioactifs trimodulaires et d'évaluer leurs propriétés physico-chimiques et biologiques. La première phase concernera la transposition des synthèses sur des matières premières industrielles. La deuxième phase sera réservée à la production des lots pilotes. La troisième phase concernera la caractérisation des propriétés de surfaces et la quatrième phase, celle des activités pro ou anti-microbiennes, de leur biodégradabilité et de leur écotoxicité. La cinquième phase sera consacrée aux tests applicatifs en panification, fermentations, crèmes glacées, sauces et cosmétiques. La sixième étape sera une analyse économique. La dernière étape sera une évaluation de la cytotoxicité et de la genotoxicité.</p>
1999	

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<b>Préparation par oxydation sélective de la cellulose, d'oligomères d'acide glucuronique à balance hydrophile / hydrophobe variable</b>	<p>Les tensioactifs sont des molécules ayant des propriétés de tension de surface utilisées dans la formulation de liquides dans de nombreuses applications comme l'agrochimie, la détergence, la cosmétique, ou l'agroalimentaire. Sous leur forme oxydée, la pulpe de betterave et les pailles de céréales présentent une activité tensioactive intéressante, en particulier pour substituer les polyesters acryliques ou méthacryliques utilisés aujourd'hui pour le traitement de l'eau et le travail des métaux. En particulier, ces composés d'origine végétale présentant potentiellement une moindre écotoxicité et une meilleure biodégradabilité, pourraient réduire les problèmes environnementaux liés à l'utilisation des polyesters. Les objectifs de ce projet sont dans un premier temps de synthétiser des oligomères de l'acide glucuronique à partir de la réaction d'oxydation utilisant le radical nitroxy, réaction décrite comme sélective des hydroxyles primaires. Dans un deuxième temps, il s'agira de contrôler et de favoriser en parallèle la réaction de dépolymérisation du substrat cellulosique. Dans un troisième temps, il s'agira de modifier les oligomères de l'acide glucuronique précédemment préparés avec des groupements hydroxyles.</p>
1999	

# Biomolécules

(Tensioactifs)

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Modifications enzymatiques d'Alkyl-PolyGlucoside (APG)</b></p> <p>1999</p>	<p>Les tensioactifs sont des molécules ayant des propriétés de tension de surface utilisées dans la formulation de liquides dans de nombreuses applications comme l'agrochimie, la détergence, la cosmétique, ou l'agro-alimentaire. Dans un marché principalement occupé par des produits d'origine pétrochimique, des tensioactifs comportant une partie d'origine végétale, les APG ont connu un développement significatif atteignant un volume de 60 000 t en 1998. Le développement des APG est aujourd'hui freiné en raison d'une balance hydrophile-lipophile (HLB) qui reste faible. Cette limite est due à la difficulté de greffer chimiquement plus de deux glucoses sur la chaîne alkyl. Il serait intéressant d'étudier si une approche enzymatique plus sélective et plus propre permettrait de résoudre ce problème. L'objectif de ce projet est de proposer une nouvelle gamme d'APG dont la HLB pourra être contrôlée, afin de développer de nouvelles applications et de diversifier les voies de valorisation du saccharose. La première phase du projet concernera la sélection des alkyl-glucosides. La deuxième phase sera consacrée à la préparation des enzymes. La troisième phase étudiera les réactions d'élongation en phase homogène. La quatrième phase étudiera la même réaction en phase hétérogène. La cinquième phase consistera à sélectionner les meilleurs produits.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Exploration de voies permettant d'augmenter la pénétration des tensioactifs d'origine végétale</b></p> <p>1998</p>	<p>Les tensioactifs sont des molécules ayant des propriétés de tension de surface utilisées dans la formulation de liquides dans de nombreuses applications comme l'agrochimie, la détergence, la cosmétique ou l'agroalimentaire. Les propriétés d'hydrophilie des acides aminés et des sucres, et d'hydrophobie des huiles sont valorisables dans la production de tensioactifs, en particulier pour leur plus grande neutralité et leur biodégradabilité. Aujourd'hui, le développement des tensioactifs d'origine végétale est difficile en dehors de marchés de niche comme la cosmétique. Une étude fine du marché serait nécessaire pour augmenter la pénétration de ces produits. L'objectif de ce projet est d'explorer des voies permettant d'augmenter la pénétration des tensioactifs d'origine végétale. Le rapport sera constitué des données de bases sur les tensioactifs d'origine pétrolière, végétale, animale, minérale (caractéristiques, modes de synthèses) et d'une liste des qualités et des coûts de revient demandés pour les principaux tensioactifs en fonction des applications. La conclusion fera ressortir les principaux facteurs influençant le développement des tensioactifs d'origine végétale.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Préparation et formulation de nouveaux tensioactifs dérivés de sucres</b></p> <p>1998</p>	<p>Les tensioactifs sont des molécules ayant des propriétés de tension de surface utilisées dans la formulation de liquides dans de nombreuses applications comme l'agrochimie, la détergence, la cosmétique ou l'agroalimentaire. Les propriétés d'hydrophilie des sucres et d'hydrophobie des huiles sont valorisables dans la production de tensioactifs en particulier pour leur plus grande neutralité et leur biodégradabilité. Aujourd'hui, les tensioactifs d'origine chimique ne remplissent pas tous les besoins en particulier en terme de multifonctionnalité. En revanche, la complexité des matières premières végétales pourrait permettre d'y répondre. L'objectif de ce projet est d'une part de rechercher des tensioactifs d'origine végétale multifonctionnels permettant de simplifier les formulations, notamment cosmétiques, et d'autre part, de rechercher des tensioactifs labiles susceptibles de se décomposer une fois leur fonction remplie. La première étape sera consacrée aux synthèses de deux familles de tensioactifs dérivés de sucres pour améliorer la biodégradabilité et l'innocuité des produits classiquement synthétisés. La seconde étape sera réservée à l'évaluation des propriétés ainsi qu'à l'optimisation des synthèses, à la synthèse pilote (10 kg), et aux formulations cosmétiques.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Synthèse par activation sous micro-ondes, de tensioactifs, esters et éthers à chaînes longues de mono et disaccharides</b></p> <p>1998</p>	<p>Les tensioactifs sont des molécules ayant des propriétés de tension de surface utilisées dans la formulation de liquides dans de nombreuses applications comme l'agrochimie, la détergence, la cosmétique, ou l'agroalimentaire. Les propriétés d'hydrophilie des sucres et d'hydrophobie des huiles sont valorisables dans la production de tensioactifs en particulier pour leur plus grande neutralité et leur biodégradabilité. Aujourd'hui, la synthèse des tensioactifs d'origine végétale reste complexe, coûteuse et pas complètement propre, ce qui limite leur développement. Il serait intéressant d'étudier des moyens de synthèses inexplorés, comme par exemple l'activation par micro-ondes, qui permettraient de lever certains freins. L'objectif de ce projet est de mettre au point de nouvelles méthodes de synthèse de tensioactifs non ioniques biodégradables par une technologie micro-onde à partir d'hydrates de carbones issus de produits ou sous-produits de l'industrie agricole et de résidus gras de longueur variable. Les réactions de glycosidations, d'estérifications et d'éthérifications seront plus particulièrement étudiées. Les conditions de réaction par activation micro-ondes se feront en l'absence de solvant ou en milieux très concentrés, ce qui réduira l'impact environnemental.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Réactions d'estérification et de transestérification. Amélioration de la qualité du produit fini (Phase 1 et 2)</b></p> <p>1995</p>	<p>En dehors de leur débouché en biocarburant, les esters d'huiles végétales sont des molécules qui sont utilisées traditionnellement dans de nombreux secteurs en particulier dans l'industrie cosmétique, pharmaceutique et alimentaire.</p> <p>Ces domaines d'applications sont très exigeants sur la qualité des produits et en particulier sur l'absence de couleur. Pour répondre au cahier des charges, l'industriel doit réaliser une étape de décoloration supplémentaire qui entraîne la génération de 450 t/an de déchets liquides et solides qui ont un fort coût environnemental. Il y aurait un besoin pour le développement d'une technologie d'estérification plus propre qui permettrait d'obtenir directement des produits répondant au cahier des charges sans passer par une décoloration.</p> <p>L'objectif de ce projet est d'identifier les causes de cette coloration et de les diminuer.</p> <p>La première étape consistera en une partie fondamentale. Il s'agit de rechercher les composés ou impuretés responsables de la coloration et d'identifier les réactions parasites. La seconde étape concernera le remplacement du catalyseur utilisé dans le procédé industriel par un catalyseur solide pour limiter les réactions de coloration des produits et par conséquent diminuer les étapes de décoloration au sein du procédé et générer moins de déchets.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Etude de la migration et du devenir dans le sol des huiles végétales utilisées comme adjuvants dans les formulations phytosanitaires</b></p> <p>1998</p>	<p>L'ester méthylique de l'acide oléique est un dérivé d'huile végétale (colza ou tournesol) qui pourrait trouver un débouché comme adjuvant dans la formulation des pesticides en substitution aux huiles minérales actuelles. Deux freins limitent le développement de ce débouché : l'absence d'information relative au devenir de l'ester méthylique de l'acide oléique dans le sol et l'absence de norme spécifique à ce nouvel adjuvant.</p> <p>L'objectif de ce projet est d'étudier le devenir dans le sol des huiles d'origine végétale utilisées comme solvants dans les formulations phytosanitaires, et d'élaborer une norme spécifique du produit.</p> <p>La première étape consistera en un suivi spatio-temporel de l'oléate de méthyle et des sous-produits de dégradation dans les lysimètres. La deuxième étape sera consacrée à la comparaison des expériences sur lysimètre avec des essais réalisés en plein champ, afin d'affiner le modèle théorique. La troisième étape sera réservée aux expériences d'identification des micro-organismes et des tests complémentaires de dégradation "in vitro" sur chaque souche de micro-organismes isolée. Une norme devrait suivre ces expériences. La quatrième étape sera réservée à des tests complémentaires d'écotoxicité sur des micro-organismes, des poissons et des lombriciens.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Fluides viscoélastiques de fracturation à base de nouveaux tensioactifs dérivés du colza</b></p> <p>1998</p>	<p>Les fluides de fracturation viscoélastique sont des produits utilisés pour améliorer le rendement d'extraction des puits de forage pétroliers au cours de leur exploitation. Ces produits sont aujourd'hui principalement d'origine pétrochimique. L'exploitation pétrolière ayant souvent lieu dans des zones écologiquement fragiles (océan, Alaska, forêt amazonienne), la substitution de ces produits chimiques par des produits naturels biodégradables ayant des propriétés comparables ou supérieures est prometteuse.</p> <p>L'objectif de ce projet est de développer de nouveaux fluides de fracturations à partir de colza érucique.</p> <p>La première phase de l'étude portera sur la préparation de nouveaux tensioactifs présentant un avantage écologique (biodégradabilité, non écotoxicité) et économique. La deuxième phase concernera la détermination d'une structure idéale de systèmes stables jusqu'à 150°C afin d'envisager des forages très profonds.</p> <p>La troisième phase sera consacrée à la détermination de l'influence de la chaîne érucique. Une évaluation des propriétés des nouveaux tensioactifs ainsi que de ceux de structure classique mais ayant des chaînes éruciques sera ensuite effectuée.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Nouveaux émulsifiants dérivés du blé pour des applications en cosmétique et agrochimie</b></p> <p>1997</p>	<p>Les tensioactifs sont des molécules ayant des propriétés de tension de surface utilisées dans la formulation de liquides dans de nombreuses applications comme l'agrochimie, la détergence, la cosmétique ou l'agroalimentaire.</p> <p>Les propriétés d'hydrophilie et des sucres et d'hydrophobie des huiles sont valorisables dans la production de tensioactifs, en particulier pour leur plus grande neutralité et leur biodégradabilité.</p> <p>Au cours de travaux précédents, il a été développé une source nouvelle de sucre directement à partir de dérivés de blé. Il serait intéressant d'évaluer le potentiel de tensioactifs de type glycoside d'alkyle obtenus à partir de ces sucres.</p> <p>L'objectif de ce projet est de synthétiser de nouveaux émulsifiants d'origine naturelle à partir de coproduits du blé et d'alcools gras dérivés d'huiles végétales. La première phase de ce projet va permettre l'adaptation du procédé de fabrication des sirops de sucres aux exigences de la synthèse des émulsifiants et de leurs propriétés. La deuxième phase concernera la synthèse de nouveaux glycosides d'alkyle émulsifiants à partir des sucres extraits de la paille et du son, et d'alcool gras d'origine végétale, et sera suivie par la validation des acquis au stade pilote. Ensuite, des émulsifiants préparés seront évalués puis la formulation d'émulsions cosmétiques et phytosanitaires sera réalisée.</p>

# Biomolécules

(Tensioactifs)

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Production par voie enzymatique et caractérisation de nouveaux tensioactifs : des esters de sucres et d'acides gras</b></p> <p>1997</p>	<p>Les tensioactifs sont des molécules ayant des propriétés de tension de surface utilisées dans la formulation de liquides dans de nombreuses applications comme l'agrochimie, la détergence, la cosmétique, ou l'agro-alimentaire. Les propriétés d'hydrophilie des sucres et d'hydrophobie des huiles sont valorisables dans la production de tensioactifs en particulier pour leur plus grande neutralité et leur biodégradabilité.</p> <p>Les tensioactifs synthétisés à partir de matières premières végétales, les APG par exemple, sont principalement obtenus par voie chimique peu sélective. Il serait intéressant d'étudier la synthèse enzymatique, non polluante. L'objectif de ce projet est de développer une technologie de synthèse enzymatique, en milieu non-aqueux, de nouveaux liposucres (esters de sucres et acides gras) comme ingrédients multifonctionnels à base de matières végétales. La première étape sera consacrée à l'optimisation du procédé à partir des matières premières industrielles les plus économiques. La deuxième étape sera réservée aux essais d'extrapolation pour l'obtention de lots de produits et à l'évaluation économique précise de la technologie. La troisième étape consistera en une caractérisation physico-chimique des sucroesters produits et à l'évaluation de leurs propriétés en cosmétique.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Réactions d'amidation et d'estérification sélectives en catalyse hétérogène : synthèse de nouvelles molécules de tensioactifs et de lubrifiants</b></p> <p>1997</p>	<p>Les tensioactifs sont des molécules ayant des propriétés de tension de surface utilisées dans la formulation de liquides dans de nombreuses applications comme l'agrochimie, la détergence, la cosmétique, ou l'agroalimentaire. Les propriétés d'hydrophilie des sucres et d'hydrophobie des huiles sont valorisables dans la production de tensioactifs en particulier pour leur plus grande neutralité et leur biodégradabilité.</p> <p>Aujourd'hui un frein au développement des tensioactifs d'origine végétale est le manque de voies de synthèse originales et "propres" pour la formation de molécules complexes à partir de composants végétaux. La recherche de nouveaux procédés de synthèse et en particulier de catalyseurs moins polluants est donc essentielle. L'objectif de ce projet est de mettre en œuvre des procédés de synthèse de nouvelles molécules tensioactives en remplacement aux nitrosamines cancérigènes. Le projet ciblera l'étude de la réaction difficile entre un ester gras d'origine végétale et une amine primaire, et visera au développement de nouveaux catalyseurs solides actifs ayant une action sélective.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Corrélation entre la structure des huiles végétales modifiées et l'activité biologique des matières phytosanitaires</b></p> <p>1997</p>	<p>Actuellement, les principes actifs phytosanitaires sont formulés à l'aide d'huiles, pour l'essentiel d'origine pétrolière, et à l'aide de tensioactifs souvent à noyaux aromatiques dont la fonction est d'accroître l'activité biologique de l'actif. A l'heure actuelle, l'utilisation des huiles végétales pour la formulation des phytosanitaires est freinée par des problèmes de mise en forme galénique qui empêchent d'atteindre les propriétés des produits d'origine pétrochimique. Il serait intéressant d'expérimenter de nouveaux dérivés modifiés de ces huiles végétales afin d'améliorer leurs propriétés et de permettre un large développement de ce débouché.</p> <p>L'objectif de ce projet est la valorisation des huiles végétales (tournesol, colza, lin, maïs) dans le domaine des phytosanitaires, grâce à des modifications de leurs structures chimiques. La première étape sera réservée à la synthèse d'une soixantaine d'huiles végétales modifiées variant par la nature de l'huile et le degré d'alkoxylation. La deuxième étape sera constituée d'évaluations physico-chimiques des huiles végétales modifiées. La troisième étape sera une évaluation de la pénétration foliaires des huiles végétales modifiées. La quatrième étape sera constituée d'études mécanistiques et de tests biologiques. Enfin, des tests de toxicité et d'écotoxicité seront réalisés.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Mise au point de nouveaux bio-surfactants destinés à la production d'émulsions et de certains milieux spécifiques</b></p> <p>1996</p>	<p>Les biosurfactants sont des composés produits par des micro-organismes ayant des propriétés tensioactives associées à d'autres propriétés biologiques valorisables, en particulier sur le marché des cosmétiques. Le substrat de croissance des microorganismes peut être une agroressource que l'on souhaite valoriser.</p> <p>Il a déjà été démontré que <i>Candida Bombicola</i> pouvait transformer des dérivés d'huile de colza (ester méthylique) en biosurfactant (produit Sopholiance). Il serait intéressant de rechercher d'autres souches transformant ces dérivés d'huile végétale afin d'obtenir une variété de biosurfactant aux propriétés valorisables, en particulier en cosmétique.</p> <p>L'objectif de ce projet est de rechercher systématiquement de nouveaux microorganismes producteurs de molécules aux propriétés tensioactives et bactéricides à partir d'ester méthylique d'huile végétale. La première étape consistera en la sélection de microorganismes produisant des biosurfactants à caractère antimicrobien. La deuxième étape sera consacrée à l'évaluation in vitro du spectre antimicrobien des biosurfactants. La troisième étape sera réservée à la production de biosurfactants et particulièrement à la faisabilité technologique et au positionnement du produit sur le marché des antimicrobiens.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Valorisation simultanée de protéines et de sucres réducteurs pour des applications dans le domaine des tensioactifs</b></p> <p>1996</p>	<p>Les tensioactifs sont des molécules ayant des propriétés de tension de surface utilisées dans la formulation de liquides dans de nombreuses applications comme l'agrochimie, la détergence, la cosmétique, ou l'agroalimentaire. Les propriétés d'hydrophilie des acides aminés et des sucres et d'hydrophobie des huiles sont valorisables dans la production de tensioactifs pour leur plus grande neutralité et leur biodégradabilité. Aujourd'hui leur synthèse à partir de sucres nécessite une purification poussée des sirops de sucre. Développer un nouveau procédé de synthèse valorisant également les protéines permettrait d'utiliser des coproduits contenant des protéines et des sucres en évitant une étape de purification onéreuse. L'objectif de ce projet est de synthétiser de nouveaux tensioactifs à partir de mélanges de protéines et de sucres extraits de coproduits de l'amidonnerie. La première étape sera consacrée à la glycosylation de sirops de sucres réducteurs issus de l'hydrolyse de coproduits d'amidonnerie. La deuxième étape sera réservée à l'optimisation de la synthèse d'alkyl-esters de peptides tensioactifs. La troisième étape concernera la valorisation des protéines et des hémicelluloses des principaux coproduits agricoles. La quatrième étape sera une étape d'évaluation des produits préparés. La cinquième étape consistera en l'extrapolation au stade pilote.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Synthèse , évaluation et développement de nouveaux amphiphiles bolaformes pour la cosmétique, la santé et l'agrochimie</b></p> <p>1996</p>	<p>Les bolaformes sont des molécules susceptibles de conduire à des agrégats ou vésicules (cages) en milieu aqueux, dans lesquelles des molécules actives peuvent être incorporées. Cette propriété se développe pour la formulation des actifs en pharmacie, en cosmétique ou en agrochimie. Devant le potentiel de ces molécules, il serait intéressant d'étudier la synthèse et les propriétés de nouveaux bolaformes afin d'en valider l'intérêt. L'objectif de ce projet est de synthétiser de nouvelles molécules bolaformes originales de structures chimiques variées. La première étape concernera la synthèse de bolaamphiphiles. La deuxième étape sera consacrée à l'évaluation des propriétés physico-chimiques des molécules synthétisées, l'influence de la structure chimique sur leurs propriétés tensioactives et sur leur aptitude à former des agrégats vésiculaires stables. La troisième étape sera réservée au développement de procédés de synthèse chimique de mise en œuvre simple, respectueux de l'environnement et transposables à grande échelle.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Production de biopolymères amphiphiles à partir de polysaccharides végétaux , pour l'inclusion et la libération de principes actifs hydrophobes</b></p> <p>1996</p>	<p>Les tensioactifs sont des molécules ayant des propriétés de tension de surface utilisées dans la formulation de liquides dans de nombreuses applications comme l'agrochimie, la détergence, la cosmétique ou l'agroalimentaire. Les propriétés d'hydrophilie des sucres et d'hydrophobie des huiles sont valorisables dans la production de tensioactifs, en particulier pour leur plus grande neutralité et leur biodégradabilité. En particulier, les polysaccharides tels que les pectines présentes dans la pulpe de betterave, un coproduit de l'industrie sucrière, pourraient être valorisés sur le marché des tensioactifs en formulation. L'objectif du projet est de modifier des polysaccharides issus des pulpes de betterave en tensioactifs pour l'inclusion et la libération contrôlée de principes actifs. La première phase du projet concernera l'obtention des polysaccharides précurseurs, la modification chimique et la caractérisation physico-chimique des polymères obtenus. La deuxième phase portera sur l'étude des propriétés rhéologiques des polymères, ainsi qu'un contrôle de la rétention et de la libération des principes actifs hydrophobes. Les propriétés d'usage de ces polymères dans le domaine des produits d'entretien ménager et des cosmétiques seront évaluées dans un troisième temps.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Synthèse de nouveaux agents floculants anioniques et cationiques à partir des polymères végétaux extraits de son de blé</b></p> <p>1997</p>	<p>Les procédés biologiques de traitement de l'eau nécessitent une étape de séparation de la boue activée qui contient les micro-organismes biodégradants de l'eau traitée. Cette séparation fait appel entre autres à des floculants d'origine chimique qui entraînent l'agglomération des particules de boue entre elles, puis leur précipitation. Ces floculants ont un impact négatif fort sur l'environnement, et leur utilisation est très discutée aujourd'hui. Le développement de polymères végétaux biodégradables et non écotoxiques ayant des propriétés floculantes présente donc un intérêt important. Il serait intéressant d'évaluer des polymères végétaux extraits de sons de blé, un coproduit de la transformation du blé en éthanol pour la production de biocarburant. L'objectif de ce projet est de mettre au point des agents floculants anioniques et cationiques à partir des celluloses de son de blé sous forme de microfibrilles. La première étape concernera la préparation des microfibrilles à partir de son de blé. La deuxième étape sera consacrée à la production de nouveaux polysaccharides à partir de coproduits agricoles, et à la caractérisation des polysaccharides. La troisième étape sera réservée à l'application au traitement des eaux, à la floculation des boues urbaines et industrielles.</p>

# Biomolécules

(Tensioactifs)

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Développement de tensioactifs trimodulaires 100 % végétaux</b></p> <p>1995</p>	<p>Les tensioactifs sont des molécules ayant des propriétés de tension de surface utilisées dans la formulation de liquides dans de nombreuses applications comme l'agrochimie, la détergence, la cosmétique ou l'agroalimentaire. Les propriétés d'hydrophilie des acides aminés et des sucres et d'hydrophobie des huiles sont valorisables dans la production de tensioactifs en particulier pour leur plus grande neutralité et leur biodégradabilité. Aujourd'hui, les tensioactifs sont généralement constitués de deux modules (hydrophiles et hydrophobes), et il n'existe pas encore de tensioactifs trimodulaires d'origine agricole.</p> <p>L'objectif de ce projet est de synthétiser de nouveaux agents tensioactifs (trimodulaires : sucre – bras amino-acide (lysine) – matière grasse) d'origine végétale. La première phase sera consacrée à l'étude et à l'optimisation des réactions chimiques. La deuxième phase sera réservée à la caractérisation des propriétés physico-chimiques des produits. La troisième phase sera une phase de mise en œuvre et une évaluation des tensioactifs comme ingrédients de formulation. La quatrième phase concernera la production de lots "pilote" de tensioactifs divers.</p>
<p><b>Optimisation du pressage de la pulpe de betterave en vue de la production de pectines à des fins non alimentaires</b></p> <p>1994</p>	<p>La pectine est un composé pouvant être obtenu à partir de la pulpe de betterave, un coproduit issu de la filière bioéthanol. Ce co-produit pourrait être valorisé comme matière première pour la production de tensioactifs utilisés pour la formulation de produits détergents ou cosmétiques par exemple.</p> <p>Un des verrous technologiques bloquant ce débouché est le mauvais rendement du pressage. Il est nécessaire d'optimiser cette étape pour pouvoir valoriser ce co-produit.</p> <p>L'objectif de ce projet est de développer un nouveau procédé de pressage en condition basique. La première étape sera consacrée à l'optimisation des conditions à l'aide de la presse dans le cadre d'un fonctionnement continu. La deuxième étape sera consacrée à l'analyse des résultats obtenus sur la presse. La troisième étape sera une analyse économique des coûts de fabrication du sirop. La quatrième étape sera consacrée aux essais de confirmation en laboratoire. La cinquième étape sera réservée à la réception et au montage de l'installation. La sixième étape sera une analyse économique des résultats, avec la préparation du dossier process pour l'industrialisation du procédé.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Mise au point d'une nouvelle génération de biolubrifiants pour des applications "moteurs" de tracteurs agricoles</b></p> <p>1999</p>	<p>Les huiles végétales et leurs dérivés modifiés chimiquement peuvent trouver des débouchés comme lubrifiants en raison de leurs propriétés physico-chimiques et rhéologiques proches de celles des lubrifiants pétrochimiques. Aujourd'hui, les lubrifiants utilisés pour la lubrification des moteurs sont exclusivement d'origine pétrochimique en raison de contraintes technologiques très fortes. Afin de pouvoir développer l'utilisation des biolubrifiants sur le marché très exigeant des moteurs, il est nécessaire d'envisager des développements d'envergure visant à développer des biolubrifiants répondant au cahier des charges en particulier en terme de reproductibilité. L'objectif de ce projet est d'élaborer des lubrifiants biodégradables à partir d'huiles oléagineuses (tournesol et colza oléiques) et d'esters d'origine végétale, et de valider leurs performances dans des applications "huile moteur" sur des tracteurs agricoles. La première étape concernera le choix des semences, l'extraction d'huile et son raffinage, la caractérisation des bases lubrifiantes "huiles oléiques", la mise au point d'esters. La deuxième étape sera consacrée à la mise en place des cultures et à la formulation d'huiles moteur. La troisième étape sera réservée à la trituration et au raffinage industriel, à la formulation pré-industrielle, aux tests d'endurance et à la pré-homologation.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Essais sur la stabilité et la résistance à l'oxydation d'un biolubrifiant</b></p> <p>1999</p>	<p>Les huiles végétales et leurs dérivés modifiés chimiquement peuvent trouver des débouchés comme lubrifiants en raison de leurs propriétés physico-chimiques et rhéologiques proches de celles des lubrifiants pétrochimiques. Aujourd'hui, les lubrifiants utilisés pour la lubrification des moteurs sont exclusivement d'origine pétrochimique en raison de contraintes technologiques très fortes. Un des paramètres essentiels est la résistance à l'oxydation. Les biolubrifiants ciblant le marché des moteurs devront avant tout être testés pour leur résistance à l'oxydation. L'objectif de ce projet est de caractériser la stabilité et la résistance à l'oxydation d'un biolubrifiant constitué essentiellement d'huile de tournesol oléique par des essais en laboratoire et des essais moteurs normalisés. La première étape sera consacrée à la formulation. La deuxième étape sera réservée aux tests de laboratoire. Afin de sélectionner les formules, la détergence et la stabilité du lubrifiant en présence d'air seront évaluées par cokéfaction (projection du lubrifiant sur une surface métallique chauffée). Des tests de résistance à l'oxydation seront effectués. La troisième étape consistera en des tests normalisés sur moteurs. Il s'agit de tests de résistance à l'oxydation, et d'essais destinés à évaluer la dispersivité de l'huile en présence de suies à température moyenne.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Evaluation des performances des huiles d'ensilage textile formulées sur base de dérivés d'huile végétale.</b></p> <p>1999</p>	<p>Les huiles végétales et leurs dérivés modifiés chimiquement peuvent trouver des débouchés comme lubrifiants en raison de leurs propriétés physico-chimiques et rhéologiques proches de celles des lubrifiants pétrochimiques. L'industrie textile est consommatrice de lubrifiants, encore appelés huiles d'ensilage, utilisées dans le traitement des fibres. Cet ensilage doit être éliminé des fibres textiles avant les opérations d'ennoblissement, et se retrouve dans les eaux de rejets de ces industries posant des problèmes en raison de limites de rejets imposées. Le remplacement des lubrifiants pétrochimiques par des biolubrifiants apparaît être un débouché potentiel à explorer. L'objectif de ce projet est d'étudier sur différents sites industriels le remplacement des huiles minérales par des dérivés d'huiles végétales et de proposer une méthode de dosage des hydrocarbures permettant de différencier les deux familles de produit dans les eaux de rejets. La première étape sera consacrée à la finalisation des formules, à la réalisation d'essais pilotes, à la production industrielle des fûts, aux essais en conditions industrielles, au contrôle des rejets aqueux, au contrôle de la pollution, et à la réalisation d'un bilan technique, économique et environnemental. La seconde étape sera réservée au développement de méthodes analytiques.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Etude d'esters à chaîne ramifiée pour lubrifiants biodégradables. Deuxième phase</b></p> <p>1999</p>	<p>Les huiles végétales et leurs dérivés modifiés chimiquement peuvent trouver des débouchés comme lubrifiants en raison de leurs propriétés physico-chimiques et rhéologiques proches de celles des lubrifiants pétrochimiques. Aujourd'hui, les molécules produites par lipochimie à partir d'huile végétale ne subissent pas de modifications de leur chaîne grasse. Il serait intéressant de rechercher quels seraient les débouchés pour de nouveaux composés à chaînes grasses ramifiées en fonction de leurs caractéristiques technico-économiques. L'objectif de ce projet est d'estimer le marché potentiel des classes de dérivés à partir de leur coût de fabrication et de leurs performances techniques. La première étape sera réservée à l'actualisation de la bibliographie (synthèse et propriétés de composés à chaînes ramifiées). La deuxième étape sera consacrée à la production d'esters dérivés de la voie cétonique à partir de coupes industrielles. La troisième étape consistera à étudier leurs propriétés physico-chimiques et la sélection en fonction du cahier des charges des partenaires industriels ou encore la recherche d'une autre application. La quatrième étape sera réservée à la fabrication pilote des esters sélectionnés. La cinquième étape sera consacrée à des tests en formulation.</p>

# Biomolécules

(Lubrifiants)

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Mise en œuvre d'une filière de production de biolubrifiants (fluides hydrauliques) à base de colza, tournesol et tournesol oléique</b></p> <p>1999</p>	<p>Les huiles végétales et leurs dérivés modifiés chimiquement peuvent trouver des débouchés comme lubrifiants en raison de leurs propriétés physico-chimiques et rhéologiques proches de celles des lubrifiants pétrochimiques. Aujourd'hui, l'utilisation de ces biolubrifiants se développe de façon importante en raison de leur faible impact sur l'environnement. Afin de pouvoir garantir un approvisionnement en amont d'huiles végétales à partir de colza et de tournesol, il faudrait organiser la filière et tenir compte de la disponibilité en nouvelles semences (tournesol oléique). L'objectif de ce projet est de mettre en œuvre une filière de production de biolubrifiants (fluides hydrauliques) à base d'huile de colza, de tournesol et de tournesol oléique dans une démarche environnementale. La première étape sera consacrée à l'établissement des méthodes de culture, de l'expérimentation des tourteaux pour élevage des porcs, de l'extraction d'huile, des techniques de caractérisation des biolubrifiants et d'une charte filière agroindustrielle pour l'environnement. La deuxième étape sera réservée à la mise en place des cultures et à la formulation des fluides hydrauliques. La troisième étape consistera à triturer et tester les tourteaux en alimentation animale. La quatrième étape sera consacrée aux tests des fluides hydrauliques en situation réelle d'exploitation.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Huiles de décoffrage</b></p> <p>1998</p>	<p>Les huiles végétales et leurs dérivés modifiés chimiquement peuvent trouver des débouchés comme lubrifiants en raison de leurs propriétés physico-chimiques et rhéologiques proches de celles des lubrifiants pétrochimiques. Le secteur des Travaux Publics et du Bâtiment est consommateur d'huiles lubrifiantes pour le décoffrage ou le démoulage d'éléments en béton ou en céramique. Ces huiles sont généralement d'origine pétrolière ce qui représente une source de pollution de l'environnement. Il serait intéressant de savoir si des lubrifiants d'origine végétale pourraient substituer les produits chimiques tout en apportant un gain environnemental. L'objectif de ce projet est de quantifier les avantages techniques et économiques qui découlent de l'utilisation d'huiles biodégradables dans le domaine de la construction. La première phase sera constituée de deux périodes d'essais avec une période intermédiaire pour faire le point et définir l'orientation de la deuxième période. La deuxième phase sera consacrée à la validation des formulations candidates. La troisième phase sera consacrée à la diffusion des résultats : fiches de préconisation, fiches d'information, publications, concertation avec l'AFNOR pour la valorisation des résultats sous forme de spécifications techniques.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Lubrifiants d'origine agricole dans les industries agroalimentaires</b></p> <p>1998</p>	<p>Les huiles végétales et leurs dérivés modifiés chimiquement peuvent trouver des débouchés comme lubrifiants, en raison de leurs propriétés physico-chimiques et rhéologiques proches de celles des lubrifiants pétrochimiques. Dans le domaine des industries agroalimentaires, la lubrification est réalisée à l'aide de produits d'origine pétrochimique et il n'y a pas de dynamique réglementaire ou environnementale pouvant faire évoluer les pratiques. Il est donc nécessaire d'analyser finement le contexte de la lubrification dans l'industrie agroalimentaire, afin d'identifier les éléments qui pourraient servir à la promotion des biolubrifiants. L'objectif de ce projet est de promouvoir l'utilisation des lubrifiants à base végétale dans les industries agroalimentaires. La première étape sera un état des lieux technique, économique et réglementaire dans le but d'identifier les risques liés à l'usage de lubrifiants chimiques. La deuxième étape devra permettre de proposer les biolubrifiants pour maîtriser ces risques. La troisième étape sera consacrée à la réalisation d'un bilan technico-économique. La quatrième étape sera une étape de définition du terme biocompatibilité. Cette étape passe par une recherche bibliographique et documentaire et des contacts avec les experts.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Additifs à partir de dérivés d'acide gras</b></p> <p>1998</p>	<p>Les huiles végétales de colza et de tournesol sont des matières premières qui peuvent être valorisées après transformation chimique sur le marché de la lipochimie industrielle, en particulier comme lubrifiant. Aujourd'hui, les molécules produites par lipochimie à partir d'huile végétale ne subissent pas de modification de leur chaîne grasse. Il serait intéressant d'étudier les propriétés nouvelles que pourrait conférer une modification de cette chaîne grasse. L'objectif de ce projet est d'adapter le procédé de synthèse de dérivés lipochimiques par catalyse métallique, de fabriquer ces dérivés, et de tester leurs propriétés dans deux applications, les additifs pour carburants et les lubrifiants. La première étape sera consacrée à l'étude bibliographique. La deuxième étape sera réservée à l'amélioration du procédé de synthèse. La troisième étape concernera l'obtention d'échantillons (2 kg). La quatrième étape sera consacrée à l'étude des propriétés physico-chimiques. La cinquième étape sera réservée à des tests d'application sur véhicule et châssis dynamométrique. La sixième étape consistera à l'étude de l'impact sur l'environnement par des tests de biodégradabilité, et des aspects économiques.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p data-bbox="137 454 411 566"><b>Réalisation d'une campagne d'essais sur machines forestières de lubrifiants biodégradables</b></p> <p data-bbox="225 712 316 757">1998</p>	<p data-bbox="440 454 1425 790">Les esters d'huiles végétales (colza, tournesol), mais aussi d'autres dérivés chimiques des huiles végétales, peuvent trouver des débouchés en tant que lubrifiants en raison de leurs propriétés physicochimiques et rhéologiques. Aujourd'hui, l'exploitation forestière est une activité mécanisée qui utilise de grandes quantités de lubrifiants d'origine minérale qui sont une source de pollution importante. Il serait intéressant de savoir si les lubrifiants d'origine végétale ne pourraient pas se substituer à ces huiles minérales tout en limitant l'impact environnemental de cette activité. L'objectif de ce projet est de réaliser des essais de faisabilité pour promouvoir le développement du marché des lubrifiants respectueux de l'environnement. La première phase sera réservée aux analyses qui ont pour but de fournir les indications recherchées en matière de performances techniques et de sécurité d'utilisation des produits vis-à-vis de l'homme et de l'environnement. La deuxième phase sera consacrée à une étude comparative entre les lubrifiants d'origine végétale et les lubrifiants conventionnels. La troisième étape recherchera l'approbation des produits de la part d'utilisateurs et de constructeurs de matériel. La quatrième étape sera réservée à l'établissement d'un cahier des charges.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p data-bbox="148 896 411 1008"><b>Nouveaux fluides lubrifiants à base d'huile de crambe produit en France</b></p> <p data-bbox="225 1153 316 1198">1997</p>	<p data-bbox="440 896 1425 1232">Le crambe <i>Abyssinica</i> est une plante oléagineuse qui n'est pas cultivée en France aujourd'hui mais dont l'huile pourrait présenter un intérêt pour la production de lubrifiants en raison de sa composition potentiellement différente des huiles de colza ou de tournesol. Différents travaux tendent à montrer qu'il serait possible de cultiver le crambe sous le climat français. Cependant, les caractéristiques de l'huile de crambe sont peu connues aujourd'hui. Il serait intéressant de caractériser l'huile de crambe afin d'évaluer si il y a un intérêt à cultiver cette plante nouvelle en France. L'objectif de ce projet est d'affiner l'évaluation de l'intérêt de l'huile de crambe dans le domaine des lubrifiants, en se basant sur la mesure de critères pertinents et sur une approche comparative intégrant l'huile de colza. La première étape sera consacrée à l'amélioration de la production française de crambe. La deuxième étape sera réservée à la trituration et à la mise au point de dérivés de l'huile de crambe. La troisième étape concernera la caractérisation analytique et technologique de l'huile brute de crambe et de ses dérivés. La quatrième étape sera réservée au développement industriel d'un fluide lubrifiant à base de crambe.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p data-bbox="153 1337 411 1449"><b>Fonctionnalisation de polymères végétaux. Production de biomolécules innovantes</b></p> <p data-bbox="225 1594 316 1639">1997</p>	<p data-bbox="440 1337 1425 1673">Pour la lubrification, appliquée au travail des métaux, il est produit plusieurs milliers de tonnes d'additifs extrême pression qui sont en partie des paraffines soufrées, chlorées, et sulfochlorées. Les polymères végétaux, produits de polymérisation des huiles de colza ou de tournesol sont des biomolécules qui trouvent des applications en lubrification mais qui ont des propriétés encore insuffisantes pour vraiment se développer. Il y a un besoin d'étudier l'amélioration de leurs propriétés en particulier par modification chimique. L'objectif de ce projet est de fonctionnaliser les polymères obtenus à partir d'huile de tournesol et de colza par réaction des liaisons et esters avec plusieurs types de réactifs chimiques pour fabriquer de nouvelles biomolécules et élargir le champ d'application de cette matière première, dont la principale caractéristique est une biodégradabilité supérieure à 80 %. La première étape sera consacrée à la mise au point de la fabrication des biomolécules par des procédés existants dans l'industrie oléochimique. La deuxième étape sera réservée à l'étude de la transposition à l'échelle pilote et à la préparation d'échantillons, afin de valider au niveau pilote les résultats de la phase précédente. La troisième étape sera une étape de caractérisation et de tests d'application des biomolécules.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p data-bbox="137 1783 411 1921"><b>Production d'une ligne européenne de lubrifiants de formage et d'emboutissage à partir de produits d'origine agricole</b></p> <p data-bbox="225 2038 316 2083">1997</p>	<p data-bbox="440 1783 1425 2116">L'utilisation de lubrifiants est nécessaire pendant les opérations de formage et d'emboutissage de pièces métalliques. Ce marché est actuellement dominé par des huiles issues du raffinage pétrolier. Des lubrifiants d'origine végétale peuvent également être utilisés pour cette application mais leur champ d'application est actuellement limité par leur viscosité et leur faible résistance à l'oxydation. Pour vraiment pénétrer ce marché, il serait nécessaire d'améliorer leurs propriétés par modification chimique et/ou par la formulation. Les objectifs de ce projet sont d'une part de substituer les lubrifiants utilisés aujourd'hui dans des opérations de formage et d'emboutissage en utilisant des bases végétales, colza polymérisé ou soufflé, pour leurs formulations, et d'autre part de s'affranchir des problèmes de faible biodégradabilité, de risques cancérigènes, de dioxines et du faible recyclage inhérents aux lubrifiants actuels. La première phase sera consacrée à l'amélioration des propriétés de viscosité et de stabilité à l'oxydation des lubrifiants d'origine végétale en utilisant des huiles polymérisées ou soufflées. La seconde phase consistera à évaluer leurs propriétés en les testant avec différents systèmes d'additifs puis à développer industriellement une gamme de lubrifiants de base végétale.</p>

# Biomolécules

(Lubrifiants)

Liste des projets  
classés  
par sous-thèmes

<i>Titre du Projet</i>	<i>Besoins et objectifs</i>
<b>Transformation directe en monoesters par traitement chimique de fractions lipidiques de graines oléoprotéagineuses</b>  1996	<p>Les huiles végétales et leurs dérivés peuvent trouver des débouchés comme lubrifiants. Aujourd'hui, la production d'esters d'huile végétale se fait à l'échelle industrielle pour la production de biocarburant par un procédé en plusieurs étapes qui n'est pas adapté au développement d'esters pour le marché de la lubrification. Il serait donc très intéressant de développer un nouveau procédé de production d'esters d'huile végétale nécessitant moins d'étapes et plus adapté à des volumes plus faibles comme ceux de marchés de niche.</p> <p>L'objectif de ce projet est de développer un procédé compact de synthèse d'esters d'alkyles purs directement à partir de graines de tournesol oléique dans un extrudeur bi-vis. La première étape consistera en une caractérisation des matières premières. La deuxième étape sera réservée à la mise au point analytique de synthèses chimiques et à la caractérisation des produits. La troisième étape sera consacrée à l'étude du procédé de transestérification in situ. La quatrième étape concernera l'évaluation des fractions des monoesters. La cinquième étape sera consacrée à l'étude des raffinats.</p>
<b>Synthèse lipochimique et étude de composés à chaîne ramifiée pour les lubrifiants</b>  1995	<p>Les huiles végétales et leurs dérivés peuvent trouver des débouchés comme lubrifiant.</p> <p>Aujourd'hui, les molécules produites par lipochimie à partir d'huile végétale ne subissent pas de modification de leur chaîne grasse. Il serait intéressant d'explorer la synthèse et les propriétés nouvelles de composés à chaîne grasse modifiée afin d'élargir les potentialités des biolubrifiants.</p> <p>L'objectif de ce projet est de synthétiser des dérivés lipochimiques nouveaux à partir d'acides gras saturés ou monoinsaturés. La première étape consistera en une étude bibliographique. La deuxième étape sera consacrée au choix de composés ciblés, en tenant compte des applications envisagées. La troisième étape sera réservée à la mise au point des procédés de synthèse. La quatrième étape concernera l'étude des propriétés des composés, en vue de la fabrication pilote des échantillons. Enfin, les essais industriels seront suivis d'une étude de faisabilité économique.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Evaluation des esters méthyliques de tournesol isomérisés comme substituts de solvant (COV) dans le domaine des peintures et vernis &amp; assimilés</b></p> <p>2000</p>	<p>En raison de l'application de nouvelles législations, en particulier celle sur les composés organiques volatils (COV), plusieurs solvants d'origine pétrochimique devront impérativement être remplacés à l'horizon 2007. Les solvants issus de l'agriculture, et en particulier les huiles végétales et leurs dérivés, présentent une alternative intéressante pour substituer ces solvants pétrochimiques en raison de leur haut pouvoir solvant, de leur innocuité, et par le fait qu'ils ne sont pas considérés comme des COV. Cependant, il reste des problèmes techniques à résoudre. En effet, ces produits restent dans la peinture une fois sèche et peuvent causer des perturbations.</p> <p>L'objectif de ce projet est d'évaluer les performances techniques d'esters méthyliques isomérisés d'huile de tournesol à 60 % de linoléique, dans l'industrie des peintures et des vernis contenant des COV en proportions élevées. La première étape sera consacrée à la mise au point de formules à base d'esters méthyliques d'huile de tournesol isomérisés. La deuxième étape sera réservée à l'évaluation des performances des peintures. La troisième étape concernera la comparaison avec des systèmes actuels commerciaux dans chaque domaine. La quatrième étape sera une approche économique. La cinquième étape s'intéressera à la conclusion globale par secteur de marché.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Utilisation des matières premières issues de l'agroressource oléagineuse dans la construction routière</b></p> <p>2000</p>	<p>L'industrie routière fait aujourd'hui appel à des produits d'origine carbo ou pétrochimique pour rendre le bitume fluide. Ces composés volatils s'évaporent après application du bitume et restaurent la consistance du produit tout en entraînant une pollution de l'atmosphère.</p> <p>Des produits d'origine végétale comme des esters d'huile végétale peuvent remplir ce rôle avec l'avantage d'une moindre toxicité pour l'environnement. Néanmoins, il reste à convaincre les maîtres d'ouvrage de l'intérêt environnemental et technologique de ces produits pour qu'ils les sélectionnent dans les appels d'offres.</p> <p>L'objectif de ce projet est d'élaborer un bitume fluidisé par des esters méthyliques végétaux qui remplaceront les produits d'origine pétrolière. Le programme portera sur les deux types de couches de roulement, les enduits et les enrobés. La première étape sera consacrée au chantier de démonstration sur enduit. La deuxième étape sera réservée à l'étude laboratoire de l'impact environnemental. La troisième étape concernera les analyses physico-chimiques de différents esters méthyliques. La quatrième étape sera consacrée à l'accélération de la siccation par ajout d'huiles. La cinquième étape concernera les enrobés stockables, et la sixième les enrobés à chaud.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Synthèse des composés cyclocarbonates glycériques et évaluation de leurs propriétés solvantes dans les électrolytes des batteries au lithium</b></p> <p>1999</p>	<p>Les cyclocarbonates comme le carbonate d'éthylène sont utilisés comme solvants pour le bon fonctionnement des accumulateurs "lithium-ion". Ces cyclocarbonates sont d'origine pétrochimique.</p> <p>Lors d'un précédent programme AGRICE, la synthèse de cyclocarbonates de glycérol a été mise au point à partir du glycérol, un coproduit issu de la production de biodiesel à partir d'huiles végétales. Il serait intéressant d'évaluer l'utilisation de ces cyclocarbonates dans des piles "lithium-ion".</p> <p>L'objectif de ce projet est de synthétiser des solvants dérivés du carbonate de glycérol pouvant être utilisés dans les électrolytes d'accumulation "lithium-ion", ceci dans la logique de valorisation du glycérol. La première étape consistera en une caractérisation physico-chimique. La deuxième étape sera réservée aux essais de compatibilité des composés cyclocarbonates glycériques dans les solutions électrolytes. La troisième étape sera consacrée à l'évaluation du solvant comme composant de l'électrolyte. La quatrième étape consistera en tests de cyclage d'électrodes carbonées dans différents électrolytes obtenus à partir de solvants dérivés du carbonate de glycérol. La cinquième étape sera une caractérisation des films de passivation.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Solvants de remplacement totalement ou partiellement formulés à partir d'huiles végétales</b></p> <p>1999</p>	<p>En raison de l'application de nouvelles directives européennes et nationales, plusieurs solvants d'origine pétrochimique devront impérativement être remplacés à l'horizon 2007. De plus, les solvants chlorés et hydrocarbonés posant des problèmes environnementaux majeurs devront être remplacés.</p> <p>Les solvants issus de l'agriculture, et en particulier les huiles végétales et leurs dérivés présentent une alternative intéressante pour substituer les solvants pétrochimiques dans les domaines où les risques de pollution, ou liés à la toxicité, sont importants.</p> <p>L'objectif de ce projet est de réaliser des formulations totalement ou partiellement à base d'esters d'huiles végétales afin de tenter de remplacer, dans différents secteurs d'application, les solvants existants. La première phase sera une phase d'identification des distributeurs et des utilisateurs de solvants industriels dans les domaines sensibles, les plus exposés aux nouvelles réglementations en cours d'élaboration. La deuxième phase sera consacrée à l'utilisation des bases oléochimiques dans la formulation de résines pour peinture. La troisième phase sera réservée à la réalisation de fiches techniques des produits et des applications.</p>

# Biomolécules

(Solvants)

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Activité biologique et propriétés solvantes et / ou émulsifiantes des terpènes présents dans les huiles essentielles pour des applications en cosmétique et phytosanitaires</b></p> <p>1999</p>	<p>Les solvants entrent dans la formulation de nombreux produits comme les peintures industrielles, les encres ou les produits phytosanitaires, cosmétiques et pharmaceutiques. La formulation de ces produits nécessite également l'addition d'adjuvants et en particulier de tensioactifs, d'émulsionnants ou d'antibactériens.</p> <p>Les terpènes et les dérivés d'esters gras des plantes aromatiques, seuls ou en combinaison, présentent à la fois des propriétés de solvant et des activités complémentaires d'émulsifiants ou d'antibactériens qu'il serait intéressant de valoriser pour substituer le solvant tout en apportant une fonctionnalité évitant le recours à un additif.</p> <p>L'objectif du projet est d'étudier les propriétés solvantes et/ou émulsifiantes d'huiles essentielles sélectionnées, présentant une ou plusieurs activités biologiques, pour fournir un combiné "solvant/actif".</p> <p>La première phase de ce projet concernera la réalisation des combinés en faisant appel à des méthodes de solubilisation ou d'émulsification. La deuxième phase aura pour but de démontrer l'efficacité, principalement dans le domaine antibactérien et antifongique, et de démontrer l'innocuité primaire des "combinés".</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Etude des perspectives de développement des solvants industriels issus du fractionnement et de la transformation des produits d'origine agricole</b></p> <p>1998</p>	<p>Les solvants sont aujourd'hui au cœur des préoccupations environnementales avec notamment les obligations de limitation des émissions de composés organiques volatils.</p> <p>Les solvants d'origine agricole qui sont peu volatils et présentent des propriétés de biodégradabilité et de non toxicité pourraient représenter une solution de substitution sur certaines applications.</p> <p>Aujourd'hui, la vision de la nature des produits solvants utilisés et de leur application étant insuffisante pour guider une politique de soutien de la recherche, il est nécessaire d'étudier ce marché avant d'aller plus loin.</p> <p>L'objectif de ce projet est de proposer une lecture du secteur des solvants susceptible d'aider à la définition des axes prioritaires de recherche et, le cas échéant, de mesurer le potentiel de substitution des solvants industriels par les agrosolvants. Dans un premier temps, une analyse du marché des solvants industriels, en terme de produits et d'applications sera réalisée dans le but de permettre une estimation de la demande en substitution. Dans un second temps, un recensement de la biomasse disponible et valorisable dans des applications solvants sera effectuée.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Etude du désencrage des encres d'imprimerie dans le but de substituer les huiles minérales par des huiles végétales</b></p> <p>1995</p>	<p>Les encres d'imprimeries sont aujourd'hui formulées à l'aide d'huiles minérales. La substitution de ces huiles par des huiles végétales présenterait plusieurs avantages, par exemple en éliminant les problèmes de migration et d'odeurs pour les encres "alimentaires" et pour améliorer la résistance au frottement des encres fraîchement imprimées.</p> <p>Cependant, la présence d'huiles végétales dans la composition des encres est soupçonnée d'être à l'origine de problèmes de désencrage en particulier concernant les vieux imprimés. Il y aurait besoin d'analyser et de résoudre ce problème, afin de permettre le développement des huiles végétales pour la formulation des encres offset.</p> <p>L'objectif de ce projet est de définir des formulations d'encres et des stratégies de désencrage permettant d'améliorer le recyclage de ces variétés d'encres. La première étape sera consacrée à la compréhension de l'aptitude au désencrage des encres contenant des huiles végétales. La deuxième étape sera une étape de recherche laboratoire sur l'optimisation conjointe de la formulation de l'encre et des conditions de désencrage dans le but de réaliser le meilleur compromis entre propriétés de l'encre et désencrabilité. La troisième étape sera réservée à la validation à l'échelle pilote. La quatrième étape concernera la validation industrielle.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Production de 1,3-propanediol à partir de matières premières renouvelables (amidon, saccharose) par de nouveaux biocatalyseurs ne nécessitant pas l'ajout de vitamine B12</b></p> <p>2000</p>	<p>Le 1,3-propanediol est un monomère de base de l'industrie des polymères pour la production de fibre ou de résine. Il est actuellement produit industriellement par un procédé pétrochimique coûteux et générant des déchets non valorisables. Le développement de procédés compétitifs économiquement et environnementalement est recherché. Plusieurs industriels ont étudié la production de 1,3-propanediol par fermentation. Henkel a utilisé le glycérol comme substrat, et Dupont le glucose, deux voies qui présentent des limitations aujourd'hui, la première en raison du coût élevé du glycérol, la seconde en raison du coût élevé de la nécessaire vitamine B12. Il y a donc besoin d'étudier d'autres substrats comme l'amidon ou le saccharose pour contourner ces problèmes. L'objectif de ce projet est de produire du 1,3-propanediol directement à partir de matière première végétale peu chère (amidon et/ou saccharose) sans apport de vitamine B12 (technologie développée au cours des précédents projets). L'étude sera menée en parallèle sur deux souches recombinantes de <i>Clostridium acetobutylicum</i> et de <i>S. cerevisiae</i>. La première voie consistera à modifier <i>C. acetobutylicum</i> dans le but de convertir l'amidon en glycérol et 1,3-propanediol, et la seconde s'attachera à développer des souches de <i>S. cerevisiae</i> produisant 1,3-propanediol et glycérol à partir de saccharose.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Mise en place d'un centre de ressources- Etude de faisabilité</b></p> <p>2000</p>	<p>Aujourd'hui, les initiatives dans le domaine des valorisations agricoles non alimentaires (VANAs) sont de plus en plus nombreuses et diversifiées en raison d'un intérêt de plus en plus fort du public pour des produits d'origine végétale. Les sources d'information sur ce vaste domaine touchant des secteurs aussi variés que l'automobile, la chimie ou le bâtiment sont également dispersées. Il y aurait besoin d'une centralisation des informations, en particulier économiques, relatives aux VANAs afin d'aider efficacement l'orientation des actions en particulier de la part des institutionnels mais aussi des industriels. L'objectif du projet est de réaliser l'étude de faisabilité d'un centre d'intelligence économique pour les produits renouvelables et l'effet de serre. La première tâche sera d'obtenir des supports de communication pour communiquer auprès des futurs adhérents. La deuxième tâche consistera à rédiger un projet de statut servant de support pour le statut final. La troisième tâche sera réservée à la détermination des adhérents. La quatrième tâche sera consacrée à la préparation du dépôt de projet européen. La cinquième tâche sera une tâche de coordination et de suivi du projet qui sera menée tout au long du projet.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Valorisation de colorants, pigments végétaux et "néo-pigment" dans le secteur de l'impression textile et des peintures pour bâtiment et automobile</b></p> <p>2000</p>	<p>Les colorants et pigments utilisés pour la coloration de la peinture, des plastiques et des encres sont aujourd'hui essentiellement des produits de synthèse et génèrent une large pollution (effluents, métaux lourds...). Dans un contexte où les produits respectueux de l'environnement sont de plus en plus demandés, le retour aux colorants et pigments végétaux pourrait être envisagé pour certaines applications. Aujourd'hui, le frein à leur développement est la qualité inférieure des colorants naturels en terme de rendu, de solidités des couleurs et de coût par rapport aux colorants synthétiques. Ces problèmes pourraient être résolus par une étude approfondie des méthodes de fixation par différents systèmes (néo-pigments, mordants). L'objectif de ce projet est d'une part de développer des méthodes de production des plantes tinctoriales pré sélectionnées, d'autre part de travailler à la mise au point des pigments et colorants ainsi que au développement de leurs usages chez les partenaires industriels impliqués. La première étape visera à constituer une filière de production agricole puis à optimiser les extractions des colorants et pigments. La seconde étape concernera le développement d'applications industrielles en particulier dans les secteurs de l'imprimerie textile de luxe.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Production par fermentation d'acides alpha-oméga dicarboxyliques à partir d'esters méthyliques</b></p> <p>2000</p>	<p>La variété d'acides alpha-oméga dicarboxyliques produits par synthèse est limitée bien qu'ils aient un potentiel important dans la production de polyamides, de polyesters, d'adhésifs de musc ou même d'antibiotiques. Des premiers travaux ont montré que des souches de <i>Candida tropicalis</i> étaient capables de réaliser la conversion biologique d'esters d'huiles végétales en acides alpha-oméga dicarboxyliques insaturés. Les esters d'huiles végétales sont une ressource d'origine agricole abondamment disponible dont le débouché principal aujourd'hui est la production de biocarburants pour moteurs Diesel. Il serait intéressant d'approfondir ces travaux prometteurs. L'objectif de ce projet est de produire par fermentation des acides alpha-oméga dicarboxyliques à partir d'esters méthyliques ou d'acides gras issus des huiles végétales ou de graisses. La première étape sera consacrée à l'étude de la vitesse de croissance. La deuxième étape sera réservée à l'étude des cinétiques de production d'alpha-oméga AD. La troisième étape concernera l'étude de la production d'alpha-oméga AD sur les esters méthyliques obtenus par méthanolyse des huiles et à la caractérisation des alpha-oméga AD obtenus. La quatrième étape sera consacrée à la mise au point du processus au stade 50 l, et aux tests sur la synthèse d'autres polymères.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Amplification de l'effet des huiles végétales utilisées en protection des plantes par l'addition des terpènes naturels</b></p> <p>1999</p>	<p>Les phytosanitaires sont pour la plupart formulés à l'aide d'huiles minérales, de tensioactifs chimiques et de sels, des produits non-biodégradables et dangereux pour l'environnement.</p> <p>Des formulations à base d'huiles végétales moins dangereuses pour l'environnement se développent mais elles sont aujourd'hui moins efficaces que les formulations existantes et nécessitent pour la plupart l'addition d'adjuvants d'origine pétrochimique. Les terpènes, composés naturels extraits en particulier du pin, présentent des propriétés tensioactives valorisables pour substituer l'adjuvant pétrochimique tout en améliorant les propriétés des huiles végétales. L'objectif de ce projet est de trouver de nouvelles formulations phytosanitaires en faisant appel à des composés naturels compatibles avec la notion d'agriculture durable. La première phase est consacrée à la synthèse de nouveaux dérivés d'huile de colza, l'isolement de terpènes, et la préparation de différents mélanges. La deuxième phase sera une phase de caractérisation des propriétés physico-chimiques. La troisième phase sera une phase de quantification de l'effet adjuvant par des essais biologiques en serre. La dernière phase sera consacrée à la détermination du mode d'action des terpènes utilisés comme adjuvants.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Nouveau procédé de procédé de production directe d'acides gras à partir de colza</b></p> <p>1999</p>	<p>Les acides gras issus des huiles végétales constituent la matière première d'une industrie chimique diversifiée et en pleine évolution. Ces acides gras sont utilisables dans les domaines des biocombustibles, des biodétergents, des lubrifiants, des biopolymères et des intermédiaires de synthèse.</p> <p>Actuellement, on est obligé de passer par une étape d'hydrolyse chimique des huiles végétales pour obtenir les acides gras. Cette étape coûteuse pourrait être évitée si les plantes produisaient des acides gras libres plutôt que des huiles qu'il faut hydrolyser.</p> <p>L'objectif de ce projet est de mettre en œuvre un nouveau procédé de production directe d'acides gras à partir de colza. La première étape consistera à cribler des plants de colza exprimant la lipase. La deuxième étape sera consacrée à des tests de constructions pour déterminer la fonctionnalité du gène de la lipase. La troisième étape sera réservée à la détermination des paramètres de l'hydrolyse in situ des lipides de la graine sur des graines de colza broyées et additionnées d'une lipase.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Identification, auprès des PME/PMI des différentes régions, de nouveaux débouchés industriels des agroressources</b></p> <p>1999</p>	<p>Les principaux centres agroindustriels français intervenant sur le terrain dans le domaine des valorisations non alimentaires de productions agricoles se sont réunis en un réseau national informel d'échanges et de collaboration. Les partenaires de ces réseaux disposent d'une connaissance unique du tissu industriel français et en particulier des PME/PMI.</p> <p>L'action d'un tel réseau pourrait permettre une identification systématique des débouchés industriels viables pour des agroressources permettant ainsi l'émergence de projets innovants.</p> <p>L'objectif de ce projet est de proposer des projets innovants de développement de filières agro-industrielles en identifiant dans les différents secteurs industriels, par une enquête terrain, les besoins et les fonctionnalités non satisfaits. Cette enquête sera facilitée par la connaissance des entreprises régionales, notamment les PME-PMI.</p> <p>La première étape consistera en une identification des besoins. La deuxième étape sera consacrée à la création d'une base de données. La troisième étape sera réservée à l'étude de l'accès aux entreprises agricoles, de l'optimisation des coûts, du réseau des compétences requises pour faire émerger les projets.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Hétéroxylanes amphiphiles : solutions rhéo-épaississantes et gels</b></p> <p>1999</p>	<p>Les polymères hydrosolubles présentent des propriétés rhéologiques et viscosifiantes qui trouvent des débouchés importants en cosmétique, en agroalimentaire et en industries pétrolière et chimique. Les produits d'origine pétrochimique dominent ce marché mais les produits d'origine naturelle comme les extraits d'algues trouvent aujourd'hui des débouchés en raison des propriétés nouvelles et originales.</p> <p>Dans un précédent projet, des hétéroxylanes de maïs qui sont des polysaccharides extraits de co-produits de la transformation du maïs, ont montré des propriétés rhéologiques et viscosifiantes qu'il serait intéressant de valoriser. L'objectif de ce projet est de produire des polymères amphiphiles biodégradables à partir d'hétéroxylanes de sons de maïs, afin d'élargir la gamme d'utilisation des hétéroxylanes et de mieux valoriser ces polymères issus des sous-produits des industries de première transformation du maïs. La première étape sera consacrée à la modification chimique et à la caractérisation des hétéroxylanes modifiés. La deuxième étape sera réservée à l'étude des propriétés de ces hétéroxylanes modifiés. La troisième étape consistera en l'évaluation des propriétés d'usage pour l'utilisation dans le domaine des produits d'entretien ménager, des détergents et des cosmétiques.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<b>Production de butanol et d'acide butyrique à partir de cellulose</b>  1999	<p>Le butanol et l'acide butyrique sont deux composés utilisés par l'industrie chimique, mais aussi par l'industrie alimentaire sous une forme dite "naturelle". Ces composés sont principalement produits par synthèse chimique. Des travaux des années 1980 de l'IFP avaient montré la faisabilité de la production de ces deux composés par conversion de la cellulose par <i>Clostridium acetobutylicum</i>. Cette approche n'était pas compétitive à l'époque, mais les progrès faits depuis devraient permettre maintenant d'améliorer ces souches pour optimiser les rendements. Il apparaît intéressant de reprendre ces travaux pour obtenir un procédé "propre" utilisant des matières agricoles renouvelables. L'objectif de ce projet est d'améliorer et de tester à l'échelle industrielle des souches de <i>Clostridium acetobutylicum</i> pour la conversion de la cellulose en butanol et/ou en acide butyrique. La première phase sera consacrée à la restauration de l'aptitude de <i>Clostridium</i> à utiliser la cellulose comme seule source de carbone. La deuxième phase sera consacrée à la conception de minicellulosomes adaptés à l'hydrolyse des lignocelluloses brutes à partir des données biochimiques et des gènes fonctionnels du cellulosome de <i>Clostridium cellulolyticum</i>. La troisième phase sera une phase de validation des souches cellulolytiques recombinantes obtenues à l'échelle du laboratoire.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<b>Production acide azélaïque et pélargonique par coupure oxydante</b>  1999	<p>Les acides azélaïque et pélargonique sont des intermédiaires de l'industrie chimique principalement utilisés pour la production de polymères. Aujourd'hui, seules des sociétés américaines produisent ces acides, par un procédé dont le coût est prohibitif. Ces acides sont en grande partie d'origine pétrochimique. Les travaux précédents ont permis de mettre au point, au stade du laboratoire, une réaction de coupure oxydante de l'acide oléique, issu de l'huile de tournesol oléique, donnant simultanément de l'acide azélaïque et de l'acide pélargonique. Devant l'intérêt économique et environnemental de ce procédé, il serait intéressant d'industrialiser cette synthèse. L'objectif de ce projet est de permettre la construction d'une unité industrielle pour la production d'acide azélaïque et pélargonique. La première étape consistera à monter un pilote en continu totalement représentatif de l'unité pleine échelle pour produire des échantillons de taille significative d'acide azélaïque et pélargonique. La deuxième étape concernera l'acquisition des données nécessaires pour la construction d'une unité de 2000 t/an pour ces acides. Enfin, la dernière étape sera une étude ingénierie pour chiffrer le coût de la construction de cette première unité.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<b>Valorisation de protéines d'origine végétale en dermo-cosmétologie et microbiologie</b>  1998	<p>Les protéines animales et végétales et leurs dérivés sont aujourd'hui utilisés pour différentes applications à relativement haute valeur ajoutée comme la préparation de milieux de fermentation en microbiologie ou encore la cosmétique pour leurs propriétés biologiques. Dans un contexte de remise en cause des protéines d'origine animale, il y a une place plus importante laissée pour les protéines d'origine végétale. Lors de la fabrication industrielle de substrats protidiques (peptones) d'origine végétale, certaines fractions qui pourraient présenter une activité biologique intéressante ne sont pas aujourd'hui valorisées. Il serait intéressant d'étudier plus précisément les propriétés de l'ensemble de ces fractions pour mieux les valoriser. L'objectif du programme est de développer une nouvelle gamme de produits spécifiques provenant de l'hydrolyse de protéines d'origine végétale. La première étape sera réservée à la préparation d'hydrolysats protéiques. La deuxième étape sera consacrée au fractionnement des hydrolysats. La troisième étape consistera à évaluer l'activité biologique des fractions. La quatrième étape consistera à caractériser les peptides aux propriétés biologiques intéressantes. Enfin, la cinquième étape sera une mise au point de la production à l'échelle industrielle.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<b>Test d'un nouveau procédé de déshuilage : le cuiseur extrudeur bivis</b>  1998	<p>Pour mieux valoriser les oléagineux dans leurs débouchés non alimentaires, de nouvelles plantes, ou de nouvelles variétés issues de programme de sélection sont développées. Ces "nouveaux" oléagineux sont, au moins au départ, disponibles en faible quantité et, souvent, ils visent des applications de niches pour lesquelles ils ont été développés. Or, les capacités de traitement industriel classique sont adaptées au traitement de 1000 à 2000 t/j. Le développement des "oléagineux nouveaux" nécessiterait donc de disposer d'un outil de transformation plus adapté. L'objectif de ce projet est de développer un procédé adapté à la transformation d'oléagineux nouveaux pour des usages non alimentaires. Dans un premier temps, l'utilisation d'un cuiseur extrudeur bi-vis équipé d'un fourreau déshuileur sera mis au point. Dans un second temps, ce nouveau procédé sera comparé au traitement traditionnel de pression unique, en termes de bilan énergétique et de qualité des produits de transformation. Les tests se feront sur différents oléagineux "nouveaux", le colza laurique, la cameline, le crambe ou le lunaire.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Etat des lieux et perspectives d'utilisation des produits issus de la transformation de l'huile de tournesol oléique</b></p> <p>1998</p>	<p>Le tournesol oléique est une variété de tournesol dont l'huile présente une forte teneur en acide oléique. Cette forte teneur en acide oléique se traduit par une meilleure résistance à l'oxydation de l'huile valorisable en particulier sur les marchés des biocarburants, des lubrifiants et de la lipochimie.</p> <p>Depuis 1989, le développement du tournesol oléique est resté limité, cependant depuis 1997, cette culture connaît un regain d'intérêt inexplicable. Il serait intéressant d'étudier finement les débouchés actuels et futurs du tournesol oléique afin d'identifier de nouvelles voies de valorisation non alimentaire de cette culture.</p> <p>L'objectif de ce projet est d'accompagner le marché du tournesol oléique en identifiant les opportunités de développement. La première étape sera réservée à la réalisation d'un état des lieux sur les avancées de la recherche agronomique et la valorisation chimique. La deuxième étape sera un recensement des produits dérivés de l'huile de tournesol oléique et de leurs caractéristiques par rapport aux produits de synthèse. La troisième étape sera consacrée à l'analyse de l'adéquation entre l'offre et la demande. La dernière étape présentera les perspectives futures du marché du tournesol oléique et proposera des orientations de la recherche.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>VProduction d'huile végétale à très haute teneur en acide oléique : levée des verrous agro-physiques et génétiques et allotement (répartition par lots) des récoltes de tournesol pour la garantie d'approvisionnement de l'aval industriel</b></p> <p>1998</p>	<p>Le tournesol "oléique" est une forme de tournesol dont l'huile peut être composée à plus de 90% du seul acide gras oléique, un acide gras utilisé comme base dans l'industrie lipochimique.</p> <p>Cependant, il y a encore une grande variabilité de cette teneur en acide oléique, ce qui représente un inconvénient pour les industriels. Ils souhaitent en effet une teneur minimale garantie, pour pouvoir réaliser un traitement industriel standardisé. Il y aurait besoin de réduire cette variabilité, afin de mieux répondre aux besoins des industriels.</p> <p>Les objectifs du projet sont, dans un premier temps, de préciser les conditions d'obtention stable de récoltes de très hautes teneurs en Midi-Pyrénées par des études à caractères agro-physiologiques, biochimiques et moléculaires, sans recours aux techniques de transgénèse. Les premiers éléments acquis permettront, dans un second temps, d'envisager la prévision très précoce des très hautes teneurs en vue d'un allotement de la récolte à l'échelle d'un territoire de collecte entier (département-région).</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Biovectorisation d'acides gras essentiels et leurs dérivés</b></p> <p>1997</p>	<p>Les acides gras insaturés des huiles végétales trouvent des applications comme actifs pour la cosmétique en raison de leurs propriétés de protection de la peau et d'amélioration de l'aspect.</p> <p>Une limite importante de l'efficacité de ces acides gras réside dans leur difficulté à traverser la première couche de l'épiderme en raison de la présence de compartiments aqueux qui arrêtent leur progression. Une solution pour améliorer leur efficacité serait de greffer à ces acides gras un groupe hydrophile qui leur permette de traverser ces compartiments et de pénétrer plus profondément dans la peau.</p> <p>L'objectif de ce projet est de rechercher des "biovecteurs" pour le domaine de la cosmétique. La première étape consistera à mettre au point par biotechnologie un procédé économique pour la production d'esters d'alpha-butylglucoside et d'acides gras insaturés. La deuxième étape sera consacrée au passage au stade pilote afin d'avoir toutes les données technico-économiques nécessaires à la rédaction du business plan. La troisième étape sera réservée à l'objectivation des propriétés cosmétiques par rapport à des acides gras insaturés libres. La quatrième étape sera une étape de suivi du devenir au sein de l'épiderme des acides gras vectorisés.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Valorisation de protéines et d'huiles de caméline comme sources de bases pour la cosmétique et la dermatopharmacie</b></p> <p>1997</p>	<p>La caméline est une plante oléagineuse autrefois cultivée en Europe. L'huile de cette plante était utilisée comme combustible pour les lampes à huile jusqu'au XVIIIème siècle.</p> <p>Des premiers essais ont montré que l'huile de caméline était facile à triturer, raffiner et désodoriser et donc que ses dérivés pourraient être produits de manière compétitive. De plus, sa forte teneur en acide gras et sa résistance à l'oxydation lui ouvrent des applications potentielles en cosmétique et en alimentaire. L'étude de la valorisation de cette plante mériterait d'être approfondie.</p> <p>L'objectif de ce projet est de valoriser les graines de camélines à travers l'obtention de biomolécules d'intérêt industriel, principalement dans les domaines de la cosmétique et de la dermatopharmacie. La première étape sera consacrée à la production d'une quantité de graines de qualité. La deuxième étape consistera en la mise au point de techniques extrapolables industriellement de purification des molécules de caméline dans des conditions environnementales acceptables. La troisième étape sera réservée à la production de lipoaminoacides. La quatrième étape sera une étape d'évaluation des propriétés pour les applications en cosmétique et dermatopharmacie.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Production de 1,3-propanediol à partir de glycérol par fermentation</b></p> <p>1997</p>	<p>Le 1,3-propanediol est un composé utilisé dans l'industrie des polymères en particulier pour la production de polyesters mais aussi de polyuréthanes. Ce composé est principalement produit par voie chimique, à partir d'acroléine ou d'oxyde d'éthylène mais peut aussi être obtenu par fermentation du glycérol. Le glycérol est un coproduit de la filière biodiesel, un biocarburant pour les moteurs Diesel produit à partir d'huile végétale.</p> <p>Aujourd'hui le coût de production par synthèse chimique de 1,3-propanediol est élevé et l'impact environnemental du procédé est fort. Par conséquent, un mode de production par fermentation dans des conditions optimales pourrait être compétitif et plus propre. La fermentation à partir de glycérol n'est pas optimale à ce jour, il serait nécessaire en particulier d'optimiser les souches pour être compétitif et d'améliorer le procédé de fermentation et de purification.</p> <p>Les objectifs de ce projet sont d'une part d'améliorer la production par recherche de mutants plus performants (résistants au 1,3-propanediol, aux acides...), et d'autre part d'effectuer une modélisation des cinétiques des réactions, de mettre en œuvre des fermentations semi-continues et continues et enfin, de purifier le 1,3-propanediol obtenu.</p>
<p><b>Création de variétés de colza oléagineux à haute teneur en acide oléique ou à haute teneur en acide érucique pour des usages non alimentaires</b></p> <p>1997</p>	<p>La composition en acide gras des huiles de colza est particulièrement importante pour leur valorisation, en particulier, les acides oléiques et éruciques sont particulièrement recherchés pour leur meilleure résistance à l'oxydation pour des applications en lubrifiants ou en carburants. Ces acides gras sont également largement utilisés en lipochimie.</p> <p>Des variétés de colza à haute teneur en acide érucique ou en acide oléique sont déjà cultivées en Europe. Néanmoins, il serait intéressant de réaliser une sélection plus poussée pour améliorer ces teneurs, afin d'améliorer les propriétés intrinsèques des huiles pour la lubrification.</p> <p>L'objectif de ce projet est de créer des variétés de colza à haute teneur en acide oléique ou érucique. La première étape sera consacrée à la sélection de lignées de colza riche en acide oléique (&gt; 70 %) ou en acide érucique (&gt;48 %) par sélection. La deuxième étape sera réservée à la sélection de lignées à haute teneur en acide oléique (&gt;80 %) ou en acide érucique (&gt;70 %). La troisième étape consistera en une étude de l'effet des conditions pédo-climatiques sur la composition en acides gras. La quatrième étape sera une évaluation physico-chimique des différentes huiles en fonction de leur composition en acides gras.</p>
<p><b>Optimisation de la production d'acide succinique par fermentation</b></p> <p>1996</p>	<p>L'acide succinique est un acide organique qui est utilisé comme intermédiaire de synthèse pour la production de nombreux produits. Aujourd'hui, la synthèse de l'acide succinique se fait par voie chimique et s'effectue à partir du butane via l'anhydride maléique.</p> <p>Or, cet acide organique pourrait également être produit par une fermentation d'un substrat carboné et en particulier d'une agrossource que l'on chercherait à valoriser. La faisabilité technico-économique d'une telle approche est à valider.</p> <p>L'objectif de ce projet est de mettre au point un procédé biologique de production continue de succinate compétitif par rapport au procédé chimique existant. La bactérie sélectionnée pour cette étude, <i>A. succiniproducens</i>, produit de l'acide succinique comme produit principal à partir de glucose et de dioxyde de carbone.</p> <p>Aujourd'hui la productivité de succinate par voie biologique est de 2 g/l/h. Pour envisager la compétitivité, la productivité doit être doublée. L'amélioration du procédé résidera dans le couplage d'un bioréacteur à membrane (BRM) à un système d'électrodialyse, ainsi que dans l'étude physiologique des cultures.</p>
<p><b>Polymères pour formulation de fluides de puits non-polluants</b></p> <p>1996</p>	<p>L'exploitation pétrolière a recours à des agents texturants assurant principalement un rôle de transport de particules dans des fluides (de sable par exemple). Les produits utilisés aujourd'hui sont principalement des dérivés cellulosiques peu chers mais qui ne sont pas optimaux pour ces applications.</p> <p>L'amidon qui est également une matière première peu onéreuse et abondante peut être facilement fonctionnalisé afin d'adapter ces propriétés aux exigences de l'application. Il serait intéressant de vérifier si des amidons modifiés ne pourraient pas se substituer aux dérivés cellulosiques dans l'exploitation pétrolière.</p> <p>L'objectif de ce projet est d'élaborer des dérivés ayant des propriétés fonctionnelles améliorées à partir d'amidon pour des applications dans le secteur pétrolier. La première étape sera consacrée à la caractérisation moléculaire et macromoléculaire des polymères candidats (polysaccharides issus de la biomasse agricole). La deuxième étape sera réservée à la détermination des propriétés rhéologiques et de la stabilité en solution semi-diluée, ainsi qu'à l'influence des paramètres (pH, température...). La troisième étape concernera la formulation de fluides à base de ces polymères modifiés de différentes densités, et l'évaluation de leurs propriétés en pression et température.</p>

# Biomolécules

(Divers)

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Valorisation par fermentation de co-produits glycériques de production de diester en molécules d'intérêt industriel : 1,3 – propanediol</b></p> <p>1995</p>	<p>Le 1,3-propanediol est un composé utilisé dans l'industrie des polymères en particulier pour la production de polyesters, mais aussi de polyuréthanes. Ce composé peut être obtenu par fermentation du glycérol. Le glycérol est un coproduit de la filière biodiesel, un biocarburant produit à partir d'huile végétale, qui est mal valorisé. Aujourd'hui, le coût de production par synthèse chimique du 1,3-propanediol est élevé. Par conséquent, un mode de production par fermentation dans des conditions optimales pourrait être compétitif et permettre de valoriser le glycérol. Pour cela, il est nécessaire d'optimiser la fermentation pour rendre la voie biologique compétitive. L'objectif de ce projet est d'étudier la conversion par voie biologique du glycérol en 1,3-propanediol. La première étape sera consacrée à la sélection des meilleures souches de fermentation en batch. La deuxième étape sera réservée à la mise au point d'un milieu synthétique de composition simplifiée et définie mais aussi performant que les milieux usuels de laboratoire. La troisième étape concernera l'étude de facteurs susceptibles d'affecter la biotransformation. La quatrième étape sera dédiée à l'extraction du 1,3-propanediol produit par fermentation.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Valorisation des surplus de glycérol en 1,3-propanediol par Clostridium butyricum</b></p> <p>1994</p>	<p>Le 1,3-propanediol est un composé utilisé dans l'industrie des polymères en particulier pour la production de polyesters mais aussi de polyuréthanes. Ce composé est principalement produit par voie chimique à partir d'acroléine ou d'oxyde d'éthylène, mais peut être obtenu par fermentation du glycérol. Le glycérol est un coproduit de la filière biodiesel, un biocarburant pour les moteurs Diesel produit à partir d'huile végétale. Aujourd'hui le coût de production par synthèse chimique du 1,3-propanediol est élevé. Par conséquent, un mode de production par fermentation dans des conditions optimales pourrait être compétitif. La fermentation à partir de glycérol n'est pas optimale à ce jour, il serait nécessaire en particulier d'optimiser les souches pour être compétitif. L'objectif de ce projet est d'améliorer la conversion du glycérol en 1,3-propanediol, en terme de rendement et en terme de productivité. La première étape concernera l'amélioration de Clostridium butyricum, par la création de mutants butyrate moins. La deuxième étape sera réservée à l'introduction de la voie du propanediol chez un mutant butyrate moins de Clostridium acetobutylicum (introduction de gènes d'enzymes de production de propanediol). La troisième étape sera consacrée à l'évaluation des potentialités des nouvelles souches créées en bioréacteur à membrane.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Elaboration d'un composite sandwich à base de nappes de chanvre et de polyuréthane : application pour des éléments de carrosserie et de structure pour l'industrie automobile</b></p> <p>2000</p>	<p>Les plantes annuelles telles que le chanvre ou le lin, fournissent des fibres aux caractéristiques intéressantes : très faible densité, non abrasives et non nocives, renouvelables, recyclables, leur incinération ne crée pas de résidus nocifs. Ces fibres d'origine naturelle présentent suffisamment d'avantages pour concurrencer les renforts inorganiques utilisés habituellement dans les composites à matrice polymère utilisés par exemple pour l'automobile. L'objectif de ce projet est de créer une nouvelle filière de valorisation des fibres de chanvre depuis la fourniture de la matière première à la préparation des produits semi-finis (nappe de chanvre) à la transformation en pièce de carrosserie automobile par le procédé R-RIM. La première étape du projet concernera le traitement chimique des fibres. En effet, deux grands types de traitements chimiques sont nécessaires pour améliorer l'accrochage entre la matrice et la fibre (traitement alcalin et traitement avec un agent de pontage). La seconde étape sera consacrée à la mise en œuvre des renforts fibreux. En effet, les fibres de lin ou de chanvre peuvent être utilisées comme renfort unidirectionnel, comme renfort tissé ou comme mat.</p>
<p><b>Utilisation de pulpes surpressées mûrées de betteraves dans la production de papier-carton</b></p> <p>2000</p>	<p>La fabrication industrielle du papier-carton utilise en général des fibres recyclées. La faible qualité des fibres recyclées oblige les industriels à ajouter des additifs et agents de charge, dont l'amidon. La pulpe de betterave, co-produit de l'industrie sucrière et de la production de bioéthanol, contient de la cellulose présente sous forme de fibres courtes. Des premiers travaux, au stade laboratoire, ont montré que l'addition de ces fibres dans la pâte à papier améliorerait la qualité du carton. Il faudrait maintenant passer au stade industriel. L'objectif de ce projet est de rendre opérationnelle, au stade industriel, la méthode de traitement de la pulpe surpressée mise au point au laboratoire, et dont le test au stade pilote a montré qu'un travail de standardisation était nécessaire. La première étape sera consacrée à la mise au point d'un test de la pulpe, qui sera livrée au papetier, qui soit efficace au niveau industriel. La seconde étape sera réservée à la mise au point d'une méthode industrielle de traitement de la pulpe qui tienne compte des contraintes en amont (sucrierie), des contraintes de logistique et des contraintes du papetier. La mise en œuvre du projet nécessite de réaliser des tests sur pilote du CTP (Centre Technique du Papier), et de procéder à des tests industriels sur l'un des sites de la société SMURFIT.</p>
<p><b>Analyse de l'économie et de la qualification industrielle de filières plantes annuelles pour la papeterie</b></p> <p>2000</p>	<p>Les programmes français de recherche et développement menés de 1991 à 1997 ont permis de mettre au point la fabrication en pilote de pâtes écruës à haut rendement par un nouveau procédé peu polluant et modulaire, la technologie bi-vis, à partir de matière première d'origine agricole comme la paille de blé et le sorgho fibre entier. Après la validation technologique de ce projet, il est nécessaire de faire un point complet et fiable sur l'économie de ces filières de valorisation de paille en papeterie pour s'assurer de la faisabilité économique d'un tel projet. L'objectif du projet est d'étudier deux des facteurs limitant de la filière pâte CTMP bi-vis de plantes annuelles (PA), avec pour modèle la paille de blé : coût et organisation de l'approvisionnement et de la préparation de la matière première, compétitivité des pâtes de PA. La première phase sera consacrée à l'analyse et à l'amélioration des schémas possibles de collecte, stockage et logistique, et à l'évaluation technique et économique de procédés adaptés de préparation de la matière première. La seconde sera concentrée sur l'étude de pré faisabilité d'un projet d'industrialisation de la fabrication de pâte bi-vis de paille de blé (capacité 350 000 BDT pâte) pour l'incorporation dans de la cannelure mi-chimique du papier-couverture.</p>
<p><b>Elaboration d'agromatériaux par collage de matières premières végétales</b></p> <p>1998</p>	<p>Les matériaux utilisés dans l'ameublement, la construction ou l'aménagement intérieur des véhicules doivent présenter de bonnes performances mécaniques, une bonne résistance à l'humidité et un faible prix de revient. Les matières premières d'origine agricole pourraient trouver des applications dans ce domaine, mais aujourd'hui les produits développés ne répondent pas parfaitement au cahier des charges en particulier en terme de résistance à l'humidité. Une voie à explorer pour résoudre ce problème serait d'utiliser des huiles végétales hydrophobes. L'objectif de ce projet est de mettre au point des matériaux peu coûteux répondant au cahier des charges à partir d'huile végétale et de coproduits celluloseux comme la paille. La première étape consistera à mettre au point la formulation d'une nouvelle résine à base d'huiles végétales. La deuxième étape sera consacrée à l'optimisation de son procédé d'obtention. La troisième étape sera réservée à la recherche des associations résine/matière végétale les plus intéressantes. La quatrième étape concernera l'optimisation de la mise en forme des matériaux. La cinquième étape sera une étape d'évaluation des matériaux. La sixième étape consistera à passer à l'échelle pilote pour la production de la colle, ainsi que pour la mise en forme et la production de pré-séries.</p>

# Biomatériaux

(Agromatériaux)

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Composites de bois - polymères thermoplastiques</b></p> <p>1997</p>	<p>Le bois pourrait être utilisé comme matière première pour la réalisation de matériaux composites en association avec des polymères plastiques. L'utilisation du bois permettrait de bénéficier de ces propriétés : faible densité, faible coût, biodégradabilité, facilité d'approvisionnement, abrasion quasi- inexistante pour l'équipement. Cependant, la compatibilité du bois et des polymères plastiques est limitée ce qui entraîne une perte des propriétés thermoplastiques. Une des voies envisageables pour augmenter la compatibilité est l'estérification du bois avec des acides gras.</p> <p>L'objectif de ce projet est d'évaluer la faisabilité de préparer des matériaux composites à matrice thermoplastique renforcée par la sciure de bois estérifiée. La première étape consistera à adapter et à définir les conditions expérimentales pour remplacer le chlorure d'acide gras, et à caractériser le solide récupéré. La deuxième étape consistera à définir les matrices polymères thermoplastiques à tester, et à déterminer les conditions pour le mélange renfort/polymère. La troisième étape sera une étape de transformation du mélange renfort/polymère. La quatrième étape sera l'analyse de la structure des objets obtenus, en fonction des paramètres précédés.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Utilisation de chènevotte et de fibres de chanvre dans les matériaux de construction</b></p> <p>1997</p>	<p>Aujourd'hui, l'industrie du bâtiment fait largement appel à des matériaux isolants pour ses activités de construction et de rénovation. La plupart de ces matériaux sont d'origine pétrochimique ou minérale : laine de verre, laine de roche, polystyrène expansé, polyuréthane.</p> <p>Des matériaux d'origine végétale et en particulier de chanvre ont commencé à trouver des applications dans la construction comme Canobiot, un isolant en vrac commercialisé par la Chanvrière de l'Aube. Cependant une insuffisante connaissance des propriétés des fibres de chanvre limite l'extension du débouché dans le bâtiment. L'objectif de ce projet est de préciser les possibilités d'utilisation des chènevottes et des fibres de chanvre, et de fournir toutes les données nécessaires à une utilisation conforme aux règles de l'art de bâtir. La première phase devra préciser les caractéristiques mécaniques, thermiques et phoniques des différents types de produits. La deuxième phase sera consacrée à la définition des utilisations et conditions d'utilisation optimum permettant la mise en œuvre sur chantier et la fabrication de matériaux composites en atelier. La troisième phase sera réservée à la réalisation d'essais par des laboratoires agréés pour fournir toutes les garanties techniques et juridiques nécessaires.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Etude de débouchés pour les fibres</b></p> <p>1996</p>	<p>Le fractionnement des pailles et des sons de céréales permet d'obtenir des fibres présentant la propriété d'être thermomoulables. Ces fibres permettent ainsi de produire des objets de formes variées qui peuvent se substituer à des objets similaires en matière plastique.</p> <p>La demande pour ce genre de produit n'étant pas clairement identifiée, une étude de marché renseignerait sur la nécessité de poursuivre des développements sur ce genre de produits thermomoulés.</p> <p>L'objectif de ce projet est de mettre en oeuvre une démarche d'analyse stratégique pour les pièces en fibres thermomoulées. La première étape consistera en une synthèse et un traitement des données disponibles. La deuxième étape sera consacrée à la phase préparatoire de l'étude sur le terrain avec une définition a priori des principaux secteurs d'application des fibres. La troisième étape sera réservée à l'analyse stratégique sur les marchés testés : approche marketing. La quatrième étape sera consacrée à l'établissement des perspectives.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Les agromatériaux et la biodégradation contrôlée, voie potentielle pour leur élimination ultime : étude de leur comportement en situation de compostage</b></p> <p>1996</p>	<p>La Directive 94/62/CEE sur les déchets plastiques impose de trouver des voies alternatives à la mise en décharge. Dans cette perspective, on assiste depuis quelques années au développement et à la vente de matériaux dits "biodégradables".</p> <p>Or le concept même de la biodégradabilité est flou, et la définition de la biodégradabilité est fluctuante. Par ailleurs, on ne connaît pas l'impact des agro-matériaux sur l'environnement. Il faudrait travailler à la définition de ce terme.</p> <p>L'objectif de ce projet est de contribuer à la mise en place de moyens pouvant conduire à une meilleure gestion du devenir des agromatériaux au terme ultime de leur parcours. La première étape sera consacrée à la sélection des agromatériaux. La deuxième étape concernera la mise au point du radiomarquage d'agromatériaux, afin d'obtenir des agropolymères radiomarqués de structures et de comportements différents (projet 96 01 041). La troisième étape sera réservée à la mise au point d'une méthode d'évaluation de la biodégradabilité d'agromatériaux en milieu de compostage. La quatrième étape sera une étape de suivi de la biodégradation d'agromatériaux radiomarqués. La cinquième étape sera une synthèse.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Agromatériaux obtenus à partir de paille et de sons de blé</b></p> <p>1997</p>	<p>La paille et le son de blé sont des coproduits de la transformation du grain (meunerie, amidonnerie, production de bioéthanol carburant). Abondamment disponible (environ 20 Mt/an de paille produite en France, dont 50% sont récoltées), les pailles constituent une source de fibres lignocellulosiques qui intéressent l'industrie de la fabrication des panneaux, des pâtes papetières et, plus récemment, des composites thermo-plastiques. Ces valorisations sont cependant concurrencées par celles de la filière bois. Produit de façon concentrée sur les site de transformation du grains, les sons contiennent une forte proportion d'hémicelluloses, de type arabinoxylane fortement substituées, qui présentent de remarquables propriétés rhéologiques et filmogènes. Cependant, les coûts d'extraction et de purification limitent actuellement leurs applications potentielles aux domaines pharmaceutique et cosmétologique, apportant une forte valeur ajoutée.</p> <p>L'objectif de ce projet est de développer un nouveau procédé de valorisation des pailles et des sons de blé, combinant les débouchés à forte valeur ajoutée des extraits hémicellulosiques et à fort tonnage de fibres lignocellulosiques. Le fractionnement thermo-mécano-chimique combiné des pailles et des sons en réacteur-extracteur bi-vis permet d'envisager la production simultanée en continu d'un extrait hémicellulosique, base d'ingrédients fonctionnels, et de base d'agromatériaux.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Elaboration et caractérisation de matériaux composites à base de particules de bois modifiées</b></p> <p>1996</p>	<p>Le débouché de ce projet est la production d'un additif pour le marché des panneaux de particules. Cet additif viendrait en substitution de l'agent hydrophobant d'origine pétrochimique (paraffine par exemple), utilisé aujourd'hui pour limiter les variations dimensionnelles des panneaux à particules quand ils sont soumis à une atmosphère humide. La production annuelle de panneaux de particules était en 1994 de 26,9 millions de m3 en Europe de l'Ouest, avec une progression de 2,7 % par rapport à 1993.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Mise en place dans différentes régions d'un réseau de cultures de sorgho</b></p> <p>1994</p>	<p>Ce projet met l'accent sur les sorghos fibres dont les débouchés concernent l'industrie papetière. Ce projet très amont focalisé sur la maîtrise de la culture du sorgho pourrait également avoir un impact sur les autres applications possibles du sorgho fibre ou sucre en tant que matière première pour la production de biomatériaux, pour la production d'alcool dans le but de produire un biocarburant, ou simplement comme combustible pour la production d'énergie.</p>

# Biomatériaux

(Biopolymères)

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Mise au point de matériaux composites papier / protéines</b></p> <p>2000</p>	<p>Il existe une large gamme de papier/carton combiné à des matières plastiques qui présentent les avantages d'être scellables, brillants et résistants à l'eau. Malheureusement, la présence de ces matières plastiques entraîne l'impossibilité totale de les recycler ou d'envisager une biodégradation.</p> <p>Il a été démontré que les protéines étaient des matières premières thermoplastiques présentant de bonnes propriétés filmogènes assorties de propriétés fonctionnelles originales (barrière aux graisses, aux arômes...). Il serait intéressant d'étudier l'enduction de papier avec un film de protéine d'origine végétale pour obtenir les propriétés conférées par une enduction plastique, en plus d'une biodégradabilité et de la possibilité d'un recyclage.</p> <p>L'objectif de ce projet est de mettre au point des matériaux composites "papier/protéines" par couchage/imprégnation. La première phase de ce projet sera consacrée à la formulation des solutions / suspensions protéiques. Au cours de la deuxième, on étudiera les procédés d'application des solutions / suspensions protéiques sur papier / carton. La troisième phase sera une phase de caractérisation et d'évaluation des propriétés. Enfin, des tests rapides et simplifiés en conditions réelles seront mis au point.</p>
<p><b>Etude de la réactivité chimique des protéines de tournesol en vue de l'obtention de nouveaux matériaux biodégradables</b></p> <p>2000</p>	<p>Dernièrement, le développement de films et d'emballages biodégradables a connu un essor considérable dans le contexte de la législation sur l'environnement et la fermeture des décharges en 2002.</p> <p>Des premiers travaux ont permis l'obtention de matériaux à partir de protéines de tournesol, et ont montré qu'il était possible d'améliorer chimiquement leurs propriétés. Il serait intéressant d'approfondir les connaissances sur les potentialités de la modification chimique de ces protéines pour la production de matériaux biodégradables.</p> <p>L'objectif de ce projet est de proposer de nouvelles voies de valorisations des protéines de tournesol et, par là même, du tourteau dont elles sont extraites, par modifications chimiques et transformation en matériaux biodégradables. La première étape sera consacrée à la mise au point de procédés de transformation chimique des protéines de tournesol pour leur conférer de nouvelles propriétés physico-chimiques. La deuxième étape étudiera la maîtrise des conditions de plastification pour le moulage et le thermoformage. La troisième étape sera consacrée au couplage des procédés de fonctionnalisation chimique et des effets thermiques et mécaniques en réacteur bi-vis, en vue de moduler les caractéristiques des isolats protéiques en relation avec les propriétés des matériaux thermoformés.</p>
<p><b>Bio-nanocomposite à base d'amidon et de microfibrilles de cellulose</b></p> <p>1999</p>	<p>Les microfibrilles de cellulose sont des petites aiguilles pouvant être extraites de la pulpe de betterave, un coproduit de la production de bioéthanol, un biocarburant pour les moteurs à essence.</p> <p>Lors d'un précédent projet, des microfibrilles de cellulose avait été utilisées avec succès pour renforcer des polymères synthétiques. Il serait intéressant de développer un nouveau matériau composite cette fois-ci à partir d'un polymère d'origine végétale, plutôt que synthétique, comme l'amidon.</p> <p>L'objectif de ce projet est d'obtenir des matériaux composites entièrement naturels à base d'amidon et de microfibrilles de cellulose. La première étape concernera le choix de la matrice : utilisation de deux types d'amidon comme matrice dont l'une riche en amylose, et l'autre riche en amylopectine. La deuxième étape sera consacrée à la préparation des microfibrilles et des whiskers. La troisième étape sera réservée à la caractérisation des microfibrilles, des whiskers et de leurs suspensions (propriétés morphologiques et chimie de surface). La quatrième étape consistera en la mise en œuvre des matériaux. Il s'agira de mélanger la solution d'amidon plastifié et la suspension aqueuse de renfort. La cinquième étape sera consacrée à la caractérisation des matériaux.</p>
<p><b>Obtention de nouveaux agromatériaux, composites naturels moulables par injection à partir de pulpe de betterave</b></p> <p>1999</p>	<p>Les procédés biologiques de traitement de l'eau nécessitent une étape de séparation de la boue activée qui contient la pulpe de betterave, coproduit de la production de bioéthanol, un biocarburant utilisé par les véhicules essence, représente une source de matière première qui pourrait permettre la fabrication de matériaux composites, à savoir, des pectines et des hémicelluloses qui pourraient servir de matrice, et des fibrilles de cellulose de renfort au composite. Il paraîtrait intéressant d'expérimenter la production de matériaux composites uniquement à partir des composants de la pulpe de betterave.</p> <p>L'objectif de ce projet est de proposer une nouvelle voie de valorisation des pulpes de betterave par transformation directe en matériau composite plastique naturel, moulable par injection. La première phase concernera la mise au point d'un procédé de fractionnement in situ des biopolymères constitutifs de la pulpe pour produire une dispersion des fibrilles de cellulose dans une matrice colloïdale pecto-hémicellulosique. La deuxième phase sera consacrée à la maîtrise des conditions de plastification du mélange naturel obtenu, en vue de son moulage par injection. La troisième phase sera consacrée au couplage du procédé de fractionnement des pulpes avec la transformation chimique des polysaccharides non cellulosiques pour moduler les propriétés du matériau composite.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<b>Obtention de matériaux biodégradables à partir d'hémicelluloses issues de son de maïs</b>  1999	<p>Dans le domaine des emballages, on s'efforce de plus en plus de faire appel à des matériaux et à des technologies qui facilitent le recyclage des déchets et préservent l'environnement. Ce n'est pas encore le cas dans l'industrie alimentaire des films de polyoléfines.</p> <p>Les arabinoxylanes qui sont des polysaccharides constituant environ 40 % de la matière sèche des sons de maïs pourraient potentiellement être une matière première pour la réalisation de tels films, comme l'a montré un premier programme AGRICE. L'objectif de ce projet est d'élaborer des matériaux biodégradables à partir d'hétéroxylanes extraits de différents sons de maïs. Il s'agit, dans ce programme, d'optimiser la synthèse en milieu aqueux de ces matières plastiques obtenues à l'issue d'une oxydation per-iodique du polysaccharide suivie de son amination réductrice par des amines à longueur de chaîne variable. La première étape sera consacrée à l'extraction des hétéroxylanes. La deuxième étape sera réservée à l'optimisation de la synthèse. La troisième étape sera une étape de casting, d'analyse structurale, et de tests mécaniques. La quatrième étape consistera en une étude de la biodégradation. La cinquième étape sera consacrée à l'objectivation des films d'arabinoxylanes modifiés.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<b>Mise au point et industrialisation de matériaux du type "Fiberplast compatibles"</b>  1999	<p>FIBERPLAST est un polymère de synthèse chargé en matières végétales d'origine céréalière, qui est utilisé aujourd'hui dans différents secteurs industriels comme l'emballage.</p> <p>Les propriétés de FIBERPLAST, en particulier les propriétés mécaniques, sont insuffisantes pour certains secteurs industriels comme la fabrication de pièces techniques pour l'automobile ou l'électroménager. Une des voies pour améliorer ces propriétés mécaniques serait d'ajouter des agents dits "compatibilisants" qui permettront d'améliorer la cohésion entre les fibres végétales et le polymère synthétique et donc de renforcer les propriétés mécaniques.</p> <p>L'objectif de ce projet est d'améliorer certaines propriétés, mécaniques en particulier, de FIBERPLAST, afin d'étendre son domaine d'application. La première étape sera consacrée à la mise au point, par extrusion bi-vis, des matières premières issues d'un mixte entre un ou plusieurs compatibilisants, et des matériaux plastiques chargés en matière végétale commercialisés sous la marque FIBERPLAST. La deuxième étape sera réservée à la caractérisation de ces nouveaux matériaux par différentes techniques. La troisième étape concernera le développement des applications industrielles de cette nouvelle gamme de matières premières, en particulier dans le domaine des pièces techniques.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<b>Développement d'un pilote pour la fabrication de granulés composites injectables</b>  1999	<p>Les fibres végétales de plantes annuelles sont aujourd'hui utilisées dans la formulation de certains polymères plastiques comme renfort du matériau, en particulier pour leur légèreté.</p> <p>Dans le cadre de travaux précédents, des premiers résultats prometteurs ont été obtenus sur la production d'éprouvettes de test en composite fibre végétale/polypropylène. Afin de pouvoir valider l'intérêt de ce composite auprès des industriels, il est nécessaire de produire des lots test de granulés de ce composite qu'ils pourront utiliser pour la réalisation de pièces de démonstration.</p> <p>L'objectif de ce projet est de développer un pilote pour la fabrication de granulé composite injectables à base de fibres végétales et de polypropylène. Il s'agit de cerner les conditions économiques, organisationnelles et technologiques pour la production de granulés. La première étape sera consacrée à l'étude et à l'optimisation du système d'alimentation. La deuxième étape sera une étape d'optimisation du profil de vis. La troisième étape sera réservée au choix des matériaux entrant dans la composition du "compound". La quatrième étape concernera la fabrication de pièces industrielles et leur caractérisation.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<b>Analyse des travaux sur les agromatériaux</b>  1998	<p>Les opérations de recherche soutenues jusqu'ici par AGRICE ont permis de démontrer la faisabilité technologique de la production d'un certain nombre de polymères et de matériaux à partir de matière première agricole.</p> <p>Avant de poursuivre les recherches dans ce domaine, il serait utile d'ouvrir une réflexion sur les orientations possibles de la R&amp;D dans le domaine de la transformation des agrossources pour de nouvelles applications dans le domaine des biopolymères et des agromatériaux.</p> <p>L'objectif de ce projet est de définir les axes de recherche à développer dans le domaine des matériaux à partir d'une étude bibliographique. La première étape sera consacrée à la réalisation d'un état des lieux des ressources agricoles valorisables en agromatériaux. La deuxième étape sera réservée au recensement des types de produits dérivés de ces ressources. La troisième étape consistera en la définition des mises en œuvre utilisées. La quatrième étape sera un recensement des matériaux obtenus, de leurs performances, des types d'applications visées. La cinquième étape sera consacrée à l'étude du positionnement de ces matériaux par rapport à d'éventuels concurrents. La sixième étape sera réservée à l'analyse de l'adéquation entre l'offre et la demande.</p>

# Biomatériaux

(Biopolymères)

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Biomatériaux amidon - lignines : voies d'amélioration des propriétés d'usage non alimentaire des amidons thermoplastiques</b></p> <p>1997</p>	<p>Dans le domaine des emballages, on s'efforce de plus en plus de faire appel à des matériaux et à des technologies qui facilitent le recyclage des déchets et préservent l'environnement.</p> <p>L'amidon, polymère majeur issu des grandes cultures, est un bon candidat pour la production de matériaux d'emballage ou d'objets biodégradables. Néanmoins, la forte hydrophilie de ce constituant conduit à une faible résistance mécanique en milieu humide, frein au développement de nouvelles applications. Un composé hydrophobe inexploité de la paille de blé, la lignine, pourrait être utilisé comme additif pour réduire l'hydrophilie de l'amidon. L'objectif de ce projet est d'élaborer des matériaux composites à base d'amidon thermoplastique et de lignines industrielles, de type organosolubles de pailles de blé, et de caractériser les propriétés des matériaux obtenus à l'état de film souple, dans la perspective de leur usage sous forme d'emballage. La première étape sera constituée de la préparation et de la caractérisation des échantillons de lignines. La deuxième étape sera réservée à la mise en forme des matériaux. La troisième étape sera une caractérisation des films : résistance mécanique, température de transition vitreuse, propriétés de surface, sorption, morphologie des mélanges.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Films multicouches à base de biopolymères</b></p> <p>1997</p>	<p>Les polymères barrières sont des polymères à haute valeur ajoutée possédant des propriétés sélectives de perméabilité aux gaz indispensables à l'emballage des aliments à longue durée de conservation. Ces polymères sont aujourd'hui des polymères multicouches à base de polymères de synthèse, et en particulier, d'éthylène-alcool vinylique, un composé coûteux en raison d'un monopole de production et de polyéthylène (PE).</p> <p>L'amidon, un polymère majeur issu des grandes cultures, serait un bon candidat pour la substitution au moins partielle de l'EVOH. Néanmoins, il faudrait tester la faisabilité de polymères multicouches amidon / EVOH / PE. L'objectif de ce projet est d'élaborer des matériaux multicouches, avec une proportion élevée (&gt; 50 %) d'amidon. La première étape sera une mise au point par extrusion d'un mélange EVOH + amidon (Compound A). La deuxième étape sera consacrée à la réalisation, à partir de ce mélange d'un film multicouche Polyéthylène + Compound A + Polyéthylène. La troisième étape concernera l'analyse des propriétés des films obtenus : perméabilité aux gaz (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>), à la vapeur d'eau et aux arômes, propriétés mécaniques des films obtenus. La quatrième étape sera l'élaboration d'une variante à partir d'amidons modifiés (esters d'acide gras).</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Obtention de films hydrophobes biodégradables à partir d'arabinoxylanes de sons de maïs</b></p> <p>1996</p>	<p>Dans le domaine des emballages, on s'efforce de plus en plus de faire appel à des matériaux et à des technologies qui facilitent le recyclage des déchets et préservent l'environnement. Ce n'est pas encore le cas dans l'industrie alimentaire des films de polyoléfines.</p> <p>Les arabinoxylanes sont des polysaccharides constituant environ 40 % de la matière sèche des sons de maïs qui pourraient servir de matière première pour la réalisation de plastiques pour l'emballage. Il serait intéressant de rechercher des conditions réactionnelles de polymérisation des arabinoxylanes.</p> <p>L'objectif de ce projet est de synthétiser des films hydrophobes biodégradables à partir d'extraits de sons de maïs modifiés. La première étape concernera l'obtention et la caractérisation des hétéroxylanes de sons de maïs. La deuxième étape sera consacrée à la synthèse des esters d'hétéroxylanes avec et sans solvant, et à l'optimisation du procédé. La troisième étape sera réservée à la caractérisation structurale, mécanique et biologique des films obtenus. La quatrième étape sera une étape de validation des qualités du matériau obtenu comme emballage de produits céréaliers et une évaluation de son effet tenseur en cosmétique.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<p><b>Evaluation de la dégradation, du devenir et de l'écotoxicité de biopolymères</b></p> <p>1996</p>	<p>La Directive 94/62/CEE sur les déchets plastiques impose de trouver des voies alternatives à la mise en décharge. Dans cette perspective, on assiste depuis quelques années au développement et à la vente de matériaux dits "biodégradables".</p> <p>Or, le concept même de la biodégradabilité est flou et la définition de la biodégradabilité est fluctuante. Par ailleurs, on ne connaît pas l'impact des agromatériaux sur l'environnement. Il faudrait travailler à la définition de ce terme.</p> <p>L'objectif de ce projet est d'étudier des matériaux dits "biodégradables" placés dans des conditions de compostage, afin de définir une norme. Ce projet est mené en parallèle du projet 96 01 069. La première phase sera consacrée à la sélection de deux polymères originaires de ressources renouvelables. La deuxième phase sera réservée à une caractérisation structurale et moléculaire de ces polymères. La troisième phase consistera en une utilisation de produits radiomarqués dans le test standard d'évaluation de la biodégradation d'agromatériaux en milieu liquide. La quatrième phase sera consacrée à l'utilisation de produits radiomarqués dans le test standard d'évaluation de la dégradation et de la biodégradation d'agromatériaux en modèle de compostage.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<b>Préparation de biomatériaux à partir de protéines de légumineuses (pois, fève)</b>  1996	<p>Dans le domaine des emballages, on s'efforce de plus en plus de faire appel à des matériaux et à des technologies qui facilitent le recyclage des déchets et préservent l'environnement. Ce n'est pas encore le cas dans l'industrie alimentaire des films de polyoléfines.</p> <p>Le laboratoire de l'INRA de Nantes a démontré l'intérêt des protéines de légumineuses (pois, soja) pour la préparation de films à l'échelle laboratoire. Il faudrait maintenant valider l'intérêt de ces films pour une application en agroalimentaire.</p> <p>L'objectif de ce projet est d'une part d'examiner la faisabilité de diverses technologies de mise en forme adaptées aux matières protéiques végétales, et d'autre part d'améliorer la formulation des matériaux afin de mieux répondre aux critères d'utilisation. La première étape sera consacrée à la formulation : influence des matières premières protéiques, hydrophobisation du matériau, réticulation et propriétés mécaniques. La deuxième étape concernera les technologies de mise en forme, traitement de surface par étalement de la solution filmogène, réalisation de films par filage en milieu humide, extrusion. La troisième étape sera réservée à la caractérisation des matériaux.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<b>Obtention de nouveaux polysaccharides microbiens issus de la rhizosphère des plantes (Phase 1)</b>  1996	<p>Les polymères hydrosolubles (PH) présentent des propriétés rhéologiques et viscosifiantes qui trouvent des débouchés importants en cosmétique, en agroalimentaire et en industries pétrolières et chimiques. Les produits d'origine pétrochimique dominent largement ce marché, mais les produits d'origine naturelle comme les extraits d'algues trouvent aujourd'hui des débouchés en raison des propriétés nouvelles et originales qu'ils apportent et pour leur biodégradabilité et l'utilisation de ressources renouvelables.</p> <p>Des micro-organismes issus de la rhizosphère des végétaux sont connus pour leur capacité à produire des PH. Il serait intéressant d'acclimater de tels micro-organismes pour produire des PH.</p> <p>L'objectif de ce projet est de produire, à partir de la biomasse agricole, des polysaccharides aux propriétés de PH. La première étape sera consacrée à l'isolement de micro-organismes produisant des polysaccharides extracellulaires, dans la rhizosphère de plantes de grandes cultures. La deuxième étape sera réservée à l'étude de leur rôle dans le sol. La troisième étape concernera leur caractérisation structurale et l'analyse de leurs propriétés physico-chimiques. La quatrième étape consistera en une étude des relations structures-propriétés-applications.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<b>Obtention de nouveaux polysaccharides microbiens issus de la rhizosphère de plantes (Phase 2)</b>  1995	<p>Les polymères hydrosolubles présentent des propriétés rhéologiques et viscosifiantes qui trouvent des débouchés importants en cosmétique, en agro-alimentaire et en industrie pétrolière et chimique. Les produits d'origine pétrochimique dominent largement ce marché, mais les produits d'origine naturelle comme les extraits d'algues trouvent aujourd'hui des débouchés en raison des propriétés nouvelles et originales qu'ils apportent et pour leur biodégradabilité et l'utilisation de ressources renouvelables.</p> <p>Des micro-organismes issus de la rhizosphères des végétaux sont connus pour leur capacité à produire des polymères hydrosolubles. Il serait intéressant d'expérimenter l'acclimatation de tels micro-organismes dans le but de produire de nouveaux polymères hydrosolubles à partir de substrats végétaux comme les dérivés de blé.</p> <p>L'objectif de ce projet est d'approfondir cette approche, afin de produire un polymère hydrosoluble d'intérêt commercial. La première phase concernera l'étude du rôle du polysaccharide dans le sol. La deuxième phase sera consacrée à la production du polysaccharide. La troisième phase sera réservée à la purification du polysaccharide. La quatrième phase sera consacrée à l'étude des structures et propriétés physico-chimiques du polysaccharide.</p>

Titre du Projet	Besoins et objectifs
<b>Evaluation objective de la biodégradabilité des agromatériaux : instrumentation de laboratoire et tests in situ</b>  1995	<p>La Directive 94/62/CEE sur les déchets plastiques impose de trouver des voies alternatives à la mise en décharge. Dans cette perspective, on assiste depuis quelques années au développement et à la vente de matériaux dits "biodégradables". Or, le concept même de la biodégradabilité est flou et la définition de la biodégradabilité est fluctuante. Par ailleurs, on ne connaît pas l'impact des agromatériaux sur l'environnement. Il faudrait travailler à la définition de ce terme.</p> <p>L'objectif de ce projet est d'étudier de manière poussée la pollution physique (impact sur la rhéologie des sols, pollution visuelle) et chimique (toxicité des molécules intermédiaires relarguées lors de la dégradation vis-à-vis des micro-organismes) sur un milieu naturel. La première étape sera consacrée à la mise au point d'une méthode de laboratoire pour l'étude de la biodégradabilité des matériaux et des outils de connaissances de la biodégradation. La deuxième étape sera réservée à la mise en place d'un protocole de standardisation de l'inoculum. La troisième étape concernera l'élaboration d'un test d'enfouissement sur sites d'une gamme d'agromatériaux. La quatrième étape sera consacrée à la mise en place d'essais préliminaires de biodégradations en milieu de compostage.</p>

# Biomatériaux

(Biopolymères)

<i>Titre du Projet</i>	<i>Besoins et objectifs</i>
<b>Etude et mise au point de biomatériaux, films et emballages de gluten de blé</b>  1994	<p>Le gluten est une protéine du blé qui est un coproduit de la transformation industrielle du blé. Les polymères naturels comme les protéines, ou les polysaccharides sont une source potentielle de matière première pour la fabrication de matériaux, en particulier pour l'emballage plus respectueux de l'environnement que les plastiques.</p> <p>Parmi ces polymères naturels, le gluten présente l'avantage d'être thermoplastique, biodégradable et éventuellement recyclable. Il serait intéressant d'étudier la faisabilité de sa transformation en matériaux.</p> <p>L'objectif de ce projet est d'une part de mettre au point des préparations à partir de gluten de blé, d'agents de réticulation ou de plastification du réseau spécifiquement "façonnés" pour le gluten, et d'autre part d'employer une technique d'extrusion-étirage pour obtenir des films compétitifs avec les films d'origine pétrochimique. La première phase sera consacrée à l'étude du procédé d'extrusion. La seconde phase sera réservée à la mise au point de divers additifs et formulations, afin d'adapter les propriétés des films obtenus au cahier des charges des principaux types de matériaux envisagés. Ces deux phases seront abordées simultanément.</p>

<i>Titre du Projet</i>	<i>Besoins et objectifs</i>
<b>Obtention de matériaux thermoplastiques à hydrophilie contrôlée par modification chimique de l'amidon</b>  1994	<p>L'amidon est une substance glucidique dont l'origine botanique est diverse. Il est principalement composé de deux macromolécules (amylose et amylopectine) qui ont des propriétés plastiques intéressantes. Dans la recherche de nouveaux matériaux biodégradables destinés à offrir une solution au problème grandissant des déchets, l'amidon pourrait remplacer les plastiques issus de l'industrie pétrolière.</p> <p>L'objectif de ce projet est de permettre l'utilisation d'un polymère d'origine naturelle et renouvelable dans des créneaux où les polymères de synthèse sont actuellement privilégiés. La première étape concernera l'étude de faisabilité de deux types de modifications chimiques (époxydation de l'alcool gras, synthèse d'acétate d'amidon et d'ester d'acide gras et d'amidon). La deuxième étape sera consacrée à l'étude du comportement des copolymères amidon-polystyrène en tant qu'additif ou en tant que polymère thermoformable. La troisième étape sera réservée à la détermination du type de réaction pour préparer les dérivés hydrophobes de l'amidon. Les dérivés de l'amidon ainsi préparés seront mis en œuvre de manière à obtenir des films.</p>