

PROGRAMME NATIONAL DE RECHERCHE SUR LES BIOENERGIES (PNRB)

Appel à projets de recherche et d'innovation 2006

PRESENTATION DE L'APPEL A PROJETS

Ouverture de l'appel à projets : 3 février 2006

Date limite de dépôt des dossiers :

**par courrier électronique : 17 mars 2006
et en 3 exemplaires sur papier : 20 mars 2006**

ADEME



INTRODUCTION

La loi de programme fixant les orientations de la politique énergétique du 23 juillet 2005 se donne en particulier pour objectifs de contribuer à l'indépendance énergétique et à la lutte contre l'aggravation de l'effet de serre, notamment par le recours aux énergies renouvelables issues de la biomasse grâce au développement de la recherche. L'essor des bioénergies, notamment des biocarburants et du vecteur hydrogène, s'inscrit au premier plan de notre stratégie de développement durable : la protection de l'environnement, les débouchés pour l'agriculture et la forêt (et les emplois et la richesse associés), ainsi que la promotion des énergies renouvelables.

Le secteur des transports est le plus gros émetteur de gaz à effet de serre (27 % des émissions nationales en 2002) et dépend à plus de 98 % des carburants d'origine fossile. Le secteur du bâtiment vient en second.

Suite aux conclusions du rapport du groupe de travail sur les Nouvelles Technologies de l'Energie (NTE), présidé par M. T. Chambolle (2003), reprises dans le cadre du comité présidé par M. J.J. Gagnepain (2004), il a été mis en évidence la nécessité de mettre en place un programme de recherche et développement sur les bioénergies, notamment en ce qui concerne leur utilisation dans le secteur des transports.

En France, la biomasse est principalement utilisée pour la production d'énergie thermique notamment dans les secteurs résidentiels et tertiaires (environ 15 %), et ensuite pour la production d'électricité (environ 0,8 %) et de carburants (environ 1 %).

Le potentiel supplémentaire de biomasse végétale mobilisable pour la production de bioénergies (biocarburants, chaleur, électricité, hydrogène) et aussi de bioproduits industriels ("chimie verte") est estimé à plus de 30 millions de tep^(*), dont 80 % environ sont constitués par la partie lignocellulosique de la plante. Une première génération de biocarburants a été développée ces dernières années et est en cours de déploiement dans le cadre du plan « Biocarburants » avec un objectif d'incorporation de 5,75 % en 2008 et de 7 % en 2010. Les biocarburants actuels, pour l'essentiel le bioéthanol (obtenu en France à partir de betteraves et de blé) et le biogazole (ester d'huiles végétales) mélangés respectivement à l'essence et au gazole, sont issus des organes de réserve de la plante. Or les surfaces agricoles utilisables pour les biocarburants sont limitées compte-tenu des usages concurrents (alimentation, etc...). Pour aller au-delà des objectifs d'incorporation ci-dessus il sera nécessaire de transformer la plante entière, donc sa partie lignocellulosique, ce qui permettra d'augmenter le rendement à l'hectare et aussi de mobiliser des ressources forestières. Or on ne dispose pas à l'heure actuelle de technologies pour la conversion industrielle de la biomasse lignocellulosique en carburant (biocarburants de seconde génération).

Par ailleurs, il existe un potentiel considérable, et quasi inexploité, de production de bioénergies par l'action de micro-organismes conduisant à de l'hydrogène, du méthane, des lipides, etc..

L'objectif à long terme est de valoriser l'ensemble de la biomasse dans une approche intégrée de type « bioraffinerie », avec une finalité énergétique et dans une optique de développement durable en s'appuyant sur l'ensemble des procédés de transformation physiques, chimiques et biotechnologiques.

^(*) tep = tonne équivalent pétrole (Source: Prospective ADEME 2004). Ceci correspond à environ 15 % de la consommation d'énergie primaire de la France.

Le Programme National de Recherche sur les Bioénergies (PNRB) répond à ce besoin. Lancé en 2005 sur la base des travaux de groupes de réflexions animés par l'ADEME, ce programme est financé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) et mis en œuvre par l'ADEME.

Le PNRB est un programme de recherche à finalité industrielle à moyen et long terme. Il couvre les champs suivants : recherche fondamentale (RF)¹, recherche industrielle (RI)² et développement pré-concurrentiel (DPC)³.

Champ d'application du PNRB

Le programme vise:

- l'étude de l'élargissement du périmètre des bioressources mobilisables et économiquement acceptables pour la production de bioénergies (productions énergétiques agricoles et forestières, mobilisation de la biomasse lignocellulosique: bois, sous-produits agricoles, déchets urbains et industriels) ;
- la recherche et développement sur la faisabilité technico-économique de nouvelles filières technologiques de conversion énergétique de la biomasse lignocellulosique, par voie thermo-chimique et biologique, notamment pour la production de biocarburants de seconde génération, d'électricité et de chaleur, et à terme d'hydrogène ;
- la recherche sur la production de biohydrogène par les voies physico-chimique et biologique et de lipides par l'action de microorganismes ;
- la recherche sur l'optimisation des filières bioénergétiques et l'élaboration de systèmes bioénergétiques intégrés, dans le cadre du concept de « bioraffinerie » ;
- les évaluations socio-technico-économique et environnementale tant au niveau des filières technologiques que des systèmes bioénergétiques, et l'impact du développement des bioénergies sur l'économie, la société et l'environnement.

Ces recherches donneront lieu en parallèle à des études sur les évaluations socio-technico-économique et environnementale des filières de conversion retenues.

Ce programme conjugue des objectifs à moyen et à long terme. Concernant les biocarburants, il s'agit à moyen terme de maîtriser les procédés thermo-chimiques ou biologiques de conversion de la biomasse lignocellulosique pour accroître la production de biocarburants liquides utilisables dans les moteurs actuels. Le passage à une opération de démonstration industrielle est envisagé à l'horizon 2010-2015.

¹ Activité visant à un élargissement des connaissances scientifiques et techniques non liées à des objectifs industriels et commerciaux.

² Recherche planifiée ou enquête critique visant à acquérir de nouvelles connaissances, l'objectif étant que ces connaissances puissent être utiles pour mettre au point de nouveaux produits, procédés ou services ou entraîner une amélioration notable des produits, procédés ou services existants.

³ Concrétisation des résultats de la recherche industrielle dans un plan, un schéma ou un dessin pour des produits, procédés ou services nouveaux, modifiés ou améliorés, qu'ils soient destinés à être vendus ou utilisés, y compris la création d'un premier prototype qui ne pourrait pas être utilisé commercialement.

Le développement pré-concurrentiel peut en outre comprendre la formulation conceptuelle et le dessin d'autres produits, procédés ou services ainsi que des projets pilotes, à condition que ces projets ne puissent pas être convertis ou utilisés pour des applications industrielles ou une exploitation commerciale.

A plus long terme, la biomasse constituera une source d'hydrogène pour alimenter les piles à combustible (mobile pour le transport ou fixe pour le bâtiment). Des travaux sont d'ores et déjà en cours utilisant l'éthanol d'origine agricole. Mais il faut élargir la production d'hydrogène à d'autres ressources : la biomasse lignocellulosique par la voie thermochimique et d'autres sources (déchets, énergie solaire, etc.) par l'action de microorganismes par voie fermentaire ou photosynthétique.

Une autre voie sera explorée à plus long terme, à savoir la production de lipides par l'action de microorganismes.

La mise en œuvre de ces voies de recherche peut se faire en combinant un cœur de procédé biotechnologique avec des pré et post traitements physiques ou chimiques voire en combinant bioénergies et d'autres sources d'énergies renouvelables (éolien, solaire).

L'appel à projets (AAP) 2005 du PNRB a été essentiellement orienté vers la conversion de la biomasse lignocellulosique comme source d'énergie. Il portait sur l'évaluation des ressources lignocellulosiques, la conversion de la biomasse par les voies thermochimique et biologique, notamment pour la production de biocarburants de seconde génération et enfin les évaluations socio-technico-économique et environnementale des filières bioénergétiques.

Les résumés des projets financés suite à l'AAP 2005 du PNRB peuvent être consultés sur le site de l'ADEME : www.ademe.fr/rubrique appel à propositions. Compte tenu des besoins en recherche pour le développement d'une filière de bioénergies ex-lignocellulosiques, l'AAP 2006 reprendra le volet ci-dessus élargi à une approche intégrée de type « bioraffinerie ». L'AAP 2006 ouvre par ailleurs un deuxième volet qui concerne la production de bioénergies telles que l'hydrogène par les voies physico-chimiques ou biologiques, et les acides gras, par l'action de microorganismes avec l'apport des biotechnologies.

Le PNRB ne couvre pas la valorisation chimique des coproduits des filières énergétiques, ni l'utilisation des biocarburants actuels (première génération) ou l'amélioration de leurs procédés de production. Ces thèmes relèvent du programme de recherche AGRICE, animé par l'ADEME, et dont les appels à projets peuvent être consultés sur le site : www.ademe.fr/agrice.

APPEL A PROJETS 2006

L'Agence Nationale de la Recherche lance un appel à projets en 2006 dans le cadre du Programme National de Recherche sur les Bioénergies (PNRB).

Le PNRB est organisé en sept thèmes:

- 1) évaluation des ressources lignocellulosiques,
- 2) conversion de la biomasse lignocellulosique par la voie thermochimique,
- 3) conversion de la biomasse lignocellulosique par la voie biologique,
- 4) production biologique d'hydrogène et de méthane,
- 5) production biologique de lipides,
- 6) procédés de traitement ou co-traitement de matières premières organiques ou de bioproduits dans des systèmes bioénergétiques intégrés,
- 7) évaluations socio-technico-économique et environnementale et impacts globaux.

Ces thèmes sont divisés en sous-thèmes.

Le PNRB couvre les types d'actions suivantes : recherche fondamentale, recherche industrielle et développement pré-concurrentiel.

Les projets auront une durée maximale de 4 ans.

Les projets de recherche relevant des thèmes 1, 2, 3, 4 (sous thème 4.1) et 6 doivent être partenariaux publics/privés; associant industriels et laboratoires de recherche publique. Pour les projets à caractère plus fondamental, relevant des thèmes 4 (sous thème 4.2), 5 et 7, le partenariat public/privé est souhaité sans être obligatoire, un projet porté par plusieurs partenaires publics (au moins 2) pouvant être recevable. Le montant maximum des aides qui pourraient être allouées aux projets purement académiques est d'environ 12% du montant total du financement de l'ANR affecté à l'AAP 2006 du PNRB.

Les projets de recherche seront élaborés dans une logique fédératrice et structurante de partenariat public/privé. Ce seront notamment :

- des projets réunissant au moins deux acteurs d'une filière actuelle ou potentielle (producteur de bioressources/fournisseur de technologies, industriels transformateurs de bioressources) ;
- des projets s'inscrivant dans le cadre du concept de bioraffinerie s'appuyant ou non sur des bases industrielles existantes ;
- des projets développant une innovation technologique ;
- des projets basés sur un scénario d'approvisionnement en matière première pertinent dans le contexte français ;
- des projets optimisant le bilan technico-économique et environnemental, et notamment des schémas industriels uniquement basés sur l'utilisation de matières premières et énergies renouvelables (bioénergies ou autres) pour leur approvisionnement et leur énergie de production.

Pour chaque projet un coordinateur unique sera désigné par les partenaires. En plus de son rôle de coordinateur scientifique, il sera responsable de la mise en place de la formalisation de la collaboration entre les partenaires, de la production des livrables, de la tenue des réunions d'avancement et de la communication des résultats.

THEMES

Les projets proposés peuvent relever de thèmes / sous-thèmes pris isolément mais également en combinaison dans des systèmes bioénergétiques de type « bioraffinerie ».

1. Thème 1 : Ressources lignocellulosiques - Evaluation, production et mobilisation de la ressource en biomasse lignocellulosique en France

La ressource lignocellulosique considérée sera la biomasse lignocellulosique d'origine végétale provenant de résidus agricoles et forestiers, de cultures énergétiques dédiées herbacées ou ligneuses, ou de déchets issus de collecte et de première transformation, ainsi que de biodéchets urbains et industriels.

Les inventaires de biomasse dont on dispose en France ont été réalisés aux échelles nationale et régionale. Le programme de recherche proposé vise une approche spatialisée au niveau d'un bassin d'alimentation d'une unité industrielle de production de bioénergie, notamment de biocarburants.

Sont attendus des projets portant notamment sur les sous-thèmes suivants, en complément à ceux retenus suite à l'AAP 2005 du PNRB :

- 1.1 Evaluation technique du gisement en ressource lignocellulosique mobilisable à l'échelle de la parcelle et du bassin d'approvisionnement, compte tenu des contraintes agronomiques et environnementales, et des conséquences logistiques, économiques et environnementales. On étudiera notamment l'établissement d'un référentiel des gisements mobilisables (déchets organiques, coproduits issus de l'agriculture et de la forêt, cultures dédiées), la mise en place et le suivi de sites expérimentaux, la modélisation des conditions de mobilisation de la ressource. On prêtera une attention particulière à toute la logistique de mobilisation : stockage de la biomasse, stabilité de la biomasse stockée, adéquation de la logistique aux contraintes d'usage. On se placera pour l'évaluation et la mobilisation de la ressource dans une vision prospective aux échéances 2010, 2015 et 2020.
- 1.2 Adéquation de la qualité de la ressource lignocellulosique aux technologies de conversion (thermochimique, biologique) : élaborer un référentiel de la qualité de la ressource lignocellulosique afin de qualifier et d'optimiser ses caractéristiques pour la production de bioénergies, notamment de carburants, par voie thermochimique ou biologique.
- 1.3 Evaluation socio-économique, environnementale de la ressource : évaluer par modélisation les impacts socio-économiques et environnementaux liés à la mobilisation de la ressource lignocellulosique agricole et forestière, à l'échelle du bassin d'approvisionnement et au niveau national. On étudiera notamment l'insertion et les conditions économiques de la pérennisation de l'offre de produits lignocellulosiques issus de cultures agricoles ou sylvicoles dédiées dans les systèmes agricoles et forestiers ; les impacts de l'accroissement de la demande en biomasse sur les marchés de biens substituables (volume, prix, revenu des producteurs) ; les conséquences socio-économiques de la création de la filière (emploi, revenu, aménagement du territoire, ...) et les conditions de son développement ainsi que les impacts environnementaux.
- 1.4 Evaluation de scénarios appliqués à des bassins d'approvisionnement présentant une ressource lignocellulosique contrastée : élaborer des scénarios de mobilisation de ressources lignocellulosiques sur des bassins d'approvisionnement à dominante agricole, forestière et mixte. On se placera dans une vision prospective aux échéances 2010 et 2020.

2. Thème 2 : Conversion de la biomasse lignocellulosique par voie thermochimique

La voie thermochimique regroupe l'ensemble des filières de valorisation énergétique de la biomasse lignocellulosique, mettant en œuvre des procédés tels que la combustion, la pyrolyse, la gazéification et la conversion du gaz de synthèse. Ces filières sont composées d'un enchaînement de technologies, qui pour l'essentiel, se sont développées jusqu'à présent dans le cadre de la production de chaleur et d'électricité. Ce programme de recherche vise la conception de procédés adaptés à la production de biocarburants, et à terme d'hydrogène, et optimisant l'usage de la biomasse (rendement matière), en intégrant les possibles valorisations thermique et électrique.

Le passage à une opération de démonstration industrielle est envisagé à l'horizon 2010-2015. L'objectif à moyen terme (3/4 ans) est donc la définition du cahier des charges de cette installation de démonstration et de sa filière d'approvisionnement.

Sont attendus des projets portant notamment sur les sous-thèmes suivants, en complément des projets retenus suite à l'AAP 2005 du PNRB :

- 2.1 Evaluations socio-technico-économique et environnementale des filières thermo-chimiques de production de carburant, en vue de sélectionner les plus performantes, compte-tenu des spécificités nationales, tout en recherchant les synergies et valorisations maximales pour les flux énergétiques connexes. Cette évaluation doit permettre d'identifier les verrous et limitations, de définir les actions de R&D à engager et d'orienter les choix techniques.
- 2.2 Recherche et développement sur les problèmes ou verrous techniques génériques communs ou spécifiques aux procédés thermo-chimiques, notamment :
 - alimentation en biomasse solide,
 - amélioration des procédés reconnus comme pertinents et évaluation de voies innovantes,
 - utilisation de déchets (organiques),
 - comportement des inorganiques (agglomération, corrosion),
 - gazéification à haute température,
 - conditionnement du gaz de synthèse (traitement, séparation, purification).
- 2.3 Définition d'une plateforme de développement.
- 2.4 Procédés physiques et chimiques de production d'hydrogène à partir de biomasse.

Les conversions physique et chimique de la matière organique de la biomasse peuvent conduire à la production d'hydrogène et de méthane par les voies suivantes :

- la pyrolyse et la gazéification de la matière sèche de la biomasse indiquées ci-dessus conduit à la production d'un gaz de synthèse contenant en partie de l'hydrogène, ce gaz devant être traité selon les dispositions décrites au § 2.2. La problématique située en amont de cette partie sera traitée en commun avec le thème de production du gaz de synthèse permettant d'aboutir dans un premier temps à des carburants de synthèse ;
- le reformage de produits issus de la biomasse contenant de l'hydrogène, tels le bio-méthane et des alcools simples, comme par exemple le bio-éthanol, faciles à obtenir et peu nocifs (voir thème 4).

Les projets viseront à lever les verrous technologiques existants et à démontrer la faisabilité technico-économique, assurant la continuité des opérations déjà engagées ou proposant des applications nouvelles.

L'hydrogène produit pourra alimenter des procédés nécessitant et utilisant ce gaz produit à partir de ressources fossiles ou être compatible avec un usage dans un type de pile à combustible existant ou à développer. Les spécifications nécessaires de l'hydrogène en terme de pureté pour ces applications devront être définies.

De même un bilan comparé (énergétique, effet de serre, économique) de la production physico-chimique d'hydrogène avec la production par voie biologique devra être établi.

3. Thème 3 : Conversion de la biomasse lignocellulosique par voie biologique

Le programme de recherche sur la conversion de la biomasse lignocellulosique par la voie biologique porte à priori sur la transformation de la cellulose et des hémicelluloses en éthanol. Le troisième composant, la lignine, sera utilisé avant tout pour son apport énergétique au procédé de conversion. Toutefois d'autres possibilités de valorisation de la lignine pourront être étudiées si elles constituent un débouché significatif et économiquement plus intéressant.

Le programme de recherche vise à démontrer la faisabilité technico-économique de cette filière, sur la base par exemple de paille de blé dans un premier temps. D'autres ressources seront étudiées ultérieurement en fonction des résultats des travaux du thème 1. Les deux verrous techniques majeurs sont le manque d'efficacité de l'hydrolyse enzymatique de la lignocellulose et la mauvaise conversion en éthanol des pentoses issus des hémicelluloses. L'objectif à moyen terme (3/4 ans) est de valider les options techniques sur des installations industrielles pré-existantes et de définir le cahier des charges d'une unité industrielle de production.

Sont attendus des projets portant notamment sur les sous-thèmes suivants, en complément des projets retenus suite à l'AAP 2005 du PNRB :

- 3.1 Substrats et pré-traitements : optimisation du prétraitement du substrat (type paille et/ou bois) pour faciliter l'hydrolyse enzymatique tout en minimisant les produits de dégradation risquant d'inhiber la fermentation éthanolique.
- 3.2 Conception et production d'enzymes de saccharification.
- 3.3 Hydrolyse enzymatique.
- 3.4 Fermentation éthanolique des hydrolysats de lignocellulose.
- 3.5 Distillation – traitement des effluents à l'échelle pilote.

4. Thème 4 : Production biologique d'hydrogène et de méthane

La production de biogaz par la fermentation anaérobie est un moyen de valoriser les gisements de déchets organiques. C'est une technologie relativement mature. Les usages énergétiques les plus courants sont la chaleur et l'électricité. Les utilisations comme les carburants ou l'injection dans le réseau de gaz naturel sont plus rares et posent certains problèmes techniques. La propreté du gaz est un facteur clé qui fait préférer le gaz issu de méthaniseur. La production combinée de méthane et d'hydrogène est à l'état de recherche.

L'utilisation de l'hydrogène comme vecteur énergétique apparaît comme une des solutions d'avenir dans la perspective d'une économie énergétique propre et durable, particulièrement dans le domaine des transports, à condition qu'il soit d'origine renouvelable. De nombreux microorganismes produisent de l'hydrogène, soit à partir de biomasse de type déchets organiques (espèces à métabolisme fermentaire) ou lignocellulosique ou d'eau et d'énergie solaire par l'action de microorganismes photosynthétiques. Il y a donc là un potentiel de production énergétique important ne nécessitant que peu ou pas du tout, selon les cas, de biomasse cultivée et par conséquent non concurrent avec la biomasse agricole ou forestière.

Le programme de recherche vise d'une part la valorisation énergétique du biogaz issu du méthaniseur ; d'autre part la production d'hydrogène par voie biotechnologique, en milieu confiné, à partir de déchets ou de biomasse lignocellulosique (microorganismes hétérotrophes) ou d'eau et d'énergie solaire (microorganismes autotrophes) et la combinaison éventuelle de ces procédés.

Sont attendus des projets portant notamment sur les sous-thèmes suivants :

4.1 Valorisation énergétique du biogaz.

La recherche portera prioritairement sur des sujets peu ou pas explorés concernant notamment : la qualité du biogaz (formation, analyse traitement des polluants), l'aspect sanitaire, la conception de procédés et de systèmes intégrés innovants de valorisation énergétique du biogaz.

4.2 Production d'hydrogène.

4.2.1. Production d'hydrogène à partir d'effluents et de déchets :

A partir des filières classiques de production de biogaz par fermentation anaérobie à l'aide de populations de microorganismes, il s'agit de développer des technologies de production d'hydrogène avec une stratégie de coproduction, dans une vision intégrée d'une filière de traitement. On étudiera notamment la production directe de biohydrogène au sein du fermenteur et la valorisation combinée ou séparée des gaz du mélange méthane et hydrogène (voir en particulier le sous-thème 2.4), et autres coproduits.

4.2.2. Production d'hydrogène à partir de substrats lignocellulosiques :

Il s'agit de développer une filière biologique de conversion des lignocelluloses en H₂ (et CO₂) à rendement élevé pour atteindre à terme un coût de production d'énergie inférieur à 10 €/GJ.

4.2.3. Production d'hydrogène à partir d'eau et d'énergie solaire par l'action de microorganismes photosynthétiques :

Certains microorganismes à photosynthèse oxygénique sont capables de produire de l'hydrogène grâce à la présence d'une hydrogénase interagissant avec la chaîne photosynthétique de transfert d'électrons. En conditions favorables, de tels processus présentent des rendements de conversion de l'énergie solaire de l'ordre de 10%. Cependant, en raison notamment de la sensibilité des hydrogénases à l'oxygène, les productions observées sont généralement transitoires. De ce fait, les rendements obtenus actuellement sur une période significative, de l'ordre de la semaine, n'excèdent pas 1%. Une stabilisation de ces processus en vue de leur optimisation dans le cadre de système de cultures économiquement viables, pourrait donner accès à une ressource abondante, susceptible de constituer une part significative du bouquet énergétique.

Les axes de recherche à explorer sont notamment l'augmentation des rendements de production d'hydrogène grâce aux biotechnologies ; la stabilité à long terme des procédés de production en photobioréacteur ; l'adéquation de la qualité des gaz produits avec un usage industriel (par exemple en pile à combustible) ; l'utilisation d'enzymes isolées ou de complexes biomimétiques pour la production ou l'utilisation d'hydrogène.

NB. Chacune des voies explorées dans ce thème 4 devra prendre en compte :

- la stabilité du système microbien ;
- la production de biogaz ou d'hydrogène en qualité, rendement et productivité ;
- le bilan comparatif (énergétique, effet de serre, économique) avec les autres filières de production de biogaz ou d'hydrogène issu de la biomasse ;
- l'impact environnemental dans une vision intégrée de la filière de traitement. ;
- le traitement et la valorisation éventuelle des résidus d'exploitation de la biomasse devront être pris en compte.

5. **Thème 5 : Production biologique de lipides**

Certains microorganismes (micro algues, cyanobactéries) peuvent accumuler, à partir de CO₂, des acides gras jusqu'à 80% de leur poids sec, permettant d'envisager des productions avec des rendements rapportés à l'hectare supérieurs d'un facteur 30 à 1 000 aux végétaux terrestres. La recherche portera sur la production d'huiles végétales à vocation énergétique.

Sont attendus des projets portant notamment sur l'identification à partir de l'existant et la caractérisation (conditions de cultures, acide gras produits,...) des espèces optimales pour la biosynthèse de lipides en vue d'applications énergétiques ; la maximisation de la productivité de ces organismes par utilisation des biotechnologies, en minimisant les coûts ; la production des dérivés d'acides gras (par exemple des esters) comme substitut ou additif aux carburants. On privilégiera la conduite des procédés en réacteurs confinés.

On recherchera la stabilité du système microbien. Un bilan comparatif (énergétique, effet de serre, économique) avec les autres filières de production d'huiles végétales devra être proposé. Le traitement et la valorisation éventuelle des résidus d'exploitation de la biomasse devront être pris en compte.

6. **Thème 6 : Procédés de traitement ou co-traitement de matières premières organiques ou de bioproduits dans des systèmes bioénergétiques intégrés**

Sont attendus des projets sur l'analyse, le traitement ou le co-traitement et la combinaison de matières premières organiques ou bio produits (ex : huiles de pyrolyse, huiles végétales, graisses animales, déchets organiques, acides organiques) pour la production de nouveaux carburants et/ou biocombustibles, utilisant des procédés physiques, chimiques et/ou biologiques. On envisagera en particulier des projets s'inscrivant dans le cadre du concept de « bioraffinerie » s'appuyant ou non sur des bases industrielles existantes.

7. **Thème 7 : Evaluations socio-technico-économique et environnementale, et impacts globaux**

Le PNRB comporte une évaluation des filières de production de bioénergies (biocarburants, chaleur, électricité, hydrogène, méthane, etc...) explorées par le programme selon des critères technico-économiques, environnementaux et sociaux. Le programme de recherche a pour tâche de fournir un cadre méthodologique commun aux données fournies dans chaque thème, de les agréger et d'établir un bilan comparé afin d'orienter les choix techniques.

Il vise également l'étude des impacts globaux du développement des bioénergies notamment sur le potentiel bioénergétique effectivement disponible en France, l'économie agricole et forestière, les ressources sol et eau, les échanges internationaux, l'économie de l'énergie,

l'acceptabilité sociale, l'emploi, l'innovation et le développement industriel, les autres secteurs industriels concernés par la biomasse, etc.

Sont attendus des projets, en complément des projets retenus suite à l'AAP 2005 du PNRB, portant notamment sur les sous thèmes suivants :

- 7.1 L'établissement d'un cadre méthodologique commun d'évaluation multicritère permettant d'assurer la cohérence et la comparaison entre les données d'évaluation micro-économiques et environnementales par filière établies dans les projets des différents thèmes.
- 7.2 Etablir un cadre méthodologique pour la comparaison macro-économique entre usages énergétiques concurrents de la biomasse. Une telle évaluation comparative reposera sur l'utilisation de modèles d'analyse (multicritères et/ou monétaire) à sélectionner.
- 7.3 Impacts globaux du développement des bioénergies sur l'économie, la société et l'environnement.
On étudiera ces impacts dans une vision prospective aux horizons 2010, 2020 et 2030, sur la base des scénarios de mobilisation de biomasse et de son utilisation définis dans le cadre des objectifs européens et français en matière d'énergies renouvelables.

8. Tableau synthétique : liste des thèmes et sous-thèmes

N°	Thèmes et sous-thèmes	
1	Ressources lignocellulosiques	
	1.1	Evaluation technique du gisement
	1.2	Adéquation de la qualité de la ressource aux technologies de conversion
	1.3	Evaluations microéconomique et environnementale de la ressource
	1.4	Evaluation de scénarios appliqués à des bassins d’approvisionnement
2	Conversion de la biomasse lignocellulosique par voie thermochimique	
	2.1	Evaluations socio technico-économique et environnementale des filières
	2.2	R&D sur les problèmes et verrous techniques
	2.3	Définition d’une plateforme de développement
	2.4	Procédés physiques et chimiques de production d’hydrogène
3	Conversion de la biomasse lignocellulosique par voie biologique	
	3.1	Substrats et pré-traitements
	3.2	Conception et production d’enzymes de saccharification
	3.3	Hydrolyse enzymatique
	3.4	Fermentation éthanolique
	3.5	Distillation / traitement des effluents
4	Production biologique d’hydrogène et de méthane	
	4.1	Valorisation énergétique du biogaz
	4.2	Production d’hydrogène
5	Production biologique de lipides	
6	9. Procédés de traitement ou co-traitement de matières premières organiques ou bioproduits dans des systèmes bioénergétiques intégrés	
7	Evaluation socio-technico-économique et environnementale, et impacts globaux	
	7.1	Etablissement d’un cadre méthodologique d’évaluation multicritère
	7.2	Comparaison macroéconomique entre usages énergétiques
	7.3	Impacts globaux du développement des bioénergies sur l’économie, la société et l’environnement