

L'évaluation des terres disponibles pour la production de biocarburants en Afrique de l'Ouest Quelques leçons tirées de l'analyse des potentiels du Mali.

L. GAZULL - CIRAD - 2007

Introduction

De nombreuses images prospectives décrivant la situation énergétique mondiale en 2030, 2050, voire 2100 sont aujourd'hui disponibles. Ces images s'appuient sur des scénarios de demande et d'offre régionalisées. Au final, ils se distinguent plus par les hypothèses de demande exprimées à des niveaux régionaux que par l'offre proprement dite. Dans la plupart des analyses, l'offre est considérée comme une donnée qui détermine les possibilités d'utilisation et qui limite la demande.

L'offre en biomasse-énergie peut provenir des résidus agricoles, des résidus d'exploitation forestière, de l'introduction de nouvelles cultures énergétiques ou de l'exploitation énergétique des forêts. Elle dépend donc directement des surfaces consacrées à chacun de ces modes de valorisation des sols et des productivités associés.

Dans la majorité des modèles prospectifs, la demande en produits alimentaires et en bois (d'œuvre et de service) dirige l'ensemble de la demande en terres. La satisfaction des besoins alimentaires est aujourd'hui considérée comme une priorité communément partagée par les analystes et seules les surfaces non utilisées pour l'agriculture vivrière sont en général considérées comme disponibles pour la production bioénergétique.

Un des grands enjeux de ces études est alors l'estimation de ces surfaces valorisables hors surfaces agricoles. Sur ce point, l'Afrique et l'Amérique Latine apparaissent comme les deux continents où les potentiels de terres disponibles sont de loin les plus forts. Cependant de fortes incertitudes subsistent sur ces estimations.

L'objectif de cette présentation est de porter un regard critique sur les modèles et les données qui sous-tendent ces évaluations, en particulier en Afrique de l'Ouest. A cette fin, nous analyserons la pertinence des données et des hypothèses utilisées sur un grand pays Sahélien: le Mali. Des recommandations sur l'utilisation de ces estimations et sur le développement de modèles mieux adaptés seront alors énoncées.

Le dessous des chiffres

La majorité des auteurs s'accordent à penser qu'en Afrique SubSaharienne, les trois sources majeures de biomasse-énergie sont :

1. Les résidus agricoles ;
2. Les résidus forestiers ;
3. Les cultures énergétiques ligneuses et non ligneuses qui ne pourront être produites que sur des surfaces non sollicitées par l'agriculture vivrière et l'exploitation forestière.

En Afrique de l'Ouest, le potentiel proviendrait essentiellement de nouvelles cultures énergétiques dans la mesure où la majeure partie des résidus agricoles sont aujourd'hui valorisés par l'agriculture (apports organiques), par l'élevage extensif (nourriture et litière pour l'élevage) et où l'exploitation forestière à des fins industrielles est relativement faible (comparée à celle des Etats d'Afrique Centrale notamment).

Schématiquement et selon les analyses actuelles, en Afrique de l'Ouest le potentiel de production de biocarburants correspondrait essentiellement à un potentiel de valorisation des savanes et des steppes. Les surfaces concernées correspondent aux surfaces de savanes actuelles amputées des

surfaces déjà cultivées, des futures surfaces cultivées pour répondre aux besoins alimentaires, et des surfaces forestières protégées ou actuellement exploitées.

Un des principaux enjeux dans ce type de modélisation est donc d'estimer les futures surfaces nécessaires à l'agriculture et d'évaluer la productivité des futures cultures énergétiques sur les terres savanicoles.

Le tableau ci-dessous rappelle les potentiels en terres disponibles en Afrique Sub-Saharienne à l'horizon 2050 estimés par différents auteurs selon différentes hypothèses de conversion des terres.

Tableau 1 : Potentiel de production de biomasse-énergie à l'horizon 2050, en Afrique Sub-Saharienne, selon différents modèles de prédiction.

Auteurs (année)	Surfaces disponibles pour la production de bioénergies (Mha)	Biomasse utilisée	Terres utilisées pour la production d'énergie	Energie produite (EJ/an = 10^{18} J/an)
Fisher et al (2001) [1]	690	Tout type	Savanes, pâturages, steppes	55
Yamamoto et al (2001) [2]	500	Plantations forestières	Jachères, savanes, forêts, terres dégradées	75
Phillips, T (2002) [3]	27	Cultures sucrières ou amidonnées	Terres cultivables additionnelles	Non Rens.
Hoogwijk et al (2005) [4]	Environ 600	Plantations forestières à courtes rotations	Terres cultivables abandonnées, terres marginales, et toutes terres hors cultures vivrières, pâturages et forêts	5 à 80 selon les scénarios
OECD (2007) [5]	440	Tout type	Non rend.	70

En l'état actuel, les modèles diffèrent essentiellement par les hypothèses faites sur :

- Les terres utilisées pour la production de biocarburants. La compétition entre usages du sol et notamment entre production alimentaire et production énergétique ne fait que rarement partie de la dynamique du modèle. Elle est traitée en amont par la définition a priori de hiérarchies d'allocation et de trajectoires d'évolution de l'occupation des sols (ex : la terre est allouée en priorité à l'agriculture vivrière, puis à défaut au pâturage, puis à défaut à l'exploitation forestière puis à défaut à la production énergétique). Hoogwijk et al [4] considèrent par exemple les terres abandonnées par l'agriculture (pour des raisons de perte de fertilité) et les terres marginales, mais excluent totalement les surfaces de pâturage réservées à l'élevage. A l'inverse, Fischer et al [1] comme Yamamoto et al [2] incluent toutes les surfaces enherbées et donc incluent les pâturages.

- L'évolution de la demande alimentaire qui conditionne les besoins locaux en terres agricoles. Fischer et al [1] considèrent par exemple les modèles prospectifs de la FAO ; Hoogwijk et al [4] quant à eux élaborent différents scénarios d'échanges commerciaux à l'échelle du globe.
- L'intensification agricole qui conditionne les rendements agricoles et donc les terres nécessaires à la production alimentaire. Selon les modèles et les scénarios, les hausses de productivité attendues pour 2050 peuvent aller de 10% à 50% par rapport aux rendements de 2000.

Comme on le voit il est difficile de comparer les estimations entre elles car elles reposent sur des hypothèses de mobilisation et d'évolution de l'occupation des sols différentes.

Cependant tous ces modèles reposent sur un ensemble de données commun :

- Les surfaces actuellement cultivées correspondent aux statistiques nationales de la FAO [6].
- L'occupation des sols est établie à partir d'une base de donnée cartographique à l'échelle mondiale : Global Land Cover Characteristics database [7]. Cette base de données est issue d'une interprétation de données satellitales à basse résolution (1km) effectuée en 1995. Elle détaille en 24 classes l'occupation des sols de l'ensemble du globe.
- Les terres potentiellement arables sont issues du zonage Agro-écologique [8] qui évalue pour chaque pays du globe les surfaces potentiellement cultivables en fonction de critères objectifs sur le climat, le relief, le type de sol, les ressources en eau, ...
- L'évolution de la population mondiale et donc de la demande est issue des analyses de l'UNDP.

Ces données sont ensuite réagrégées spatialement (création de régions, regroupement de mailles) et sémantiquement (regroupement de classes d'occupation des sols) pour satisfaire aux exigences et hypothèses des modèles prospectifs.

Sans préjuger, à ce stade de l'analyse, de la fiabilité de ces sources, il convient néanmoins de rappeler que l'Afrique de l'Ouest est avec l'Afrique Centrale, une des dernières régions du monde où il n'existe aucun référentiel cartographique récent d'occupation des sols. Aucune carte d'occupation des sols à des échelles de l'ordre du 1/100000 ou 1/200000 n'existe pour vérifier et valider les données citées. Les espoirs suscités par le projet Africover de la FAO se sont à l'heure actuelle arrêtés aux portes de l'Afrique de l'Est.

Ainsi, compte tenu de la grande diversité des savanes et de leur imbrication dans le tissu agricole, l'utilisation des images satellitales à basse résolution pour l'estimation de leur surface reste très imprécise.

Comme le montre la figure 1 donnée en Annexe1, le GLCC n'offre qu'une vision très pauvre de la mosaïque réelle de cultures, de jachères et de savanes qui prédomine sur l'ensemble de la zone soudano-sahélienne.

« Zoom avant » sur les surfaces disponibles au Mali

En 1991, le Ministère chargé des ressources naturelles et de l'élevage du Mali a entrepris une cartographie au 1/200 000^e des ressources ligneuses et des surfaces cultivées de l'ensemble du territoire malien (exceptée la zone désertique) [9]. Cette cartographie manuelle (le PIRL) réalisée à partir de l'interprétation de 162 images satellitales SPOT 4, reste à l'heure actuelle la plus précise et la plus fiable source d'information sur l'occupation des sols.

Le tableau ci-dessous compare les résultats du PIRL avec les données fournies par GLCC, par la FAO/IIASA et par le Ministère de l'Agriculture du Mali (Minagri).

Tableau 2 : Comparaison des surfaces cultivables et cultivées au Mali selon différentes sources d'estimation

Sources	Surfaces cultivées (systèmes à jachères courtes*) Mha	Surfaces cultivées (systèmes à jachères longues) Mha	Surfaces cultivables Mha	Savanes Mha	Prairies Mha
Minagri	2,5	non rens.	11,5	34	30
FAO / IIASA	2	0	27	Non rens.	Non rens.
PIRL	2,5	3,3	15,2	32,6	Non rens.
GLCC	0,5	3**	non rens.	45	12,5
* : Ces surfaces comprennent les cultures permanentes et les jachères de moins de 5 ans					
** : Mosaïque culture/savane					

De ce tableau il ressort que les surfaces considérées comme arables par la FAO ne prennent en compte qu'une partie des jachères courtes et ignorent totalement les systèmes à jachères longues qui participent pourtant aux systèmes de culture dominants au Mali. Les surfaces dédiées à l'agriculture dans les systèmes de culture qui sont ceux des paysans maliens sont donc systématiquement sous-estimées par les données FAO.

Il ressort également que les surfaces potentiellement cultivables estimées par l'IIASA et la FAO surestiment fortement le potentiel de terres arables. Même en ignorant 7 millions d'ha de terres très peu productives, le potentiel estimé par ces institutions reste deux fois supérieur aux estimations du ministère de l'agriculture malien.

Enfin, il ressort que les données GLCC sont inadaptées à l'estimation des surfaces cultivées. Les cultures permanentes sont très sous-estimées et les jachères n'existent pas en tant que telles dans la nomenclature. Même en additionnant les classes Cultures et mosaïque Culture/savanes, le total est deux fois moindre de ce qui a été relevé dans le PIRL (3.5 Mha contre 5.8 Mha). De plus, les surfaces de savane apparaissent très largement surestimées par rapport aux observations fines de terrain.

En conséquence, au Mali les données FAO et GLCC largement utilisées dans la plupart des études prospectives conduisent à une sous-estimation des surfaces cultivées, une surestimation des surfaces productibles et par voie de conséquence à une surestimation des surfaces de savane disponibles pour la production de biomasse-énergie.

Conséquences sur la prédiction des surfaces disponibles à l'horizon de 2025 et 2050

Dans la logique des modèles existants, la prédiction des surfaces disponibles suppose de connaître l'évolution des surfaces dédiées à l'agriculture, à la forêt et dans une certaine mesure à l'élevage. Ces évolutions dépendent principalement des besoins alimentaires des populations et de l'évolution des rendements agricoles (dans l'hypothèse communément admise d'absence de compétition entre production alimentaire et production énergétique).

Depuis 1985, les rendements agricoles maliens tendent à stagner et les accroissements de productions de céréales ont été obtenus essentiellement par l'accroissement des superficies cultivées. Les surfaces cultivées annuellement (hors jachères longues) ont été multipliées par 2.5 en 20 ans (entre 1985 et 2003), alors que la population n'a augmenté que d'un facteur 1.6 (Données FAO et Direction Nationale de la Statistique du Mali).

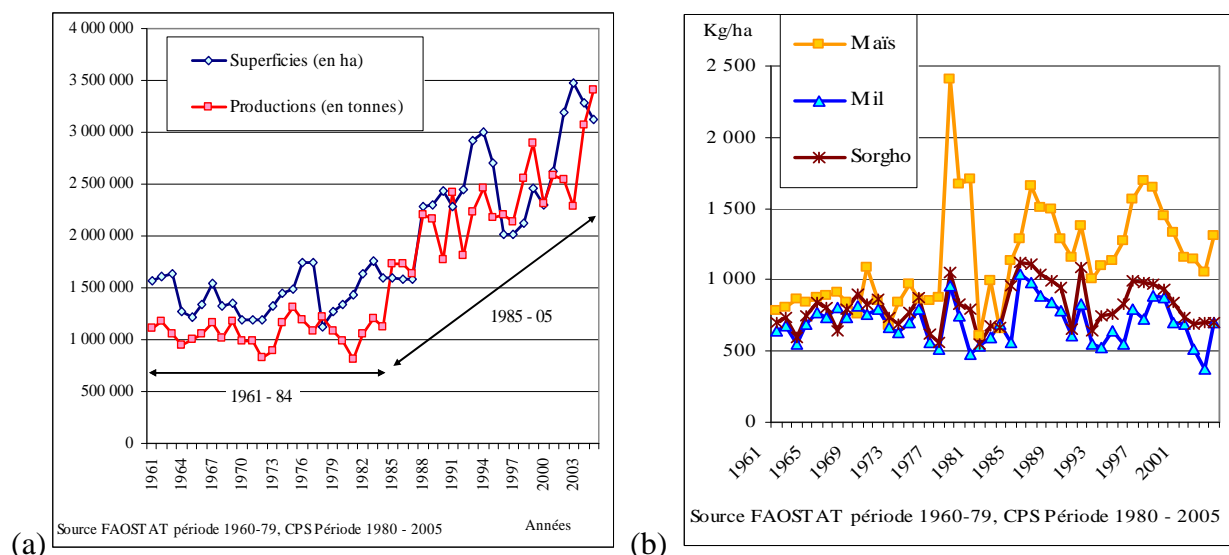


Fig 2 : Augmentation des superficies en céréales (a) et stagnation des rendements (b) au Mali – source : (CEPIA-IER-CIRAD, 2007) [10]

Une combinaison de deux facteurs peuvent expliquer cet écart d'accroissement : d'une part une augmentation des besoins alimentaires due à l'urbanisation des populations (changements de régime alimentaire) et à l'explosion démographique des jeunes (besoins plus importants chez les jeunes); d'autre part une stagnation des rendements encore mal analysée mais certainement due à l'augmentation du nombre d'exploitations avec des paysans moins expérimentés, l'extension des superficies sur des terres moins favorables et la dégradation de la fertilité des sols [10].

Au Mali, la très grande majorité des systèmes de production agricole est donc restée dans une logique extensive, qui nécessite toujours plus de terres, notamment au détriment des pâturages et des espaces de cueillettes.

Compte tenu de cette tendance, il est difficile d'imaginer une hausse importante des rendements à l'horizon 2025.

D'après les chiffres de croissance démographique, la population du Mali devrait doubler entre 2000 et 2025 pour être portée à 23 millions (source UNDP confirmée par les estimations de la DNSI) [11]. Le taux d'urbanisation avoisinera alors les 50%.

Ainsi, sans augmentation des rendements, la surface agricole devra au minimum doubler. En fait compte tenu du changement de régime alimentaire induit par l'urbanisation et par le rajeunissement de la population, les prospectivistes de la FAO [12] estiment que les besoins alimentaires devraient être multipliés par 3 dans 20 ans.

En supposant une évolution raisonnablement optimiste de 20% des rendements en 20 ans et une stabilité des importations alimentaires, la surface agricole devra alors être multipliée par 2.5 soit un total d'environ 15 Mha consacrés à la production de denrées alimentaires. En considérant les rendements actuels, cette surface devra être de 20 Mha en 2025.

En se basant sur ce modèle très simple et très pragmatique de prédiction, toutes les terres potentiellement productives, y compris celles faiblement productives devraient être utilisées pour la production alimentaire en 2025 avec de surcroît des conséquences sur les productions animales et forestières difficiles à appréhender.

Cela signifie également qu'à l'horizon de 20 ans seules les terres marginales, actuellement forestières et pastorales, pourront être consacrées aux cultures autres qu'alimentaires.

Conséquences sur la réelle disponibilité des terres marginales

Se pose alors la question de l'utilisation actuelle de ces terres marginales et de la compétition d'usage avec les cultures énergétiques.

En 20 ans malgré les efforts des instances politiques pour convertir les Maliens aux énergies dites « modernes », le bois reste la seule source d'énergie domestique véritablement accessible aux populations rurales et urbaines [13]. Les projets d'électrification rurale ne changeront rien à cet état de fait – l'électricité étant une énergie beaucoup trop chère pour les besoins de cuisson. La conversion à de nouvelles sources énergétiques est un phénomène très lent et difficilement envisageable à l'horizon de 20 ans. L'augmentation du prix des produits pétroliers devrait limiter les conversions énergies traditionnelles / hydrocarbures. Or en l'absence de grands projets de plantation, le bois vient des formations forestières naturelles. La nécessaire augmentation des surfaces agricoles devrait augmenter la pression sur les ressources forestières déjà très sollicitées. Les surfaces forestières inaptes à l'agriculture vont à moyen terme représenter les seules réserves d'énergie disponibles pour les populations rurales et seront très probablement conservées comme telles. D'autant que la diminution des durées de jachères des espaces cultivés devraient limiter les possibilités de prélèvements en ligneux sur ces espaces agricoles.

De même, les terres marginales pour l'agriculture sont non seulement des réserves de produits forestiers mais aussi des pâturages. Le cheptel malien est l'un des plus importants d'Afrique et l'élevage joue un rôle déterminant dans l'économie du pays. Il est en constante augmentation depuis 10 ans avec des taux de croissance de l'ordre de 3% par an. Il est très largement développé sur l'ensemble du pays avec des systèmes diversifiés allant de l'élevage purement pastoral au Nord à des systèmes agro-pastoraux à dominante agricole dans le Sud. Dans ce contexte, les ressources fourragères aériennes issues des savanes comme les résidus de récolte constituent des ressources qui, si elles étaient mobilisées pour d'autres usages, auraient un impact négatif très fort sur l'élevage.

Quelles surfaces seront donc disponibles pour la production de biocarburants à l'horizon 20 ans ? Au regard des évolutions attendues de la demande et de l'offre, il est probable que ce potentiel sera limité en terme de surface et de productivité et que seules seront disponibles des terres marginales éloignées des villages, c'est-à-dire n'entrant pas en concurrence avec la récolte de bois de feu et les pâtures villageoises.

Conclusions et recommandations

Comme nous avons pu le constater dans ce survol rapide de la situation au Mali, il apparaît que les données de base (FAO/IIASA, GLCC) servant aux modèles de prédiction du potentiel de production de la biomasse-énergie sont sujettes à caution en milieu soudano-sahélien. Elles surestiment largement le potentiel de terres disponibles. Ceci est en grande partie dû à l'absence d'une cartographie de référence de l'occupation des sols.

En zone soudano-sahélienne, les modèles globaux et nécessairement simplifiés se heurtent à la complexité des systèmes de culture agro-pastoraux extensifs qui intègrent l'utilisation des ressources naturelles des espaces marginaux (bois, produit forestiers non ligneux, fourrage aérien).

Dans un tel contexte, il apparaît que **le problème de l'estimation du potentiel de production de biocarburants n'est pas seulement un problème de compétition avec la production alimentaire mais avant tout un problème de compétition avec les usages traditionnels des espaces marginaux** : élevage extensif, énergie domestique et refertilisation des sols par la jachère.

L'occupation des sols et notamment les typologies classiques utilisées dans les modèles actuels ne renseignent pas sur ces usages multiples pourtant déterminants dans l'appréciation de la disponibilité des terres.

Pour estimer justement le potentiel de terres allouables aux biocarburants sans compromettre la sécurité alimentaire et énergétique des pays sahéliens ni modifier profondément les systèmes de cultures, il conviendrait de mieux prendre en compte les liens existants entre l'occupation des sols, la localisation de la population et des infrastructures, et les usages des sols.

Bibliographie

- [1] Fischer G, Schrattenholzer L. Global bioenergy potentials through 2050. *Biomass and Bioenergy* 2001;Vol 20: p. 151–159.
- [2] Yamamoto H, Fujino J, Yamaji K. Evaluation of bioenergy potential with a multi-regional global-land-use-and-energy model. *Biomass and Bioenergy* 2001;Vol 21: p. 185-203.
- [3] Philipps T. Agro-economic Assessment of the Potential to Produce Fermentation Alcohol In Africa. Washington: The World Bank - RPTES Program; 2002.
- [4] Hoogwijk M, Faaij A, Eickhout B, Vries Bd, Turkenburg W. Potential of biomass energy out to 2100, for four IPCC SRES land-use scenarios. *Biomass and Bioenergy* 2005;Vol 29: p. 225–257.
- [5] Doornbosch R, Steenblik R. Biofuels: Is the cure worse than the disease? Round Table on Sustainable Development. Paris, 11-12 September 2007: OECD; 2007.
- [6] UN FAO. FAO STATISTICAL YEARBOOK 2005-6. Rome: The Statistics Division - F.A.O.; 2005.
- [7] USGS. Global Land Cover Characteristics Data Base Version 2.0: USGS 2000; http://edc2.usgs.gov/glcc/globdoc2_0.php
- [8] FAO, IIASA. Global Agro-Ecological Zones - 2000: The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) 2000;
- [9] PIRL. Projet d'inventaire des ressources ligneuses au Mali. In: BDPA-SCET-AGRI-CTFT-SYSAME, editor: Ministère chargé des ressources naturelles et de l'élevage du Mali; 1991.
- [10] CEPIA, IER, CIRAD. les implications structurelles de la libéralisation sur l'agriculture et le développement rural au Mali République du Mali - Banque Mondiale - Coopération Française; 2007.
- [11] United Nations. World Population Prospects: The 2005 Revision and World Urbanization Prospects: United Nations Population Division 2005; <http://esa.un.org/unup>
- [12] Collomb P. Une voie étroite pour la sécurité alimentaire d'ici à 2050. Rome - Paris: FAO - ECONOMICA; 1999.
- [13] Gazull L, Gautier D, Raton G. Analyse de l'évolution des filières d'approvisionnement en bois-énergie de la ville de Bamako. Mise en perspective des dynamiques observées avec les politiques publiques mises en oeuvre depuis 15 ans. Bogor: CIFOR; 2006, p. 48 p.

Annexe 1 : Comparaison entre l'occupation des sols décrite par GLCC et le PIRL dans la région de Bamako (Zone de 150 km x 100 km)



Occupation des sols selon USGS-GLCC

- Urban
- Agriculture
- Savanes
- Eau

Occupation des sols selon le PIRL

- Urban
- Agriculture
- Savanes
- Eau

