

Le développement des valorisations non alimentaires de la biomasse : Serpent de mer ou réalité ?

Christian Janet, mars 2006

De tout temps, la biomasse a été utilisée à des fins non alimentaires, mais le recours à des matières premières fossiles à partir du 19^{ème} siècle a restreint son usage dans toute une série de domaines clés (transport, chauffage, chimie).

Au cours des trente dernières années du vingtième siècle, ont émergé **des contextes et des contraintes qui constituaient autant de facteurs potentiellement favorables au renouveau de telles utilisations** :

- **Le choc pétrolier de 1973,**
- **La réforme de la Politique Agricole Commune (PAC) de 1992,**
- **La montée en puissance des préoccupations écologiques et environnementales.**

Mais les évolutions des décennies 70 à 90 n'ont répondu que faiblement aux espoirs des uns et aux prévisions des autres, sur le plan quantitatif du moins, et c'est seulement au cours des années récentes que **l'intérêt pour ces valorisations s'est trouvé relancé** par les nouvelles inquiétudes qui se sont fait jour sur **l'évolution des cours et des disponibilités en ressources fossiles** et sur **l'accroissement des craintes liées à la poursuite du réchauffement climatique.**

Face aux défis qui se profilent, des objectifs plus ambitieux ont été affichés au plan français et européen. Ils ont débouché sur de nouvelles mesures réglementaires et fiscales et des **perspectives de développement semblent s'ouvrir à certaines filières de valorisation énergétique et non énergétique.**

Mais, **des interrogations subsistent** quant à leur capacité à se faire **une place en aval sur des marchés par nature concurrentiels** et à mobiliser **en amont des surfaces agricoles et forestières suffisantes** pour satisfaire un éventuel accroissement des besoins. Ces questions restent ouvertes... et constituent autant de pistes de recherche pour le département SAE2 de l'INRA

Tout au long de leur histoire, les hommes ont employé les ressources végétales et animales de leur environnement à divers usages non alimentaires : pour se vêtir, se défendre (armes), se chauffer, cuire leurs aliments, cultiver (outils), s'abriter, se meubler, se parer (décorations, parfums), exprimer leurs pensées et leurs sentiments (peintures), ... A partir du milieu du 19^{ème} siècle et plus encore au 20^{ème} siècle avec le développement industriel, certaines de ces utilisations ont été plus ou moins fortement concurrencées. La première source de biomasse au plan mondial, le bois, l'a été par des produits dérivés des matières premières fossiles pour le chauffage, la construction, l'ameublement, l'emballage. Les fibres textiles synthétiques issues là encore des matières premières fossiles se sont largement substituées aux fibres naturelles et artificielles dans l'habillement, l'ameublement. De même, les matières premières sur lesquelles s'étaient constituées les industries chimiques, en particulier celles d'origine végétale et animale, ont été supplantées par les sources de carbone non renouvelables, le charbon (carbochimie) du milieu du 19^{ème} siècle jusqu'en 1950, le gaz naturel et le pétrole (pétrochimie) ensuite.

Malgré cette concurrence, l'accroissement de la population et la multiplication des "produits" mis à disposition de cette population (du moins dans les pays "favorisés") ont permis **de maintenir certains débouchés, d'en ouvrir d'autres et d'élargir la gamme des matières premières utilisées.** C'est le cas pour le latex qui, transformé en caoutchouc, a vu son utilisation progresser avec le développement de l'industrie du pneumatique. L'industrie pharmaceutique a largement contribué à la diversification des sources de biomasse à travers sa recherche de nouvelles molécules à usage thérapeutique même si cela ne porte que sur de faible volume. Quant au bois, il constitue toujours la ressource essentielle que ce soit pour se chauffer, cuire les aliments, s'abriter dans les pays où il est disponible et/ou parmi des populations qui n'ont pas les moyens

financiers d'utiliser les combustibles fossiles (au risque d'ailleurs d'épuiser cette ressource comme on peut l'observer dans certains pays, lorsque, dans un cercle vicieux infernal, "des situations d'extrême pauvreté poussent à la dégradation de l'environnement à travers une pression sur les ressources et l'abandon de pratiques d'entretien du milieu" : Rapport de O. Godard et B. Hubert : Le développement durable et la recherche scientifique à l'INRA ; 2002).

Cependant, si l'apparition de conflits, de tensions économiques ou de pénuries a pu provoquer, dans certains domaines, des retours temporaires à des usages abandonnés (gazogène pendant la dernière guerre mondiale), **la part de la biomasse utilisée à des fins non alimentaires n'a cessé de se réduire.**

1. LORS DES TRENTE DERNIERES ANNEES DU VINGTIEME SIECLE ONT EMERGE DES CONTEXTES ET DES CONTRAINTES QUI CONSTITUAIENT AUTANT DE FACTEURS POTENTIELLEMENT FAVORABLES À DE NOUVELLES VALORISATIONS NON ALIMENTAIRES DE LA BIOMASSE

1.1. Le premier choc pétrolier de 1973

Il a fait prendre conscience de la totale dépendance de la France à l'égard du pétrole et **a suscité l'intérêt pour un renouveau des valorisations énergétiques de la biomasse** dans la mouvance de différents courants d'idées qui commençaient à émerger (écologistes, anti-productivistes) : à travers une adaptation des procédés et des matériels ou de nouvelles recherches spécifiques, se présentait une opportunité de décentraliser la production énergétique, de limiter la dépendance des consommateurs vis à vis des grandes compagnies nationales telles EDF-GDF ou des grandes multinationales pétrolières. Les exploitants agricoles, propriétaires ou producteurs de biomasse, étaient tout désignés pour être les figures de proue de cette évolution. De fait, des réalisations ont vu le jour dans le cadre de certaines exploitations agricoles : installation d'unités de chauffage central au bois, équipement en chaudières à paille, mise en place de systèmes de méthanisation pour la production de biogaz, ...

Cette perspective a aussi trouvé un écho favorable dans les milieux politiques soucieux de trouver de nouvelles possibilités techniques d'indépendance énergétique nationale. Un plan énergétique a été mis en place et l'Agence française pour la maîtrise de l'énergie (AFME) a été créée en 1982. Elle a également trouvé un écho auprès de divers autres agents économiques : entreprises intéressées par les nouveaux débouchés qui semblaient offerts à certains de leurs produits ; collectivités détentrices de déchets encombrants, polluants, mais potentiellement valorisables énergétiquement ; gros consommateurs d'énergie (organismes de logement collectif, bâtiments publics, entreprises, serristes...) à la recherche de solutions pour diminuer leurs charges. En parallèle, l'émergence des **biotechnologies** avait suscité de nombreuses spéculations quant aux possibilités nouvelles de transformation des matières premières biologiques et avait renforcé l'idée qu'une "**agrochimie**" pouvait renaître en complément, voire en substitution d'une pétrochimie qui voyait augmenter ses coûts de production. C'est au cours de cette période que **le département d'économie de l'INRA a commencé à étudier ces questions.**

Toutefois, ce choc pétrolier de 1973 a conduit le gouvernement de l'époque à promouvoir un **programme nucléaire qui a écarté de fait le développement des filières axées sur les énergies renouvelables** (éolien, solaire, biomasse), au grand dam des mouvements écologistes qui ont évidemment fortement contesté ce choix politique du "tout nucléaire". En outre, le **contre-choc pétrolier de 1986**, à savoir une forte augmentation de la production pétrolière décidée par l'OPEP et l'effondrement du prix du baril qui est passé de trente à dix dollars, a tué dans l'œuf les espoirs des uns et les prévisions des autres. Ce problème a cessé de faire partie des préoccupations prioritaires, ... **jusqu'au début des années 2000, où il est revenu au premier plan.**

1.2. La réforme de la Politique Agricole Commune (PAC) de 1992

Face à des excédents agricoles générateurs de stocks, les Etats-Unis avaient mis en place depuis longtemps des mesures de "gel des terres" comme outil de gestion de la production. En Europe et en France, cette idée était entrée peu à peu dans les esprits et même dans les faits sous forme optionnelle depuis 1988. Elle est devenue obligatoire avec la réforme de la PAC de 1992 : l'attribution des primes compensatoires à la baisse des prix de vente est conditionnée par **l'obligation de geler une partie des surfaces consacrées auparavant aux céréales et oléo-protéagineux** (le taux de gel variant entre 5% et 15% selon les années). Pour utiliser ces "jachères", divers types de reconversion se présentaient aux exploitants agricoles : nouvelle répartition dans l'affectation des terres entre productions agricoles avec réorientation éventuelle vers des productions nouvelles; boisement; diversification vers des activités qui s'éloignent de la production agricole traditionnelle en réponse à de nouvelles demandes sociétales (protection des eaux, des pentes et des bords de rivières, maintien en l'état des territoires d'intérêt écologique majeur, entretien de territoires réservés à la chasse ou destinés au tourisme, ...).

L'affectation de ces terres à des productions agricoles destinées à des fins non alimentaires constituait une voie séduisante et a renforcé l'intérêt que les responsables agricoles leur avaient accordé au cours de la période précédente pour diversifier les débouchés ou accroître la valeur ajoutée. Les débouchés énergétiques étaient les plus prometteurs en terme de surfaces mobilisables à condition de rendre compétitive économiquement l'utilisation des biocarburants par des aménagements réglementaires et fiscaux.

1.3. La montée en puissance des préoccupations écologiques, environnementales et sanitaires

L'aspiration à voir émerger des systèmes technico-économiques capables d'assurer un **développement durable** des sociétés s'est peu à peu répandue en même temps qu'un doute s'installait sur la **pérennité des modèles dominants** :

a) Est mis en avant l'**épuiement inéluctable à terme des ressources de base non renouvelables**. D'ici ce terme, c'est un renchérissement progressif du coût de ces ressources, une accessibilité qui va aller en se réduisant et un risque de renforcement des périodes de tensions plus ou moins fortes entre les utilisateurs les plus puissants. Pour y pallier, la porte s'entrouvrirait à nouveau pour un **recours renforcé à des sources d'énergies et de matières premières de substitution renouvelables** : énergies solaires, géothermiques, éoliennes, hydrauliques, nouveau développement de l'utilisation de la biomasse à des fins énergétiques ou non énergétiques.

b) Sont dénoncés les **dommages et les risques** (réels ou potentiels) **insupportables, voire irrémédiables** que font courir sur l'environnement et sur la santé, les pratiques engendrées par les sociétés de consommation tant au niveau de la production de biens (procédés utilisés, produits intermédiaires ou finis fabriqués, résidus non valorisés, rejets), que lors de l'utilisation des produits mis en marché ou à l'issue de leur consommation. Comme exemples de ces "externalités" négatives, on peut citer les pollutions liées aux activités agricoles et alimentaires (produits phytosanitaires, engrais, ...), les pollutions industrielles parmi lesquelles figurent en bonne place les déchets radioactifs des centrales nucléaires, les risques liés à la manipulation d'intermédiaires de fabrication, de produits finis ou de sous produits dangereux pour la santé, les pollutions olfactives, visuelles ou sanitaires engendrées par les déchets de toutes natures produits par ces sociétés de consommation : "encombrants" (appareils ménagers, mobiliers, véhicules de transport, ...), ordures ménagères, eaux usées.

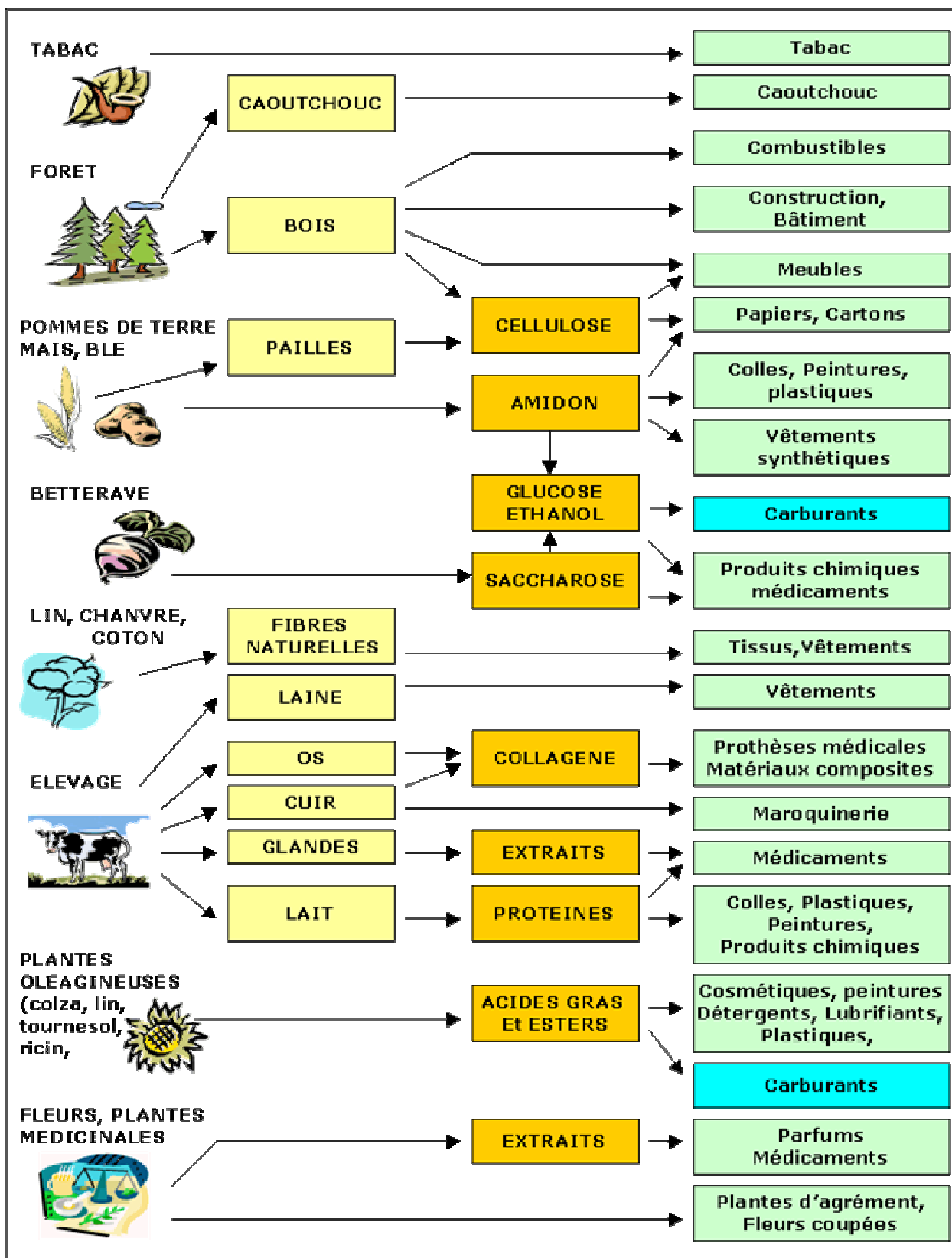
Le **rejet croissant de gaz à effet de serre** induit par l'utilisation de quantités toujours plus importantes de matières premières fossiles depuis la révolution industrielle du 19^{ème} siècle nourrit aussi les inquiétudes les plus extrêmes, à mesure que semble se confirmer le lien entre cet **effet de serre "additionnel" et le réchauffement climatique observé depuis un siècle** avec le cortège de conséquences négatives qui pourraient en découler dans l'avenir.

Le recours à des produits de l'agriculture et de la sylviculture, pouvait remédier à certaines de ces inquiétudes, lorsque ceux-ci présentent des **avantages spécifiques en terme de bilan environnemental (biodégradabilité, plus grande facilité de recyclage, moindre toxicité)** par rapport aux matières premières fossiles.

2. UN NOUVEAU SOUFFLE POUR CERTAINES FILIERES DE VALORISATION NON ALIMENTAIRE DE LA BIOMASSE ?

Cette conjonction de facteurs potentiellement favorables a certes favorisé le développement des recherches, mais elle ne s'est pas traduite, aujourd'hui, dans notre pays, sur le plan quantitatif du moins, par un développement conséquent des activités de valorisation non alimentaire de la biomasse. Le schéma 1 donne un panorama des principales matières premières concernées, des produits intermédiaires fabriqués et des débouchés. Il n'est pas très différent de celui qui avait été dressé lors du colloque organisé par la FNSEA en 1987 "l'agro-industrie : ambition et réalité", avec une **exception, la mise en place de filières de production de biocarburant sur les terres libérées par la réforme de la PAC de 1992**, filières qui ne sont cependant en rien comparables à ce qui a été développé au Brésil et aux Etats-Unis.

Schéma 1 : Les principales valorisations non alimentaires de la biomasse



Toutefois, l'intérêt pour ces valorisations s'est trouvé relancé au cours des années récentes, compte tenu d'un contexte international qui continue à évoluer en leur faveur.

2.1. De nouvelles inquiétudes quant à l'évolution des cours et des disponibilités en ressources fossiles

Ce début des années 2000 a vu **une nouvelle flambée des cours du pétrole** en lien avec divers événements (crise irakienne, tension sur le gaz russe). Élément nouveau par rapport aux crises passées, est apparue aussi la perspective que la situation actuelle soit le **prélude à des tensions plus graves, durables et irréversibles à moyen terme** sur les cours de ces matières premières : elles sont confrontées à une **demande en forte croissance de grands pays à forte population dont la Chine et l'Inde sont les figures de proue et à une offre qui n'est pas inépuisable**. Les réserves de carbone fossile évaluées en 1999 par l'US Department of Energy sont considérables : 142 Gtep (milliards de tonnes d'équivalent pétrole) pour le gaz naturel, 730 Gtep pour le charbon, 143 Gtep pour le pétrole. Pourtant, au rythme actuel de consommation (sans tenir compte de l'accélération induite par les pays émergents), ces réserves ne représentent qu'environ 45 ans de consommation à l'échelle mondiale pour le pétrole, 60 ans pour le gaz. Les perspectives plus lointaines d'épuisement du charbon (220 à 250 ans) ne suffiront pas pour absorber cette situation sans quelques remises en cause dans les habitudes de consommation et les politiques industrielles.

Ainsi, pour **l'énergie**, même si la crise de 1973 a permis de freiner quelque peu la croissance de la consommation, la dépendance externe de l'UE continue à progresser : elle atteint 50% aujourd'hui et, si rien n'est entrepris, ce chiffre s'élèvera à 70% d'ici 20 à 30 ans. En outre, en terme géopolitique, 45% des importations de pétrole proviennent du Moyen-Orient et 40% des importations de gaz naturel de Russie. Cette dépendance n'est pas sans risque en cas de crise et/ou de poursuite de la hausse des cours. La France, grâce à sa politique nucléaire, a pu se soustraire en partie aux aléas des événements internationaux : aujourd'hui, son indépendance énergétique est de 50% (6% pour l'Italie), alors qu'elle n'a pas de gisements de pétrole ni de gaz à l'inverse des Anglais ou des Néerlandais et n'exploite plus le charbon contrairement aux Allemands. Mais elle reste très dépendante pour les **transports** et la **pétrochimie**. Dans tous ces domaines, **la biomasse est susceptible de fournir des solutions alternatives** à considérer dans les politiques publiques et industrielles.

2.2. L'accroissement des craintes liées à la poursuite du réchauffement climatique

A tort ou à raison, une majorité de scientifiques admettent aujourd'hui l'existence d'un lien entre l'**effet de serre "additionnel" et le réchauffement climatique**. Les scénarios couramment avancés font même état d'une poursuite du réchauffement de la surface du globe compris entre 1,4 et 5,8°C d'ici à 2100 et de la nécessité, pour que la situation ne se dégrade pas davantage, de diviser par deux les émissions de CO₂ dans l'atmosphère (en passant de six à trois milliards de tonnes de CO₂ rejeté par an au niveau mondial). Cela signifie, pour les pays riches, diviser par quatre leurs émissions, soit une réduction de 3% par an durant cinquante ans.

Fondée ou non, cette inquiétude avait suscité une première prise de conscience internationale lors du **sommet de RIO en 1992**. Elle avait ouvert la voie à un deuxième **sommet à KYOTO en 1997** et à la signature par 111 pays d'un protocole par lequel **les pays industrialisés s'engageaient à réduire, pour la période 2008-2012, leurs émissions des six principaux gaz à gaz à effet de serre de 5,2% par rapport à leur niveau de 1990** (les pays en développement étant exemptés). Ce protocole était toutefois assorti de conditions : il devait être signé par 55 pays totalisant plus de 55% des émissions des gaz incriminés, conditions remplies, en novembre 2004, avec la ratification de la Russie.

Malgré l'attitude négative du gouvernement fédéral des Etats-Unis, premiers pollueurs de la planète, qui continuent à refuser une approche fondée sur des engagements par pays de réduction des émissions de gaz à effet de serre, **le protocole de Kyoto est donc entré en vigueur le 16 février 2005** et il a été conforté à **Montréal, en décembre 2005**, lors de la première rencontre des Parties au Protocole de Kyoto depuis son entrée en vigueur (34 pays industrialisés qui s'engagent sur des niveaux d'émission et 123 pays en développement). L'Union européenne (UE) s'est, de son côté, engagée à aller plus loin et à réduire de 8% le niveau de ses émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2008/2012, par rapport à 1990. Elle a en outre affiché des objectifs de long terme ambitieux : une réduction des émissions de 15-30% d'ici 2020 et de 60 à 80% d'ici 2050. Là encore, le remplacement des énergies fossiles par des énergies renouvelables apparaît comme une voie incontournable et **le recours à la biomasse indispensable** pour contribuer à atteindre ou du moins approcher l'objectif fixé.

3. DES FILIERES EN EMERGENCE ?

Pour faire face à ces deux défis, des objectifs ambitieux ont été affichés au plan français et européen en matière de **valorisation énergétique et non énergétique de la biomasse**. Ils ont débouché sur de nouvelles mesures réglementaires et fiscales et **des perspectives de développement semblent s'ouvrir à certaines filières**.

3.1. Les filières de valorisation énergétique de la biomasse (biocombustibles, bioélectricité, biocarburants)

En France, d'après l'**Observatoire de l'énergie**, les utilisations énergétiques représentent plus de 80% des utilisations de pétrole (56,2% pour les transports, 17,5% pour le chauffage résidentiel, 9,7% pour les usages industriels et agricoles). Pour faire face aux contextes et contraintes évoquées précédemment, la maîtrise des consommations ne suffira pas. C'est pourquoi, **la loi de programme du 13 juillet 2005 a fixé les orientations de la politique énergétique** ("contribuer à l'indépendance énergétique nationale et garantir la sécurité d'approvisionnement à un prix compétitif, préserver la santé humaine et l'environnement, en particulier en luttant contre l'aggravation de l'effet de serre"). Elle réaffirme l'importance de la diversification des sources d'approvisionnement pour atteindre les objectifs fixés, en particulier en direction des sources d'énergie renouvelables (énergies éolienne, solaire, géothermique, houlomotrice, marémotrice et hydraulique ainsi que des énergies issues de la biomasse, du gaz de décharge, du gaz de stations d'épuration d'eaux usées et du biogaz). Dans ce cadre, le ministre chargé de l'énergie et le ministre de l'agriculture doivent mettre en place un plan "Terre-énergie" qui doit mobiliser les moyens nécessaires pour atteindre une économie d'importations d'au moins 10 Mtep (méga-tep = million de tonnes d'équivalent pétrole) en 2010 grâce à l'apport de la biomasse pour la production de chaleur et de carburants. La France a déjà, dans cette optique, renforcé pour 2006 les mesures incitatives destinées à encourager ces filières : augmentation des crédits d'impôts pour les installations de chauffage, accroissement des contingents de biocarburants défiscalisés, ...

Au plan européen, le "plan d'action dans le domaine de la biomasse" proposé par la Commission le 7 décembre 2005, s'appuie sur un consensus général de toutes les instances européennes (Conseil européen, Parlement européen). Il répertorie une série de mesures visant à promouvoir le développement de l'énergie produite à partir de bois, de plantes cultivées et de déchets dans les secteurs du transport, du chauffage, de l'électricité, la biomasse représentant actuellement environ la moitié de l'énergie renouvelable consommée dans l'UE (mais seulement 4 % des besoins en énergie de l'UE !). "En exploitant pleinement son potentiel, elle parviendrait à plus que doubler sa consommation de biomasse entre 2003 et 2010, celle-ci passant de 69 à 185 Mtep, tout en respectant les bonnes pratiques agricoles, en maintenant une production écologiquement viable de la biomasse et sans altérer massivement sa production alimentaire locale". Si tel était le cas, ces mesures de valorisation de la biomasse devraient permettre à l'Europe d'ici 2010 :

- de faire croître de 5% la part des énergies renouvelables et de diminuer le taux de dépendance à l'égard des importations de combustibles fossiles (de 48% à 42%),
- de limiter ses émissions de gaz à effet de serre de 209 millions de tonnes d'équivalent CO2 par an,
- de stimuler l'activité économique en particulier dans les zones rurales, avec des hypothèses de développement d'emplois directs allant jusqu'à 250 000 à 300 000 personnes.

3.1.1. La production de biocombustibles et de bioélectricité

En France, **la production d'énergie renouvelable pour des usages thermiques** s'élève à 10,15 Mtep. L'objectif fixé par la loi du 13 juillet 2005 fixant les orientations de la politique énergétique est d'augmenter ce chiffre de 50% d'ici 2010. Celle-ci prévoit également que les aides financières de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (**ADEME**) qui a pris le relais de l'AFME en 1991 dans le domaine de la diffusion des énergies renouvelables, soient orientées en priorité vers celles qui sont productrices de chaleur.

Le bois fournit plus de 80 % de ces énergies renouvelables (hors énergie hydraulique). Il constitue près de 95% des **biocombustibles**, biocombustibles dont les débouchés se situent à 80% dans l'habitat individuel (7,3 Mtep en 2004), 18% dans l'industrie (1,67 Mtep) et marginalement dans le chauffage collectif (réseaux de chaleur) (0,21 Mtep). L'ADEME a déjà soutenu l'utilisation du bois-énergie à travers deux programmes, "Bois-énergie et développement local 1994-1998" orienté vers le secteur collectif et tertiaire et "**Bois-énergie 2000-2006**" lancé en 1999. Un troisième programme est en préparation. Dans l'habitat individuel, les ventes annuelles d'appareils de chauffage au bois sont passées de 250 000 en 1999 à 311 000 en 2004, avec une forte progression du rendement de ces appareils. 315 chaufferies industrielles ont été subventionnées entre 2000 et 2004, en particulier dans les entreprises de la filière bois (scieries, menuiseries...) qui valorisent sur place leurs sous-produits. Le parc des chaufferies collectives s'est accru de 775 unités entre 2000 et 2004 pour atteindre près de 1000 installations. Les aides accordées par l'ADEME et les collectivités territoriales compensent le coût d'installation d'une chaufferie urbaine ou industrielle qui restait encore plus élevé pour le bois que pour le fioul et le gaz.

Pourtant, la participation du bois à la production d'énergie reste limitée en valeur relative (4% de la consommation nationale d'énergie, hors hydraulique). Malgré l'émergence de nouvelles techniques permettant de transformer le bois et les déchets propres en granules normalisés plus faciles à manipuler, ces biocombustibles ne sont toujours pas parvenus à se faire une place significative à la fois pour des raisons de coûts, de commodités d'utilisation, mais aussi en raison, jusqu'à une période récente, d'une organisation insuffisante dans l'approvisionnement.

La Commission européenne note d'ailleurs dans son "Plan d'action dans le domaine de la biomasse" que c'est dans le domaine du chauffage que la part de la biomasse croît le plus lentement. Environ 35% de la croissance annuelle des forêts de l'UE restent inexploités (sans compter les forêts situées dans des zones protégées telles que les sites Natura 2000), en particulier dans les petites propriétés privées. En outre, dans de nombreux pays, il n'existe qu'un marché limité pour les résidus d'éclaircie de petite taille, pourtant utilisables pour produire de la chaleur et de l'électricité. Certains pays, dont la France, se sont attaqués à ce problème en favorisant la mise en place de filières d'approvisionnement pérennes qui permettent de sécuriser l'utilisation de ce combustible, la confiance étant un élément déterminant tout autant que le coût dans les décisions d'investissement. Le chauffage collectif urbain qui dessert 56 millions de citoyens de l'UE, dont 61% dans les nouveaux États membres, se prête particulièrement à l'utilisation de combustibles renouvelables et peut être alimenté avec des combustibles plus variés moyennant moins d'émissions.

De nombreuses autres matières premières peuvent également être utilisées, soit par **combustion directe**, soit par **méthanisation** (transformation de biomasse humide par fermentation anaérobie qui aboutit au **biogaz**), soit par **gazéification** de biomasse solide. Elles permettent d'obtenir de la chaleur, de l'électricité ou les deux (**cogénération**). En France, l'incinération de la biomasse des déchets ménagers a fourni en 2004 seulement 0,4 Mtep d'énergie thermique, le biogaz issu des unités de méthanisation de boues d'épuration urbaines et industrielles et de déchets ménagers moins de 0,05 Mtep. Quant aux pailles et grains de céréales, leur usage reste très limité au contraire du Danemark où plusieurs milliers d'exploitations agricoles sont équipées en chaudières qui brûlent plus d'un million de tonnes de paille.

Dans le domaine de la **production d'électricité**, la Commission européenne souligne également que les objectifs fixés par la **directive du 27 septembre 2001**, relative à la promotion de l'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelables, ne seront pas atteints dans la plupart des cas. La France est concernée : si la production d'électricité d'origine renouvelable, fournie essentiellement par l'incinération des déchets et plus modestement par l'éolien a augmenté depuis 2001, sa part relative est en décroissance du fait de l'augmentation globale de la consommation. Elle reste extrêmement marginale (0,6%) dans une production électrique française dominée par le nucléaire (78%), sans être "ridicule" par rapport aux autres énergies renouvelables (géothermie : 0,004%; éolien : 0,1%; solaire : 0,003%). Elle provient pour l'essentiel de l'incinération des déchets ménagers, du bois en milieu industriel, et pour une faible part du biogaz. La loi sur l'énergie prévoit pourtant d'atteindre, vers 2010, une part des renouvelables de 21% contre 14% en 2003 dans la consommation d'électricité.

Les regards se tournent pour faire face à ce défi vers la **cogénération**, technologie de production combinée qui permet de produire en même temps de la bioélectricité et de la chaleur (le rendement énergétique de la production électrique étant faible avec les technologies actuelles, il est indispensable de valoriser aussi l'énergie thermique dégagée). Elle est utilisée par exemple pour la valorisation du biogaz ou de certains déchets. Le Danemark, là encore, a été précurseur. L'Espagne s'y lance à partir de paille et étudie, dans le cadre d'un projet européen, l'intérêt de cultures énergétiques comme le triticale ou le colza pour diversifier son approvisionnement. La France ne s'est engagée qu'avec retard en raison de la prégnance du nucléaire et d'une politique de prix d'achat de l'électricité par EDF insuffisante. Mais un appel d'offre lancé en 2003 vient de déboucher sur une quinzaine de projets, sur sites industriels utilisateurs de chaleur (papeteries, distilleries, scieries) à partir de sous-produits (marc de raisin, résidus du bois, boues de papeterie,...).

3.1.2. La production de biocarburants

En France, le secteur des transports est le premier consommateur de produits pétroliers, loin devant le secteur résidentiel-tertiaire (respectivement 67% et 21% de la consommation totale en 2003). Il est également le premier émetteur de CO₂ avec plus de 140 millions de tonnes (35% des émissions) devant le secteur résidentiel/tertiaire/agriculture (119 millions de tonnes). Deux grandes familles de biocarburants biodégradables et non polluants ont été développées industriellement :

a) La filière du bio-éthanol (alcool éthylique d'origine agricole) issu de la fermentation de betteraves ou de blé et **des éthers qui en dérivent (ETBE** ou éthyl-tertio-butyl-éthers) obtenus par transformation de l'éthanol déshydraté par voie de réaction chimique avec l'isobutène, un composant issu de la pétrochimie (l'ETBE contient environ 47% d'éthanol en volume). Bio-éthanol et ETBE peuvent être **utilisés en mélange avec l'essence** comme additifs dans la formulation des essences sans plomb. Mais, c'est sous forme d'**ETBE que le bio-éthanol est actuellement essentiellement incorporé à l'essence, en France comme dans le reste de l'Europe**. Mise en oeuvre initialement par la France (trois raffineries en assurent la production), cette solution a également été adoptée par l'Espagne, la Hollande et l'Italie quand ces pays se sont à leur tour lancés dans la filière "bio-éthanol". Le taux maximum **d'éthanol** en mélange à de l'essence sans plomb en Europe a été fixé à 5% (et à 15% pour l'ETBE).

b) La filière des huiles végétales et leurs dérivés (EMHV ou Ester méthyliques d'huile végétale plus communément appelé diester ou bio-diesel) qui permettent de stabiliser les huiles par estérification. Les huiles peuvent être utilisées dans des moteurs spécialement adaptés (cet usage pourrait se développer puisque la loi d'orientation agricole parue au JO du 6 janvier 2006 autorise, désormais **"l'utilisation d'huile végétale pure, comme carburant agricole**, par les exploitants ayant produit les plantes dont l'huile est issue" et prévoit sa

commercialisation comme carburant agricole au 1er janvier 2007). Mélangées au gazole, elles peuvent être aussi utilisées directement dans des moteurs Diesel. Mais **c'est après estérification**, opération qui est assurée par trois unités industrielles en France, **que les huiles trouvent leur débouché quasi exclusif**. L'incorporation du diester est autorisée à hauteur de 5% pour les usages standards en qualité d'additifs de formulation ou de lubrifiants à la place des solvants organiques habituels toxiques et cancérigènes (benzène, toluène, etc.) ou de 30% ou plus pour des flottes captives de bus ou véhicules utilitaires.

En 2003, les biocarburants ont mobilisé 320 000 ha de terres (dont 300 000 ha étaient cultivés en oléagineux, 10 000 ha en blé et 10 000 ha en betteraves), relevant pour l'essentiel de la jachère "obligatoire". L'objectif originel des biocarburants était de pallier les inconvénients du gel de terres introduit par la réforme de la PAC en 1992. L'**ester de colza** a été privilégié car il permettait de cultiver le maximum de surface en jachère pour une enveloppe budgétaire donnée. La capacité des biocarburants à diminuer les émissions de CO2 dans les transports et à participer ainsi à la lutte contre l'effet de serre a renforcé la légitimité des aides dans ce domaine. L'ETBE et l'EMHV ont bénéficié depuis 1992 d'une **exonération partielle de la TIPP** (taxe intérieure sur les produits pétroliers) afin de compenser leurs surcoûts de production par rapport aux carburants traditionnels. Cette défiscalisation est accordée aux biocarburants produits par des unités ayant reçu un agrément après appel d'offre communautaire. En 2004, cet agrément était de 387 500 tonnes d'EMHV, de 199 000 tonnes d'ETBE, soit 99 000 t d'éthanol, et pour la première année de 12 000 tonnes d'éthanol. Les productions effectives peuvent être estimées, malgré les divergences des sources statistiques, aux alentours de 325 000 tonnes d'EMHV et de 85 000 tonnes d'éthanol essentiellement sous forme d'ETBE.

Les situations françaises et européennes sont très différentes de celle du Brésil et des Etats-Unis : ces pays ont privilégié l'incorporation de bioéthanol dans l'essence, l'éthanol étant produit à partir de canne à sucre (Brésil) ou de maïs (USA). Ces divergences tiennent à des raisons d'ordre agronomique et économique pour le choix des matières premières agricoles, aux spécificités du parc automobile et des structures de raffinage pour le choix des biocarburants. En outre, le Brésil (avec 9,9 millions de tonnes) et les Etats-Unis (8,2 Mt) représentent 95% de la production mondiale (19 Mt). La France et l'Europe sont très en retrait en terme de volume d'éthanol produit. La situation est inversée pour le biodiesel : l'UE assure l'essentiel de la production mondiale (1,9 Mt sur les 2,4 Mt), dont plus d'1 Mt pour l'Allemagne.

Comme la production d'électricité, ce secteur est, depuis 2003, encadré par une **directive européenne** sur la promotion des biocarburants qui fixe des objectifs de référence d'incorporation de biocarburants dans les carburants : 2% en 2005 pour atteindre 5,75% en 2010. Pourtant, la Commission européenne, dans son "Plan d'action biomasse" de 2005, souligne que la valeur de référence pour 2005 ne sera pas respectée. Il existe des écarts importants entre les efforts fournis par les différents États membres et le taux d'incorporation moyen des biocarburants n'atteindra que 1,4%.

La France n'apparaît pas dans les premiers de la classe avec une production de 0,4 Mt de biocarburants et un taux d'incorporation moyen inférieur à 1% dans les 11,7 Mt d'essence et les 30,7 Mt de gazole consommés en 2004. De ce fait, **le gouvernement français a revu à la hausse son programme de développement des biocarburants** : l'objectif d'incorporation de 5,75% de biocarburants dans les carburants, initialement prévu pour 2010 par la directive européenne est avancé à 2008, avec l'ambition d'atteindre 7% en 2010 et 10% en 2015. Pour atteindre l'objectif de 5,75%, des agréments supplémentaires ouvrant droit à défiscalisation ont été portés à 1,8 millions de tonnes (1,335 Mt pour la filière biodiesel et 0,465 Mt pour les filières bioéthanol en incorporation pure et ETBE) et un appel d'offre a été lancé pour **la construction de nouvelles unités de production**. Ainsi la production totale de biocarburants sera portée à 2,3 Mt d'ester en 2008 et 0,89 Mt d'éthanol. Afin d'atteindre l'objectif de 7% en 2010, le gouvernement vient également d'annoncer l'autorisation probable de 1,1 Mt supplémentaires (dont 0,995 Mt pour le biodiesel) d'ici la fin de l'année qui devrait porter à seize le nombre total d'usines de fabrication de biocarburants. Par ailleurs, **la loi de finances 2005 a introduit une taxe générale sur les activités polluantes (TGAP)** qui pénalise en principe les entreprises n'incorporant pas de biocarburants dans l'essence et le gazole (Ce dispositif n'a cependant pas encore eu l'effet escompté d'après le rapport de la mission interministérielle diligentée le 24 mai 2005).

Pourtant, tout le monde ne partage pas les analyses très optimistes qui entourent ce programme (cf. vers **INRA Sciences sociales, N°2, décembre 2005. SOURIE J.C., TREGUER D., ROZAKIS S. ; L'ambivalence des filières biocarburants**). *"Les résultats énergétiques et économiques des biocarburants de première génération ne sont pas suffisamment décisifs pour faire de ces énergies renouvelables une alternative autre que marginale à l'épuisement des ressources pétrolières. Dans ces conditions, comme aux USA, on fonde beaucoup d'espoirs sur les biocarburants de seconde génération utilisant des ressources lignocellulosiques, co-produits et cultures. Ils pourraient en effet limiter les besoins en terre, améliorer les rendements énergétiques et bénéficier de coûts moins élevés. En premier lieu, un stock de 5 millions de tonnes de paille de blé (soit 1/4 de la production annuelle de paille de céréales) est disponible, tout en préservant la fertilité des sols et la demande des éleveurs. Cette ressource 1,5 Mtep d'énergie primaire, fournirait suffisamment d'éthanol pour satisfaire les besoins 2010. Les co-produits des filières-bois pourraient aussi accroître le stock de biomasse, tout en élargissant les zones de production de biocarburants. Ultérieurement des cultures dédiées (céréales spécifiques, miscanthus, taillis à courtes rotations) sont envisagées"*. Mais, cette voie de production de biocarburants de deuxième génération **demande encore**

un effort de recherche en particulier pour développer la technologie de gazéification/liquéfaction de la biomasse ligno-cellulosique.

3.2. Les filières de valorisation non énergétique de la biomasse

Les ressources végétales ou animales nationales ont depuis longtemps des utilisations non alimentaires et non énergétiques "traditionnelles" très diverses (voir schéma précédent). Mais c'est dans leur capacité à se substituer progressivement au pétrole dans beaucoup de domaines que certains experts voient de nouvelles perspectives de développement.

A côté des utilisations énergétiques et en retirant la fabrication de bitume, **12% du pétrole** (11% comme matière de base de la chimie et 1% comme lubrifiant) **trouve des débouchés à travers des dizaines, voire des centaines de milliers** de biens de production intermédiaires (industries des textiles, du bois et papier, de la chimie, caoutchouc et plastiques, de la métallurgie, des composants électriques et électroniques), de biens d'équipement industriels, de biens de consommation (industrie de l'habillement, de la pharmacie et parfumerie, de l'édition et imprimerie), dans l'industrie automobile, dans la construction.

L'industrie chimique se trouve en première ligne. Elle assure les premières transformations de cette matière première dont le prix ne peut qu'augmenter à mesure que s'épuise cette ressource et dont les effets sur l'environnement et sur la santé sont considérés avec méfiance, du moins lors de certains processus industriels ou dans certaines utilisations. Encadrés par la législation, elle s'est efforcée de contrôler les risques induits par l'utilisation, la production, la manutention, le transport, le stockage de substances plus ou moins nocives et dangereuses et par l'élimination des déchets. Cela ne s'est malheureusement pas fait sans quelques défaillances ou accidents, le risque zéro n'existant pas.

Au contraire, certains proposent de traiter les problèmes à la source en développant des produits chimiques non nocifs, en concevant des réactions et des procédés qui ne polluent pas. Une telle **chimie "verte"** reposerait aussi sur une consommation minimale d'énergie et le recours aux énergies renouvelables, l'utilisation renforcée de matières premières et de solvants non toxiques, renouvelables, non polluants, recyclables ou biodégradables. Par la même, est relancée l'idée du renouveau d'une **"agro-chimie"**, la biomasse (qui représente aujourd'hui aux alentours de 5% à 8% des matières premières de base de la chimie) paraissant en mesure de répondre à quelques-uns des critères énoncés par les promoteurs de cette chimie verte.

En 1998, le **rapport de P. Desmarescaux "Situation et perspectives de développement des productions agricoles à usage non alimentaire"** mettait en avant certains débouchés potentiels supplémentaires pour des **biomolécules** produites à partir d'oléagineux, de céréales, de betteraves et avançait des estimations des surfaces agricoles nécessaires à leur satisfaction en 2010 : 83 000 hectares et 110 000 t pour les biolubrifiants (sur un marché de 850 000 tonnes en France et de 5 Mt en Europe), 60 000 ha et 100 000 t pour les tensioactifs et autres produits pour la détergence (avec un marché européen de 2,3 Mt dont environ 20% d'origine végétale), 155 000 ha et 0,5 Mt pour les intermédiaires chimiques et les solvants (à l'origine de l'émission de composés organiques volatils nocifs, qui ont fait l'objet à partir de 1999 de nombreux textes réglementaires en France et en Europe pour en contraindre l'usage : plusieurs solvants d'origine pétrolière devront ainsi être remplacés en application de ces textes et ils pourraient l'être notamment par des agro-solvants issus de la lipochimie et de la sucrochimie). Ces chiffres sont à actualiser et réexaminer, mais les orientations ont été confirmées en 2005 dans l'ouvrage coordonné par Paul Colonna, **"La chimie verte"**.

Le rapport attirait par ailleurs l'attention sur les possibilités d'élargir les usages des produits agricoles à travers des **biomatériaux** (biopolymères thermoplastiques, agromatériaux), usages qui sont déjà une réalité ancienne puisque la cellulose, polymère naturel extrait entre autre du bois, a fait l'objet depuis longtemps de diverses transformations chimiques pour donner toute une gamme de polymères synthétiques aux multiples applications, y compris comme fibres thermoplastiques ou comme composants de matériaux composites (verre sécurité). Ces usages restent aujourd'hui encore restreints à **des marchés de niche** tels que les sacs de collecte de déchets verts, les sacs à compost, les couverts pour la restauration rapide... si on s'en réfère à l'ADEME, ... ou à des débouchés **faisant appel à des "solutions technologiques à haute valeur ajoutée** (**"La chimie verte" coordonné par Paul Colonna, éditions Tec & Doc-Lavoisier, novembre 2005**) où d'autres critères que le seul prix de revient industriel contribuent à orienter le choix du consommateur. C'est en effet à ce niveau que la compétitivité des produits issus du carbone renouvelable peut conférer des avantages relatifs sur l'ensemble des produits de grande consommation. Ainsi dans le domaine des fibres agricoles, à la suite des diverses délocalisations des activités manufacturières des fibres naturelles vers les pays en voie de développement, les acteurs européens des filières "fibres agricoles" ont recentré leurs activités sur des concepts à forte valeur ajoutée, c'est-à-dire la conception de produits techniques performants (composites à usage automobile, textiles techniques pour le bâtiment, à base de lin, chanvre, jute et sisal). Ces produits représentaient l'équivalent de 350 000 tonnes de fibres au niveau mondial en 2002, dont 15 000 t en France". **La pénétration des biomatériaux sur des marchés de masse** (emballages de calage et alimentaires, films agricoles, composants automobiles isolants) est à suivre, en même temps que **seront améliorées leurs propriétés et que continueront à être intégrées, dans les réglementations française et européenne, les préoccupations des consommateurs et des citoyens en matière de santé et d'environnement.**

4. PERSPECTIVES

Face aux défis qui se profilent, des interrogations subsistent ainsi sur les réelles perspectives d'avenir des diverses filières, en raison des multiples facteurs intervenant dans leur évolution et de l'incertitude qui existe sur chaque facteur. C'est au cas par cas que doit être étudiée la possibilité des très nombreux bioproduits à se faire une place sur des marchés par nature concurrentiels.

4.1. La concurrence en aval entre produits et procédés

Si on met à part des produits comme le tabac qui ont des usages très spécifiques, une **fonctionnalité technique particulière** qu'aucune autre matière première ne peut satisfaire, peut garantir le débouché de tel ou tel bioproduit : c'est le cas de certaines plantes à parfums, du bois pour la fabrication de papiers et cartons, du caoutchouc naturel qui possède des propriétés que le caoutchouc synthétique, fabriqué à partir du pétrole, ne parvient pas à égaler dans toute une série d'applications. Mais, cette situation n'est pas la plus courante et, pour un usage donné, **le bioproduit se trouve le plus souvent en situation concurrentielle** avec d'autres sources de matières premières ou d'autres technologies susceptibles de remplir la même fonction. Il ne se développera, en l'absence de toutes autres considérations (réglementation, fiscalité, "consommation citoyenne") que s'il présente un avantage économique.

Dans le domaine du chauffage, l'électricité d'origine nucléaire, la géothermie, l'énergie solaire, les biocombustibles, sont tous des candidats potentiels pour remplacer à terme le chauffage au fioul et il sera sans doute nécessaire de les mettre tous en œuvre d'une manière complémentaire. Le domaine du transport est un autre exemple de **la multiplicité des solutions** qui se présentent (éthanol, ETBE ou diester en mélange plus ou moins important avec les carburants fossiles pour alimenter un moteur à explosion, GPL avec moteur à systèmes d'injection adaptés liquide ou gazeux, gaz naturel de ville, piles à combustibles et moteur électrique), tandis que continuent les recherches sur l'énergie solaire, sur l'air comprimé, sur la gazéification des matières premières ligno-cellulosiques. Depuis quelques années, les grands constructeurs proposent aussi des véhicules hybrides de plus en plus propres et performants, combinant l'utilisation alternée du pétrole et d'autres énergies. Il s'agit peut être là d'un pallier technologique transitoire, dans l'attente de solutions permettant de cesser de brûler des hydrocarbures. Mais l'avenir n'est pas écrit et qui peut dire aujourd'hui quel sera le vainqueur de cette compétition ?

Les avancées technologiques vont ainsi être un premier facteur majeur d'évolution de la compétitivité relative des différentes filières. Les produits issus de la biomasse peuvent obtenir des avantages compétitifs grâce à de nouveaux progrès de la recherche agronomique (comme l'aboutissement des travaux sur des plantes énergétiques dédiées), à des évolutions dans les choix de cultures et dans les pratiques culturales (y compris par l'utilisation d'OGM s'ils sont acceptés par le monde agricole et le reste de la société), à la mise au point de nouvelles possibilités de transformation de la biomasse ligno-cellulosique, à l'adaptation des biomolécules et des biomatériaux à des usages spécifiques ciblés.

L'évolution des cours des matières premières fossiles, dont les fluctuations en fonction de facteurs techniques, géopolitiques, économiques, sociétaux peuvent être erratiques, **sera aussi un autre élément déterminant de cette compétition commerciale.** Par exemple, de nouveaux progrès réalisés dans l'extraction de ces matières premières, la mise en place effective de politiques plus économes en énergie fossile par les grands pays consommateurs, au premier rang desquels se situent et de loin les Etats-Unis, pourraient contribuer à infléchir les tendances haussières actuelles. Mais, il est bien difficile de prévoir comment vont s'articuler les rythmes respectifs d'évolution de ces divers facteurs à court et moyen terme, même s'il est clair qu'à plus long terme avec l'épuisement physique des ressources non renouvelables le fléau de la balance risque fort de pencher irrémédiablement d'un côté.

Les politiques volontaristes des instances européennes ou nationales constituent un autre facteur primordial d'intervention sur les compétitivités relatives de court terme des différentes filières. En internalisant de manière explicite et stable, à travers des mesures d'ordre financier, des réglementations et en soutenant des recherches spécifiques, elles permettent de prendre en compte des objectifs de nature diverse (considérations stratégiques liées aux contextes internationaux ou nationaux de court et long terme, protection du consommateur, protection du secteur productif, réaction à des demandes sociétales, à l'action des lobby, ...). Les aides directes aux cultures énergétiques, les aides fiscales aux investissements en matière d'équipement de chauffage pour la production d'énergie renouvelables, la réduction de la TIPP pour les biocarburants, ... sont autant de mesures permettant d'encourager le développement des valorisations non alimentaires de la biomasse, les taxes sur les énergies polluantes autant de manière de pénaliser les énergies fossiles.

De telles politiques destinées à "contrecarrer" la "libre" action des marchés gagnent sans doute à s'appuyer sur des analyses sérieusement étayées établissant des bilans aussi complets que possible (notamment sur le plan environnemental, énergétique) des effets positifs et des effets négatifs des différentes options en concurrence. Cela ne les met pas pour autant à l'abri des contestations que peuvent engendrer des différences d'appréciation dans les critères à prendre en compte et/ou des conflits d'intérêt, au plan national comme au plan international.

Par exemple, les points de vue divergent quant à la manière de traiter le dossier des résidus plastiques imputrescibles d'origine pétrolière qui représentent 10 millions de tonnes en Europe pour les seuls emballages et qui posent divers problèmes environnementaux. Le recours à des sacs biodégradables composés de 40 ou 50% de dérivés de l'amidon fait partie de la gamme des solutions possibles. En France, l'Assemblée Nationale avait adopté, le 11 octobre 2005, l'article 11 bis du projet de loi d'orientation agricole visant à interdire la distribution au consommateur final de sacs ou emballages en plastique non biodégradable à partir du 1er janvier 2010. Un amendement du sénat du 8 novembre 2005, a réduit, **sur des bases argumentées**, aux seuls sacs de caisse à usage unique (qui représentent environ 20% des plastiques) le champ d'application de l'interdiction.

Les biocarburants peuvent également illustrer ce point dans la mesure où ils sont le plus souvent présentés comme une solution (parmi d'autres certes) pour faire face à la dépendance de la France et de l'Europe en matière de transport, alors qu'on oublie de souligner que les biocarburants sont également, et peut être surtout, un moyen indirect de soutien de l'agro-industrie et de l'agriculture, sous la responsabilité de chaque pays. A ce titre, il est possible que des dispositions prises pour favoriser leur développement soient considérées comme contraires aux règles de l'Organisation mondiale du commerce (OMC), car ayant des effets de distorsion sur des échanges qui risquent d'être significatifs pour ces productions.

4.2. La compétition en amont dans l'usage des terres

D'après l'ADEME, les cultures agricoles à vocation non alimentaire représentaient en France autour de 800 000 hectares en 2004, soit 4% de la surface agricole mise en culture. 330 000 hectares concernent la production de biocarburants, 240 000 ha la filière amidon (papeterie, chimie...), 140 000 ha la production de dérivés chimiques des oléagineux et des plantes glucidiques, 60 000 ha les plantes textiles et fibreuses. Il faut y ajouter 10 000 ha de tabac et 29 000 ha de plantes destinées à la pharmacie et à la parfumerie.

Une question se pose : la France dispose-t-elle des surfaces suffisantes pour satisfaire un éventuel accroissement des besoins ? Elle ne se pose pas pour les productions à forte valeur ajoutée et à débouchés limités, destinées à la chimie fine, à la pharmacie, peu consommatrices de surfaces et très rémunératrices, ... mais elle se pose pour des productions de masse à faible valeur ajoutée (biocarburants, combustibles). La couverture des besoins nationaux (250 Mtep/an) par des biocarburants produits en France immobiliserait la totalité de la surface agricole.

A des niveaux de besoins plus modestes, la compétition dans l'utilisation des terres entre usages alimentaires et non alimentaires se pose aussi en terme **de revenus pour l'exploitant**. Ainsi, la réalisation des objectifs d'incorporation de 5,75% de biocarburants dans les carburants en 2008, de 7% en 2010 et 10% en 2015, impliquera une forte mobilisation de terres agricoles au-delà des surfaces libérées par le gel des terres. En théorie, la nouvelle réforme de la PAC de 2003 incite les agriculteurs à produire davantage de cultures énergétiques. Le soutien au revenu dont bénéficient les agriculteurs est désormais en règle générale et pour la plus grosse part découplé, c'est-à-dire indépendant des cultures produites, mais la réforme a introduit une "aide spécifique en faveur des cultures énergétiques" de 45 € par hectare (une superficie maximale garantie de 1 500 000 ha au niveau européen étant toutefois établie comme plafond budgétaire). En outre, est maintenue la possibilité de consacrer des terres mises en jachère obligatoire à des productions non alimentaires (y compris des cultures énergétiques). Par le passé, seule une gamme limitée de cultures énergétiques pouvait, à travers le régime de la mise en jachère, bénéficier d'un soutien.

Pourtant, les conclusions qui sont tirées des résultats obtenus en utilisant le **modèle d'équilibre partiel et dynamique, OSCAR, mis au point par l'INRA**, indiquent qu'avec les technologies actuelles, "*les retombées microéconomiques pour les producteurs agricoles sont surtout tangibles tant que la jachère PAC est valorisée. Au-delà, ces retombées s'amenuisent fortement*".

Cette "compétition" doit en outre être replacée dans un contexte mondial. Il est en effet possible, voire probable, que des importations d'éthanol ou d'huiles en provenance du Brésil et du Sud-Est asiatique viennent concurrencer les productions nationales à mesure que progresseront les besoins dans le secteur des transports, le plus demandeur.

4.3. Conclusions

La dernière crise pétrolière a remis à l'ordre du jour l'intérêt des productions agricoles et forestières comme substituts partiels aux ressources fossiles non renouvelables et génératrices de nuisances environnementales. Cela sera-t-il suffisant pour relancer d'une manière notable et durable ces valorisations ? Ne surestime-t-on pas leur capacité à jouer un tel rôle alors que l'incertitude domine : Qu'en sera-t-il dans les années à venir et les prochaines décennies du développement d'autres technologies concurrentes ? Comment s'arbitrera la compétition dans l'utilisation des terres entre usages alimentaires et non alimentaires, entre usages agricoles et urbanisation ? Ne risque-t-on pas d'assister à un enchérissement des prix des produits agricoles et, plus grave encore, des produits alimentaires, sans pour autant apporter des solutions autres que marginales à l'épuisement du pétrole ? Comment se redistribueront les cartes en matière de localisation géographique des

différentes productions au niveau mondial ? L'affichage d'objectifs communautaires de long terme ambitieux en matière de valorisation de la biomasse est-il en mesure d'infléchir une politique et un budget agricole qui cristallisent les tensions ? Quelles seront les conséquences pour notre agriculture nationale ?

Ces questions restent ouvertes... et constituent autant de pistes possibles de recherche pour le département SAE2 dans le cadre des orientations stratégiques que l'INRA est en train de définir dans ce domaine.

Sources et pour en savoir plus

Marsal P., Sourie J.C., Gorse P., 1976. Aspects économiques de la récupération des pailles. INRA-ESR.
Sourie J.C., Jayet P.A., 1979. La biomasse, source d'énergie, quelques éléments sur l'état des connaissances, quelques réflexions sur la faisabilité. INRA-OCDE.
Janet C., Gorse P., 1982. Contribution à l'analyse de l'évolution des systèmes de production de biomasse et des systèmes alimentaires : Typologie des produits et des techniques ; Evolution des structures.
Sourie J. C., 1983. L'éthanol carburant à partir de la betterave sucrière. Réflexion d'un économiste.
Requillart V., 1984. Valorisation énergétique des pailles de céréales.
Farget M.A., Le Pape Y., Janet C., Eisler P., 1985. Perspectives énergétiques dans le Trièves. La valorisation énergétique de la biomasse.
Janet C., Reynaud A., 1985. Bilan des valorisations énergétiques de biomasse en France : du projet de développement agricole aux réalisations industrielles. Rapport dans le cadre de la convention annuelle INRA-AFME.

Costa S., Requillart V., 2000. Evaluation publique de la production de biocarburants. Application au cas de l'ester méthylique de colza.
Gavaland A., Record S., Requillart V., 2004. Le boisement des terres agricoles peut-il constituer une voie de diversification des revenus des agriculteurs ?
Riedacker A., Dameron V., Barbier C., 2005. An integrated approach to stabilize greenhouse gas concentration in the atmosphere : the impact of afforestation of agricultural land becoming available in the world.
Jayet P.A., Godard C., Niang N.B., Bamière L., De Cara S., Debove E., Baranger E., Brisson N., Ripoche D., Le Bas C., Arrouays D., 2005. Modélisation intégrée des composantes économique et biophysique des productions végétales en relation avec le changement climatique.
Sourie J.C., Treguer D., Rozakis S., décembre 2005. L'ambivalence des filières biocarburants. INRA Sciences sociales, N°2

Plus d'informations

"La chimie verte" coordonné par Paul Colonna, éditions Tec & Doc – Lavoisier, 2005.
Site du LEF Laboratoire d'Economie Forestière de Nancy <http://lef.nancy-engref.inra.fr/>

ANNEXE 1

Qu'est ce que la biomasse ?

Dans la loi de programme n° 2005-781 du 13 juillet 2005 fixant les orientations de la politique énergétique en France, la biomasse est présentée comme "la fraction biodégradable des produits, déchets et résidus provenant de l'agriculture y compris les substances végétales et animales, de la sylviculture et des industries connexes ainsi que la fraction biodégradable des déchets industriels et ménagers". Il est cependant utile de compléter cette définition.

La biomasse qu'elle soit utilisée à des fins alimentaires ou non alimentaires est généralement définie comme l'ensemble des organismes vivants (macro-organismes végétaux, animaux ou micro-organismes) ainsi que des produits organiques qui en sont directement issus (lait, laine, soie, miel, déjections, caoutchouc naturel,...). Par extension, sont assimilés à la biomasse des produits issus d'une transformation mécanique, biologique par voie fermentaire, voire chimique des précédents. Elle peut avoir pour origine un milieu terrestre, aquatique ou artificiel. Elle peut être produite par l'homme ou se développer naturellement sans son intervention directe. Ceci permet de distinguer :

- **La biomasse liée au milieu terrestre** : Cet ensemble est de loin celui qui est le plus exploité aujourd'hui. Il est caractérisé par le fait que la plus grande partie de la biomasse utilisée est produite par l'homme (culture, élevage, sylviculture), même si les ressources naturelles végétales (bois, taillis, prairies naturelles,) ou animales ne sont pas négligeables. Cependant, en dehors de l'exploitation forestière, la cueillette des ressources végétales naturelles et la chasse n'ont globalement à l'échelle mondiale plus qu'une place marginale. A noter qu'environ le tiers des terres de notre planète est occupé par des cultures, un autre tiers par la forêt, le tiers restant étant nu.

- **La biomasse liée aux milieux aquatiques** : A l'inverse de l'ensemble précédent, elle est essentiellement d'origine "naturelle" et elle est prélevée par la pêche, la chasse, ou la cueillette (algues). Le contrôle de la production par l'homme est limité : ostréiculture, mytiliculture, pisciculture d'étang. Les espoirs placés au début des années 70 dans l'émergence d'une aquaculture et pisciculture marine n'ont pas donné lieu pour l'instant aux développements espérés sur le plan quantitatif au niveau mondial.

- **La biomasse produite en milieu artificiel (hors sol)**. Il s'agit, en général, de production portant soit sur des macro-organismes (élevages hors sol, cultures hydroponiques, pisciculture en bassin ou en cuve), soit sur des micro-organismes (levures obtenus par fermentation sur substrats agricoles, voire levures cultivées sur substrats non agricoles tels que les alcanes, comme cela a été développé dans les années 70). Cette dernière activité est prise en charge par des acteurs industriels et bénéficie des retombées des recherches en biotechnologie, même si là encore, les réalisations ne sont pas, sur un plan quantitatif du moins, à la hauteur des prévisions faites dans les années 70.

L'apport de la biomasse produite à la surface du globe terrestre est considérable : 12.1011 t/an, dont la plus grande partie est constituée de ligno-cellulose, avec des quantités plus faibles d'amidon et de saccharose (108 t/an). Seulement 6.109 t/an sont utilisés par l'homme. A part les usages du bois pour l'énergie et les matériaux de construction, 95% de la biomasse récoltée est destinée à des usages alimentaires.

En Europe, environ 8 107 t de biomasse sont produites annuellement dont 37 106 t de **cellulose**. 18,6 106 t d'**huiles végétales** sont produites en majorité à partir de colza, environ 17 106 t de **saccharose** à partir de la betterave et 7,7 106 t d'**amidon** à partir du blé, du maïs et de la pomme de terre. Plus de la moitié (42,3 106 t) de ces ressources végétales sont utilisées dans le domaine non alimentaire. Cette valeur est constituée essentiellement par la cellulose et ses dérivés (35 106 t), en grande majorité dans la pulpe et le papier. **Les amidons et les huiles végétales** ont des débouchés non alimentaires significatifs, de 3,4 et 2,6 106 t respectivement. En revanche, le **saccharose** ne valorise qu'une part mineure (3 105 t) dans les domaines non alimentaires.

ANNEXE 2

Rejet de gaz à effet de serre et changements climatiques

Présents en petite quantité dans l'atmosphère, certains gaz à effet de serre comme le gaz carbonique (CO₂), le méthane, le dioxyde d'azote (NO₂), permettent le maintien sur terre d'une température moyenne d'environ 15°C. Mais, depuis la révolution industrielle du 19^{ème} siècle, l'utilisation de quantités toujours plus importantes de matières premières fossiles a induit des émissions croissantes de ce type de gaz (sept milliards de tonnes par an aujourd'hui). La déforestation à grande échelle de certaines régions du globe (forêt amazonienne) ainsi que certaines méthodes agricoles ont renforcé ce phénomène. En parallèle, depuis le début du XX^e siècle, la température à la surface du globe s'est accrue de 0,6°C, augmentation qui dépasse par son ampleur et sa rapidité toutes celles survenues au cours des 10 000 dernières années.

Certes, l'histoire de la terre est jalonnée de changements climatiques de grande ampleur avec des successions de glaciation et de périodes chaudes et certains, par conviction ou intérêt, ont contesté l'existence d'une relation entre **cette émission "additionnelle" de gaz** et le réchauffement climatique observé. A tort ou à raison, une majorité de scientifiques sont aujourd'hui d'un avis contraire et admettent ce lien. Les scénarios couramment avancés font même état d'une poursuite du réchauffement de la surface du globe compris entre 1,4 et 5,8°C d'ici à 2100. Pour que la situation ne se dégrade pas davantage, l'humanité devrait diviser par deux ses émissions de CO₂ dans l'atmosphère (en passant de six à trois milliards de tonnes de CO₂ rejeté par an). Cela signifie, pour les pays riches, diviser par quatre leurs émissions, soit une réduction de 3% par an durant cinquante ans.

Quelques degrés de plus, c'est peu, mais cela suffit pour entraîner des conséquences majeures : élévation du niveau des mers conduisant à une réduction des terres habitables en particulier dans certaines zones côtières très peuplées, risques d'importants changements dans la répartition des climats sur la planète avec des modifications des températures, du régime des précipitations, des ressources en eau, et donc de localisation des productions agricoles, des activités économiques et des populations humaines. Les épisodes de canicule qui se sont produits en France ou l'augmentation de la fréquence des tornades de forte intensité sur les côtes des Etats Unis depuis quelques années n'ont fait que renforcer les inquiétudes.

Une première prise de conscience internationale de la gravité des enjeux avait permis la tenue du **sommet de RIO en 1992**. 153 pays sur les 186 représentés à l'ONU avaient signé la **Convention Cadre sur les Changements Climatiques**, afin de coordonner sur le plan international les actions menées pour "prévoir, prévenir ou atténuer les causes du changement climatique et en limiter les effets néfastes". La Convention reconnaissait des "responsabilités communes mais différenciées" suivant les pays : tous s'engageaient à faire des efforts, mais seuls les pays industrialisés, qui sont les plus gros producteurs de CO₂, s'étaient donnés pour objectif de ramener avant l'an 2000 les rejets de gaz à effet de serre au niveau de 1990.

La convention est entrée en vigueur en 1994. Ces objectifs n'ont pas été atteints, mais la voie était ouverte à un deuxième **sommet à KYOTO en 1997** et à la signature par 111 pays d'un protocole **par lequel les pays industrialisés ont pris des engagements chiffrés et, en principe, contraignants** (les pays en développement continuant à être exemptés) : à condition d'une part que le protocole soit signé par 55 pays d'une part et que ces pays représentent plus de 55% des émissions des 6 principaux gaz à effet de serre d'autre part, les pays industrialisés s'engageaient à réduire, pour la période 2008-2012, leurs émissions des cinq principaux gaz incriminés de 5,2 % par rapport à leur niveau de 1990. Le protocole de Kyoto est entré en vigueur le 16 février 2005, les deux conditions pour le mettre en œuvre étant alors remplies, avec sa ratification par la Russie en novembre 2004. La première rencontre des Parties au Protocole de Kyoto depuis son entrée en vigueur (34 pays industrialisés qui s'engagent sur des niveaux d'émission et 123 pays en développement) a conforté ce protocole à **Montréal en décembre 2005** en décidant d'en poursuivre la démarche au-delà de 2012 par une série d'accords.

La divergence de vue est ainsi totale entre la communauté internationale et le gouvernement fédéral des Etats-Unis, premiers pollueurs de la planète (20 tonnes par an et par habitant d'émissions de gaz à effet de serre contre une dizaine pour l'Union européenne, 1,2 t pour l'Inde, 2,2 t pour la Chine) qui s'étaient retirés du protocole de Kyoto en 2001. La crainte de l'administration fédérale américaine d'un isolement croissant sur la scène mondiale, jointe à son souci de ne pas aller à l'encontre, dans ce domaine aussi, d'une opinion publique qui commence à évoluer ainsi que des mesures prises par un certain nombre d'Etats fédérés, l'a certes poussée à se rallier à la déclaration finale de la 11^{ème} Conférence des parties de la Convention-cadre des Nations unies sur le changement climatique, qui se tenait également à Montréal en décembre 2005. Mais elle l'a fait après l'avoir vidé de tout contenu contraignant : cette déclaration ne débouche que sur l'ouverture d'un dialogue sans objectif de résultats et **les Américains continuent à refuser une approche fondée sur des engagements par pays de réduction des émissions de gaz à effet de serre**.

L'UE s'est engagée au contraire à aller plus loin et à réduire de 8 % le niveau de ses émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2008/2012, par rapport à 1990. Cette obligation globale (dite "bulle européenne") a été répartie entre les "anciens" pays membres, en vertu d'un "accord de partage de la charge", en fonction de leurs différences socio-économiques. L'Allemagne doit par exemple diminuer ses émissions de 21% tandis que l'Espagne est autorisée à les augmenter de 15%. La France qui avait commencé à prendre des mesures dès le début des années 1990, doit seulement stabiliser ses émissions et ne pas émettre plus 565 millions de tonnes équivalents CO2 par an entre 2008 et 2012. Le plan national de lutte contre le changement climatique (PNLCC) adopté par le gouvernement en janvier 2000, a été renforcé en 2004 par le Plan Climat. L'UE a en outre affiché sa détermination en définissant des objectifs de long terme ambitieux : une réduction des émissions de 15-30% d'ici 2020 et de 60 à 80% d'ici 2050. **Sera-t-elle en mesure d'y parvenir ? C'est une autre question ...**

L'exploitation de la biomasse fait partie des solutions qui peuvent contribuer à remplir ces objectifs, à condition que des **écobilans** viennent en étayer la pertinence : elle permet de réduire les émissions de gaz à effet de serre par le remplacement de l'énergie fossile et par l'utilisation plus importante de matériaux comme le bois consommant moins d'énergie. Elle permet aussi la **conversion du carbone en stock** (puits de carbone) dans les forêts et les produits bois. Les modalités de valorisation et de financement de cette dernière possibilité d'exploiter la biomasse restent à définir.

ANNEXE 3

Situation et perspectives de développement des productions agricoles à usage non alimentaire (Productions forestières exclues)

	Situation 1998		Perspectives 2010	
	Tonnage (t)	Surfaces (ha)	Tonnage (t)	Surfaces (ha)
PRODUCTIONS ENERGETIQUES				
Biocarburants	435 000	255 000	500 000 à 1 000 000	300 000 à 600 000
EMHV	280 000	233 000		
ETBE	155 000	22 000		
Biocombustibles (bois exclu)		1 000		40 000
Taillis courte rotation		1 000		10 000
Plantes annuelles				30 000
PRODUCTIONS NON ENERGETIQUES				
Amidon industriel (Céréales, pommes de terre)		240 000		300 000
Pharmacie, plantes à parfum		29 000		37 000
Solvants et intermédiaires chimiques	300 000	85 000	500 000	155 000
Oléagineux			50 000	40 000
Céréales, Betteraves	300 000	85 000	450 000	115 000
Biolubrifiants(oléagineux)	10 000	8 000	110 000	83 000
Tensio-actifs			100 000	60 000
Oléagineux (partie lipophile)			75 000	55 000
Autres (partie hydrophile)			25 000	5 000
Polymères, Matériaux				10 000
Plantes textiles (Lin et chanvre)		58 000		58 000
Tabac		10 000		10 000
TOTAL		676 000		1 040 000 à 1 340 000

Extrait à partir du rapport P. Desmarescaux : "Situation et perspectives de développement des productions agricoles à usage non alimentaire" (décembre 1998).