

# La bioénergie, une composante essentielle du développement planétaire durable ?

Arthur Riedacker

*La réflexion présentée dans cet article doit nécessairement et simultanément prendre en compte des aspects extrêmement divers ; la demande en produits alimentaires et en produits non énergétiques issus de l'agriculture et de la forêt ; les perspectives de développement des échanges commerciaux régionaux ou mondiaux ; les interactions avec les autres usages des espaces agricoles et forestiers ; les conséquences possibles sur la diversité génétique et les paysages, sur le réchauffement climatique, sur le régime des eaux, sur l'érosion des sols...*

*La mise en oeuvre de programmes ambitieux de développement de la bioénergie supposerait par ailleurs l'élaboration et l'application de nouvelles politiques agricoles et énergétiques ainsi que de nouveaux progrès technologiques. Ils ne pourront émerger qu'avec la mise sur pied de programmes de recherche et de développement plus ambitieux qu'aujourd'hui.*

*Dans cet article l'auteur n'a pas souhaité escamoter cette complexité et la nécessité d'une approche globale et planétaire même si certains des aspects sont mal quantifiables.*

G.C.

**A**u milieu du siècle prochain la population mondiale aura doublé par rapport aux années 1980 et décuplé par rapport au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle. Pour faire face aux besoins croissants qui en résultent, il faudrait que les croissances économiques et les productions alimentaires soient au moins légèrement supérieures à la croissance démographique. Or, depuis plusieurs décennies, bon nombre de pays en développement se sont endettés davantage sans pour autant connaître de croissance économique significative. En Afrique, la production alimentaire par habitant a même régulièrement régressé depuis une dizaine d'années [1].

L'exemple à suivre serait-il celui des quatre dragons ? On peut en douter. Selon Bairoch [2], si le reste du tiers monde à

économie de marché devait exporter autant d'articles manufacturés par habitant que ces derniers, l'ensemble du marché intérieur des pays développés serait tout juste suffisant pour les absorber, même si la production pour leur propre consommation était réduite à néant ! Certes les situations sont contrastées et diffèrent beaucoup suivant les pays. Mais il reste à réfléchir davantage sur les moyens de sortir de cette impasse.

Pendant le même temps, les atteintes à l'environnement n'ont cessé de croître, tant dans les pays pauvres (déforestation, dégradation des sols par l'agriculture, désertification) que dans les pays industrialisés (pluies acides, réduction de la couche d'ozone, réchauffement possible de l'atmosphère par suite des émissions croissantes de gaz à effet de serre, risques nucléaires, pollution des eaux).

Au Sud, ces atteintes résultent principalement des fortes croissances démographiques associées à de trop faibles accroissements de la productivité des terres.

Au Nord, par contre, les causes de cette évolution tiennent à l'augmentation de la consommation d'énergie par habitant et à l'adoption de techniques qui se sont révélées être dangereuses pour l'environnement (comme les CFC).

La préparation du sommet de Rio (les travaux du Groupe Intergouvernemental sur l'Evolution des Climats (GIEC), la signature des Conventions sur le Climat et sur la Biodiversité, ainsi que l'établissement de l'Agenda 21) a développé la prise de conscience des risques environnementaux locaux et planétaires.

# Bioénergie et développement planétaire durable

Divers pays ont aussi à cette occasion développé des réflexions pour accroître la sensibilisation et la prise en compte de ces aspects. En Australie [3], la réalisation des rapports nationaux sur l'agriculture et la forêt s'est accompagnée d'une large mobilisation des acteurs. En France, le Commissariat au Plan a développé des réflexions intéressantes, quoique plus discrètement [4].

Mais cela a conduit le plus souvent à mettre l'accent sur les impacts des développements économiques sur l'environnement de chacun des pays. Les conséquences des relations entre les économies des pays du Nord et du Sud sur la gestion des milieux et les problèmes environnementaux globaux ont généralement été soit oubliées, soit seulement évoquées superficiellement.

Ces approches ont cependant quelques mérites; elles sont pédagogiques et ont permis d'avancer concrètement dans les négociations internationales. Pour ces raisons, elles méritent d'être poursuivies. Il nous semblerait cependant dangereux de continuer à ignorer les exigences des développement économique des pays du tiers monde et à réduire le développement durable à sa composante environnementale, voir nationale.

Si l'on s'intéresse réellement à la promotion de développements planétaires plus durables, il conviendrait de s'interroger désormais davantage et simultanément:

- sur les évolutions irréversibles ou difficilement réversibles,

- sur les liens entre les politiques agricoles, forestières et énergétiques,
- sur les impacts des relations commerciales Nord/Sud,
- sur les développements technologiques à favoriser en priorité.

Nous mettons l'accent ici sur la nécessité d'utiliser plus efficacement un espace agricole devenant plus rare tout comme il en adviendra du pétrole. Nous n'insisterons en revanche pas sur la nécessité de promouvoir aussi par ailleurs une utilisation plus efficace de l'énergie (cf article de B. Dessus dans ce numéro).

## Développements durables et développement planétaire durable

La notion de "développement durable" (ou "soutenable") des auteurs du rapport Brundtland [5] est apparue avec en toile de fonds la faillite des développements de bon nombre de pays du tiers monde, une croissance démographique élevée et des menaces de dégradation de l'environnement de plus en plus inquiétantes.

De nombreuses autres définitions en ont été données depuis. Mais certaines d'entre elles en se limitant à un secteur, à un pays, ou à l'environnement local nous paraissent conduire, pas toujours innocemment, sur des chemins dangereusement réducteurs. Elles peuvent par exemple éviter que l'on s'interroge sur les conséquences des politiques des pays du Nord sur le développement économique et l'environnement des pays du Sud. Elles peuvent aussi conduire, par exemple lors de réflexions sur l'agriculture soutenable en France, à ne pas mentionner le rôle que pourrait jouer la production de biomasse dans les efforts susceptibles d'atténuer un éventuel réchauffement des climats [6].

Le Plan Vert du Ministère français de l'Environnement présenté au parlement en 1991 ignorait d'ailleurs lui aussi presque complètement les implications d'une politique volontariste de production de bioénergie, et donc d'une autre politique d'aménagement du territoire, sur les émissions de gaz à effets de serre [7]. C'est pourquoi nous proposons, afin de remédier au détournement possible du concept des auteurs du rapport Brundtland, que l'on précise désormais, en parlant du développement durable ou soutenable, à quel niveau on se place: à un niveau sectoriel, local, régional, national ou planétaire.

Le terme de *développement planétaire durable* (ou *soutenable*) devrait être réservé à des approches visant réellement à appréhender d'abord les problèmes à ce niveau, même si les mesures et leurs conséquences doivent ensuite se décliner par zones géographiques et par secteurs.

**LES EVOLUTIONS IRREVERSIBLES  
OU DIFFICILEMENT REVERSIBLES:  
conséquences pour la gestion de l'espace rural  
et le développement de la bioénergie**

**P**réserver la durabilité suppose qu'on s'intéresse d'abord aux évolutions irréversibles ou difficilement réversibles, tout au moins à l'échelle humaine : à la réduction de la diversité génétique, aux changements climatiques, à la dégradation des sols, aux diminutions des capacités de certaines régions à alimenter certains grands fleuves en raison de déboisements importants suivis d'érosion; à l'urbanisation, à la croissance démographique<sup>1</sup>

Les interactions entre ces divers domaines sont nombreuses. Elles ont particulièrement bien été analysées dans un rapport de la banque mondiale, appelé Nexus, pour l'Afrique sub-

saharienne [8].

Dans chacune des préoccupations précisées dans les encarts ci-après et qui évidemment mériteraient des approches plus approfondies par pays et par région, il apparaît utile :

- d'intensifier jusqu'à un certain point la productivité des terres [9]; faute d'y parvenir en particulier en Afrique, la presque totalité des forêts africaines pourraient avoir disparu d'ici le milieu du siècle prochain [10],
- d'accroître la contribution de la bioénergie pour limiter la consommation des combustibles fossiles, et cela de préférence par le biais de la production de biomasses ligneuses car elles stockent davantage de carbone que les plantes herbacées.

1. La croissance démographique est un point central dans cette approche; c'est à cause d'elle qu'il faut modifier les pratiques agricoles - dont certaines ont fait preuve d'efficacité dans d'autres conditions - et d'aménagement du territoire. Notre propos n'est cependant pas de développer ici des réflexions sur les moyens de limiter cette croissance. Nous l'accepterons comme une donnée. Non pas qu'il serait inutile de chercher à l'infléchir, bien au contraire. Mais à court terme c'est une évolution sans doute encore plus difficilement modifiable que les tendances du commerce international consacrées par les accords du GATT. Nous nous devons de souligner ici que ces dernières peuvent fortement freiner l'émergence de modes de gestions planétaires plus durables.

Au Sud, l'ouverture de nouveaux débouchés "suffisamment rémunérateurs"<sup>2</sup> [11] pour les biomasses pourrait sans doute contribuer à intensifier la productivité des terres en permettant l'achat de matériels et d'intrants divers (par exemple de charrettes pour transporter du fumier, d'engrais minéraux, etc.). De nouveaux revenus pourraient en effet être générés directement par la production de biomasse ou indirectement en créant des emplois ruraux par exemple

2. Concept sur lequel ont reposé les politiques agricoles des pays du Nord

dans des petites industries valorisant la biomasse.

En Europe et aux Etats-Unis cela pourrait éviter la mise en friche de terres devenant vacantes et aider à créer des activités rurales nouvelles sans pour autant conduire à des surproductions alimentaires dont l'exportation serait non seulement coûteuse à subventionner, mais pourrait aussi, dans certains cas, nuire à l'essor de l'agriculture de pays en développement.

Sans doute n'est-il pas inutile de rappeler ici que la permanence des débouchés du bois d'œuvre ainsi que le développement des usines de pâte à papier ont grandement contribué à maintenir dans certaines parties du monde des forêts qui sinon auraient disparu. Au Brésil c'est au Sud, à proximité des usines de pâte, que l'on replante. Alors qu'en Amazonie et en Afrique des quantités considérables de biomasse partent régulièrement en fumée, faute de trouver des débouchés<sup>3</sup>.

L'installation d'unités de conversion de la biomasse en bioénergie (en chaleur, en électricité ou en carburant) pourrait sans doute faciliter la gestion des espaces ruraux, des forêts et des savanes, tout en aidant à intensifier l'agriculture

*(suite page 46)*

3. Les feux de savanes émettent annuellement plus de 1200 millions de tonnes de carbone en Afrique (ensuite refixé par la croissance des herbes) et les déforestations du Brésil plus de 300 millions de tonnes de carbone, c'est à dire cinq fois plus que les émissions dues à l'usage des combustibles fossiles dans ce même pays.

# Bioénergie et développement planétaire durable

## Les ressources génétiques

On a eu raison d'insister dans ce domaine sur la nécessité de préserver celles des forêts tropicales. Ne leur doit-on pas une multitude de produits dont le café, le latex, le chocolat, etc., inconnus au Nord il y a encore quelques siècles!

Mais on aurait sans doute tort d'oublier à quel point les ressources des zones arides, des sols salés et des prairies sont également précieuses, bien que l'on ait jusqu'ici moins attiré l'attention sur elles. Les céréales qui constituent la nourriture de base d'une grande partie de l'humanité auront peut-être besoin demain des gènes de ces aires pour résister à de nouveaux parasites, pour que l'on puisse continuer à mieux mettre en valeur des sols devenant plus salés, ou pour sélectionner des espèces adaptées aux changements climatiques redoutés. Peut-être parviendra-t-on aussi à tirer de ces aires de nouvelles espèces permettant de mieux satisfaire les besoins à venir d'une population planétaire croissante. En l'état actuel de nos connaissances scientifiques, toute perte de gènes dans ces aires représente une évolution irréversible qu'il faut essayer de limiter [12].

Cela suppose, au delà des conservations *in vitro* de gènes :

- de préserver intacts un certain nombre de territoires dans les zones menacées,
- de continuer à gérer certains territoires de manière traditionnelle\*,
- de continuer à développer des jardins botaniques d'introduction d'espèces (d'intérêt alimentaire, pharmaceutique, artisanal ou industriel) utiles pour le développement des pays du tiers monde,
- de développer des pratiques agro-forestières incluant une grande diversité d'espèces.

Savoir à partir de quelle superficie minimale et à partir de quelle forme du territoire, une espèce donnée, ou un groupe de gènes, ont des chances raisonnables de pouvoir se maintenir dans les écosystèmes qu'on aura décidé de protéger permettrait d'agir plus efficacement et de réduire les surfaces à protéger. Quoiqu'il en soit, il faudra empiéter le moins possible sur les territoires à préserver, donc apprendre à tirer davantage de ressources des écosystèmes déjà mis en culture.

\* Ainsi la suppression totale des feux par une protection trop efficace comme dans les pays scandinaves, pourrait se traduire par la disparition d'espèces, notamment dans les zones boréales, qui nécessitent précisément le passage du feu pour se régénérer.

## La fertilité des sols

La fertilité des sols est largement dépendante des actions humaines [16]. Lorsqu'on la laisse se dégrader, et sous les tropiques les sols sont plus fragiles que sous d'autres latitudes, le phénomène n'est que lentement ou pas du tout réversible.

En zones sahéliennes, où les sols sont déjà souvent pauvres, la surexploitation induit rapidement leur détérioration physique et minérale, puis l'érosion éolienne.

Sous climat plus arrosé les pentes déboisées peuvent s'éroder rapidement, limitant ainsi non seulement les potentialités de production agricoles, mais encore les capacités de rétention de certains régions en eau et donc, à terme, la possibilité d'alimenter régulièrement certains fleuves ou bas-fonds à rizières.

Pour limiter l'érosion, il convient, très schématiquement :

- d'intensifier la productivité des terres peu érodables, notamment des fonds de vallées afin de pouvoir éviter de déboiser les pentes;
- de créer des terrasses et des bandes boisées sur les terrains en pentes qu'on ne peut éviter de cultiver, dans les pays déjà densément peuplés (comme en Afrique de l'Est).

## Les changements climatiques

La teneur de l'atmosphère en gaz carbonique s'est élevée de 290 ppm en 1850 à 355 ppm aujourd'hui. Et l'on s'attend à ce que cela se poursuive sous l'effet conjoint de l'accroissement de l'utilisation de combustibles fossiles et des modifications des couverts végétaux. Les déforestations comme la mise en culture de prairies ou de savanes, réduisent les stocks de carbone séquestrés dans les biomasses et les matières organiques des sols et libèrent du carbone dans l'atmosphère. D'après les connaissances actuelles, on s'attend à deux types d'effet sur les écosystèmes et les productions végétales : un effet physiologique direct, probablement plutôt bénéfique, et un effet indirect via l'induction d'un réchauffement planétaire tantôt bénéfique, tantôt négatif.

### Effet direct de l'accroissement de la teneur en gaz carbonique de l'atmosphère sur les plantes

L'accroissement de la teneur de l'air en gaz carbonique pourrait conduire à une meilleure photosynthèse et à une meilleure utilisation de l'eau par certaines plantes. Il pourrait en résulter une extension des aires de culture en direction de zones plus arides. Il pourrait aussi en résulter un accroissement de la productivité des écosystèmes sous réserve qu'elle ne soit pas limitée par d'autres facteurs (trop basses températures, trop grande aridité, fertilité des sols insuffisante...). La croissance de la plupart des plantes de zones aux climats non extrêmes pourrait donc s'en trouver améliorée. Mais on peut s'attendre à ce que l'effet soit surtout bénéfique dans les pays riches où les agriculteurs auront les moyens (financiers, organisationnels...) de corriger les déséquilibres des sols.

En Afrique, où les sols sont souvent pauvres, où le coût des engrais rendus aux racines peut-être jusqu'à quatre fois plus élevé qu'en Europe et où les politiques agricoles visant clairement à favoriser le développement des agricultures locales font souvent défaut, l'effet potentiellement bénéfique de cette "fertilisation" du gaz carbonique sera vraisemblablement moindre.

### Effet de l'accroissement des émissions de gaz à effet de serre sur le climat

Les changements climatiques susceptibles de résulter des émissions non seulement de gaz carbonique, mais aussi de méthane (des feux in situ, des rizières, des fermentations anaérobies, etc.), de protoxyde d'azote émis dans certains cas lors de la dénitrification des sols (applications mal conduites d'engrais azotés, etc.) et de précurseurs de

l'ozone troposphérique (comme le monoxyde de carbone résultant de feux de forêts et de savanes, les composés organiques volatiles, etc.) pourraient se révéler néfastes surtout pour les écosystèmes forestiers. Ces derniers sont en effet beaucoup plus menacés par les changements climatiques que les formations à plantes annuelles à cause de la longueur de leurs cycles de reproduction. La réaction des arbres dépendra grandement de la façon dont ces changements se répartiront tout au long de l'année. Mais on ignore encore presque tout de ces derniers.

Pour les plantes annuelles des grandes cultures, il est vraisemblable que les recherches agronomiques et les sélectionneurs des pays industrialisés pourront intégrer à temps ces évolutions climatiques dans leurs programmes. L'agriculture de grands pays, comme celle des Etats Unis, pourrait d'ailleurs s'en trouver globalement peu affectée, les diminutions de rendements dans certaines régions se voyant compensées par des augmentations ailleurs. Les pays de l'ex-URSS pourraient même s'en trouver avantagés.

La disparition possible des terres fertiles de basse altitude, par suite d'une montée éventuelle du niveau des mers, pourraient en revanche être extrêmement désastreuses dans des régions déjà fortement peuplées comme le Bangladesh et l'Egypte.

On soupçonne aussi les déforestations de modifier le régime des pluies et de recycler moins d'eau vers les zones continentales. Mais les confirmations scientifiques paraissent encore insuffisantes. Quant à l'effet de la disparition de la végétation (désertisation) sur le climat global, cela reste également un sujet controversé.

Les mesures préventives à retenir ici, et pour ce qui concerne l'aménagement et l'utilisation des espaces, consistent à tenter :

- de limiter l'extension des zones cultivées pour éviter de déstocker le carbone du sol et des arbres; mais cela n'interdit pas l'exploitation des forêts ou des savanes;
- de limiter le recours aux combustibles fossiles; ce qui implique à la fois d'utiliser plus efficacement l'énergie et de recourir plus massivement à la bioénergie [13, 14];
- de gérer différemment les espaces agricoles et forestiers pour réduire les émissions de méthane (décharges, feu in situ...) et d'autres gaz à effet de serre;
- d'accroître le stockage biologique du carbone par des reboisements et des plantations d'arbres dans le cadre de pratiques agro-forestières.

# Bioénergie et développement planétaire durable

Cela nécessiterait par ailleurs des investissements unitaires moins élevés et des approvisionnements en biomasse moins homogènes et moins importants que pour la production de pâte à papier.

## VALORISER ET PRODUIRE DES BIOMASSES

**D**ans quelle mesure le développement de la bioénergie peut-il avoir des effets positifs et de réelles perspectives de développement ? Pour y voir plus clair nous proposons de distinguer quatre catégories (voir encadrés) classées suivant les promoteurs :

- 1 - les biomasses pour satisfaire les besoins domestiques de base,
- 2 - les biomasses permettant d'améliorer la viabilité des entreprises industrielles, agricoles et forestières,
- 3 - les biomasses servant d'élément de régulation dans les politiques agricoles nationales,
- 4 - les biomasses destinées à remplacer massivement des combustibles fossiles, que ce soit pour réduire les importations d'énergie ou pour réduire fortement les émissions de gaz à effet de serre.

Dans la pratique certaines filières peuvent correspondre à des intérêts croisés ; c'est ainsi qu'un consommateur rural ou urbain voulant satisfaire ses besoins de base peut également intéresser une entreprise forestière voulant abaisser le prix de revient de certaines opérations sylvicoles.

Dans la cas présent, ce sont avant tout les productions de

biomasse permettant d'améliorer la gestion de l'espace rural et de réduire les émissions de gaz à effet de serre qui nous intéressent. Dans l'un et l'autre cas, cela suppose une amélioration du prix relatif de la bioénergie, c'est à dire des progrès techniques, l'augmentation du prix des énergies fossiles ou des mesures réglementaires.

Des progrès techniques significatifs sont aujourd'hui de nouveau nécessaires, tant dans la production et la récolte que dans la conversion en énergie utile. Ceci non seulement pour améliorer le prix, mais aussi pour ouvrir de nouveaux débouchés (hors production de chaleur<sup>4</sup>) dans la production d'électricité ou de biocarburants.

L'instauration d'une écotaxe et l'affectation d'un pourcentage significatif de cette dernière au développement de la bioénergie, tant au niveau des investissements, c'est à dire du marché, qu'au niveau de la recherche, est une autre mesure envisageable. Il faut donc souligner qu'en l'absence de perspectives de marché les progrès technologiques seront inévitablement plus lents.

L'obligation pour chaque pays de substituer une certaine quantité<sup>5</sup> de combustible fossile par de la biomasse produite de façon renouvelable pourrait également donner un élan

significatif. Pour les pays très densément peuplés cela pourrait favoriser des opérations conjointes Nord/Sud ou Est/Ouest soit pour produire de la bioénergie ailleurs que sur leur propre sol, soit pour favoriser la recherche dans la production de bioénergie.

Parmi les autre circonstances susceptibles de stimuler les progrès technologiques dans le domaine de la bioénergie on peut mentionner une forte élévation du prix du pétrole. Mais en l'état actuel de l'endettement des pays producteurs cela paraît peu vraisemblable à court terme. Seuls les pays susceptibles de dévaluer fortement leur monnaie (comme ce fut le cas pour les pays de la zone du franc CFA qui dévaluèrent leur monnaie de 50 % en janvier 1994) peuvent théoriquement bénéficier de ce genre de stimulation. Mais ils ont en général le désavantage de ne pas être en mesure de générer à eux seuls les progrès techniques, notamment dans le domaine de la bioénergie, qui devraient accompagner de telles mesures.

*(suite page 49)*

4. L'étude menée par le CLIP (cf. l'article de C. Barbier et P. Radanne dans de ce numéro) montre que le développement même très volontariste de ces débouchés dans un pays comme la France, s'il est associé à une politique d'économies et d'efficacité énergétique, ne permettrait pas de faire progresser significativement les consommations actuelles de biomasse (en particulier du bois susceptible d'être exploité en forêt), si l'on n'arrive pas à développer de nouveaux débouchés hors production de chaleur.

5. A calculer par exemple en tenant compte du niveau de sa consommation par habitant.

## Les différentes catégories de biomasse

### 1. Les biomasses pour satisfaire les besoins domestiques de base

C'est actuellement et de loin la catégorie la plus importante; au Sud pour la cuisson des aliments et au Nord pour le chauffage de maisons individuelles en zones rurales et dans les petites villes.

Même si son utilisation est moins efficace que les valorisations industrielles présentées plus loin, la consommation de cette catégorie de biomasse semble devoir rester à un niveau élevé dans l'habitat pour plusieurs raisons : la faiblesse des revenus des ruraux du tiers monde, la croissance des populations de ce dernier et la persistance de poches de chômage dans les pays industrialisés. Son avenir paraît nettement moins dépendant des prix du pétrole que la catégorie suivante.

### 2. Les biomasses pour améliorer la viabilité des entreprises

#### *2.1. Pour les entreprises industrielles*

C'est la montée du prix du pétrole en 1973 et en 1979, puis du cours du dollar, qui ont conduit à des développements technologiques permettant de mieux valoriser les biomasses. Cela concerna d'abord et jusqu'en 1986, la production de chaleur dans l'industrie et l'habitat collectif, avec des réalisations importantes en Autriche, en Scandinavie et dans une moindre mesure en France.

C'est aussi au cours de cette période que l'on vit apparaître des techniques plus performantes de cogénération de chaleur et d'électricité. Les entreprises nord américaines disposant de suffisamment de déchets commencèrent alors aussi à s'intéresser à la vente d'électricité aux réseaux; car, au delà des progrès techniques, la PURPA, (une loi promulguée aux Etats Unis au moment du second choc pétrolier), obligeait les compagnies distribuant l'électricité à racheter le courant qui leur était proposé aux coûts évités par elles, c'est à dire à des tarifs bien supérieurs à ceux qui étaient pratiqués auparavant.

Aujourd'hui environ 9 GW électrique sont générés à partir de la biomasse aux Etats Unis.

On devrait envisager maintenant le transfert de ces techniques vers l'ensemble des industries agro-alimentaires et réseaux de chaleurs des pays qui pourraient se doter de réglementations et de tarifications inspirées de la PURPA. C'est un domaine où le Fonds pour l'Environnement Mondial (dont il sera question plus loin) peut jouer un rôle positif lorsque les gouvernements veulent et peuvent imposer leur volonté aux compagnies d'électricité.

Les gisements de déchets encore non valorisés des agro-industries, quoique non négligeables (estimés par exemple sous les tropiques en 1992 à 8 EJ par ESMAP, pour les scieries, les huileries, les usines de décorticage du riz, les sucreries) ne permettront cependant pas de substituer massivement les combustibles fossiles. Leur utilisation restera tributaire du prix du pétrole et de la taxation de ce dernier, des perspectives d'évolutions politiques et économiques, et de l'intérêt relatif des chefs d'entreprise à investir dans la substitution d'énergie plutôt qu'à d'autres fins.

#### *2.2. Pour les entreprises agricoles et forestières*

Tout comme pour les entreprises industrielles, la valorisation des biomasses peut être importante par exemple pour réduire les coûts de production et pour maintenir la fertilité des sols à long terme. L'émergence de nouvelles technologies de conversion de la biomasse a été, ou pourrait être, de nature à favoriser

- l'abaissement du coût de certaines opérations agricoles ou forestières (entretien des haies, éclaircies et nettoyages forestiers, dépollution des élevages hors sol),
- l'amélioration de la productivité des terres (maintien de microclimats favorables par les haies, production de résidus organiques stabilisés pour entretenir la fertilité des sols...),
- des revenus supplémentaires dans le monde agricole.

Mais ces objectifs peuvent également être atteints par d'autres voies. Aussi le

## Les différentes catégories de biomasse (suite)

développement de filières "écobio-énergétiques"\* [17] dépendra-t-il à la fois :

- des progrès techniques dans la conversion, la récolte\*\* et la production des biomasses,
- des prix des énergies à substituer,
- des solutions alternatives permettant aux entreprises d'atteindre les mêmes objectifs.

### 3. Les biomasses comme élément de régulation des politiques agricoles nationales

On trouve ici les productions d'énergie destinées à soutenir les agriculteurs : aux Etats Unis, pour produire de l'éthanol à partir des céréales; en France, pour produire de l'huile de colza comme carburant; au Danemark, pour aider les agriculteurs à valoriser des pailles dans le cadre d'une politique de l'élevage basée sur des céréales produites localement; en Autriche, pour valoriser les bois des agriculteurs; en Suède, pour aider des agriculteurs à implanter des taillis de saule à courtes rotations alimentant des chaufferies afin de reconverter des activités trop peu compétitives.

On peut aussi, dans une certaine mesure, classer dans cette catégorie les valorisations des déchets urbains et industriels\*\*\*.

Ces mesures peuvent constituer une étape transitoire vers une meilleure valorisation des biomasses. Elles peuvent favoriser la poursuite des progrès agronomiques et inciter les équipementiers à ne pas complètement négliger ces domaines. Elles peuvent permettre d'occuper par exemple des territoires qui sinon seraient utilisés de manière plus extensive ou voués à la friche et donc peut-être ensuite plus difficilement mobilisables lorsqu'on le souhaitera pour des productions plus massives de bioénergie. Elle peuvent aussi favoriser l'apprentissage de nouvelles formes de production et de commercialisation.

A l'heure actuelle, les coûts des bioénergies ainsi produites (en particulier dans le cas des carburants liquides) sont cependant encore trop élevés pour permettre une substitution massive aux combustibles fossiles.

### 4. Les biomasses pour substituer massivement des combustibles fossiles

Le GIEC [15], l'Agence de l'Environnement des Etats Unis [14], Dessus et Pharabod [13] et Williams (en préparation dans le cadre des travaux du GIEC pour le rapport intergouvernemental à paraître en 1995), considèrent que le recours massif à la bioénergie est, avec l'accroissement de l'efficacité énergétique et l'utilisation d'autres énergies renouvelables, essentiel dans les stratégies de diminution des émissions de gaz à effet de serre. Mais cela supposera la mise en place de productions de biomasse sur plusieurs centaines de millions d'hectares. Ceci est sans commune mesure avec ce que l'on connaît. Théoriquement les terres ne semblent pas manquer de par le monde sauf en Asie comme le montrent les tableaux 1 et 2.

A ce jour cependant, seul le Brésil - avec la culture d'Eucalyptus pour la sidérurgie et celle de canne pour la production d'éthanol - s'est réellement lancé dans des productions importantes de bioénergie. Mais bien que les techniques aient considérablement progressé depuis les chocs pétroliers dans le domaine des carburants, les performances sont, depuis 1986, redevenues insuffisantes pour permettre à l'éthanol tiré de la canne de continuer, sans soutien financier, à lutter avec le pétrole.

\* C'est à dire écologiquement, économiquement et globalement plus satisfaisantes qu'auparavant. Nous avons donné quelques exemples de pratiques écobioénergétiques dans la revue Sécheresse n°4, 1993.

\*\* C'est pourquoi en général il est plus avantageux de valoriser d'abord les déchets sur place plutôt que de produire et récolter la biomasse.

\*\* Par exemple via la taxation, comme en France ; encore faudrait-il que cela soit associé à une obligation de valorisation énergétique pour ne pas conduire par exemple à la simple incinération des déchets

## INTENSIFIER LA PRODUCTION PAR HECTARE

Cette proposition concerne évidemment avant tout certains pays en développement, notamment l'Afrique subsaharienne.

On sait que pour que des intensifications agricoles ou forestières aient lieu, les agriculteurs doivent y avoir intérêt. Aussi est-il légitime de se demander si, et à quelles conditions, celles-ci pourraient avoir lieu avant le défrichement de la dernière parcelle de terre susceptible de donner un rendement satisfaisant dans une zone donnée.

Le déterminisme de l'intensification de la productivité des terres reste toutefois très complexe. Il peut demander beaucoup de temps comme ce fut le cas pour les pays industrialisés. Cela suppose l'adoption d'un ensemble de mesures touchant non seulement à la mise au point de variétés plus performantes, à l'application d'amendements, à la commercialisation, mais aussi à des aspects comme la sécurité du foncier, la capacité de modernisation et d'emprunter etc.

L'étude appelée Nexus [8] et la table ronde de Ségou en 1992 ont bien montré cette complexité et ces interrelations pour l'Afrique subsaharienne. Cela supposerait sans aucun doute une dynamique nouvelle et un ensemble de mesures touchant les prix, la création de débouchés rémunérateurs (dans le domaine alimentaire et énergétique via des

investissements structurants), les législations, les taux de change, les tarifications douanières, etc.

La situation varie évidemment selon les pays et les continents. Dans les encarts ci-joints sur l'Afrique subsaharienne et sur l'Asie, nous avons souligné les aspects les plus importants.

D'aucuns pourraient faire remarquer que compte tenu de la croissance démographique attendue, il y aura à terme sans doute concurrence entre les productions alimentaires et celles de bioénergie. Ne vaudrait-il donc pas mieux passer tout de suite à des techniques demandant moins de surface, comme le photovoltaïque ?

La question mérite d'être posée. Mais outre le fait que cette technique est encore coûteuse en investissements, donc à promouvoir avec discernement, on peut remarquer qu'il y a également toute une gamme de technologies de conversion de la biomasse demandant plus ou moins de surface pour satisfaire les mêmes besoins de base. Au fur et à mesure de la saturation des territoires on pourra donc envisager de passer de bio-énergies très consommatrices d'espace à des pratiques ne demandant que des déchets.

Par exemple, le charbon de bois produit de manière traditionnelle demande une superficie de 1340 m<sup>2</sup> de forêt pour satisfaire les besoins de cuisson d'une famille de 6 personnes en Inde, alors qu'il suffit de 63% de cette superficie

avec du bois utilisé dans des foyers traditionnels, 36% de cette superficie avec des foyers améliorés à bois, 25% de cette superficie avec des gazéificateurs par voie thermo-chimique, et pratiquement pas de superficie agricoles spécifiquement consacrée à la production de biomasse lorsque l'on utilise du biogaz produit à partir de déchets animaux et végétaux !

Exception faite pour l'Asie et certains pays déjà très peuplés, la concurrence entre les productions alimentaires et énergétiques (ou d'autres productions comme le coton) ne devrait commencer à se faire sentir que dans un demi-siècle (voir ci-après tableaux 1 et 2). D'ici là Malthus n'aura peut-être pas encore eu raison, et davantage de pays en développement, en particulier en Afrique, auront peut-être réussi à intensifier leur agriculture, et donc à éviter d'avoir à cultiver des terres particulièrement érodables.

En Afrique, le développement de la bioénergie couplé à des politiques agricoles nouvelles pourrait sans doute faciliter plus précocement une intensification agricole qui de toute façon s'imposera (notamment lorsqu'il n'y aura plus de terres à défricher). La réussite de ces politiques faciliterait sans doute les mutations devenues indispensables pour nourrir des populations croissantes. En même temps cela réduirait les besoins de déforestation, permettrait de moins ruiner les sols, de maintenir intacts de plus grands espaces et donc vraisemblablement de préserver plus d'espèces.

*(suite page 52)*

# Bioénergie et développement planétaire durable

## Intensifier l'agriculture en Afrique sub-saharienne

Recommander d'augmenter la productivité des terres en Afrique pourra surprendre les lecteurs plus familiarisés avec les problèmes de sur-production du Nord qu'avec les conditions de l'agriculture africaine sub-saharienne. Rappelons que dans cette partie du globe les niveaux d'intrants sont tellement faibles que les sols s'y appauvrissent; les exportations minérales consécutives à la production d'aliments sont souvent loin d'être compensées par les apports d'engrais qui n'y atteignent, en moyenne, que 12 kg/ha (contre plus de 200 kg/ha en Asie ou en Europe de l'Ouest) [9].

Pour freiner la détérioration des sols, généralement pauvres en éléments minéraux (surtout en phosphates), la F.A.O. estime qu'il faudrait épandre au moins 70 kg d'engrais par hectare et par an. On aborde ici la question des politiques agricoles auxquelles les réflexions concernant les stratégies de développement de la bioénergie ne peuvent échapper. *"L'échec de l'agriculture africaine - rappelait en 1990 Robert Mc Namara, ancien directeur de la banque mondiale - reflète manifestement le faible rang de priorité accordé à l'agriculture par ses décideurs et les gouvernements de l'Afrique après l'indépendance. Les responsables politiques ont maintenus les prix agricoles à un bas niveau, encouragés les travailleurs et les capitaux à migrer vers les villes, favorisé des importations de produits alimentaires bon marché comme le blé et le riz que les consommateurs en sont venus à préférer, et négligé la recherche et les investissements agricoles"* [19].

A cet égard, il n'est sans doute pas inutile de s'étendre un peu sur la situation de l'Afrique francophone. La dévaluation récente, en Janvier 1994, du franc CFA pourrait y avoir des retombées favorables pour le monde rural. En doublant le prix hors douane des produits importés elle est susceptible, en principe, de redynamiser les flux des campagnes vers les villes au détriment des importations alimentaires et énergétiques. Encore faut-il que les ressources locales soient substituables aux importations et que des solutions de remplacement soient prêtes si l'on veut éviter que l'inflation ne fasse disparaître trop rapidement les effets potentiellement positifs d'une telle mesure (... et pour ne pas avoir à recommencer trop souvent ce genre d'opération). Pour le domaine de la bioénergie qui nous intéresse ici, cela suppose que l'on ait auparavant étudié et expérimenté, en vraie grandeur et dans un ou deux sites, les nouvelles filières de production potentiellement prometteuses. Car sinon comment les décideurs pourraient-ils faire les bons choix sans trop de risques? Cela suppose aussi que puissent être créées des usines communes à plusieurs pays ; par exemple des usines fabricant des amendements minéraux adaptés aux besoins locaux, à partir des ressources locales de phosphates fort abondantes en Afrique, en vue d'abaisser le coût des intrants agricoles et d'accroître ou tout au moins préserver la productivité des terres déjà cultivées.

## Intensifier l'agriculture en Asie

Le contexte asiatique est différent. La production du riz a pu y progresser plus rapidement que la population de 1966 à 1990. "C'est la révolution verte, rappelait récemment René Dumont dans le Monde Diplomatique (avril 1994), grâce à la généralisation de variétés hybrides à haute productivité de blé et surtout de riz, qui a fortement réduit l'ampleur des famines annoncées" dans les années 1960. Mais aujourd'hui il faudrait encore intensifier davantage la productivité des céréales pour parvenir à nourrir la population qui ne cesse de croître; car *"il n'y a plus guère de terres valables disponibles. On a même trop fait reculer les forêts - ainsi au pied de l'Himalaya - d'où l'aggravation des érosions et des inondations"*. Une autre révolution verte, rappelle-t-il, s'imposerait *"car si l'agronomie progresse encore un peu, l'autre facteur de l'équation, la population, continue à augmenter bien trop vite dans la plus grande partie du tiers monde"*.

Le protectionnisme sur les productions vivrières a été assez fréquemment pratiqué en Asie. En Chine, bien que la politique économique y ait récemment pris un nouveau virage, les prix des céréales ne doivent pas tomber en dessous d'un certain niveau dans les transactions privées autorisées en dehors des quotas imposés; ceci pour que les productions de céréales continuent à augmenter.

Mais toutes les terres ne sont pas aptes à porter des cultures vivrières. Il reste donc, même en Asie, des terres qui devront sans doute être consacrées avant tout à la production de biomasse de la première et de la deuxième catégorie (cf tableaux 1 et 2 ci-après).

## Evaluation des superficies disponibles pour la production de bioénergie dans le monde

Tableau 1 : Potentiel de terres arables pour la production de biomasse dans le monde

Surface	Surface potentielle arable (million ha)	Surface arable (million ha)	Terres arables mobilisables (million ha)	Potentiel de production de biomasse sur les terres arables mobilisables (Mtep)
Total dans le monde	3012	1507,6	1504,1	7226
Afrique subsaharienne	815,7	201,3	614,4	3004
Afrique centrale, de l'Est et du Nord	85,9	83,3	2,6	13
Asie	334,6	280,1	54,5	266
Asie CPE	129,4	109,3	20,1	79
Amérique du Nord	264	234	30	117
Amérique Latine	889,1	194,6	694,5	3395
Europe de l'Ouest	89	80	9	26
Europe de l'Est et ex-URSS	308	277	31	91
Océanie	96	48	48	235

D'après Kaya, 1992 (réunion IPCC/IIASA, septembre 1992)

Tableau 2 : Les possibilités de plantation dans les pays en développement pour produire de la biomasse

	Terres cultivables *			Mesures concernant les terres potentiellement disponibles pour produire de la biomasse		
	Actuellement	Potentiellement	Nécessaires en 2025 **	Terres disponibles en 2025	10% de cultures énergétiques, pâturages permanents et forêts	Terres dégradées à reboiser ***
Amérique Latine	179,2	889,6	269	621	171	156
Afrique	178,8	752,7	268	484	176	101
Asie sauf Chine	348,3	412,5	522	-110	111	169
Total	706,3	2054,9	1059	995	458	426

D'après Hall et al., 1993

\* D'après la FAO pour 91 PED (sauf les deux dernières colonnes), en millions d'hectares

\*\* D'après les travaux de l'IPCC estimant que les superficies cultivables devront augmenter de 50% dans les PED d'ici à 2025 pour faire face à des besoins alimentaires croissants.

\*\*\* Y compris la Chine

## DE NOUVELLES POLITIQUES INTEGREES DE L'AGRICULTURE ET DE L'ENERGIE AU NORD ET AU SUD ?

Quelles conclusions et recommandations peut-on tirer des considérations qui précèdent ? Dans le cas présent nous pensons qu'il faut privilégier non pas des mesures ponctuelles concernant seulement l'environnement, mais un ensemble de mesures permettant tout à la fois un développement plus autonome et moins menaçant à l'égard de l'environnement planétaire et local.

Sur le plan de l'environnement global, beaucoup de pays se demandent d'ailleurs encore s'ils seront perdants ou gagnants dans les changements que prédisent les climatologues. Malgré ces incertitudes, la convention sur le climat signée à Rio est entrée en vigueur en mars 1994. Elle vise, par mesure de prudence, à mettre en place des politiques destinées à réduire les émissions de gaz à effet de serre. Avec une approche globale ayant également pour souci le développement, on peut toutefois retenir qu'il conviendrait de toutes façons de déployer des efforts, au delà de la maîtrise de l'énergie (voir l'article de Benjamin Dessus dans ce même numéro), en direction de l'intensification de la production agricole au Sud et du développement de la bioénergie au Sud et au Nord.

Quand on observe par ailleurs à quels affrontements peut mener la concurrence commerciale entre les Etats Unis, l'Europe et le Japon, on

ne voit pas bien quelles marges de manœuvre pourraient rester, sur le marché mondial, à certains pays du tiers monde<sup>6</sup> et même à certains pays de l'Est, lorsque leurs agricultures seront redevenues performantes. Il resterait donc d'une part à négocier des prix garantis et des quotas d'échanges Sud-Nord, voir Nord-Nord (n'est-ce pas déjà le cas entre les Etats-Unis et l'Europe pour certains produits agricoles ?) et d'autre part à se retourner, pour l'essentiel, vers les marchés intérieurs de chacune des grandes entités mondiales<sup>7</sup>.

Dans ce cadre, le développement de la bioénergie pourrait sans doute se révéler bénéfique pour beaucoup de groupes de pays, même au Nord. Cela pourrait aussi aider les pays exportateurs de produits agricoles, notamment du Nord, à ajuster leurs productions tout en réduisant leurs émissions de gaz carbonique.

C'est dans ces domaines, me semble-t-il, qu'il faut faire converger les efforts, si l'on veut réellement avancer vers des développements planétaires plus vivables ou plus durables.

<sup>6</sup> La part des exportations mondiales de l'Afrique a chuté de 50% depuis 1970.

<sup>7</sup> Mais c'est là un thème que nous ne pouvons développer ici.

Cela supposerait :

- l'élaboration de plans et de scénarios régionaux de développement de la bioénergie,
- la création d'entreprises de bioénergie,
- le lancement d'un grand programme international de recherche pour la mise au point de technologies d'intérêt planétaire comme la bioénergie.

### Elaborer des plans et des scénarios régionaux de développement de la bioénergie

Les producteurs d'énergie habitués à recourir à des sources fossiles ou à construire des barrages constituent un monde peu habitué à dialoguer avec les producteurs potentiels de biomasse. Les pouvoirs publics ont donc le devoir de les inciter à travailler ensemble. L'élaboration en commun de l'inventaire des débouchés énergétiques potentiels pour la biomasse, sur une base régionale, peut constituer une première étape du dialogue (voir l'encart ci-après).

### Créer des entreprises chargées du développement de la bioénergie

L'expérience acquise au cours de ces dernières années montre qu'en général il est souhaitable voir indispensable de créer des entreprises<sup>8</sup> chargées précisément de promouvoir la valorisation de la biomasse.

<sup>8</sup> Aux statuts à définir, mais cela peut être des sociétés d'économie mixte comme en Corse, des CUMAS. etc.

## Evaluer les potentiels de production de bioénergie

Pour mettre en œuvre des stratégies énergétiques visant à développer de façon intégrée l'agriculture et l'énergie, il faut sans doute commencer par se doter de plans et de scénarios de développement locaux prenant en compte cette dimension. Le territoire à considérer dans ce cas ne sera pas le village, mais le grands centre de consommation - en général une ville et ses industries avec son aire d'influence qui peut-être un département, une région ou une zone plus restreinte s'il y a des obstacles aux transports.

Dans un premier temps, et en tenant compte des évolutions possibles, il conviendra de réaliser :

- L'inventaire détaillé des consommateurs et consommations d'énergie
  - par catégories : industries ( en distinguant les secteurs qui disposent de déchets des autres), P.M.E., artisanat, secteur rural, tertiaire (casernes, écoles, hôtels), transports (notamment les transports captifs des villes, des usines etc.), sans oublier les producteurs d'électricité et les distributeurs de gaz.
  - par niveau et type de consommation d'énergie (en créant des catégories et en regroupant celles pour lesquelles les possibilités de substitution sont vraisemblables);
- L'inventaire des ressources actuelles en biomasse par type de biomasse et coûts (en commençant par les moins chères, c'est à dire les déchets valorisables sur place, les résidus agricoles et forestiers, etc.).
- Le recensement des techniques de conversion de la biomasse, locale pour produire de façon décentralisée (c.à.d. chez chaque utilisateur) ou de manière plus ou moins centralisée (petit réseaux de gaz, réseaux de chaleur avec production combinée de chaleur et d'électricité)
  - de la chaleur ou du froid ou de la vapeur,
  - du gaz (biométhane brut ou épuré ou gaz pauvre),
  - de l'électricité, etc.

On notera aussi à cette occasion les techniques utilisables dans les secteurs les plus importants et celles qui manquent ou restent insatisfaisantes.

- L'examen des possibilités de satisfaire les besoins actuels en énergie avec les ressources en biomasse existantes, à classer par coûts d'investissements croissants, par degré de rentabilité, par type de filière, en analysant les impacts positifs et négatifs (jusqu'où peut-on par exemple aller dans les fertilisations sans polluer les nappes, etc.)
- La détermination des zones où l'on pourrait théoriquement développer des cultures énergétiques intensives, en accroissant la fertilité des sols par installation de plantes fixatrices d'azote (notamment d'arbres fortement producteurs de biomasse) ou par apport d'amendements, en valorisant les eaux usées, etc. On pourra établir des zones d'iso-coûts de production et indiquer les avantages environnementaux des différentes solutions (comme la réduction des émissions de gaz à effet de serre, la suppression des feux ou la réduction des risques de feux, la reconstitution de végétations ligneuses, une meilleure utilisation des eaux usées, etc).

On examinera ensuite les conséquences que cela pourrait avoir sur les autres cultures\* et sur le développement régional.

***La première étape est primordiale, car c'est d'abord des débouchés (essentiellement des débouchés solvables), puis des prix ainsi que des technologies de conversion disponibles que dépend l'intérêt de produire de la biomasse.*** Réaliser de tels inventaires présente cependant quelques difficultés qu'il ne faut pas sous estimer : cela suppose de pouvoir s'appuyer sur des équipes pluridisciplinaires imaginatives, réalistes, non bridées par le très court terme, mais néanmoins très conscientes des impératifs économiques et des étapes à envisager.

\* Dans les pays en développement, quelles intensification cela requiert-il pour les autres cultures afin de maintenir et faire croître les autres productions vivrières au moins comme en l'absence de cultures énergétiques ? De ce point de vue, la culture du coton est un modèle intéressant mais à la différence de la bioénergie, il est très dépendant des exportations.

# Bioénergie et développement planétaire durable

Dans les pays en développement ces entreprises pourraient en outre être chargées de l'énergie en milieu rural hors réseau électrique<sup>9</sup>.

A défaut de définir de telles entités clairement responsables de ces secteurs et de les soutenir fortement tant sur le plan financier que politique et législatif (comme en Autriche, en Corse, etc.), la bioénergie ne peut se développer que très péniblement. Ces entreprises pourraient avoir pour mission d'élaborer des plans stratégiques de développement de la bioénergie au niveau régional et de mettre en place les actions indispensables au passage à plus grande échelle.

Ce changement d'échelle nécessite [20] :

- des essais de production intensive de diverses biomasses,
- des filières expérimentales de conversion susceptibles d'avoir un impact significatif et d'être reproductibles en cas de réussite ou encore d'être poursuivies et réorientées si nécessaire,
- des opérations de démonstration pour roder ces gestions intégrées des écosystèmes et de l'énergie,

<sup>9</sup> La biomasse associée intelligemment au solaire pourrait certainement jouer un rôle beaucoup plus important dans le développement rural des pays du tiers monde dans des domaines comme l'irrigation, la conservation des denrées agricoles (par séchage ou par le froid), la petite motorisation ou le confort domestique envisagé à l'échelle collective (par exemple la production centralisée, à l'échelle de villages, de biogaz ou d'électricité).

avec des technologies venues du Nord ou d'autres pays du Sud à reproduire le moment venu<sup>10</sup>,

- des formations bien ciblées sur le développement éco-bioénergétique, notamment à travers des échanges Nord-Sud, Sud-Sud ou Nord-Nord, entre des entités chargées de promouvoir effectivement et concrètement la bioénergie ou chargées de la recherche agronomique et technologique dans ce domaine.

## Développer au Nord et au Sud des technologies d'intérêt planétaire

Un développement significatif de la bioénergie nécessitera un effort très important pour la mise au point des nouvelles technologies, de nouvelles variétés de plantes et de nouvelles pratiques agricoles.

Parmi les technologies à mettre au point, mentionnons :

-les gazéificateurs pour la production d'électricité dans des centrales équipées de turbines à gaz dérivées des réacteurs d'avions,

-les piles à combustibles (notamment à méthanol),

- les techniques plus efficaces de production de méthanol, dans des unités plus petites que celles envisagées pour la production de ce même carburant à partir du charbon,

<sup>10</sup> Par exemple lorsque le prix des énergies concurrentes le permet ou lorsqu'on aura la certitude qu'il faudra réduire plus massivement les émissions de gaz à effet de serre, ou encore pour promouvoir des politiques agricoles spécifiques.

- les techniques plus performantes de production d'éthanol à partir de l'hydrolyse de la matière lignocellulosique,

- la production de méthane par fermentation anaérobie de polysubstrats,

- les épurateurs de goudrons pour la production d'électricité villageoise ou de rizeries à l'aide de petits gazogènes,

- les machines à récolter la biomasse, etc.

Contrairement à une opinion répandue, ces technologies nécessiteront encore beaucoup de recherches de base et de terrain, ainsi que beaucoup d'adaptations. Une attention beaucoup plus grande devrait donc leur être portée. Et pour qu'elles arrivent à maturité il faudra des moyens financiers beaucoup plus importants, des capacités de recherches et d'innovation plus significatives qu'aujourd'hui et une volonté s'inscrivant dans le long terme. Il faudra aussi des niches d'expérimentation et des perspectives d'ouverture de marchés solvables. En d'autres termes, il faut que la bioénergie soit également développée de façon ambitieuse au Nord si l'on souhaite parvenir à la mise au point de **technologies**, que l'on pourrait qualifier **d'intérêt planétaire** (comme celles concernant la production et la conversion de biomasse).

Des choix plus significatifs qu'aujourd'hui devront donc être effectués pour préparer et développer des actions conjointes dans ce domaine, si les pays du Nord prétendent ne pas seulement s'intéresser qu'à l'environnement mais aussi au développement des pays du Sud,

---

c'est à dire à l'émergence d'un développement plus durable et moins inéquitable.

A côté du saupoudrage actuel qui a son intérêt pour faire connaître et faire pénétrer l'usage de technologies économes en énergie, cela supposerait la mise sur pied d'un grand programme mobilisateur pour la biomasse au Nord comme au Sud.

Parallèlement à cela, le Nord devrait aider plus vigoureusement l'émergence de coopérations technologiques associant des partenaires du Nord et du Sud dans les domaines de la recherche et du développement industriel ; car les technologies et techniques mises au point pour le Nord ne pourront le plus souvent pas s'appliquer telles quelles au Sud.

Un programme ambitieux dans ce domaine devrait donc également comporter un volet de coopération technologique (recherche, développement et démonstration) régional Nord / Sud, par exemple dans le cadre du Fonds pour l'Environnement Mondial (GEF).

Si l'on mesure cependant la volonté des pays industrialisés à s'engager sur cette voie, qui pourrait aider à l'émergence d'un développement planétaire plus durable et plus viable, à l'aune des crédits qu'ils accordent aux expérimentations et à la recherche dans la bioénergie ou aux programmes de développement de ces filières sur leurs propres territoires, on ne peut toutefois, pour le moment, que demeurer inquiet.

## Références

1. Institut des ressources de Montréal, 1992, Editions sciences et cultures, Montréal.
2. Bairoch P., Le tiers Monde dans l'impasse, Editions Folio, 1992.
3. Ecology sustainable development, Agriculture Forestry, Australian Gvt Publishing Service, Nov 1991.
4. Commissariat Général au Plan, 1993, La Découverte / La Documentation Française.
5. "Notre avenir à tous", Rapport Brundtland de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement, Editions du Fleuve, 1988.
6. Bonny S., 1994, Possibilities for a model of sustainable development in agriculture : the french example, Symposium International "Les modèles de développement soutenable, des approches exclusives ou complémentaires de la soutenabilité", Paris 16-18 mars 1994, 427-439.
7. Le Plan Vert, La Documentation Française.
8. The Population, Agriculture, Environment Nexus in Sub-Saharan Africa, Banque Mondiale.
9. Dessus B. et Riedacker A., 1991, Increasing productivity of agricultural land and forest plantations to slow down the increase of the greenhouse effect, EEC 6th Conference on Biomass for energy Industry and environment, Athenes, Elsevier, 1991, 228-32.
10. Image 2.0 Integrated modelling of climate change, édité par Joseph Alcamo Kluwer academic Publisher, 1994, Dordrecht, reprinted from Water Air and Soil Pollution, vol 76, 1994. Voir en particulier Modelling the global Society-Biosphere-Climate system, Part 2 Computed Scenarios, 37-79.
11. Servolin C., L'agriculture moderne, Collection Point Seuil Economie, 1989.
12. Chauvet M. et Olivier L., La biodiversité, enjeu planétaire, Editions Le Sang de la Terre, Paris, 1993.
13. Dessus B. et Pharabod F., Jérémie et Noé, deux scénarios énergétiques mondiaux à long terme, Revue de l'Energie, 421, 1990.
14. US EPA 1990, cité par Andrasko K., Ajuha D., Winett S., Tirpack D., in "Global biomass burning", Ed Levine, Cambridge MIT Press 1990, 445-56.
15. Rapport IPCC 1992.
16. Reboul C., Monsieur le Capital et Madame la Terre, Fertilité agronomique et fertilité économique, Co-édition EDI/INRA, 1989, Paris.
17. Riedacker A., 1993, La maîtrise intégrée de la gestion des écosystèmes et de l'énergie, Revue Sécheresse Science et Changements Planétaires, 4, 265-284.
18. Hall D.O., Rosillo Calle F., Williams R. Woods J., Biomass supply for energy, in Johansson & al., Renewable sources for fuels and electricity. Washington Island Press, 1993, 593-641.
19. La crise du développement de l'Afrique : stagnation agricole, explosion démographique et dégradation de l'environnement, Banque Mondiale, 1990.
20. Riedacker A., La biomasse, la bioénergie et la limitation des émissions de gaz à effet de serre, Rapport à l'IPCC, 1992.

□