

OUVRAGE COLLECTIF

# Les enjeux de la transition énergétique au Viêt Nam et en Asie du Sud-Est

Coordinateur scientifique

Stéphane LAGRÉE  
*École française d'Extrême-Orient, ÉFEO*



MAISON D'ÉDITION DE LA CONNAISSANCE

# 1.4. Les enjeux d'une transition bioénergétique dans les pays en développement

*Laurent Gazull – CIRAD*

Le concept de transition énergétique désigne deux grands changements sociotechniques : d'une part le passage des énergies fossiles aux énergies renouvelables et d'autre part la réduction de la consommation énergétique par amélioration de l'efficacité énergétique et passage à des modèles de sobriété, le tout dans le cadre d'objectifs globaux de réduction des gaz à effet de serre – dioxyde de carbone, méthane.

Dans ce contexte global, parmi les énergies renouvelables disponibles, la bioénergie par son caractère renouvelable, local, non intermittent et neutre en carbone, est amenée à prendre une place de plus en plus importante à l'échelle mondiale. En effet, les différentes perspectives menées par le GIEC montrent que, pour atteindre des objectifs de diminution de la concentration de dioxyde de carbone dans l'atmosphère, le recours à la bioénergie, en substitution des énergies fossiles, devra quadrupler à l'horizon 2100. La bioénergie représente toute forme d'énergie ou de service énergétique rendu par la biomasse : chaleur, électricité, force motrice. Elle produit par une conversion de la biomasse agricole, forestière ou urbaine (déchets urbains) en biocarburants solides (bûches de bois, tiges de céréales), liquides (éthanol, biodiesel) ou gazeux (biogaz).

Dans le contexte des pays en développement (PED), en Asie du Sud-Est, comme en Afrique ou dans certaines régions d'Amérique latine, la transition énergétique prend des accents particuliers. En effet, ces pays se caractérisent par *i)* des consommations énergétiques très faibles ; *ii)* des besoins en énergie très importants pour leur développement économique et en particulier celui des zones rurales ; et enfin, *iii)* une dépendance forte à la biomasse, et en premier lieu le bois, comme source principale d'énergie.

Cette énergie est principalement consommée sous une forme dite « traditionnelle » de chaleur pour la cuisson des aliments ou le chauffage des logements et ces systèmes énergétiques peu dépendants du pétrole sont sources de revenus et d'emplois importants en milieu rural. Dans ces pays, les principaux enjeux de la transition énergétique ne sont donc ni la réduction des énergies fossiles

ni la réduction de la consommation, mais l'amélioration de l'efficacité énergétique des systèmes actuels à partir de biomasse, l'augmentation de l'offre en énergies renouvelables, le développement de services énergétiques productifs en milieu rural et l'accès à l'électricité pour tous.

Par ailleurs, la particularité principale des systèmes énergétiques à partir de biomasse est qu'ils nécessitent la création de filières de production et d'approvisionnement en amont. Ainsi, si la transition énergétique suppose des changements techniques et comportementaux majeurs dans les modes de consommation et de conversions énergétiques, dans le domaine des bioénergies, elle suppose également des changements dans les modes de production agricoles ou forestiers.

Notre objectif principal est de présenter les transitions en cours ou à venir dans les principales filières agricoles et forestières déjà engagées dans la production de bioénergie, d'en rappeler les moteurs et enfin d'en souligner les enjeux sociaux et écologiques.

### **1.4.1. Les transitions en cours dans les principales filières agricoles et forestières des pays du Sud**

Cinq grandes filières agricoles participent activement à la production de bioénergie dans les pays du Sud : le palmier à huile, la canne à sucre, les céréales secondaires (maïs/sorgho), l'élevage et le bois. Ainsi, à l'échelle globale, près de 10 % de l'huile de palme sont transformés en biodiesel, 15 % du sucre de canne est distillé en bioéthanol, une part croissante des déchets animaux sont soit brûlés, soit transformés en biogaz pour la cuisson des aliments et enfin plus de 50 % du bois produit dans le monde est utilisé pour la production d'énergie de cuisson (OCDE, FAO, 2014).

Ces grandes filières sont entrées dans des phases de transition où l'énergie est devenue un réel objectif de production au même titre que la production primaire. Cette tendance est en passe de se généraliser à l'ensemble des filières agricoles tropicales – cacao, anacarde, coton – où une part croissante des résidus et de la production principale – grain, sucre, huile – sera consacrée à la production d'énergie. Mais ce nouveau débouché nécessite des changements à tous les niveaux de la filière, depuis la production agricole jusqu'à la consommation finale, même si ces changements sont variables selon les filières et les types d'énergie produites au final : chaleur, électricité, biocarburant, etc.

#### ***Dans le secteur de la production de la biomasse***

Le débouché énergétique oriente déjà le développement de matériel végétal adapté à un usage énergétique, les pratiques agricoles et l'usage des terres.

Ainsi, alors que pendant longtemps, la sélection variétale était orientée vers un marché unique – amidon, protéine, saccharose, huile ou fibre – la perspective de nouveaux marchés énergétiques conduit les chercheurs et semenciers à produire des variétés à usage multiple. De nouvelles variétés de canne à sucre par exemple sont développées pour produire à la fois du sucre et de plus en plus de fibres ligno-cellulosiques pour la production d'électricité dans des centrales à bagasse. Des cannes entièrement dédiées à l'énergie – avec des taux de sucre très faibles – sont également en développement. De la même façon, de nouveaux sorghos sont développés pour produire à la fois

du grain pour l'alimentation humaine ou animale, de la matière végétale pour la production de biogaz et des polymères pour des biomatériaux. La recherche s'oriente également vers des variétés dont les cycles culturaux pourraient être adaptés à la production de biomasse destinée à l'énergie entre deux cycles de cultures alimentaires.

**Photo 1. Deux exemples de nouvelles pratiques agricoles pour l'énergie (électricité) : le ramassage des pailles de canne à sucre et celui des feuilles de palme**



Source : Laurent Gazull.

L'objectif d'augmentation de la production de biomasse change également les méthodes de cultures et de récolte. Ainsi, toujours dans le secteur de la canne à sucre, de moins en moins de résidus sont laissés au champ et les agriculteurs récoltent de plus en plus les têtes (choux) et les feuilles des cannes qui étaient traditionnellement laissés à terre car ne contenant pas de sucre. Dans le secteur de l'huile de palme, certains producteurs commencent à récolter les feuilles mortes de l'année – le palmier produit environ vingt feuilles par an – pour alimenter des usines électriques et méthanisent les rafles des régimes anciennement compostées pour produire du biogaz. De la même façon, bien qu'encore de manière anecdotique, les tiges de maïs sont convoitées dans certaines régions du monde pour alimenter des filières de production de biocarburant dits de deuxième génération. Dans un secteur autre, les cabosses de cacao aujourd'hui laissées en bord de champs après retrait des fèves pourraient faire l'objet d'une récolte pour alimenter des centrales électriques. Dans le domaine de l'élevage, la nécessité de récolter les déchets pour la production de biogaz pousse à la concentration et à la stabulation du bétail au détriment de pratiques des troupeaux en parcours libre. Enfin dans le secteur du bois, de nouvelles formes de plantations à vocation

énergétique – taillis à très courte rotation (TTCR) – voient le jour et les exploitants forestiers intègrent de plus en plus le marché de l'énergie en récupérant les petits bois d'éclaircies, les arbres malformés et les résidus d'exploitation (houppiers, racines, etc.).

Enfin, la bioénergie entraîne également des changements dans les rotations culturales et l'usage des terres. En effet les usines électriques ou les unités de production de biocarburants ont besoin de tourner toute l'année alors que beaucoup de productions sont saisonnières. Ainsi peut-on observer le développement de plantations ligneuses pour compléter la bagasse dans les périmètres de canne à sucre, ou l'introduction de plantes fourragères énergétiques – maïs ou sorgho biomasse – dans les fermes d'élevage pour compléter les déchets animaux dans les unités de biogaz. On peut également observer le développement de modèles agroforestiers où par exemple du manioc pour l'alimentation humaine serait en association avec des plantations d'acacias pour produire du charbon de bois (*cf.* photo 1).

### ***Dans le secteur de la conversion***

La production d'énergie, et en particulier d'électricité, au sein des unités de transformation agro-industrielles existe depuis longtemps. Dès le début du XX<sup>e</sup> siècle, les sucreries produisent de l'électricité à partir de la bagasse ; la production de chaleur et d'électricité à partir de la sciure des scieries est également un fait ancien, tout comme la chaleur avec les rafles des régimes de palmier. Mais cette production d'énergie était destinée uniquement au fonctionnement interne des usines de traitement de la biomasse : extraction du sucre, pressage des noix de palme, sciage du bois. La nouveauté en ce début du XXI<sup>e</sup> siècle réside, d'une part, dans la diversification des formes d'énergie produites par les filières agricoles et en particulier les biocarburants liquides ou gazeux ; et, d'autre part, dans la participation de ces filières aux réseaux nationaux ou locaux de distribution de l'énergie : réseau électrique, réseaux de distribution des hydrocarbures.

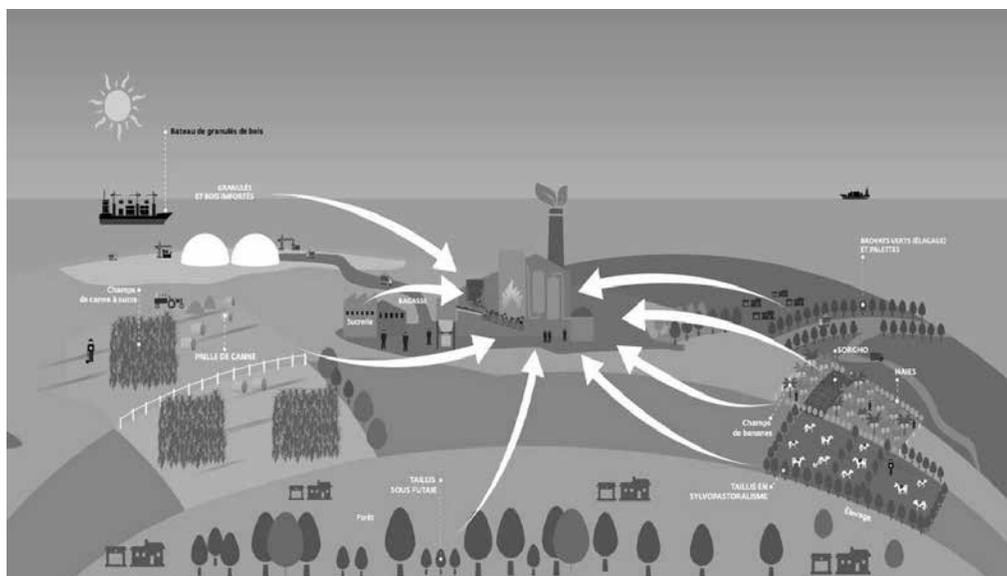
Dès lors, les agro-industriels négocient les tarifs de rachat de leur énergie avec les acteurs du secteur énergétique et cherchent à augmenter cette production de réseau tout en minimisant leur coût. Plusieurs stratégies sont à l'œuvre : les économies d'échelle qui visent à construire de grosses centrales alimentées par plusieurs sources de biomasse ou par de nombreux circuits de collecte ; l'amélioration de l'efficacité énergétique du processus de transformation qui vise à minimiser la consommation énergie interne des usines afin de pouvoir distribuer plus d'énergie restante ; l'amélioration de l'efficacité énergétique des unités de production bioénergétique en investissant dans des moyens modernes de conversion : chaudières et turbines haute pression, chaudières poly-combustibles, centrales à éthanol, bioraffineries, etc.

Ainsi, les évolutions les plus remarquables sont à noter dans les filières canne à sucre où pratiquement toutes les stratégies sont mises en œuvre pour augmenter la production d'électricité et d'éthanol. Dans de nombreux pays d'Asie et d'Amérique latine les usines sucrières sont devenues en vingt ans de véritables usines de production d'électricité de réseau et de biocarburants. Au Brésil ou en Argentine par exemple, un hectare de canne à sucre produit en moyenne cinq mégawatt-heures (MWh) électrique par an, soit l'équivalent de la consommation moyenne de dix habitants africains, de quatre Vietnamiens ou de six Indonésiens. En Asie du Sud-Est, l'efficacité énergétique

des usines sucrières est pratiquement deux fois moindre et en Afrique pratiquement aucune usine ne produit en dehors de ses propres besoins.

On retrouve ce constat dans pratiquement toutes les autres filières. Même si de nombreux projets d'installation sont en cours dans les scieries d'Afrique centrale, les presses d'huile de palme de la côte guinéenne et d'Asie du Sud-Est, ou les digesteurs de grandes fermes porcines en Chine, les investissements sur des unités de conversion efficaces servant à nourrir des réseaux de distribution sont encore très faibles dans les pays en développement. L'énergie produite est encore principalement consacrée aux besoins des usines ou à un usage domestique local.

### Schéma 2. Un exemple de future centrale électrique polycombustibles, adossée à une production de canne à sucre



Source : Albioma 2016 - <http://galion2.albioma.com>

Dans le secteur du bois-énergie et de son utilisation traditionnelle pour la cuisson, de nombreuses actions ont déjà été tentées pour améliorer l'efficacité énergétique de la conversion à deux niveaux : au niveau de la carbonisation – transformation du bois en charbon de bois, et au niveau des postes de cuisson : les foyers améliorés. Les meules ou fours modernes de carbonisation permettent d'augmenter l'efficacité d'un facteur 2 et les foyers améliorés d'un facteur en moyenne de 1,5. Mais peu de pays ont réussi à introduire et pérenniser des moyens de carbonisation modernes pour des usages domestiques et la plupart des chaînes de production sont encore très peu efficaces. En revanche, de nombreuses campagnes de diffusion de foyers améliorés ont été menées dans de nombreux pays en Afrique, Asie et Amérique du Sud, mais leur taux de réussite est très variable. Les foyers améliorés

n'ont pratiquement pas touché les populations rurales et en zone urbaine, si environ 60 % des ménages urbains en disposent, leur taux d'utilisation est souvent faible car ces derniers ne sont pas adaptés à toutes les cuissons (cf. schéma 2).

### **Dans le secteur de la consommation**

La bioénergie est produite à partir de biocarburants solides ou liquides qui n'ont pas les mêmes caractéristiques que les carburants fossiles. De la même façon, si la bioélectricité peut être considérée comme une énergie quasi permanente, comparée à l'électricité solaire ou éolienne, adossée à une production agricole elle est souvent saisonnière et en partie versatile.

L'utilisation de la bioélectricité et des biocarburants suppose ainsi des changements comportementaux et le développement d'équipements adaptés qui vont du foyer à bois à la voiture *Flex fuel*. Là encore le changement le plus remarquable est certainement le développement des moteurs *Flex fuel* au Brésil. Ce moteur a été développé pour permettre d'utiliser indifféremment des carburants tels que l'essence, le bioéthanol ou un mélange des deux. Aujourd'hui, au Brésil, le nombre d'automobiles vendues équipées du système *Flex fuel* a dépassé celui des voitures traditionnelles à essence. Le biodiesel quant à lui ne nécessite pas de modifications majeures à faire sur les moteurs traditionnels. En revanche le biogaz nécessite un équipement adapté pour être utilisé soit dans des moteurs traditionnels – bi-carburateur – soit dans des réchauds. De la même façon les nouveaux carburants solides à base de bois : pellets, briquettes nécessitent également des foyers adaptés à ce type de conditionnement que ce soit pour la production de chaleur domestique ou d'énergie de cuisson.

Dans le secteur de la cuisson, comme nous l'avons souligné précédemment, l'adoption et l'utilisation des foyers améliorés à bois ou à charbon de bois, restent encore faibles en grande partie car ils ne sont pas adaptés aux modes de cuisson traditionnels qui nécessitent des temps de cuisson longs et de grandes quantités d'aliment. Néanmoins, on peut supposer que l'évolution des habitudes alimentaires en zone urbaine vers des cuissons plus rapides et en petites quantités va favoriser leur développement dans un avenir proche.

## **1.4.2. Les moteurs de ces évolutions**

Les moteurs de toutes ces évolutions le long des filières de production agricoles ou forestières sont multiples. En premier lieu, l'argument économique : la production de bioénergie répond à une nouvelle demande et participe à un nouveau marché qui s'internationalise. Mais ce moteur n'est pas unique et parfois n'est pas le plus déterminant. La production de bioénergie répond également des objectifs sociaux, politiques ou environnementaux locaux.

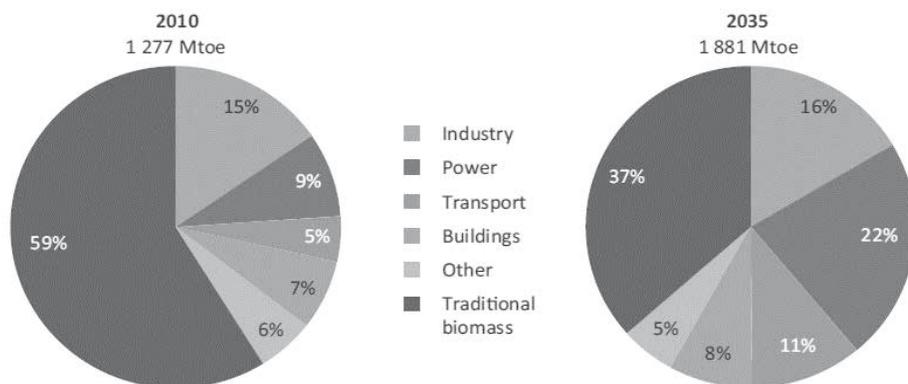
### **Une demande bioénergétique croissante**

Les scénarios tendanciels de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) prévoit une augmentation de la demande énergétique des pays en développement de l'ordre de 3 % par an jusqu'à l'horizon 2030. La demande d'énergie des pays en développement d'Asie devrait même s'accroître à un

rythme moyen de près de 4 % par an, soit beaucoup plus rapidement que dans toutes les autres régions du monde. Dans ces prévisions, l'utilisation de la biomasse pour la production électrique devrait augmenter de 5 % par an, l'usage traditionnel (cuisson et chauffage) de 6 % par an et le secteur des biocarburants de 5 % par an également. Aujourd'hui, la biomasse représente environ 10 % de la production énergétique primaire. Cette proportion devrait rester stable jusqu'à 2030, mais compte tenu de l'augmentation générale de la demande, il est naturel que cette production bioénergétique augmente au moins au même rythme voire à un rythme supérieur. D'après les prédictions, les usages de cette bioénergie devraient néanmoins varier au profit de l'électricité et du transport, au détriment des usages traditionnels pour la cuisson (cf. schéma 2 ci-avant).

Bien qu'il existe un marché international du bioéthanol, du biodiesel et nouvellement des pellets de bois, ce marché représente moins de 10 % de la production et les marchés sont avant tout locaux. Les échanges internationaux sont principalement à destination de l'Europe et proviennent majoritairement de pays sans problèmes d'accès à l'énergie : Brésil, Argentine, États-Unis, Canada. Dans les pays en développement, les besoins énergétiques sont tels que la demande locale absorbe pratiquement tout surplus produit. Néanmoins, les cas de l'Indonésie exportatrice de biodiesel alors qu'une grande partie de sa population n'a pas accès à l'électricité, ou de la Thaïlande visant à exporter du bioéthanol alors que sa production électrique peut être insuffisante à certaines périodes de l'année montrent que les stratégies économiques des États ou des grandes entreprises productrices peuvent ne pas servir l'intérêt local.

Graphique 11. Évolution attendue des usages énergétiques de la biomasse



Source : Agence internationale de l'énergie, 2012.

## **Les engagements des États et des filières dans le développement des énergies vertes**

Depuis la signature du protocole de Kyoto en 1997, les accords de Marrakech en 2001 et encore davantage depuis les Accords de Paris en 2015, la majorité des États du monde se sont engagés à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre. Et même si les efforts de réduction annoncés par les pays en développement sont faibles, ces derniers se sont engagés en particulier dans le développement des énergies renouvelables. Dans ces pays majoritairement en zone intertropicale, les ressources et potentiels de production de biomasse sont très forts. D'autant plus qu'en Afrique et en Amérique du Sud, la plupart de ces pays recèlent encore de grandes surfaces de terres arables non cultivées. Ainsi avec le solaire et l'hydroélectricité, la bioénergie fait partie de la plupart des stratégies de développement des énergies renouvelables de la plupart des États.

Nombre d'États, y compris dans les pays les moins avancés, ont mis en place des mesures incitatives pour la promotion des bioénergies. Elles prennent des formes très variables selon les énergies produites. Dans le secteur de la bioélectricité, une mesure essentielle est la garantie du tarif de rachat du kilowatt-heure (kWh) produit et injecté sur le réseau. Une autre peut-être l'aide à l'investissement des équipements de production : centrale à biomasse, génératrices *flex fuel*, etc. Dans le secteur des biocarburants, les mesures passent en général par des obligations d'incorporation garantissant aux producteurs un volume d'achat annuel, une taxation différentielle pour s'aligner sur les prix des hydrocarbures, ou des aides à l'investissement. Certains pays comme le Brésil ont également développé des mécanismes de garantie d'achat des productions agricoles – cas du ricin – auprès des producteurs afin d'alimenter des chaînes.

Dans le domaine de la biomasse, ces stratégies vont de pair avec des objectifs de développement rural et de limitation des importations d'hydrocarbures. En effet, d'une part les filières bioénergétiques sont pourvoyeuses de nombreux emplois en milieu rural – à énergie produite équivalente, les filières bioénergétiques procurent dix fois plus d'emplois que celles des hydrocarbures fossiles ; et d'autre part, elles augmentent les possibilités de transformation et de conservation des produits agricoles – par séchage, froid, sciage, mouture, etc. – et participent ainsi à l'augmentation de la valeur ajoutée en zone rurale. Enfin, elles sont à même de fournir une énergie de proximité, aux formes variées, peu chère comparée à celles produites à partir des énergies fossiles, améliorant ainsi les conditions de vie des populations.

Ces deux dimensions « développement rural » et « énergie de proximité » sont deux éléments forts appréciés des populations locales et contribuent à son acceptabilité sociale dans de nombreux pays, renforçant ainsi la demande interne. Le biodiesel d'huile de palme en Colombie ou l'éthanol de canne à sucre au Brésil sont ainsi devenus des produits dont les habitants sont fiers et forts demandeurs.

De manière concomitante, les grandes filières agricoles commerciales – canne, huile de palme, cacao, soja, etc. – se sont engagées progressivement dans des processus de certification pour répondre à des demandes de durabilité de leur clientèle : normes Table ronde sur l'huile de palme (RSPO), Table ronde pour des biocarburants durables (RSB), certification BONSUCRO, *Rainforest Alliance*, etc. Ces certifications ne font pas explicitement référence au développement des énergies vertes. Néanmoins, toutes se placent dans une logique de réduction des déchets, d'efficacité d'utilisation de la biomasse et de réduction des sources de pollution. La production de bioénergie

s'inscrit dans cette démarche de recherche d'efficacité et d'optimisation de l'utilisation des résidus, de culture ou de transformation, dans une logique d'économie circulaire.

### **Des filières agricoles et forestières en quête de diversification**

Au-delà des objectifs de certification, et d'efficacité énergétique, le développement des bioénergies au sein des grandes filières agricoles répond avant tout à des stratégies de diversification des débouchés.

Avec la hausse des prix des hydrocarbures – avérées durant les années 2007-2010, ou prévisibles à moyen terme – les mesures prises par les États pour le développement des énergies vertes et une demande sociale en augmentation, les biocarburants – solides ou liquides – et les bioénergies sont devenus des productions rentables dans de nombreuses filières. Ils sont passés du rang de sous-produit à celui de coproduit voire de produit principal. C'est particulièrement remarquable dans les filières bois où pendant de nombreuses années les grands exploitants forestiers et les États ont cherché à réduire, voire à supprimer la production de bois-énergie. Aujourd'hui, en Afrique centrale comme en Asie du Sud-Est la production de bois-énergie – pellets, charbon de bois, bûches – soit en complément d'une production de bois d'œuvre, soit en débouché principal est une option recherchée par les États et les exploitants. Comme nous l'avons vu précédemment, les modes d'exploitation et de plantation sont en train de changer pour s'adapter à ce débouché potentiel et les filières cherchent les organisations et les circuits commerciaux les plus efficaces pour fournir la demande locale ou internationale.

Dans le domaine agricole, les stratégies de diversification des débouchés et des marchés étaient déjà à l'œuvre dans de nombreux pays. Les biocarburants et la bioélectricité ont offert une nouvelle source de diversification pour l'agriculture limitant ainsi les risques de dépendance au seul marché de l'alimentaire et offrant ainsi aux agriculteurs et à leurs organisations représentatives un pouvoir de négociation supérieur.

Dans la mesure où la production de bioénergie n'entraîne pas d'irréversibilités – gels des terres, dégradation des sols, investissement trop lourds – de changements majeurs dans leurs pratiques, ou de nouvelles dépendances, les études montrent que la plupart des agriculteurs sont prêts à fournir ce nouveau débouché. À cet égard, l'échec mondial de production du *Jatropha* est éclairant. En effet, le *Jatropha Curcas* est un arbuste pérenne produisant un fruit et une graine oléagineuse, dont l'huile peut être utilisée brute en biocarburant ou être transformée en biodiesel. Dans les années 2005-2010, partout en zone intertropicale, en Asie du Sud-Est en Afrique subsaharienne, en Amérique latine, des projets de plantation de *Jatropha* pour la production de biodiesel ont vu le jour. Aujourd'hui presque tous sont arrêtés. Les raisons de cet échec sont multiples, mais parmi ces dernières, en particulier en Afrique, on peut en retenir deux : le *Jatropha* est une plante toxique non utilisable pour l'alimentation animale ou humaine et il est une plante pérenne. Ainsi, ce dernier introduit une dépendance exclusive au marché de l'énergie dont le cours est très fluctuant et une forme d'irréversibilité de par son côté arbuste permanent qui gèle des terres dans un espace majoritairement consacré aux cultures annuelles ou au passage des animaux.

**Image 2. Promotion de la filière maïs en Argentine : l'énergie est clairement présentée comme un débouché aussi important que l'alimentation du bétail**



Source : Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (Aapresid) - [www.aapresid.org.ar](http://www.aapresid.org.ar)

### L'absence de solutions alternatives

Enfin, dernier élément moteur, même s'il est en creux par rapport à tous les autres : l'absence de solutions énergétiques alternatives à la biomasse et accessibles à la population. Dans de nombreux pays en développement, malgré tous les efforts des gouvernements et des grands bailleurs de fonds pour favoriser le développement des énergies fossiles dans la sphère domestique, en particulier pendant les trois décennies les années 1970, 1980 et 1990, la transition vers le gaz ou le pétrole lampant n'a pas eu lieu. Aujourd'hui, l'Organisation des Nations unies (ONU) considère que près de trois milliards de personnes dépendent encore de la biomasse et majoritairement du bois ou du charbon de bois comme principale source d'énergie domestique. Dans le contexte actuel, cette transition apparaît de plus en plus compromise et même à contre-courant d'une transition énergétique moderne.

De nombreux pays africains n'arrivent plus à subventionner le gaz butane à usage domestique et ce carburant est encore majoritairement délaissé par les usagers urbains ou ruraux : trop cher, trop mal distribué, trop incertain et jugé trop dangereux le gaz butane peine encore à intégrer les cuisines des ménages urbains et est totalement absent en milieu rural ; le pétrole lampant n'est pas mieux

accepté par les usagers ; les plaques de cuisson électriques sont impossibles en l'absence d'électricité.

Ainsi la biomasse est-elle la seule ressource accessible et abordable pour encore de très nombreux ménages.

### **1.4.3. Les principaux défis à relever pour une transition bioénergétique**

Le développement des bioénergies est souhaité, souhaitable et en cours dans de nombreux pays. Cependant, ces évolutions posent encore de nombreux problèmes et de nombreux défis à relever. Le principal est la mobilisation en grande quantité de la biomasse. En effet, la production énergétique n'est pas un marché de niche, c'est un marché de masse qui répond à une demande croissante. Produire de grandes quantités de biomasse pose le problème de la compétition pour la terre, des modèles de production et de leur localisation ; le second défi est certainement celui de du prix et de l'accessibilité de l'énergie produite qui dans le contexte de pays pauvres doit pouvoir être concurrentiels avec les autres solutions énergétiques : hydrocarbures et autres énergies renouvelables ; et enfin, le dernier défi est celui de la durabilité de la production. La bioénergie ne peut en effet se justifier que par son caractère neutre en carbone, par un bilan énergétique positif et par des impacts environnementaux et sociaux acceptables.

#### ***Produire et mobiliser plus de biomasse***

Dans un futur proche caractérisé par une demande énergétique croissante et des acteurs de l'énergie aux dimensions internationales, la production de bioénergie est actuellement majoritairement pensée et organisée comme une production de masse mobilisant de grandes surfaces. Les exemples de réussites souvent exemplaires de production électrique à partir de canne au Brésil ou de biodiesel à partir d'huile de palme en Colombie vont dans ce sens : une usine bioélectrique au Brésil est alimentée en moyenne par environ 20 000 ha de canne à sucre situés dans un rayon de 50 km ; une usine de biodiesel en Colombie est alimentée en moyenne par 30 000 ha de palmeraies situés dans un rayon de 60 km.

Mais ces modèles de production à grande échelle nourrissent de nombreuses peurs dont celles d'une compétition pour la terre avec les cultures alimentaires et celles d'un accaparement des terres par des acteurs industriels au détriment des petits paysans locaux. Il est vrai que les projets de grands investissements, en particulier en Asie et en Afrique, ont pris de l'ampleur ces dix dernières années. 40 % de ces projets visent à produire des biocarburants solides ou liquides. Néanmoins, d'une part il existe un grand fossé entre les déclarations d'intention et les investissements réels sur le terrain, et d'autre part la plupart des projets sont à double usage : alimentaire et bioénergie – palmier à huile, canne à sucre, manioc. En effet, la bioénergie est actuellement un coproduit ou un sous-produit des productions alimentaires. Rares sont les productions réellement dédiées même si certains pays, à l'instar de l'Indonésie, pour le palmier à huile, ou de la Thaïlande, pour le manioc, visent à augmenter la part des productions dédiées à l'énergie.

Par ailleurs, ces grands modèles de production agro-industrielle, pour de nombreuses raisons, ne sont pas transposables dans tous les pays, de par leurs règles d'accès à la terre, le morcellement de l'espace agricole restant, les infrastructures routières peu développées, une faible disponibilité de la main d'œuvre, etc. Dans les PED, un des défis majeur pour la production de bioénergie est de pouvoir développer des modèles de production et de collecte de biomasse qui s'appuieront sur les agriculteurs familiaux existants qui représentent encore l'immense majorité de la main d'œuvre en milieu rural. Ces modèles sont en cours de développement dans le secteur de l'huile de palme, du cacao, et du sorgho. Dans ce type de modèle associant un réseau de producteurs agricoles et un industriel de l'énergie, la question de l'organisation de la collecte et du transport de la biomasse est une question cruciale. Afin de limiter les coûts de transport, ces nouveaux modèles amènent également à repenser la taille des installations de conversion vers des unités de plus petite taille pour des usages plus locaux.

Dans le domaine du bois-énergie, l'enjeu de production se localise principalement aux abords des grandes villes. L'approvisionnement des villes du Sud en combustibles ligneux, la forte demande actuelle et son augmentation prévisible aboutissent déjà à des situations de dégradation et de raréfaction de la ressource ligneuse dans les zones périurbaines, à des distances pouvant aller jusqu'à 200 km autour de grandes villes. L'enjeu est de recréer de la ressource en particulier par des plantations villageoises, paysannes ou industrielles et de l'organiser dans l'espace de manière à concilier le développement urbain, l'expansion agricole et la fourniture de bois-énergie.

Enfin, l'augmentation de la ressource passe également par la mobilisation des résidus de récolte et de déchets de transformation : pailles, coques, glumes, rémanents forestiers, résidus d'éclaircies, etc. De nombreuses études et expérimentations sont en cours pour étudier les conditions et les modes de collecte des résidus dans pratiquement toutes les grandes filières agricoles et forestières du Sud. Mais au-delà des aspects pratiques de collecte au champ ou en forêt, le principal problème est celui du transport du bord du champ jusqu'à l'usine de production énergétique. La biomasse est un produit foisonnant et lourd, et les infrastructures routières secondaires des pays en développement sont peu développées. Dans certains pays, les flottes de camions sont également limitées. Les schémas permettant physiquement de concentrer la biomasse résiduelle et de la transporter à des coûts raisonnables sont encore à construire.

### ***Produire équitablement une énergie utile en milieu rural***

Le second défi majeur est relatif au coût de production de la bioénergie, de ses conditions d'accès par les populations locales et à son rôle potentiel dans le développement en milieu rural. En effet, les pays en développement se caractérisent par un besoin immense en énergie pour se développer. L'énergie est devenue un Objectif de développement durable reconnu par l'ONU – ODD n°7. En particulier, l'accès à l'électricité pour tous est une priorité partagée par tous les États alors que près de 600 millions de personnes en Afrique et 500 millions en Asie n'en disposent pas.

D'une manière générale, ce besoin électrique et énergétique se concentre essentiellement en milieu rural. Aujourd'hui, les grands bailleurs de fonds et de nombreux gouvernements, faute de moyens, ont abandonné leurs grandes politiques de développement des réseaux électriques nationaux au profit de solutions de production et de distribution décentralisées. Si les investissements

s'en trouvent réduits, les expériences montrent que l'électricité produite à petite échelle, majoritairement à partir de groupe électrogènes diesels, est beaucoup plus chère que celle produite et distribuée dans les grandes villes et que le service est rarement continu. Ainsi, ces solutions décentralisées sont doublement inéquitables : coût plus important et service inférieur en milieu rural qu'en milieu urbain. Par ailleurs, si l'électricité est évidemment une nécessité pour l'amélioration des conditions de vie, cette dernière n'est que de peu d'utilité en agriculture qui reste le secteur économique dominant en milieu rural.

Dans ce contexte, la bioénergie est à même de jouer un double rôle. D'une part, elle peut fournir différentes formes d'énergie : biocarburants nécessaires à la mécanisation agricole, chaleur ou froid nécessaires à la conservation des produits, électricité nécessaire à leurs transformations et au développement d'autres activités ; d'autre part, la bioénergie suppose le développement de chaînes d'approvisionnement susceptibles de fournir des revenus paysans complémentaires, des emplois et de l'innovation locale. Mais pour ce faire, comme dans les modèles de production les modèles d'approvisionnement et de production électrique devront intégrer les acteurs locaux. Les technologies utilisées devront en particulier pouvoir être appropriées localement, au risque d'être abandonnées rapidement et les services énergétiques rendus devront répondre aux besoins locaux et au contexte rural.

### **Produire durablement**

La durabilité des modes de production de bioénergie et le renouvellement de la biomasse sont des enjeux majeurs et des conditions nécessaires au développement d'une telle production.

En premier lieu, l'intérêt de la bioénergie repose sur un bilan neutre en carbone. Or, de nombreuses productions n'affichent pas un bilan neutre en carbone et certaines ont des bilans énergétiques proches de zéro – elles consomment autant d'énergie qu'elles en produisent. C'est le cas en particulier de l'éthanol de maïs dont le cycle de production est fort émetteur de dioxyde de carbone et dont le bilan énergétique est d'environ une tonne d'équivalent pétrole (tep<sup>[5]</sup>) consommée pour une tep produite. En revanche, l'éthanol de canne à sucre ou le biodiesel d'huile de palme affichent des émissions de dioxyde de carbone réduites de 75 % à 90 % par rapport à leurs équivalents fossiles.

D'une manière générale, même si le bilan carbone de la production de bioénergie n'est pas nécessairement neutre, car produire de la biomasse peut nécessiter des moyens mécanisés ou l'utilisation d'engrais chimiques consommateurs de carbone, ce bilan est toujours meilleur que l'équivalent obtenu à partir d'énergies fossiles. Pour une production de chaleur ou d'électricité, les émissions de dioxyde de carbone d'un cycle biomasse sont plus de vingt fois moindres que des productions équivalentes (en kWh) à partir de charbon ou de diesel. Néanmoins, ce bilan dépend grandement de l'occupation des sols antérieure à la production de biomasse. En effet, si une plantation de bois-énergie ou de palmier à huile est plantée sur une terre initialement boisée, la production d'énergie, même par des pratiques vertueuses pourra difficilement compenser la perte de carbone initialement libéré par la déforestation.

---

[5] 1 tep = 7,33 barils de pétrole (équivalence conventionnelle du point de vue énergétique).

Une autre préoccupation majeure est le maintien de la fertilité des sols. La production massive de biomasse à des fins énergétiques, l'utilisation des résidus, des récoltes plus fréquentes et des passages plus fréquents aux champs, sont autant d'éléments qui peuvent aboutir à une dégradation des sols. D'une manière générale, l'intensification des prélèvements de biomasse sur des sols tropicaux déjà pauvres nourrit la crainte de nombreux agronomes et de forestiers qui s'opposent ainsi à une utilisation autre qu'alimentaire des terres.

Pour répondre à ces exigences de durabilité, les filières essaient d'une part de développer des normes de durabilité et de bonnes pratiques et d'autre part jouent sur les complémentarités de marchés entre l'alimentaire, l'énergie et les matériaux afin d'éviter les irréversibilités. Ceci est particulièrement vrai dans le cas de la canne à sucre, où la récupération des feuilles ou la production de canne plus riches en lignocellulose – les cannes fibres – font encore l'objet de nombreuses réticences, en particulier à cause de craintes de non-durabilité. C'est encore plus vrai dans le domaine forestier où la production de bois-énergie fait l'objet de nombreuses résistances de la part des forestiers « traditionnels ». Les conséquences à long terme d'une récolte accrue des résidus ou de production de variétés à haute teneur en biomasse ne sont pas encore connues et les itinéraires techniques durables associant énergies, aliments et matériaux sont encore à construire.

## Conclusions et perspectives

Les besoins en énergie des pays en développement sont considérables. Cette demande se localise essentiellement en milieu rural où actuellement plus de 80 % des besoins énergétiques sont assurés par de la biomasse – essentiellement du bois, utilisé pour la cuisson des aliments et pour le chauffage des habitations. Avec les tensions sur les marchés des hydrocarbures, les nouvelles solutions techniques de production d'énergies renouvelables à moindre coût, et les engagements des États pour la réduction des gaz à effet de serre, la satisfaction des besoins en énergie de ces pays ne devraient pas suivre les mêmes trajectoires technologiques que celles suivies par les pays développés.

Dans les PED, la prédominance des secteurs agricoles, la disponibilité *a priori* en terres arables, les perspectives d'accroissement des rendements, les ressources forestières encore importantes, font des biomasses agricoles et forestières des sources énergétiques à même de répondre au développement énergétique des zones rurales. Des changements sont en cours, vers une utilisation de plus en plus importante de la biomasse pour des productions énergétiques aux formes de plus en plus diverses : biocarburants liquides et gazeux, pellets de bois, bioélectricité. Mais la transition « bioénergétique » vers des formes modernes de bioénergie, même si elle offre de réelles perspectives en termes d'emplois, de coûts de l'énergie, de services énergétiques, devra relever de nombreux défis. La production de bioénergie devra en premier lieu trouver sa place en synergie et complémentarité avec les autres productions agricoles et forestières. Des modèles conciliant énergie, élevage, cultures alimentaires et forêt sont possibles et certains sont en cours d'expérimentation, mais les besoins en recherche sur ce sujet sont encore nombreux ; en second lieu, la bioénergie doit faire ses preuves en termes de coûts et offrir des services énergétiques adaptés aux besoins des populations rurales ; en troisième lieu les filières bioénergétiques, depuis la production jusqu'à la consommation,

doivent intégrer les acteurs locaux et veiller à l'équité au sein des chaînes de production et d'approvisionnement ; et enfin l'exportation massive de biomasse que cette production entraîne doit pouvoir être compatible avec le maintien de la fertilité des sols et les modèles agroécologiques en cours de développement.

Ainsi, les composantes d'une transition énergétique réussie dans les PED peuvent s'énumérer en quatre points : *i)* tirer parti des potentiels existants – ressources agricoles et naturelles – dans une logique d'économie circulaire en s'appuyant sur les filières agricoles et forestières existantes et trouver des complémentarités entre filières ; *ii)* répondre techniquement et socialement aux spécificités de la demande, en particulier en milieu rural ; *iii)* améliorer l'efficacité énergétique et l'impact environnemental des filières traditionnelles, tout en limitant l'impact social ; *iv)* inscrire la biomasse dans l'organisation, le fonctionnement et les projets des territoires.

## Bibliographie

Cotula, L., L. Finnegan et D. Macqueen (2011), "Biomass Energy: Another Driver of Land Acquisitions?" (IIED Briefing Papers No. 17098IIED) (p. 4), *IIED Publications Database*.

Gazull L. et D. Gautier (2014), "Woodfuel in a Global Change Context", *Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment*, 4 (2), pp. 156-170.

International Energy Agency (2012), "Energy for Cooking in Developing Countries", *In : World Energy Outlook 2006*, IEA. Paris, OCDE/IEA, pp. 419-446.

IEA Bioenergy (2007), *Potential Contribution of Bioenergy to the World's Future Energy Demand*. Rotorua, New Zealand, IEA Bioenergy.

OCDE, FAO (2014), « Biocarburants », *In : Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2014-2023*. Paris, Éditions OCDE, pp. 121-140.

OCDE/IEA (2012), *Key World Energy Statistics 2012*, International Energy Agency, Paris, 87 p.

REN21 (2015), *Renewables 2015 Global Status Report*, United Nations Environment Programme (UNEP), Paris, 32p, <http://www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report>.

Salvatore, M. et B. Damen (2010), *Bioenergy and Food Security: the BEFS analysis for Thailand, Environment and Natural Resources*, Working Paper No. 42. FAO, Rome, 107 p.