



**HAL**  
open science

## **Biomasse énergie : le point sur 15 idées reçues. Eléments d'expertise sur la valorisation énergétique de la biomasse agricole**

Caroline Godard, Alexandre Morin, Fabien Ferchaud, Julie Wohlfahrt, Elodie Nguyen, Jean-Pascal Hopquin

### ► To cite this version:

Caroline Godard, Alexandre Morin, Fabien Ferchaud, Julie Wohlfahrt, Elodie Nguyen, et al.. Biomasse énergie : le point sur 15 idées reçues. Eléments d'expertise sur la valorisation énergétique de la biomasse agricole. [Rapport de recherche] auto-saisine. 2012, 54 p. hal-01602016

**HAL Id: hal-01602016**

**<https://hal.science/hal-01602016>**

Submitted on 6 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License



# ***Biomasse énergie : le point sur 15 idées reçues***

*Éléments d'expertise sur la valorisation énergétique de la biomasse agricole*



MINISTÈRE  
DE L'AGRICULTURE  
DE L'AGROALIMENTAIRE  
ET DE LA FORÊT

Avec la contribution financière  
du compte d'affectation spéciale  
« Développement agricole et rural »



**Coordination de la Commission Evaluation du RMT [Biomasse](#) et rédacteur en chef de cette publication :**

Caroline Godard, Agro-Transfert Ressources et Territoires

**Rédaction :**

Caroline Godard	Agro-Transfert Ressources et Territoires
Alexandre Morin	Agro-Transfert Ressources et Territoires
Fabien Ferchaud	INRA US AgroImpact Laon-Mons
Julie Wohlfahrt	INRA UR SAD – ASTER Mirecourt
Elodie Nguyen	CRA Picardie
Jean-Pascal Hopquin	CRA Picardie

**Contributions :** (par ordre alphabétique des structures) :

Agro-Transfert Ressources et Territoires	Caroline Godard et Alexandre Morin
APCA – Chambres d'Agricultures France	Philippe Touchais
Bergerie Nationale / Réseau énergie DGER	Claire Durox
Chambre Départementale d'Agriculture d'Indre et Loire	Christophe Bersonnet
COOP de France	Laure Pédoussaut
Chambre Régionale d'Agriculture de Picardie	Elodie Nguyen et Jean-Pascal Hopquin
Etablissement Public Local de l'Oise (Airion)	Rachid Fettar
INRA US Agro-Impact Laon-Mons	Fabien Ferchaud et Charlotte Demay
INRA UR SAD-ASTER Mirecourt	Julie Wohlfahrt
ITB	Michel Cariolle
Ministère de l'Agriculture- Bureau <a href="#">Biomasse</a>	Vincent Szeleper

RMT Biomasse Energie Environnement et Territoire, Décembre 2012

Site internet : <http://www.biomasse-territoire.info>

## Avant-propos

La [biomasse](#) énergie arrive à une nouvelle étape en France. Sa croissance rapide et son niveau de développement posent de nouvelles questions. Les interrogations portent en premier lieu sur la disponibilité de la biomasse et l'efficacité de sa conversion en énergie. A cela s'ajoute des inquiétudes sur l'impact de son exploitation sur les milieux naturels et le tissu économique. Face à ces questions, on ne peut pas s'en tenir au seul principe de précaution, faute d'y voir clair. Il est urgent de proposer des réponses objectives et scientifiques pour permettre à la biomasse-énergie de se développer de manière équilibrée. Car le recours accru à la biomasse, notamment agricole, est inscrit dans les choix politiques. Les directives européennes, les plans nationaux et autres schémas locaux fixent à la biomasse des objectifs ambitieux pour tenir les engagements de baisse des émissions de [gaz à effet de serre](#) et s'orienter vers une économie « décarbonée ».

Les décideurs économiques et publics se trouvent confrontés à un dilemme : jusqu'où miser sur la biomasse sans aller trop loin ? Conséquence logique, l'évaluation des filières biomasse devient un impératif, jusqu'à lui en demander trop. Car l'évaluation reste un outil. Elle ne peut que fournir des tendances et des estimations chiffrées aux responsables. En aucun cas, elle ne décide à leur place. Ses résultats sont d'autant plus à relativiser que l'objet de l'évaluation est nouveau et en plein essor. Les méthodes d'évaluation sont encore en cours d'ajustement.

En outre, les changements dans le secteur de la biomasse pourraient s'accélérer à l'avenir. Par exemple le concept de [bioraffineries](#) porté par le Pôle de compétitivité « Industrie et Agro-Ressources » peut considérablement modifier les schémas actuels. Il vise des développements simultanés et intégrés localement dans les domaines de la chimie verte, des agro matériaux et de l'énergie, alors qu'aujourd'hui, ces filières fonctionnent de manière distincte et isolée.

Sensible à ces attentes stratégiques des acteurs de terrain, le RMT Biomasse énergie environnement et territoires a pris le parti, depuis 2008, de clarifier autant que possible le questionnement autour de la biomasse et les moyens d'y répondre. Dans ce but, il a répertorié les demandes d'évaluation les plus courantes, les outils et méthodes disponibles pour y répondre, ainsi que les résultats d'évaluation connus et reconnus. Ce travail d'analyse et de capitalisation lui permet aujourd'hui de diffuser aux décideurs un panorama large des enjeux et impacts potentiels du développement des filières biomasse-énergie. Cela vise à éviter des travaux d'évaluation complexes et coûteux pour répondre à des questions récurrentes et déjà traitées ailleurs ou à d'autres échelles. C'est dans ce sens que la commission « Evaluation » du RMT Biomasse -énergie a identifié 15 affirmations couramment formulées à propos des filières biomasse-énergie. Elle s'est fixé comme objectif d'apporter sur ces points son expertise et les résultats déjà connus afin d'éclairer les décideurs. L'idée de ce document est finalement de montrer les interactions entre enjeux autour de la biomasse, parfois de déconstruire certaines idées reçues. Cet ouvrage vise à apporter quelques repères pour objectiver les débats, et indique aux lecteurs comment approfondir certaines réflexions grâce aux études citées en référence.

Ce travail collectif de longue haleine montre que des travaux, publications, articles sur les conséquences et retombées des filières biomasse sont déjà mobilisables, même s'ils ne convergent pas tous dans leurs conclusions. Par contre, ces résultats ne couvrent souvent qu'une partie des enjeux. Au final, ils ne font pas de la biomasse agricole la réponse optimale pour tous les critères de choix. Le décideur devra donc faire des pondérations et des compromis entre les enjeux d'importances relatives pour formuler son choix. Et pour y parvenir il apparaît utile de bien comparer l'énergie biomasse à l'énergie fossile qu'elle est remplacerait.

## Table des matières

<b>BIOMASSE ENERGIE : LE POINT SUR 15 IDEES REÇUES. Eléments d’expertise sur la valorisation énergétique de la biomasse agricole.....</b>	
<b>AVANT-PROPOS.....</b>	<b>2</b>
<b>TABLE DES MATIERES.....</b>	<b>3</b>
● <b>EMPLOI ET FILIERES.....</b>	<b>4</b>
« LE DEVELOPPEMENT DES CULTURES ET DES FILIERES BIOMASSE ENERGIE CREE DES EMPLOIS LOCAUX. ».....	4
« LES FILIERES DE VALORISATION ENERGETIQUE AGRICOLES HORMIS LES FILIERES DE BIOCARBURANTS DE PREMIERE GENERATION, NE SONT PAS ORGANISEES.....	7
« LA MAJORITE DE LA RESSOURCE MOBILISEE EN BIOMASSE PROVIENDRA DE LA FORET. ».....	8
● <b>ENERGIE ET GAZ A EFFET DE SERRE.....</b>	<b>9</b>
« LES ENERGIES PRODUITES A PARTIR DE LA BIOMASSE SONT RENOUVELABLES.».....	9
« LE BILAN ENERGETIQUE DES FILIERES BIOMASSES ENERGIE N’EST PAS BON. ».....	9
« LE RENDEMENT ENERGETIQUE DES FILIERES BIOMASSES ENERGIE N’EST PAS BON. ».....	9
« LE BILAN GAZ A EFFET DE SERRE DES FILIERES BIOMASSE N’EST PAS BON.».....	19
● <b>CONCURRENCES .....</b>	<b>23</b>
« LES CULTURES DEDIEES A LA PRODUCTION DE BIOMASSE SONT EN CONCURRENCE AVEC LES CULTURES ALIMENTAIRES.».....	23
« L’INTEGRATION DES FILIERES DE VALORISATIONS ENERGETIQUES DE LA BIOMASSE SUR UN TERRITOIRE SE FERA AU DETRIMENT DES FILIERES DEJA ETABLIES. ».....	30
« IL VAUT MIEUX UTILISER EN PRIORITE LES COPRODUITS ET NON PAS DES CULTURES DEDIEES POUR PRODUIRE DE L’ENERGIE. ».....	32
● <b>IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX.....</b>	<b>33</b>
« LES CULTURES ENERGETIQUES NECESSITENT PEU D’INTRANTS ET ONT UN ROLE POSITIF VIS-A-VIS DES RESSOURCES EN EAU.».....	33
« LES CULTURES POUR LA VALORISATION ENERGETIQUE VONT EPUISER LES SOLS EN EXPORTANT DU CARBONE ET DE L’AZOTE.».....	37
« LES CULTURES PERENNES FERMENT LE PAYSAGE.».....	39
« LES CULTURES PERENNES FAVORISENT LA BIODIVERSITE.».....	41
« LE MISCANTHUS EST UNE PLANTE INVASIVE QUE L’ON NE MAITRISE PAS ET IL RISQUE DE SE PROPAGER AU-DELA DES PARCELLES OU IL EST CULTIVE. ».....	44
<b>Glossaire.....</b>	<b>46</b>

## 1 - Emploi et filières

### a) « Le développement des cultures et des filières biomasse énergie crée des emplois locaux. »

L'évaluation de la création nette d'emploi d'un secteur ou d'une filière n'est pas évidente : nécessité de comptabiliser les emplois directs, indirects et les conversions ou remplacements d'emplois déjà existant. Les cultures à [biomasse](#) et les filières biomasse énergie génèrent des activités nouvelles, qui, au même titre que celles de la « [croissance verte](#) » présentent un potentiel significatif de créations d'emplois dans les dix ans à venir (COE, 2011, p. 7). Ces emplois créés seront en partie locaux et non-délocalisables, mais il est difficile d'en évaluer précisément le nombre. De plus, les filières « biomasse énergie » sont diverses et les évaluations existantes sont soit basées sur une filière précise (exemple, Etude ATEE-Club Biogaz sur les emplois dans la filière biogaz de 2005 à 2020), soit concernent toutes les filières biomasse (voir Le livre blanc des énergies renouvelables du Syndicat des énergies renouvelables), voire l'ensemble de la « croissance verte », i.e. liée aux activités économiques générées par le développement durable, sans que puisse être distinguées les filières biomasse.

Parallèlement, dans les emplois existants, il y a des compétences qui évoluent, par exemple, pour l'animation de projets territoriaux utilisant la biomasse et la capacité à faire dialoguer de nombreux acteurs, ou pour conseiller techniquement de nouveaux systèmes de culture intégrant des cultures énergétiques.

Sources :

Conseil d'Orientation pour l'Emploi (COE), 2010, Croissance verte et emploi, 20 p. + annexes.

Disponible sur

<http://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/104000053/0000.pdf>

Association Technique Energie Environnement (ATEE)- Club Biogaz, 2011, Emplois dans la filière biogaz de 2005 à 2020, 16 p.

Disponible sur [http://www.biogaz.atee.fr/cp/16/2011-02\\_EmploisBiogaz\\_ClubBiogaz.pdf](http://www.biogaz.atee.fr/cp/16/2011-02_EmploisBiogaz_ClubBiogaz.pdf)

Syndicat des énergies renouvelables, 2011, Le livre blanc des énergies renouvelables - Des choix qui fondent notre avenir, 202 p.

Disponible sur [www.enr.fr/docs/2012115824\\_LivreBlancComple.pdf](http://www.enr.fr/docs/2012115824_LivreBlancComple.pdf)

Éléments d'expertise	Références
<b>Les emplois de la « croissance verte » en France sont estimés à 600 000</b>	
<p>La création potentielle d'emplois au cours de la prochaine décennie, liée à la <a href="#">croissance verte</a> s'élève, selon 3 études menées en France, à plusieurs centaines de milliers, et jusqu'à environ 600 000 car :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'activité va augmenter dans certains secteurs (emplois directs et indirects) ;</li> <li>- les nouvelles activités sont souvent intensives en travail ;</li> <li>- les emplois créés sont pour une part non délocalisables ;</li> <li>- de nouveaux métiers vont apparaître.</li> </ul> <p>Le Comité d'Orientation de l'Emploi (COE) souligne également que la « croissance verte » engendrera des évolutions plus ou moins profondes des emplois et métiers actuels autant que de créations d'emplois proprement dites. Au-delà de ces évolutions, le « verdissement » de l'économie entraînera un redéploiement des emplois entre secteurs, au détriment notamment des secteurs producteurs ou fortement utilisateurs d'énergies fossiles.</p>	<p><a href="#">Document du COE, 2010</a></p>
<b>Les emplois de l'ensemble des filières biomasse en France sont plusieurs milliers en projection</b>	
<p>Le Syndicat des Energies Renouvelables a fait un recensement en 2011 et une projection à 2020 des emplois directs et indirects liés au développement des filières <a href="#">biomasse</a> en France à partir des chiffres de l'ADEME et des objectifs du Grenelle :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Biomasse pour la production de chaleur (dans le secteur hors domestique) : 13 500 (2011), 22 800 (2020)</li> <li>- Chauffage au bois domestique (Hors emplois liés au bois bûche) : 18 183 (2011), 20 000 (2020)</li> <li>- <a href="#">Cogénération</a> biomasse : 700 (2011), 5 000 (2020)</li> </ul> <p>L'ADEME estime par ailleurs que 1 000 tonnes de bois consommées correspondent à 1 emploi à temps plein, soit 3 à 4 fois plus que dans les filières fossiles.</p>	<p><a href="#">Le livre blanc des énergies renouvelables</a></p> <p>ADEME citée dans Dossier de presse Label Flamme Verte <a href="http://www.enr.fr/docs/2010172019_dossierd_epriseFV.pdf">http://www.enr.fr/docs/2010172019_dossierd_epriseFV.pdf</a></p>

Éléments d'expertise	Références
<b>Les emplois dans la filière méthanisation en France s'élèveraient à 5000 en 2020</b>	
<p>Les emplois directs de la filière biogaz (pas uniquement de <a href="#">biomasse</a> agricole) ont été identifiés et comptabilisés par le Club Biogaz de l'ATEE. Les emplois directs correspondent aux métiers et secteurs d'activités suivants, qui sont impliqués au premier plan dans un projet de <a href="#">méthanisation</a>, depuis la pré-étude jusqu'au démantèlement de l'installation en passant par son exploitation :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Développeurs de projet de méthanisation</li> <li>- Employés des bureaux d'études en méthanisation</li> <li>- Assistants à Maîtrise d'Ouvrage</li> <li>- Maîtres d'œuvre</li> <li>- Artisans en génie civil, voiries et réseaux divers pour l'installation d'unités</li> <li>- Équipementiers pour les digesteurs</li> <li>- Employés des laboratoires d'analyse</li> <li>- Exploitants de méthaniseurs : agriculteur, industriel ou autre</li> <li>- Collecteurs de biodéchets pour la méthanisation, employés de centre de déconditionnement des biodéchets</li> <li>- Gestionnaires de réseau d'électricité, de distribution ou de transport de gaz</li> <li>- Constructeurs et exploitants de stations de biométhane carburant, de systèmes d'épuration du biogaz et de contrôle de la qualité</li> <li>- Employés d'instituts de recherche en méthanisation, des chambres d'agriculture, des administrations</li> <li>- Avocats, juristes, financiers, comptables</li> </ul> <p>A l'horizon 2020, l'étude évalue à 12 000 hommes-an et 5000 emplois permanents, dont plus des deux tiers non délocalisables hors région, l'impact de la filière biogaz.</p>	<p><a href="#">Rapport ATEE-Club Biogaz</a></p>

**b) « Les filières de valorisation énergétique agricoles hormis les filières de biocarburants de première génération, ne sont pas organisées. »**

Les filières de valorisation énergétiques agricoles ne sont effectivement pas organisées de manière très lisible au niveau national français. Cependant, ces filières sont en train de se créer, et existent localement. Par exemple, les coopératives de déshydratation, en régions Champagne-Ardenne, Centre et Bourgogne sont des acteurs locaux des filières de valorisation de la biomasse énergie agricole. Sous forme associative (par exemple France Miscanthus) ou de clubs (par exemple le Club Biogaz), les acteurs et professionnels des filières de valorisation énergétiques de la biomasse s'organisent au niveau national. Les Taillis à très Courte Rotation (TtCR) et le miscanthus peuvent être utilisés en substitution partielle d'un approvisionnement en énergie fossile (par exemple pour la déshydratation). Le miscanthus et les TtCR peuvent également être valorisés en granulés purs ou en mélange, en

paillages, et le miscanthus seul en litières pour animaux. Par ailleurs, la méthanisation repose également sur des filières identifiables et organisées. Enfin, les cellules biomasse du ministère de l'agriculture, avec les DREAL (Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement) et l'ADEME, ont un rôle de suivi des approvisionnements et des usages de la biomasse dans les filières et projets dans les régions. La structuration des filières est actuellement une étape essentielle pour une valorisation réellement soutenable des ressources (IFPEN, 2009).

Source : Quelles ressources en biomasse pour un système énergétique durable ? Daphné Lorne, nov 2009,  
[http://www.ifpenergiesnouvelles.fr/content/download/69130/14922/14/version/2/file/Panorama2010\\_07-VF\\_Biomasse.pdf](http://www.ifpenergiesnouvelles.fr/content/download/69130/14922/14/version/2/file/Panorama2010_07-VF_Biomasse.pdf)

### c) « La majorité de la ressource mobilisée en biomasse proviendra de la forêt. »

Au niveau national français, la production d'énergie à partir de biomasse sera effectivement issue en majorité des ressources en bois (biomasse provenant de la sylviculture), à hauteur d'environ 14 000 à 16 000 ktep à horizon 2020 (d'après le Plan national d'action sur les énergies renouvelables). Cependant, la biomasse agricole (produits et coproduits) concourra également de manière non négligeable à la production d'énergie renouvelable, environ à hauteur de 4 200 ktep en 2020 en France.

Plan d'action national (PNA) en faveur des énergies renouvelables - Période 2009-2020, En application de l'article 4 de la directive 2009/28/CE de l'Union européenne, 120 p. *Disponible sur [http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/0825\\_plan\\_d\\_action\\_national\\_ENRversion\\_finale.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/0825_plan_d_action_national_ENRversion_finale.pdf)*

Programmations pluriannuelles des investissements (PPI) de production d'électricité et de chaleur, 2009. Synthèse et rapports complets disponibles sur [http://www.developpement-durable.gouv.fr/spip.php?page=article&id\\_article=6024](http://www.developpement-durable.gouv.fr/spip.php?page=article&id_article=6024)

Eléments d'expertise	Références
<b>Pour atteindre les objectifs nationaux et européens en matière d'énergies renouvelables, une large gamme de biomasses et de ressources sera nécessaire</b>	
<p>Au niveau national, la biomasse agricole vient en complément non-négligeable de la ressource forestière pour l'énergie. En effet, les ressources agricoles trouvent leur place, en particulier pour des projets énergétiques de moindre ampleur ou locaux. Les pailles, les cultures dédiées <u>lignocellulosiques</u> par exemple compteront parmi la gamme de ressource à mobiliser. La <u>méthanisation</u> fera également partie de cet éventail de sources énergétiques renouvelables à l'avenir. Ainsi, d'après le Plan d'action national (PNA) en faveur des énergies renouvelables et les Programmations Pluriannuelles des Investissements (PPI) de production d'électricité et de chaleur, l'ambition est, à horizon 2020, de multiplier par dix le niveau de production de chaleur à partir de biogaz de 2006. Les objectifs biogaz sont de 555 ktep de chaleur et 625 MW électriques pour le biogaz en 2020. Une partie de ces objectifs s'appliquent aux méthaniseurs agricoles qui devront compter : 1000 unités (à hauteur de 200 à 250 kW par unité).</p>	<p><a href="#">PNA</a></p> <p><a href="#">PPI</a></p> <p>L'observatoire national des ressources en biomasse – Evaluation des ressources disponibles en France. FranceAgrimer, oct. 2012</p> <p><a href="http://www.franceagrimer.fr/content/download/15926/119849/file/Obs_Biomasse.pdf">http://www.franceagrimer.fr/content/download/15926/119849/file/Obs_Biomasse.pdf</a></p>

## 2 - Energie et gaz à effet de serre

### **a)« Les énergies produites à partir de la biomasse sont renouvelables. »**

On considère comme renouvelables l'énergie solaire, l'énergie éolienne, l'énergie hydraulique, l'énergie géothermique, l'énergie marémotrice et l'énergie issue de la [biomasse](#) qui est produite par [photosynthèse](#) (article 2 directive ENR Union Européenne, 2009). Une ressource est renouvelable si elle se constitue ou se reconstitue plus rapidement qu'elle n'est utilisée. Bien gérée, une ressource renouvelable peut rester disponible sur le long terme.

### **b)« Le bilan énergétique des filières biomasses énergie n'est pas bon. »**

Le niveau du bilan énergétique dépend de la filière et des modes de valorisation considérés, un calcul spécifique est souvent nécessaire pour s'adapter à chaque cas précis. Un bilan énergétique est la différence entre la quantité d'énergie produite par le système considéré et la quantité d'énergie consommée pour obtenir la biomasse et la valoriser sous forme d'énergie.

### **c)« Le rendement énergétique des filières biomasses énergie n'est pas bon. »**

Le rendement énergétique des filières biomasses énergie est le rapport entre la quantité d'énergie renouvelable produite par le système considéré et la quantité d'énergie fossile consommée pour obtenir la biomasse et la valoriser sous forme d'énergie. A titre d'exemple, Il est positif pour les filières de [biocarburants de première génération](#) (cf. tableau ci-après). De même, pour un combustible bois, sous différentes formes, il est également nettement positif (cf. tableau ci-après).

## Rendement énergétique de plusieurs sources d'énergie

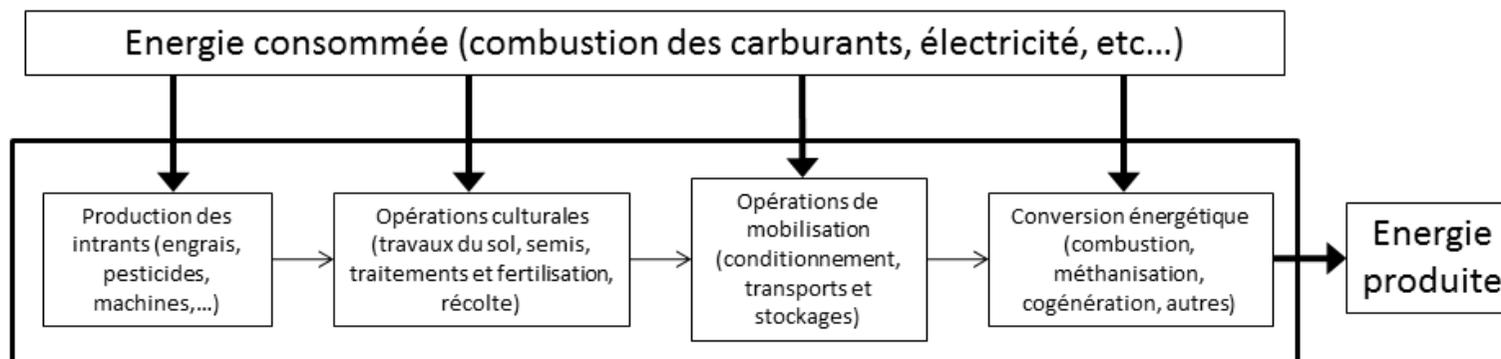
Source d'énergie	Rendement énergétique (unité d'énergie utile rendue par unité d'énergie non renouvelable consommée)
Gaz	0.8
Fioul	0.7
Électricité	0.3
Bûches	14
<a href="#">Plaquettes</a> de bois	20
<a href="#">Granulés</a> de bois	6

Source : ADEME, 2005, Bilan environnemental du chauffage domestique au bois- Note de synthèse

### Rendement énergétique de différentes sources de **biomasse** pour des biocarburants

Type de biomasse	Carburant	Rendement énergétique (valeur indicative et gamme de valeurs)
Canne à sucre	Ethanol	~ 8 [2.1 ; 8.3]
Betterave à sucre		~ 2 [1.2 ; 2.2]
Sorgho sucrier		~ 1 [0.9 ; 1.1]
Maïs		~ 1.5 [1.4 ; 1.8]
Blé		~ 2 [1.2 ; 4.2]
Manioc		~ 2.85
Tournesol	Huile végétale pure	4.7
Colza		5 [3 ; 7.5]
Colza	Biodiesel	~ 2.5 [1.3 ; 3.7]
Tournesol		3
Soja		~ 3 [1.5 ; 3.5]
Huile de palme		~ 9 [8.7 ; 9.7]
Huile végétale usagée		[4.8 ; 5.8]

Source : Bessou C., Ferchaud F., Gabrielle B., Mary B., 2011, Biofuels, greenhouse gases and climate change. A review. Agronomy for Sustainable Development, 31 :1-79



Les étapes de consommation et de production d'énergie considérées dans le bilan énergétique des filières [biomasse](#).

Éléments d'expertise	Références																								
<b>L'énergie produite pour un type de biomasse résulte de : <u>la qualité</u> et de <u>la quantité</u> de biomasse, et de <u>l'efficacité</u> du procédé de transformation</b>																									
<p><b>La qualité de la biomasse</b></p> <p>Selon le mode de transformation, on peut caractériser un <b>potentiel maximum de production énergétique</b> propre à chaque <u>biomasse</u> : <u>PCI</u> (<u>pouvoir calorifique inférieur</u>) pour une combustion, <u>pouvoir méthanogène</u> pour une <u>méthanisation</u>. Toutes les biomasses agricoles présentent un PCI de valeur similaire (entre 16 et 19 MJ par kg de biomasse anhydre, cf. tableau ci-après).</p> <table border="1" data-bbox="150 767 1491 1240" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" data-bbox="150 767 1491 868" style="text-align: center;"><b>Valeurs de PCI anhydre de quelques sources de biomasse</b></th> </tr> <tr> <th data-bbox="150 868 822 904" style="text-align: center;"><b>Biomasse</b></th> <th data-bbox="822 868 1491 904" style="text-align: center;"><b>PCI anhydre (MJ/kg)</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="150 904 822 938">Miscanthus</td> <td data-bbox="822 904 1491 938" style="text-align: center;">18,5</td> </tr> <tr> <td data-bbox="150 938 822 971">Switchgrass</td> <td data-bbox="822 938 1491 971" style="text-align: center;">18,5</td> </tr> <tr> <td data-bbox="150 971 822 1005">Luzerne</td> <td data-bbox="822 971 1491 1005" style="text-align: center;">16,8</td> </tr> <tr> <td data-bbox="150 1005 822 1038">Sorgho</td> <td data-bbox="822 1005 1491 1038" style="text-align: center;">16,8</td> </tr> <tr> <td data-bbox="150 1038 822 1072">Fétuque</td> <td data-bbox="822 1038 1491 1072" style="text-align: center;">17,2</td> </tr> <tr> <td data-bbox="150 1072 822 1106">Triticale</td> <td data-bbox="822 1072 1491 1106" style="text-align: center;">16,5</td> </tr> <tr> <td data-bbox="150 1106 822 1139"><u>TtCR</u> de saule</td> <td data-bbox="822 1106 1491 1139" style="text-align: center;">17,6</td> </tr> <tr> <td data-bbox="150 1139 822 1173">Paille de céréales</td> <td data-bbox="822 1139 1491 1173" style="text-align: center;">16,5</td> </tr> <tr> <td data-bbox="150 1173 822 1206">Paille de lin oléagineux</td> <td data-bbox="822 1173 1491 1206" style="text-align: center;">17,9</td> </tr> <tr> <td data-bbox="150 1206 822 1240">Bois (quelle que soit sa forme)</td> <td data-bbox="822 1206 1491 1240" style="text-align: center;">18,4</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Valeurs de PCI anhydre de quelques sources de biomasse</b>		<b>Biomasse</b>	<b>PCI anhydre (MJ/kg)</b>	Miscanthus	18,5	Switchgrass	18,5	Luzerne	16,8	Sorgho	16,8	Fétuque	17,2	Triticale	16,5	<u>TtCR</u> de saule	17,6	Paille de céréales	16,5	Paille de lin oléagineux	17,9	Bois (quelle que soit sa forme)	18,4	<p>Miscanthus, switchgrass, luzerne, sorgho, fétuque et triticale : données issues des <a href="#">fiches cultures du RMT Biomasse</a></p> <p>TtCR, pailles de céréales et de lin oléagineux : <a href="#">Fiches ADEME-Agrice</a></p> <p>Bois : <a href="#">La filière bois-énergie, Valbiom, 2004</a></p>
<b>Valeurs de PCI anhydre de quelques sources de biomasse</b>																									
<b>Biomasse</b>	<b>PCI anhydre (MJ/kg)</b>																								
Miscanthus	18,5																								
Switchgrass	18,5																								
Luzerne	16,8																								
Sorgho	16,8																								
Fétuque	17,2																								
Triticale	16,5																								
<u>TtCR</u> de saule	17,6																								
Paille de céréales	16,5																								
Paille de lin oléagineux	17,9																								
Bois (quelle que soit sa forme)	18,4																								

### Valeurs de **PCI** de divers combustibles fossile

Combustible	PCI (MJ/kg)
gaz naturel	46,3
méthane	50
diesel	43,1
essence	43,2
charbon	29,4

1 kWh = 3,6 MJ

Les **PCI** varient fortement avec la teneur en humidité de la **biomasse**, et ce de manière non-linéaire. A titre d'exemple, le PCI du peuplier est de 4,879 MWh/t (soit 17,5 MJ/kg) à 0% d'humidité, de 2,100 MWh/t (soit 7,6 MJ/kg) à 50% d'humidité et de 3,211 MWh/t (soit 11,55 MJ/kg) à 30% d'humidité.

[Bio-Intelligence Service pour le compte de l'ADEME, 2010 Analyses de Cycle de Vie appliquées aux biocarburants de première génération consommés en France Rapport final, 236 p.](#)

[ADEME-FCBA Référentiel combustible bois énergie : les plaquettes forestières-définition et exigences. 2008, 45 p.](#)

### Valeurs de pouvoirs méthanogènes pour quelques sources de biomasse

Biomasse	<b>Pouvoir méthanogène</b> (Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /t MB)
Eau de process d'amidonnerie	15
Drèches de pommes de terre	18
Drèches d'orge de brasserie	75
Pulpe de betterave déshydratée	293
Orge plante entière	101
Graisses usagées	260
Huiles usagées	737

Le **PCI** du méthane est de 9,94 kWh/m<sup>3</sup> soient 35,784 MJ/m<sup>3</sup>, à 0°C à pression atmosphérique (conditions normales de pression et de température).

[Méthasim](#)

### **La quantité de la biomasse**

La quantité de biomasse produite par unité de surface, i.e. le rendement de la production (exprimé par unité de surface), varie fortement entre les cultures. A titre d'exemple, le tableau ci-dessous reprend les rendements en matière brute par hectare et leur équivalent en transformation énergétique.

<b>Rendements par ha et énergétiques de quelques sources de biomasse</b>				
	<b>Rendement (t/ha)</b>	<b>Biocarburant produit (t/ha)</b>	<b>Equivalent pétrole (TEP/ha)</b>	<b>Rendement net (TEP/ha)</b>
<b>Sucre de betterave</b>	14	6.9 (éthanol)	4.4	2.3
<b>Blé</b>	9	2.6 (éthanol)	1.6	0.8
<b>Colza</b>	3.3	1.4 (diester)	1.2	0.8
<b>Tournesol</b>	2.4	1.1 (diester)	1.0	0.6

Source : Poitrat E., 2005, rendement betterave réactualisé

Poitrat, E. (ADEME), Les biocarburants en France et en Europe, Lyon 29 avril 2005

[http://www.raee.org/docs/CONF\\_SALON\\_ENR\\_2005/Conf\\_biocarburants/E.POITRAT.pdf](http://www.raee.org/docs/CONF_SALON_ENR_2005/Conf_biocarburants/E.POITRAT.pdf)

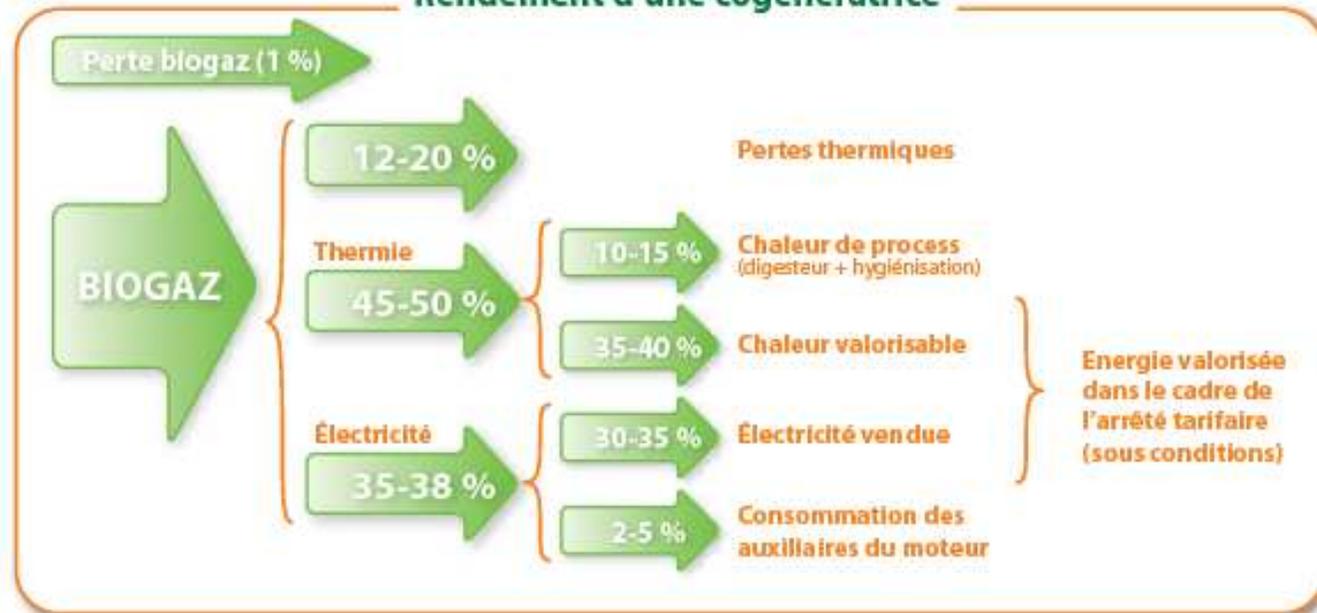
### **L'efficacité du procédé de transformation**

Selon le procédé de valorisation énergétique considéré, l'efficacité sera variable. **La combustion directe** a un niveau d'efficacité élevé (de 75 à 90 % pour une chaudière à [plaquettes](#) ou [granulés](#) de bois, par exemple), mais il y a toujours des pertes énergétiques variables selon le processus (combustion incomplète, pertes de chaleur dans la chaudière, voir schéma ci-dessus).

Pour la [méthanisation](#), le rendement énergétique est variable selon que l'on produit de l'électricité par [cogénération](#) ou non et selon le degré de valorisation de la chaleur produite. Le méthane issu du biogaz peut également être injecté dans le réseau de distribution. La **cogénération** permet de produire de l'électricité en même temps que de la chaleur. Cette conversion supplémentaire intervient après la production de biogaz ou est conjointe à la combustion. Elle dégrade le rendement énergétique.

ADEME [http://www.ademe.fr/midi-pyrenees/a\\_2\\_02.html](http://www.ademe.fr/midi-pyrenees/a_2_02.html)

## Rendement d'une cogénératrice

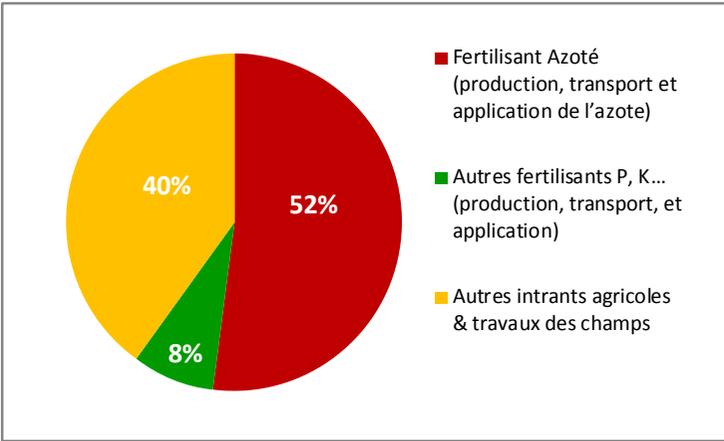


Source : ADEME, Sept. 2011, *La méthanisation à la ferme, Guide pratique pour les projets d'une puissance électrique inférieure à 500 kWe*

Pour une installation de [méthanisation](#), le logiciel Méthasim permet d'évaluer la faisabilité d'un projet de méthanisation, en incluant en particulier un bilan énergétique prévisionnel, ainsi que des éléments technico-économiques. Le logiciel « Gaz de Ferme » permet lui une 1<sup>ère</sup> étude plus simplifiée du projet.

[Méthasim](#)

[Gaz de ferme](#)

Eléments d'expertise	Références								
<b>Les étapes de production (phase « agricole ») de la culture et de mobilisation de la biomasse constituent les étapes consommatrices en énergie</b>									
<p><b>La phase de production de la culture</b></p> <p>Les postes les plus énergivores sont les <b>consommations d'engrais</b> (en particulier les engrais azotés dont la fabrication est très consommatrice d'énergie) et les <b>consommations de carburant</b> au cours des opérations culturales (semis, travail du sol, passages de traitement phytosanitaires, opérations de récolte). Les consommations d'engrais sont variables selon les cultures car liées à leurs besoins en fertilisation, eux-mêmes différents selon qu'il s'agit entre autres de cultures annuelles, pluriannuelles ou pérennes.</p> <p>La consommation d'énergie liée à la fabrication des matériels et des infrastructures (bâtiments, machines agricoles etc.) s'amortit sur une durée de vie plus ou moins longue et est très inférieure (de l'ordre de quelques % au plus par rapport aux consommations d'intrants ou de carburants) aux consommations liées aux intrants et carburants.</p> <p>A titre d'exemple, lors de la production du blé, environ 50 % de l'énergie consommée l'est pour fabriquer, transporter et épandre les engrais azotés (UNIFA, 2006).</p> <div data-bbox="763 746 1487 1187" style="text-align: center;">  <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Catégorie</th> <th>Pourcentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fertilisant Azoté (production, transport et application de l'azote)</td> <td>52%</td> </tr> <tr> <td>Autres intrants agricoles &amp; travaux des champs</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>Autres fertilisants P, K... (production, transport, et application)</td> <td>8%</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p style="text-align: center; font-size: small;">Consommation énergétique au cours de la production de blé (d'après UNIFA, 2006 ; Sources : IFA Statistics, UNEP, World Bank (World Ressources 2000-2001))</p>	Catégorie	Pourcentage	Fertilisant Azoté (production, transport et application de l'azote)	52%	Autres intrants agricoles & travaux des champs	40%	Autres fertilisants P, K... (production, transport, et application)	8%	<p>Guide GES'TIM, Institut de l'élevage, IFIP, 2010 p. 125</p> <p><a href="#">Téléchargement du guide</a></p> <p><a href="#">Page du guide sur le site de l'Institut de l'élevage</a> (Un mot de passe est délivré sur demande auprès de l'Institut pour accéder au document)</p> <p><a href="#">Biomasse</a>, énergie, fertilisation – Bilan énergétique et environnementale, UNIFA, 2006, d'après EFMA, 2006 <a href="http://www.unifa.fr/fichiers/dossiers_technique/s/dt_bioenergie.pdf">http://www.unifa.fr/fichiers/dossiers_technique/s/dt_bioenergie.pdf</a></p>
Catégorie	Pourcentage								
Fertilisant Azoté (production, transport et application de l'azote)	52%								
Autres intrants agricoles & travaux des champs	40%								
Autres fertilisants P, K... (production, transport, et application)	8%								

### **Les étapes de mobilisation de la biomasse**

Ces étapes comprennent les phases de **transformation** (séchage et conditionnement), de **stockage** et de **transport** de la biomasse.

Selon la nature de la biomasse (sa densité et teneur en eau à la récolte), il peut être intéressant de transformer la biomasse afin de réduire son volume et sa teneur en eau et ainsi d'améliorer l'efficacité énergétique du transport, en réalisant par exemple un séchage, un pressage, une transformation en granulés ou une torréfaction. Cependant cette étape de transformation sera consommatrice en énergie.

Les étapes de transformation peuvent avoir lieu avant ou après un stockage temporaire, sur le lieu de production ou sur un autre site. Les distances entre le site de production et le site de valorisation, ainsi que le mode de transport (bennes agricoles, camion semi-remorque, péniches, train) sont également des postes importants de la consommation énergétique liée à la mobilisation

### **d) « Le bilan gaz à effet de serre des filières biomasse n'est pas bon. »**

Le bilan gaz à effet de serre (GES) dépend du bilan de la filière considérée. Un bilan est la différence entre les émissions de gaz à effets de serre évitées par l'économie d'énergies fossiles, et les émissions de gaz à effet de serre engendrées lors de la production et de la valorisation de la biomasse sous forme d'énergie.

D'après l'ADEME, les biocarburants de première génération en France permettent des réductions de 24 à 91 % des émissions de GES par rapport aux filières fossiles (essence ou diesel) (source : Analyse de cycle de vie appliquée aux biocarburants de première génération consommés en France, 2010). Ces réductions sont par exemple de 66 % pour l'éthanol de betterave et de 59 % pour le biodiesel de colza.

#### **Emissions de GES « du champ à la roue » sans changement d'affectation des sols, éthanol ou ester incorporé aux carburants.**

	Emissions de GES (en gCO <sub>2</sub> eq/MJ d'éthanol, incorporation directe)			Emissions de GES (en gCO <sub>2</sub> eq/MJ d'ester)
Référence : essence	90,1		Référence : diesel	91,4
Ethanol de betterave	30,4		Ester colza	37,3
Ethanol de blé	46,2		Ester de tournesol	25,1
Ethanol de maïs	39,8		Ester de soja	21,1
Ethanol de canne	25,3		Ester de palme	21,8

Source : [Bio-Intelligence Service pour le compte de l'ADEME, 2010 Analyses de Cycle de Vie appliquées aux biocarburants de première génération consommés en France Rapport final, 236 p.](#)

Éléments d'expertise	Références
<b>Les émissions de GES adviennent au cours de plusieurs étapes : la production (phase « agricole ») de la culture, la mobilisation de la biomasse et enfin, suite à un changement éventuel d'usage des sols</b>	
<p><b>Les émissions de <u>GES</u> au cours de l'étape de production</b></p> <p>Les émissions de GES sont liées d'une part aux consommations de carburants et ressources d'origine fossile, et d'autre part à des sources d'origine biologique.</p> <p>(1) Sources <b>directes</b> liées aux <b>consommations de ressources fossiles</b> : les utilisations d'engrais (en particulier les engrais azotés dont la fabrication est très émettrice de GES car consommatrice d'énergie fossile), les émissions de GES liées aux consommations de carburant au cours des opérations culturales (semis, travail du sol, passages de traitements phytosanitaires, opérations de récolte).</p> <p>Ces émissions de GES sont variables entre cultures (cultures annuelles ou pérennes, besoins en fertilisation variables selon les cultures).</p> <p>Les émissions de GES <b>indirectes</b> liées à la <b>fabrication des matériels et des infrastructures</b> (bâtiments, machines agricoles etc.), amorties sur une durée de vie plus ou moins longues, sont très inférieures (de l'ordre de quelques pourcents au plus par rapport aux consommations d'intrants ou de carburants).</p> <p>(2) Les <b>émissions d'origine biologique</b> sont liées à l'activité de certains microorganismes du sol qui génère des émissions de N<sub>2</sub>O (lors des processus de <a href="#">nitrification</a> et de <a href="#">dénitrification</a>). Ces émissions peuvent être directes (au niveau de la parcelle cultivée) et indirectes (suite à des transferts d'azote par <a href="#">lixiviation</a> ou <a href="#">volatilisation</a>). Avec les méthodes d'estimation actuelles, ces émissions représentent une part non négligeable dans le bilan global en raison du fort <a href="#">pouvoir de réchauffement</a> du N<sub>2</sub>O, mais les calculs sont entachés de fortes incertitudes du fait de la grande variabilité de ces émissions. Dans l'état actuel des connaissances, ces émissions sont estimées principalement à partir des quantités d'azote apportées sur les cultures. De nombreux travaux de recherche sont en cours pour mieux comprendre et mieux quantifier ces flux de N<sub>2</sub>O.</p>	<p>Guide GES'TIM, Institut de l'élevage, IFIP, 2010 p. 90</p> <p><a href="#">Téléchargement du guide</a></p> <p><a href="#">Page du guide sur le site de l'Institut de l'élevage</a></p>

### ***Les émissions au cours des étapes de mobilisation***

La mobilisation désigne les phases de **transformation** (séchage et conditionnement), de **stockage** et de **transport** de la [biomasse](#).

Selon la nature de la biomasse (sa densité et teneur en eau à la récolte), il peut être intéressant de transformer la biomasse pour réduire son volume et sa teneur en eau, afin d'améliorer l'efficacité énergétique de la biomasse et de réduire l'émission de [GES](#) liée au transport, en réalisant par exemple un séchage, un pressage, une transformation en [granulés](#) ou une torréfaction. Cependant cette étape de transformation sera consommatrice en énergie fossile et donc émettrice de GES.

Les étapes de transformation peuvent avoir lieu avant ou après un stockage temporaire, sur le lieu de production ou sur un autre site. Les distances entre le site de production et le site de valorisation, ainsi que le mode de transport (benne agricole, camion semi-remorque, péniche, train) sont également des facteurs de variation importants de la consommation énergétique et des émissions de GES liées à la mobilisation

### ***Les émissions dues au changement d'usage des sols***

Lorsqu'une culture à vocation non alimentaire est implantée, elle remplace, soit une [culture annuelle](#), alimentaire ou non, soit une culture ou un couvert végétal pérenne, ou pluriannuel (prairie ou forêt), il s'agit alors d'un changement d'usage des sols direct. La culture remplacée, si elle était alimentaire, peut alors être produite ailleurs, ce qui peut entraîner un changement d'usage des sols indirect, notamment au détriment de zones naturelles non cultivées. Les changements d'usage des sols ont un impact sur le cycle de la matière organique (et donc du carbone) de ces sols. De manière générale, la conversion d'un sol portant un couvert pluriannuel ou pérenne vers des cultures annuelles engendre une diminution des stocks de carbone et donc, des émissions de CO<sub>2</sub> vers l'atmosphère. Inversement, le remplacement d'une culture annuelle par une culture pluriannuelle ou pérenne est favorable au stockage de carbone dans le sol. Ces variations de stocks de carbone doivent être prises en compte dans le bilan GES. Des références sur les évolutions de stock de carbone liées aux changements d'usage des sols (valeurs moyennes pour le territoire français) sont disponibles dans le rapport d'expertise collective INRA « Stocker du carbone dans les sols agricoles de France ? » (Arrouays et al., 2002).

Guide GES'TIM, Institut de l'élevage, IFIP, 2010 p. 90

[Téléchargement du guide](#)

[Page du guide sur le site de l'Institut de l'élevage](#)

Arrouays et al., 2002, Stocker du carbone dans les sols agricoles de France ? Expertise collective INRA, 334 p.

<http://www5.paris.inra.fr/depe/Projets/Contribution-a-la-lutte-contre-l-effet-de-serre>

Concernant le changement indirect d'usage des sols, son évaluation demeure complexe et peu consensuelle. En effet, outre les incertitudes des phénomènes biophysiques au sein même des sols, la modélisation des échanges marchands internationaux intervient pour déterminer les surfaces et les types de couverture du sol en jeu dans ce changement d'usage. Ceci accroît l'incertitude sur l'évaluation des émissions de GES ou de stockage de carbone qui en résulte.

### 3 - Concurrences

#### a) « Les cultures dédiées à la production de biomasse sont en concurrence avec les cultures alimentaires. »

Depuis quelques années le débat sur la production d'énergie à partir de [biomasse](#) agricole prend de l'ampleur en France et Europe. La production de biocarburants à partir de colza ou de blé, par exemple, a été dénoncée comme responsable principale de la hausse des prix alimentaire lors de la crise économique de 2008. Or la réalité est ici bien plus complexe et les effets supposés directs

des concurrences entre productions sont difficilement observables et quantifiables. Dans cette section, nous tenterons d'apporter quelques éléments objectifs sur la réalité actuelle et future des concurrences entre productions agricoles alimentaires et énergétiques.

Eléments d'expertise	Références
<b>L'agriculture a, et a toujours eu des vocations diverses</b>	
<p>L'agriculture a, de tous temps, eu pour vocation de produire l'alimentation, mais aussi les fibres pour s'habiller (lin, laine, coton...), des matériaux pour se loger (paille, torchis, bois...), de l'énergie pour se mouvoir et se chauffer (bois, alimentation des animaux de trait...), autant de besoins vitaux. La spécialisation « tout-alimentaire » de l'agriculture est une évolution récente, depuis le milieu du XXème siècle, liée à la diffusion d'une énergie fossile abondante et à bas coût, qui a concurrencé tous les usages <a href="#">non-alimentaires</a> de la biomasse. Il est donc logique qu'en cas de renchérissement et de raréfaction de l'énergie fossile, les usages non alimentaires de la biomasse redeviennent intéressants. A titre d'exemple, la surface agricole cultivée en 1955 en Picardie, fournissait à la collectivité approximativement 3 fois moins de nourriture qu'en 2010. Il faut noter qu'entre 1990 et 2010, période de développement des biocarburants dans cette région, la production alimentaire est restée stable, alors que la part des cultures énergétiques a atteint 10% de la SAU. Cette augmentation puis stabilisation a été obtenue alors que dans le même temps, la</p>	<p>Service d'économie rurale de la CRA Picardie d'après les statistiques du recensement agricole du Ministère de l'Agriculture</p>

Picardie a perdu plus de 4% de ses terres agricoles pour cause d'urbanisation et d'artificialisation des sols. Ceci s'explique par une augmentation des surfaces allouées aux cultures alimentaires en Picardie de 25% entre 1955 et 2012 mais surtout par une augmentation des rendements agricoles de 140%.

Il convient aussi de noter aussi que la spécialisation alimentaire de l'agriculture a occasionné des débats et des régulations encore récemment : en 1992, la PAC a été réformée pour cause d'excédents de production alimentaire et de subventions aux exportations devenues insoutenables. La jachère obligatoire a été instituée jusqu'au début des années 2000 et a culminé certaines années entre 10 et 15% des surfaces de culture. C'est d'ailleurs à cette époque que les usages non alimentaires de la [biomasse](#), auparavant abandonnés, ont ressurgi pour tenter de valoriser les terres « retirées du marché alimentaire ». Actuellement encore, les agriculteurs sont obligés de « neutraliser » 3% de leurs surfaces agricoles, au titre des surfaces de compensation écologiques (SET). Des projets en discussion à la Commission Européenne évoquent de faire passer ce taux à 7% pour la prochaine PAC 2014-2020, ceci particulièrement dans les territoires sensibles en matière de qualité de l'eau, où la production massive de biens alimentaires est aujourd'hui remise en cause. Il faut noter que pendant les années 1990, la justification de la jachère en Europe pour réduire les excédents et les exportations, au-delà du coût de ces exportations, portait aussi sur le fait que les exportations alimentaires des pays du Nord, détruisent la production alimentaire locale dans les pays du Sud.

En résumé : s'il existe bien un effet mécanique à court terme de concurrence entre surfaces agricoles alimentaires et [non-alimentaires](#), cet effet peut être atténué si cette concurrence est déplacée sur les surfaces agricoles dites de régulation (régulation des marchés, régulation écologique), voire en valorisant des surfaces artificialisées et non valorisées. On peut également envisager une limitation de cette concurrence liée à l'augmentation des rendements à l'hectare.

Par ailleurs, les entreprises de l'agro-alimentaire et de l'agro-industrie utilisent déjà les synergies existantes entre les valorisations alimentaires de certaines parties de la plante et des valorisations énergétiques de [coproduits](#) notamment. C'est par exemple le cas des féculeries qui méthanisent leurs coproduits, ou des coopératives céréalières qui brûlent leurs [issues de silos](#).

Données DRAAF Picardie

Eléments d'expertise	Références
<b>Concernant les usages des productions agricoles, il y a un conflit d'objectifs qui nécessite un arbitrage politique qui est aujourd'hui tranché au niveau national et européen</b>	
<p>On ne peut pas nier qu'il y ait concurrence entre l'utilisation alimentaire et énergétique des productions agricoles. Plusieurs points sont à prendre en compte pour l'arbitrage de ce problème :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se chauffer (bioénergie), se loger (biomatériaux), se soigner (bio ingrédients et molécules), se vêtir (production de coton ou de lin) sont des besoins fondamentaux aussi importants que de s'alimenter ;</li> <li>• La raréfaction des ressources énergétiques fossiles incite à chercher plus d'indépendance énergétique ;</li> <li>• Dans un contexte de réduction nécessaire des émissions de <a href="#">GES</a>, l'augmentation de la contribution de l'agriculture à la production d'énergie semble être une partie de la solution pour un mix énergétique plus diversifié ;</li> <li>• Dans un contexte d'instabilité croissante des prix agricoles, la diversification des débouchés constitue un revenu complémentaire et/ou stable (via la contractualisation, la diversification des activités) pour l'agriculteur.</li> </ul> <p>La réponse à ce dilemme est à chercher dans un équilibre "politique" entre les multiples valorisations des <a href="#">biomasses</a> agricoles. A ce jour, les seuls arbitrages politiques existant sont la Directive Européenne 2009/28/CE qui fixe l'objectif de 20% d'énergies renouvelables dans la consommation totale en 2020, et la loi Grenelle 1, en France, qui prévoit un doublement de la production d'énergie renouvelable par rapport à 2005. Ces objectifs ne pourraient certainement pas être atteints sans une contribution majeure de la biomasse qui est d'ailleurs explicitement citée dans ces textes : ainsi la biomasse agricole appelée à fournir environ 4000 Tep supplémentaires.</p> <p>La réponse est également dans l'innovation et la recherche de nouvelles solutions pour répondre conjointement aux défis de l'alimentation d'une population mondiale croissante et d'une <a href="#">croissance verte</a> en adéquation avec les enjeux de l'épuisement des ressources fossiles, de la réduction des <a href="#">gaz à effet de serre</a> et du changement climatique. Le projet Européen « Star-Colibri » a tracé des perspectives en ce sens autour du concept de <a href="#">bioraffinerie</a> à l'horizon 2030.</p>	<p>Cours des Comptes, 2012. La politique d'aide aux biocarburants. Paris: 259p.</p> <p><a href="http://www.ccomptes.fr/Publications/Publications/La-politique-d-aide-aux-biocarburants">http://www.ccomptes.fr/Publications/Publications/La-politique-d-aide-aux-biocarburants</a></p> <p>ADEME, 2012. "Les Biocarburants de 1<sup>ère</sup> génération." Les Avis de l'ADEME. 05/04/2012 <a href="http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&amp;cid=96&amp;m=3&amp;catid=23212">http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&amp;cid=96&amp;m=3&amp;catid=23212</a></p> <p>Directive Européenne 2009/28/CE <a href="http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:fr:PDF">http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:fr:PDF</a></p> <p>Textes du Grenelle <a href="http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000020949548#LEGISCTA000020950466">http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000020949548#LEGISCTA000020950466</a>»</p> <p>Start Colibri, Joint European Biorefinery Vision for 2030 and European Biorefinery Joint Strategic Research Roadmap for 2020, 2011. <a href="http://www.star-colibri.eu">www.star-colibri.eu</a></p>

Éléments d'expertise	Références
<b>Compte tenu des concurrences existant pour la terre, à l'échelle mondiale, l'augmentation de la production de biomasse agricole pour l'énergie induira des changements d'usage des terres</b>	
<p>L'augmentation de la demande en <a href="#">biomasse</a> pour l'énergie risque d'induire deux types de changements d'usage des terres à l'échelle mondiale :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Augmentation des surfaces dédiées à l'énergie dans les pays du Nord (tendance actuelle avec, par exemple, 60% du colza cultivé en France à destination <a href="#">non-alimentaire</a>), induisant une augmentation des importations alimentaires (ou réduction des exportations) et donc potentiellement un détournement des surfaces dédiées à la production pour les marchés locaux dans les pays du Sud ;</li> <li>• Augmentation des surfaces dédiées à l'énergie dans les pays du Sud pour fournir de l'énergie aux pays du Nord induisant une compétition directe pour l'usage des terres.</li> </ul> <p>Ces deux processus, en plus de mettre en péril des systèmes alimentaires localisés, peuvent augmenter les risques de déforestation et/ou détérioration d'espaces naturels.</p> <p>On notera que le problème des changements d'usage des sols n'est pas spécifique aux biocarburants ou à la biomasse énergie, mais relève d'une manière générale de l'usage partagé d'une ressource rare, la terre.</p>	<p>Hart Energy Consulting, CABI, 2010. "<a href="#">Land use change</a>: science and policy review." <a href="#">Land use change</a>: science and policy review: 51 pp.</p> <p>Faaj, A., Van Meijl, H. and Broens, D. F., 2011. The current status and future of iLUC in the scientific community: From quantification to prevention, LEI Wageningen UR / Universiteit Utrecht.</p> <p>Cours des Comptes, 2012. La politique d'aide aux biocarburants. Paris: 259p.  <a href="http://www.ccomptes.fr/Publications/Publications/La-politique-d-aide-aux-biocarburants">http://www.ccomptes.fr/Publications/Publications/La-politique-d-aide-aux-biocarburants</a></p>

Éléments d'expertise	Références
<b>Il demeure actuellement des incertitudes sur l'estimation du niveau des changements d'usage des terres et de leurs conséquences</b>	
<p>Aujourd'hui, les études existantes ne permettent pas encore de quantifier de manière précise les changements d'usage des sols à l'échelle mondiale induits par la production et la consommation de biocarburants et de la <a href="#">biomasse</a> à destination énergétique en général. Les modèles de simulation des changements d'usage des terres actuels ne permettent pas non plus de localiser précisément ces changements du fait de la complexité des processus en jeu (marchés mondiaux, contextes locaux, etc.). Les estimations de changements d'usage des terres liés à la production de biomasse énergie faites à partir de ces modèles divergent largement selon les choix faits par les scientifiques pour simplifier ces processus.</p> <p>Ce manque d'information sur « <i>quelles surfaces ?</i> », « <i>où ?</i> », et « <i>comment ?</i> » vont s'opérer les changements d'usage des terres, liés à l'augmentation de la production de biomasse énergie, limite nos capacités d'évaluation de leurs conséquences économiques, environnementales et sociales.</p>	<p>Hart Energy Consulting, CABI, 2010. "<a href="#">Land use change: science and policy review.</a>" <a href="#">Land use change: science and policy review</a>: 51 pp.</p> <p>Faaj, A., Van Meijl, H. and Broens, D. F., 2011. The current status and future of iLUC in the scientific community: From quantification to prevention, LEI Wageningen UR / Universiteit Utrecht.</p> <p>Cours des Comptes, 2012. La politique d'aide aux biocarburants. Paris: 259p. - <a href="http://www.ccomptes.fr/Publications/Publications/La-politique-d-aide-aux-biocarburants">http://www.ccomptes.fr/Publications/Publications/La-politique-d-aide-aux-biocarburants</a></p> <p><a href="#">De Cara, S., Goussebaïle, A., Grateau, R., Levert, F., Quemener, J. and Vermont, B., 2012. Revue critique des études évaluant l'effet des changements d'affectation des sols sur les bilans environnementaux des biocarburants. A. Bispo. Paris, ADEME, MEDAD, INRA: 96p.</a></p>
<b>La concurrence pour la terre est un problème bien plus large que celui de la biomasse énergie</b>	
<p>En plus de la compétition entre les différents usages agricoles des terres, ces dernières sont soumises à la pression de l'urbanisation croissante et à l'augmentation des sols naturels (landes, friches ou espaces boisés). Entre 2006 et 2010, la France a donc perdu 1,7% de ses terres agricoles par an (79 000 ha) au profit des espaces artificialisés et 3000 ha au profit des sols naturels. A titre de comparaison, d'après le recensement réalisé au cours du projet Lignoguide, en 2012, en France métropolitaine, les surfaces implantées en miscanthus et switchgrass s'élèvent à environ 3000 ha, et celles cultivées en taillis (<a href="#">TCR</a> et <a href="#">TtCR</a>) à 2200 ha environ.</p>	<p>Jean, R. and Morel, J. P., 2011. L'utilisation du territoire en 2010 : Les paysages agricoles dominant toujours le territoire français. Agreste Primeur, 260. <a href="http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf_primeur260.pdf">http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf_primeur260.pdf</a></p>

Parallèlement, on peut s'interroger sur l'impact d'une limitation de gaspillage le long de chaîne alimentaire qui, selon certaines estimations, pourrait atteindre de 25 à 50% de la production. Ce point a été soulevé par le Parlement Européen en janvier 2012. Une limitation du gaspillage alimentaire pourrait induire une diminution de la pression sur les terres agricoles.

Sortie du projet Lignoguide (à paraître en 2013) : Guide de choix des cultures ligno-celulosiques à implanter en fonction des contextes locaux de production

Résolution du Parlement européen du 19 janvier 2012 sur le thème «Éviter le gaspillage des denrées alimentaires: stratégies pour une chaîne alimentaire plus efficace dans l'Union européenne» (2011/2175(INI))  
<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?type=TA&reference=P7-TA-2012-0014&language=FR>

### La volatilité actuelle des prix agricoles n'est pas directement liée à la production de biomasse pour l'énergie

Depuis les années 2000, on constate une augmentation globale et une volatilité importante des prix des produits agricoles. La production et la consommation de cultures à destination énergétique ont souvent été dénoncées comme responsables de l'augmentation des prix agricoles, notamment en 2008. Les prix agricoles dépendent d'un grand nombre de facteurs comme les aléas climatiques, l'absence de stocks agricoles, la concurrence entre les productions ou encore le niveau de spéculation. D'après le rapport de la CNUCED (2011), l'augmentation des prix des produits agricoles serait actuellement essentiellement liée à la financiarisation croissante des marchés agricoles et très peu à une réalité de production (c'est-à-dire la relation offre-demande). On peut donc conclure que l'effet de la concurrence entre les productions alimentaires et non-alimentaires sur la volatilité et l'augmentation des prix agricoles n'est aujourd'hui pas prépondérant.

CNUCED, 2011. Price formation in financialized commodity markets: The role of information. United Nations.  
[http://unctad.org/en/docs/gds20111\\_en.pdf](http://unctad.org/en/docs/gds20111_en.pdf)

Éléments d'expertise	Références
<b>Dans le futur, une plus grande dépendance entre les marchés alimentaire et énergétique est attendue</b>	
<p>Demain, si l'agriculture contribue de manière plus significative à la production d'énergie, la production alimentaire et la production énergétique deviendront directement interdépendantes. Jusqu'à présent, l'effet de l'augmentation du prix de l'énergie était ressenti sur les prix alimentaires via l'augmentation des intrants et des coûts de transport. Dans une situation où l'agriculteur peut produire soit de l'énergie, soit de l'alimentaire, une relation directe s'ajoute à cette relation indirecte existante. Par exemple, une augmentation des prix de l'énergie pourra mener à une diminution de la production alimentaire, les agriculteurs faisant le choix de cultiver une culture énergétique plutôt qu'alimentaire, induisant donc une augmentation des prix alimentaires liée à la fois à la diminution de l'offre et à l'augmentation du prix des intrants et de coûts de transport. Sachant que les prix de l'énergie sont actuellement plus volatiles que ceux de l'alimentation, l'augmentation de la production de <a href="#">biomasse</a> énergétique par l'agriculture pourrait donc induire une augmentation de la <a href="#">volatilité</a> des prix agricoles.</p>	<p>Jamet, J. P., 2011. Biocarburants et alimentation : Concurrence ou compatibilité ? Paysans 327(mai-juin 2011): 23-30.</p> <p>Persillet, V., 2012. Les agrocarburants de première génération : Un bilan mitigé. INRA Sciences Sociales 1/2012(Mars 2012): 1-8.</p>

## **b) « L'intégration des filières de valorisations énergétiques de la biomasse sur un territoire se fera au détriment des filières déjà établies. »**

L'implantation de nouveaux projets [biomasse](#)-énergie sur un territoire n'engendre pas de manière mécanique de répercussion négative sur l'agriculture locale. Cette implantation s'organise progressivement et localement, il n'y a pas de principe général sur le sujet. L'organisation des filières bioénergie au sein d'un territoire est possible et fait appel à des structurations impliquant différents types d'acteurs publics ou privés. Concernant la ressource, la

présence de plusieurs projets biomasse-énergie sur un territoire pose la question de la sécurisation des approvisionnements et de la disponibilité de la ressource pour chacun des projets. Cette disponibilité repose sur une diversité des ressources et le positionnement des projets les uns par rapport aux autres qui ne sont pas nécessairement concurrents, et peuvent créer des dynamiques et des synergies.

Eléments d'expertise	Références
<b>Les leviers de structuration des filières sur les territoires existent et permettent aux acteurs d'organiser leurs projets actuels et futurs en concertation</b>	
<p>Différents types de structuration existent, au niveau des filières et des territoires, on peut distinguer les démarches territoriales elles-mêmes des initiatives relevant des opérateurs économiques.</p> <p>Au niveau d'un territoire, un Plan d'Approvisionnement Territorial (PAT), comme à Chambéry Métropole, ou un Pôle d'Excellence Rurale (PER), tel celui du Pays d'Epinal constituent des entités structurantes des filières biomasse énergie. Les unions de coopératives agricoles et/ou forestières (comme Coopénergie dans le Nord de la France ou Alliance Forêt-Bois dans le Sud-Ouest) permettent également l'organisation et la cohabitation des projets biomasse-énergie au sein des territoires. La création d'une Société Coopérative d'Intérêt Collectif (comme la SCIC Picardie Energie Bois, comprenant des collectivités territoriales) est un autre exemple d'organisation des filières biomasse-énergie sur les territoires, tous ces dispositifs pouvant être complétés par des formes contractuelles ou d'actionnariat de sociétés privées non nécessairement coopératives. De plus, dans chaque région, des cellules biomasse émanant du ministère de l'agriculture sont aussi chargées de l'évaluation préalable des plans d'approvisionnement en biomasse des projets de biomasse énergie, ainsi que du suivi de l'utilisation des ressources et de la prévention des conflits d'usages.</p>	<p>Coop de France, 2010, Cohabitation de projets énergie biomasse à l'échelle d'un territoire - La parole des acteurs sur le terrain. 22 p. <a href="#">Plaque</a> réalisée dans le cadre de l'action 3 du Réseau Rural Français.</p>

Eléments d'expertise	Références
<b>Un approvisionnement multi-sources peut constituer une sécurité</b>	
<p>Lors du montage d'un projet de valorisation énergétique de la <a href="#">biomasse</a>, la diversification des sources d'approvisionnement, et en particulier la valorisation des ressources existantes sur le territoire, permet au projet de s'intégrer parmi les filières existantes et de bénéficier de leur organisation. Par exemple, une chaudière polycombustible, en acceptant plusieurs sources de biomasse pour sa combustion, permet un approvisionnement diversifié et donc plus sécurisé en cas de variabilité de la disponibilité des ressources. Par exemple, la chaudière de la coopérative Lin 2000 (Oise) accepte une gamme de biomasses variées (pailles, diverses cultures dédiées) dans un intervalle raisonnable d'humidité. Ainsi, elle se prémunit des éventuelles baisses de disponibilité de son combustible principal (les anas de lin, <a href="#">coproduits</a> de la transformation du lin fibre). De même le four à biomasse de la Coopédome (Ille et Vilaine) fonctionne avec du bois et du miscanthus en vrac, ce qui lui permet une certaine souplesse dans ses approvisionnements.</p>	<p><a href="#">Présentation de la chaufferie Lin 2000</a></p>
<b>Pour un type de ressource, des filières différentes peuvent avoir des exigences différentes, facilitant ainsi leur coexistence</b>	
<p>Un type de filière énergétique donné, par exemple la <a href="#">méthanisation</a> ou le bois-énergie, peut se décliner selon plusieurs modalités et nécessiter des ressources aux caractéristiques bien différentes en matière d'humidité, de granulométrie, d'homogénéité ou de disponibilité dans le temps. Ainsi la méthanisation « liquide » ou « pâteuse » exige des matières méthanisables d'au plus 18% de matière sèche, et les installations doivent être alimentées en continu. La méthanisation en voie sèche ou solide nécessite quant à elle des ressources de 20 à 50 % de matière sèche. Elles peuvent être apportées de manière continue ou discontinue selon le procédé choisi.</p> <p>Pour les chaudières bois, les plus petites (de puissance maximale de 200-300 kW) fonctionnent avec des <a href="#">plaquettes</a> de petit calibre et sèches (humidité de 15 à 25 %), alors qu'à l'opposé, les chaudières industrielles de très forte puissance (supérieure à 5 MW) acceptent des broyats de bois non calibré grossiers et très humides (40 à 50% d'humidité). Entre ces deux types de chaudières, plusieurs catégories utilisent des ressources de calibre, régularité et d'humidité variables.</p>	<p>Coop de France et FNCUMA, 2011. Réussir un projet de méthanisation territoriale multipartenaire. Guide pratique Edition 2011. 238 p.</p> <p><a href="#">CIBE. Classification professionnelle des combustibles bois déchiquetés, mars 2011, 4p.</a></p>

***c)« Il vaut mieux utiliser en priorité les coproduits et non pas des cultures dédiées pour produire de l'énergie. »***

Il vaut effectivement mieux utiliser les [coproduits](#), déjà présents pour produire de l'énergie. Cependant, ils sont peu disponibles car déjà actuellement en grande partie valorisés et utilisés, seule une faible fraction peut très localement rester disponible. Les coproduits, en particulier issus d'industries agro-alimentaires sont généralement collectés et gérés par les grands groupes professionnels de ces

filières ou bien valorisés dans des filières courtes. Par exemple, la paille est aujourd'hui utilisée en grande partie par l'élevage et son retour au sol est nécessaire pour maintenir la teneur en matière organique des sols, ou encore, les pulpes de betterave sont aujourd'hui largement utilisées en alimentation animale, de même pour les [issues de silo](#).

## 4- Impacts environnementaux

### a) « Les cultures énergétiques nécessitent peu d'intrants et ont un rôle positif vis-à-vis des ressources en eau. »

Selon les intrants (les produits phytosanitaires, les fertilisants, l'eau d'irrigation) et les cultures (pérennes, annuelles, cultivées en dérobé, ou en association), ainsi que le stade de développement de

la culture, les apports d'intrant sont variables, mais rarement nuls. Les impacts potentiels sur les ressources en eau sont eux aussi variables selon la culture et son stade de développement.

Eléments d'expertise	Références
<b>Les niveaux de traitements phytosanitaires dépendent de la nature de la culture et sont inférieurs ou égaux à ceux d'une culture alimentaire en agriculture conventionnelle</b>	
<p>Pour les cultures utilisées pour les <a href="#">biocarburants de première génération</a> (par exemple : colza, betterave), la conduite culturale est similaire à une culture alimentaire.</p> <p>Pour les autres cultures énergétiques dédiées, les niveaux de traitement phytosanitaires sont généralement plus bas.</p> <p>Pour les cultures pérennes, les traitements (désherbages) ne sont généralement pratiqués qu'en première, voire en deuxième année, pour assurer la bonne implantation de la culture, et éventuellement en dernière année pour la destruction de la culture (soit au moins quinze ans après l'implantation). Aucun traitement phytosanitaire n'est a priori nécessaire entre ces deux termes.</p>	<p>Pour miscanthus, switchgrass, luzerne, sorgho, fétuque et triticale : données issues des <a href="#">fiches cultures du RMT Biomasse</a></p> <p><a href="http://www.rmtbiomasse.org">www.rmtbiomasse.org</a></p> <p><a href="#">TtCR</a>, pailles de céréales et de lin oléagineux : <a href="#">Fiches ADEME-Agrice</a></p> <p>Synthèse désherbage du RMT <a href="#">Biomasse</a></p>

Eléments d'expertise	Références
<b>Les cultures énergétiques ont de bas niveaux de fertilisation azotée.</b>	
<p>Les besoins en azote sont variables selon les cultures.</p> <p>Pour les cultures utilisées pour les <a href="#">biocarburants de première génération</a> (par exemple : colza, betterave), la conduite culturale est similaire à une culture alimentaire. Les doses d'azote apportées en France en 2006 étaient en moyenne de 162 kg/ha pour le blé et le colza et de 103 kg/ha pour la betterave (toutes valorisations confondues).</p> <p>Pour les cultures pérennes, les espèces actuellement cultivées ont des besoins azotés faibles : à l'automne, l'azote et les éléments nutritifs sont stockés par la plante dans ses organes de réserve souterrains (rhizomes, racines). Ils sont ensuite réutilisés par la plante à partir du printemps pour son nouveau cycle annuel. Des apports au cours des années de culture pourraient cependant être nécessaires afin de compenser les exportations d'azote qui ont lieu lors de la récolte (environ 5 kg d'azote par tonne de <a href="#">biomasse</a> sèche pour un miscanthus récolté en fin d'hiver).</p> <p>Les cultures légumineuses (par exemple la luzerne) ne nécessitent pas d'apport d'azote.</p> <p>Les apports azotés sont souvent plus importants pour les cultures énergétiques annuelles mais généralement inférieurs à ceux pratiqués pour la conduite d'un blé alimentaire, par exemple. En effet, les espèces utilisées (sorgho par exemple) peuvent avoir des besoins en azote assez faibles et il n'y a pas de contrainte sur la qualité comme pour les céréales (taux de protéines).</p>	<p><a href="http://agreste.agriculture.gouv.fr/enquetes/pratiques-culturales/">http://agreste.agriculture.gouv.fr/enquetes/pratiques-culturales/</a></p> <p>Pour miscanthus, switchgrass, luzerne, sorgho, féтуque et triticales : données issues des <a href="#">fiches cultures du RMT Biomasse</a></p> <p><a href="http://www.rmtbiomasse.org">www.rmtbiomasse.org</a></p> <p><a href="#">TtCR</a>, pailles de céréales et de lin oléagineux : <a href="#">Fiches ADEME-Agrice</a></p> <p>Cadoux, S., Riche, A.B., Yates, N.E., Machet, J.-M., 2012. Nutrient requirements of Miscanthus x giganteus: Conclusions from a review of published studies. Biomass and Bioenergy 38, 14-22.</p>

Eléments d'expertise	Références
<b>Les cultures énergétiques pourraient jouer un rôle positif vis-à-vis d'un risque de transfert de nitrate vers les eaux</b>	
<p>Les niveaux de fertilisation azotée pratiqués sur les cultures ne sont pas suffisants pour juger de l'impact de ces cultures sur les risques de transfert de nitrate. En effet, même si on observe généralement une augmentation des pertes de nitrate par <a href="#">lixiviation</a> en cas de sur-fertilisation, ces pertes ne sont pas uniquement liées aux apports d'azote, mais elles dépendent aussi :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- des relations dynamiques entre les prélèvements de la culture et les fournitures d'azote (azote disponible dans le sol et azote provenant de la fertilisation)</li> <li>- du contexte pédo-climatique influençant le <a href="#">drainage</a> de l'eau.</li> </ul> <p>Pour les cultures énergétiques annuelles, les pertes dépendront principalement du système de culture dans lequel elles sont insérées (avec en particulier la gestion de l'interculture) et du <a href="#">contexte pédoclimatique</a>.</p> <p>Pour les cultures énergétiques pérennes, plusieurs travaux de recherche ont montré des pertes faibles comparées à des systèmes de cultures annuelles, pour des cultures pérennes en phase de production. Ces observations pourraient s'expliquer par une bonne valorisation de l'azote du sol par ces cultures, qui induirait une réduction des quantités d'azote minéral disponibles dans le sol pour être lixiviées pendant la phase de drainage. Cependant, les niveaux de pertes atteignables en fonction des contextes pédoclimatiques sont encore mal connus. D'autre part, quelques études ont montré des pertes plus importantes lors des premières années suivant l'installation du miscanthus ou des <a href="#">TCR</a> de saule, probablement du fait du développement réduit de ces cultures en première année. Enfin, l'impact de ces cultures sur les quantités d'eau drainées est encore mal connu.</p>	<p>Christian, D.G., Riche, A.B., 1998. Nitrate leaching losses under Miscanthus grass planted on a silty clay loam soil. Soil Use and Management 14, 131-135.</p> <p>McIsaac, G.F., David, M.B., Mitchell, C.A., 2010. Miscanthus and switchgrass production in Central Illinois: impacts on hydrology and inorganic nitrogen leaching. Journal of Environmental Quality 39, 1790-1799.</p> <p>Cadoux S., Ferchaud F., Preudhomme M., Demay C., Fourdinier E., Strullu L., Mary B., Machet J.M., Boizard H., Gosse G. (2010). Production de <a href="#">biomasse</a> et impacts environnementaux des cultures énergétiques. Colloque final du programme REGIX, Lyon, 4 mai 2010.</p>

Éléments d'expertise	Références
<b>Les cultures énergétiques ont un rôle positif vis-à-vis d'un risque de ruissellement des eaux en surface et d'érosion</b>	
<p>Les cultures à <a href="#">biomasse</a> pérennes couvrent le sol en automne et hiver, ce qui réduit potentiellement les écoulements d'eau en surface et donc les risques d'érosion. Des recherches menées aux Etats-Unis sur le switchgrass ont montré que les pertes de sols par érosion sont équivalentes entre switchgrass et cultures annuelles labourées lors de l'année d'implantation, mais significativement réduites une fois la culture établie.</p>	<p>Mann, L., Tolbert, V., 2000. Soil sustainability in renewable biomass plantings. <i>Ambio</i> 29, 492-498.</p>
<b>Les cultures pour la valorisation énergétique ne sont pas irriguées</b>	
<p>L'irrigation n'est pas un besoin prioritaire, il est préférable de conduire ces cultures sans irrigation sauf cas particulier (sécheresse importante à l'implantation d'une <a href="#">culture pérenne</a> par exemple).</p> <p>Des recherches sont actuellement en cours pour mieux connaître le comportement face au stress hydrique et le bilan hydrique des cultures énergétiques pérennes.</p>	<p>Miscanthus, switchgrass, luzerne, sorgho, fétuque et triticales : données issues des <a href="#">fiches cultures du RMT Biomasse</a> <a href="http://www.rmtbiomasse.org">www.rmtbiomasse.org</a> <a href="#">TtCR</a>, pailles de céréales et de lin oléagineux : <a href="#">Fiches ADEME-Agrice</a></p>

## **b) « Les cultures pour la valorisation énergétique vont épuiser les sols en exportant du carbone et de l'azote. »**

Les exportations de carbone et d'azote ne sont pas les mêmes selon les cultures et leur mode de conduite (en particulier caractère annuel ou pérenne de la culture, période de récolte et niveau de fertilisation). De plus, concernant le carbone, l'impact sur le sol ne dépend pas des exportations de carbone (carbone qui provient de la [photosynthèse](#)) mais des restitutions de carbone au sol. L'impact

sur le sol ne peut donc être évalué qu'en comparaison à une situation de référence (par exemple système de grandes cultures alimentaires avec pailles restituées). Pour l'azote, l'impact sur le sol dépendra de la différence (appelée balance) entre les exportations et les apports d'azote

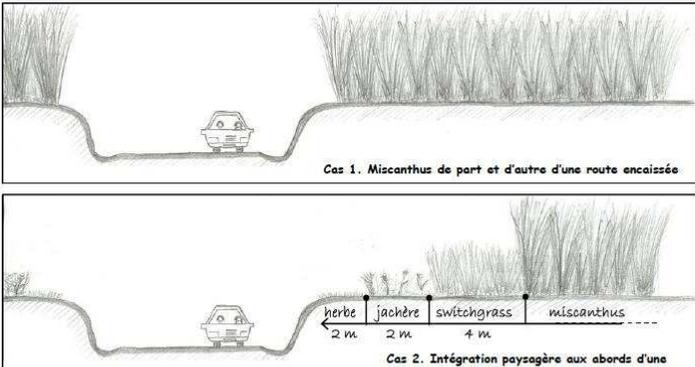
Eléments d'expertise	Références
<b>L'impact sur les stocks de carbone du sol dépend des restitutions de carbone et donc des espèces et des modes de récolte</b>	
<p>Pour les cultures annuelles, le niveau de restitution de carbone dépend des espèces (importance du système racinaire) et du taux d'exportation des pailles ou résidus de culture (feuilles). Dans le cas des pailles ou de l'exportation de « plantes entières », la valorisation énergétique se substitue au retour des pailles au sol et diminue donc l'apport en carbone au sol. Pour maintenir une teneur en MO suffisante dans le sol, il est nécessaire d'évaluer l'impact de ces exportations en fonction de la rotation et du type de sol. Des mesures compensatoires, comme par exemple la mise en place de cultures intermédiaires restituées au sol, peuvent être envisagées.</p> <p>Pour les cultures pérennes : malgré les exportations importantes de <a href="#">biomasse</a>, ces cultures s'accompagnent de restitutions de carbone au sol via le retour des feuilles dans le cas du miscanthus récolté en fin d'hiver et via le renouvellement du système racinaire. Ces restitutions de carbone, accompagnées d'une absence de travail du sol, pourraient favoriser le stockage de carbone dans les sols sous ces cultures.</p> <p>Dans le cas de la <a href="#">méthanisation</a>, le <a href="#">digestat</a> est retourné aux parcelles agricoles : il leur apporte du carbone stable et des éléments nutritifs (phosphore, azote, potassium).</p>	<p>Mary B., Saffih-Hdadi K., Duparque A., Tomis V., 2009. Préserver le stock de carbone organique du sol. Perspectives Agricoles, 354 : 6-9</p> <p>Bessou et al. : cf § dédié</p> <p>Anderson-Teixeira, K.J., Davis, S.C., Masters, M.D., Delucia, E.H., 2009. Changes in soil organic carbon under biofuel crops. Global Change Biology Bioenergy 1, 75-96.</p>

Éléments d'expertise	Références
<b>L'impact sur les stocks d'azote du sol dépend de l'équilibre entre entrées et exportations d'azote</b>	
<p>Les exportations d'azote dépendent des cultures, des niveaux de fertilisation et du sol. Les cultures pérennes (récoltées en hiver) sont peu exportatrices d'azote (cf. § sur la fertilisation azotée). Les pratiques de fertilisation azotée devront permettre d'obtenir une balance azotée (différence entre les entrées et les exportations d'azote) proche de l'équilibre de manière à limiter les pertes tout en maintenant les stocks d'azote du sol à long terme.</p>	<p>Miscanthus, switchgrass, luzerne, sorgho, fétuque et triticales : données issues des <a href="http://fiches.cultures.du.rmtbiomasse.org">fiches cultures du RMT Biomasse</a> <a href="http://www.rmtbiomasse.org">www.rmtbiomasse.org</a>  <a href="#">TtCR</a>, pailles de céréales et de lin oléagineux : <a href="#">Fiches ADEME-Agrice</a></p>

### c) « Les cultures pérennes ferment le paysage. »

L'impact paysager de ces cultures pérennes dépend de leur positionnement relatif aux autres éléments du paysage (autres cultures, zones boisées, agricoles, industrielles ou urbanisées, etc.

...). De plus, cet impact est variable selon l'appréciation de l'observateur. Dans ces conditions, l'impression de fermeture du paysage n'est pas un impact systématique de ces cultures pérennes.

Éléments d'expertise	Références
<b>Les cultures pérennes n'ont pas toutes le même comportement dans le paysage</b>	
<p>Les tailles variables des cultures à <a href="#">biomasse</a> (en fonction de l'espèce considérée) et le positionnement des parcelles dans le paysage peuvent amener à des impacts paysagers très divers.</p> <p>En revanche les cultures pérennes de longue durée (switchgrass, miscanthus) ont un effet durable sur le paysage (culture en place pour 15 à 20 ans) et ont une taille élevée qui rend nécessaire une réflexion avant leur implantation afin d'éviter une fermeture du paysage.</p>	<p>Fy Géraldine, 2011, Impact paysager de l'insertion de parcelles de <i>Miscanthus x giganteus</i> et de <i>Panicum virgatum</i> dans des espaces agricoles en région Centre, rapport de stage de fin d'études d'ingénieur du paysage INPH, 48 p. + annexes.</p>
 <p>18. Hauteurs de <i>Miscanthus x giganteus</i> et de <i>Panicum virgatum</i> en hiver Source : Géraldine FY, Indre-et-Loire, 2011]</p>	 <p>42. Aménagement à éviter (cas 1) et intégration conseillée (cas 2) aux abords d'une route encaissée Source : Géraldine FY, 2011</p>

Éléments d'expertise	Références
<b>Les perceptions sont variables entre les personnes, selon la région et le contexte d'implantation de la culture</b>	
<p>Deux études menées en France et en Angleterre montrent une perception globalement positive par les personnes enquêtées. Pour implanter les cultures pérennes sans dégrader la qualité paysagère, il existe des recommandations pour le positionnement des cultures dans différentes situations.</p> <p>Exemples : implantations en bandes « bocage », disposition des parcelles non contiguës... etc.</p>	<p>Fy Géraldine, 2011, Impact paysager de l'insertion de parcelles de <i>Miscanthus x giganteus</i> et de <i>Panicum virgatum</i> dans des espaces agricoles en région Centre, rapport de stage de fin d'études d'ingénieur du paysage INPH, 48 p. + annexes.</p> <p>Public attitudes to <a href="#">biomasse</a> energy crops and their visual impacts , Dockerty T., Lovett A., Appleton K., Sünnerberg G. 2009, RELU Biomass Sub-Projet Report, Norwich, 63 p.</p> <p>Diagnostic et recommandations pour l'insertion de parcelles de <i>Miscanthus x giganteus</i> et <i>Panicum virgatum</i> dans les espaces agricoles en région Centre <a href="http://www.chambre-agriculture-28.com/fichiers/documents/sedla_energie/cult_en_ergie/Brochure%20diagnostic%20et%20recommandations.pdf">http://www.chambre-agriculture-28.com/fichiers/documents/sedla_energie/cult_en_ergie/Brochure%20diagnostic%20et%20recommandations.pdf</a></p>

### **d) « Les cultures pérennes favorisent la biodiversité. »**

Comme toute culture, les cultures pérennes destinées à produire de la [biomasse](#) influencent la biodiversité, et ce, de manière différente selon la culture, son stade de développement, les modalités de son implantation et de sa gestion. Plusieurs études ont déjà été menées pour mesurer les effets des cultures pérennes sur la biodiversité, elles se focalisent souvent sur quelques espèces ou groupes d'espèces (par exemple : certains oiseaux, les carabidés, etc...). Cependant, la synthèse des impacts des cultures pérennes à vocation énergétiques sur la biodiversité reste peu aisée compte tenu des multiples dimensions de la mesure de la biodiversité et des difficultés intrinsèques de cette mesure. En effet, la biodiversité ne peut se réduire à une diversité d'espèce au sein d'un écosystème,

mais est à la fois constituée de la diversité des individus au sein d'une espèce, des espèces au sein d'un écosystème et des relations des écosystèmes entre eux.

Par exemple, les impacts du miscanthus sur la biodiversité sont en général favorables, en comparaison avec les cultures conventionnelles, cependant, cet impact varie en fonction de la localisation de la culture, et de ses modalités de récolte (Smeets et al., 2009).

Smeets E. M.W., Lewandowski I.M., Faaij A. P.C., 2009, The economical and environmental performance of miscanthus and switchgrass production and supply chains in a European setting, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 13 : 6-7, 1230-1245.

Eléments d'expertise	Références
<b>Les cultures pérennes ont des impacts sur la flore</b>	
<p>Au cours des premières années d'implantation de la culture, le miscanthus et le switchgrass, peuvent présenter une forte densité d'<a href="#">adventices</a> (en particulier les graminées annuelles), suite à une densité de semis/implantation faible et à des désherbages peu fréquents. Ces espèces végétales constituent à la fois un habitat et une source de nourriture pour une faune diversifiée, et contribuent au stock semencier du sol. Cette biodiversité végétale a tendance à diminuer avec les années de culture. En effet, lorsque le couvert végétal de la <a href="#">culture pérenne</a> et la litière au sol se développent, la concurrence des adventices est moindre.</p>	<p>Semere T. et Slater F.M, 2007, Invertebrate populations in miscanthus and reed canary-grass. Biomass and Bioenergy 31 : 30 – 39.</p> <p><a href="#">Fiche « Pratiques » du projet IBIS</a>  <a href="http://www.centre.chambagri.fr">www.centre.chambagri.fr</a></p> <p>Bellamy, P.E. et al., 2009, The impact of growing miscanthus for biomass on farmland bird populations, Biomass and Bioenergy, 33: 2, 191-199.</p>

Éléments d'expertise	Références
<b>Les cultures pérennes ont des impacts sur la faune : oiseaux, mammifères et insectes auxiliaires</b>	
<p>Le miscanthus et le switchgrass permettent le développement de flores <a href="#">adventices</a> qui hébergent des insectes qui constituent des réservoirs de nourriture pour les oiseaux. La structure d'habitat fournie par ces deux cultures pérennes demeure surtout intéressante pour les oiseaux durant les stades d'implantation des cultures (premières années). Cependant, à l'exception des oiseaux nichant au sol, la densité des oiseaux reste supérieure dans les haies bordant la culture par rapport à la culture elle-même. Ceci montre l'importance du maintien de ces haies même au contact de cultures pérennes pour la <a href="#">biomasse</a>, et suggère également que l'implantation de cultures pérennes sous la forme de haies bocagères pourrait accueillir une faune avicole.</p> <p>La diversité des petits mammifères est en augmentation dans les parcelles de miscanthus, en lien avec l'établissement d'un couvert permanent sans perturbation du sol. Cependant, cette densité reste plus importante aux marges de la parcelle, la plupart des espèces de mammifères préférant les espaces tampons comme les haies, les bords de parcelles et les jachères.</p> <p>La diversité des invertébrés augmente également de façon notable dans les parcelles de miscanthus ou switchgrass, en lien avec l'augmentation de la diversité florale au sol. On trouve une diversité plus faible dans le switchgrass lui-même que dans d'autres cultures à biomasse endémiques en Europe (par exemple le Phalaris). En région Centre, deux parcelles de miscanthus et de switchgrass suivies pour leurs populations de carabidés se sont révélées favorables à certaines espèces sensibles aux pesticides, et défavorables aux espèces des milieux secs. Les impacts du miscanthus et du switchgrass sont globalement les mêmes pour un lieu donné, mais l'effet « lieu » est prépondérant, et l'enjeu de l'introduction de ces cultures réside dans l'agencement des surfaces parcellaires. Ainsi les recommandations pour améliorer la biodiversité sont de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- limiter la taille des parcelles à moins de 10 à 12 hectares</li> <li>- favoriser les bordures les plus diverses pour favoriser les échanges via les <a href="#">écotones</a></li> <li>- ménager des bandes intercalaires de cultures annuelles ou de prairies, d'une largeur</li> </ul>	<p>Bellamy, P.E. et al., 2009, The impact of growing miscanthus for biomass on farmland bird populations, <i>Biomass and Bioenergy</i>, 33: 2, 191-199.</p> <p><a href="#">Fiche « Pratiques » du projet IBIS</a>  <a href="http://www.centre.chambagri.fr">www.centre.chambagri.fr</a></p> <p>Semere, T et Slater F.M, 2007, Ground flora, small mammal and bird diversity in miscanthus and reed canary-grass fields. <i>Biomass and Bioenergy</i> 31 : 20 - 29.</p> <p>Semere T. et Slater F.M, 2007, Invertebrate populations in miscanthus and reed canary-grass. <i>Biomass and Bioenergy</i> 31 : 30 - 39.</p> <p>Fy Géraldine, 2011, Impact paysager de l'insertion de parcelles de <i>Miscanthus x giganteus</i> et de <i>Panicum virgatum</i> dans des espaces agricoles en région Centre, rapport de stage de fin d'études d'ingénieur du paysage INPH, 48 p. + annexes.</p>

minimale de trois mètres dans les parcelles de miscanthus ou de switchgrass.  
Enfin, miscanthus et switchgrass permettent d'offrir une diversité de couverts dans des régions de grandes cultures monotones en terme d'habitat (cf. photos ci-après).



**17. Le même site en Juin et en Février : la culture de miscanthus est à gauche et la culture de blé à droite**

*Source : Géraldine FY, Marray (37), 2011*

Bersonnet C., Froissard D., et Lemesles B., 2008, Impact écologique de l'insertion de Miscanthus giganteus et de Switchgrass, Panicum virgatum en Indre-et-Loire à travers les populations de carabes - Expérience pilote pour la région Centre. 20 p. + annexes.

[http://www.champs-energies.com/documents/etudes/etude\\_entomologique.pdf](http://www.champs-energies.com/documents/etudes/etude_entomologique.pdf)

Bersonnet C., Froissard D., et Lemesles B., 2010, Ecological Impact of Miscanthus (Miscanthus Giganteus) and Switchgrass (Panicum Virgatum) in Indre et Loire County Fr. through Carabidaes. Proceedings of the 18<sup>th</sup> European Biomass Conference and Exhibition, Impacts of bioenergy policies on food and land, pp. 2142 – 2145.

## e) « Le miscanthus est une plante invasive que l'on ne maîtrise pas et il risque de se propager au-delà des parcelles où il est cultivé. »

Il existe en fait non pas un mais plusieurs « miscanthus » qui sont des espèces différentes, appartenant au même genre *Miscanthus*. En l'occurrence, l'espèce qui est cultivée pour produire de la [biomasse](#) (*Miscanthus x giganteus*) a été identifiée comme non invasive par plusieurs études internationales dans plusieurs milieux et avec différentes méthodes d'évaluation.

Brancourt-Hulmel, M., et al. (in press) Miscanthus Genetics and Agronomy for Bioenergy Feedstock. In « Cellulosic Energy Cropping Systems ». Editor Doug Karlen, USDA Agricultural Research Service USA. Publisher Johnson Wiley & Sons, Ltd.

Raghu, S., et al., Adding Biofuels to the Invasive Species Fire? Science, 2006. 313(5794): p. 1742-1742.

Eléments d'expertise	Références
<b>Les caractéristiques recherchées pour les plantes dédiées à la production de biomasse sont aussi celles habituellement observées chez les espèces invasives</b>	
<p>La <a href="#">culture dédiée</a> idéale présente une croissance rapide, une forte efficacité d'utilisation des ressources (eau, nutriments, lumière, etc...), un large spectre de tolérance aux maladies et nuisibles, ainsi qu'une forte tolérance aux conditions de stress (manque ou excès d'eau, déficits ou excès de nutriments, ...). Or ces caractéristiques sont aussi souvent retrouvées chez les espèces invasives, ce qui laisse à croire que les cultures à biomasse, et en particulier le miscanthus pourraient être effectivement des plantes invasives. Concernant <i>M. x giganteus</i>, qui est l'espèce de miscanthus cultivée pour produire de la biomasse, le risque d'invasivité a été évalué comme quasi-nul. Ceci est en particulier dû à sa stérilité, ce qui réduit fortement sa propagation, mais ne constitue pas un gage absolu de non-invasivité. En effet, les espèces invasives les plus sérieuses (comme la canne de Provence <i>Arundo donax</i>, ou la renouée du Japon, <i>Polygonum cuspidatum</i>) ne produisent pas de graines fertiles. Mais le rhizome de <i>M. x giganteus</i> présente une faible vitesse de propagation (seulement quelques centimètres par an) ce qui limite fortement sa capacité de colonisation des milieux par voie végétative. Les programmes d'amélioration génétique du miscanthus destiné à la biomasse intègrent la nécessité de maintenir un très faible risque d'invasivité chez cette plante. En particulier, la sélection vise des clones stériles (qui ne produisent pas de graines fertiles et ne se propagent pas par cette voie) et des rhizomes compacts (cas de <i>M. x giganteus</i>).</p>	<p>Brancourt-Hulmel, M., et al. (in press) Miscanthus Genetics and Agronomy for Bioenergy Feedstock. In « Cellulosic Energy Cropping Systems ». Editor Doug Karlen, USDA Agricultural Research Service USA. Publisher Johnson Wiley &amp; Sons, Ltd.</p> <p>Raghu, S., et al., Adding Biofuels to the Invasive Species Fire? Science, 2006. 313(5794): p. 1742-1742.</p>

Éléments d'expertise	Références
<b>Les risques d'invasivité du miscanthus, sont de nuls à très forts, selon l'espèce de miscanthus considérée</b>	
<p>Conjuguée aux caractéristiques typiques d'espèces invasives, l'existence de plusieurs espèces de risque d'invasivité très différents au sein du genre miscanthus crée de la confusion. Parmi ces espèces de miscanthus, <i>M. × sinensis</i> et <i>M. × sacchariflorus</i> sont utilisées pour l'ornement et non pour la production de <a href="#">biomasse</a>, mais sont qualifiées d'invasives par plusieurs études internationales, avec différentes méthodes d'évaluation de cette invasivité. Contrairement à ces espèces, <i>M. × giganteus</i> présente, selon ces mêmes études, un risque quasi-nul d'invasivité et ne se propage pas de manière anarchique hors des parcelles où il est cultivé.</p>	<p>Brancourt-Hulmel, M., et al (in press) Miscanthus Genetics and Agronomy for Bioenergy Feedstock. In « Cellulosic Energy Cropping Systems ». Editor Doug Karlen, USDA Agricultural Research Service USA. Publisher Johnson Wiley &amp; Sons, Ltd.</p> <p>Raghu, S., et al., Adding Biofuels to the Invasive Species Fire? Science, 2006. 313(5794): p. 1742-1742.</p>

## Glossaire

Adventice	Une adventice est une espèce végétale qui s'ajoute à un peuplement auquel elle est étrangère. La plupart des adventices sont des mauvaises herbes, c'est-à-dire, selon la définition de l'AFNOR, des plantes indésirables là où elles se trouvent. Les deux termes ont aujourd'hui tendance à devenir synonymes dans le milieu agricole. ( <i>Définition du Larousse agricole</i> ).
Allocation produit – coproduit	Lorsqu'un produit principal et un ou plusieurs coproduit(s) résultent d'une étape de production, les impacts environnementaux de cette étape de production et des précédentes doivent être répartis entre le ou les produits et coproduits. La répartition de ces impacts entre produit(s) et coproduit(s) est l'allocation. Elle peut se faire selon une relation physique (par exemple : masse, teneur en énergie) ou une relation économique (par exemple : valeur de marché, chiffre d'affaires dégagé).
Biocarburants de première génération	Les biocarburants de première génération sont issus de la valorisation d'une partie seulement des plantes : les sucres (plantes sucrières), l'amidon (céréales) ou les acides gras/huiles (oléagineux). Ces biocarburants sont l'éthanol ou l'éthyl-tertio-butyl-éther (ETBE), issus des cultures produisant des sucres ou de l'amidon, le biodiesel (Ester Méthylique d'Huile Végétale – EMHV) ou l'huile végétale pure, issus des cultures oléagineuses.
Biomasse	La biomasse est la fraction biodégradable des produits, déchets et résidus provenant de l'agriculture, y compris les substances végétales et animales issues de la terre et de la mer, de la sylviculture et des industries connexes, ainsi que la fraction biodégradable des déchets industriels et ménagers. ( <i>Définition de référence pour le Ministère de l'Agriculture et les collectivités locales, article 29 de la loi n°2005-781 du 13 juillet 2005 de programme fixant les orientations de la politique énergétique</i> ).
Bioraffinerie	La bioraffinerie est un ensemble industriel, localisé sur un même site, mettant en œuvre des procédés destinés à fractionner les composants de la <a href="#">biomasse</a> (tige, grain, tubercule etc...) en ses différents éléments constitutifs (fibres, lipides, amidons, sucres, protéines... ). Ces derniers peuvent être ensuite fonctionnalisés par différents procédés mécaniques, physico-chimiques ou biologiques, afin d'obtenir des produits intermédiaires non alimentaires (chimie et énergie) et alimentaires (alimentation humaine).

comme des huiles, animale comme des tourteaux). Ces produits sont ensuite directement utilisés ou formulés selon les besoins des industriels finaux (alimentaires, non alimentaires comme les matériaux, carburants, détergents, lubrifiants... ). Selon le concept de la bioraffinerie, l'intégralité de la bio-ressource [ou [biomasse](#)] utilisée doit être valorisée (*Définition donnée par l'Ademe dans la « Feuille de route R&D de la filière Chimie du végétal » en 2011*).

Le terme de bioraffinerie est aujourd'hui largement utilisé et peut recouvrir un grand nombre de situations industrielles. Une sucrerie constitue un exemple de bioraffinerie végétale de première génération. Un autre exemple de bioraffinerie est celle de Bazancourt-Pomacle (Marne) : sur un même site, les procédés de fractionnement du végétal, de la biotechnologie et de la chimie du végétal sont mis en synergie et optimisés.

Changement d'affectation des sols (CAS) ou Land Use Change (LUC en anglais)

L'affectation (ou utilisation) des sols correspond à l'utilisation humaine d'une surface de terre. Le Changement d'Affectation des Sols (CAS) (ou Land Use Change, LUC) recouvre deux phénomènes distincts qui peuvent chacun engendrer des émissions de [gaz à effet de serre](#) supplémentaires par déstockage du carbone du sol et de la végétation :

- Le changement direct d'affectation des sols (ou CASd) correspond à la conversion d'une surface cultivée ou non, vers un type de culture permettant de produire les dérivés d'intérêt (énergie, alimentation, molécules, matériaux, ...).
- Le changement indirect d'affectation des sols (ou CASi, iLUC en anglais) correspond au cas où une culture à vocation non alimentaire remplace une culture alimentaire, en supposant une constance des besoins alimentaires initiaux, la culture alimentaire doit être produite ailleurs et peut engendrer un changement d'affectation des sols, alors indirect.

Cogénération

La cogénération correspond au processus énergétique qui produit deux sources d'énergie de manière conjointe, dont une est généralement l'électricité.

Contexte pédoclimatique

Le contexte pédoclimatique est la combinaison de l'ensemble des caractéristiques du climat local et des caractéristiques des sols d'une parcelle, d'une exploitation ou d'une zone de production agricole.

Coproduit	Un coproduit est une matière générée au cours de la fabrication d'un produit principal et en même temps que celui-ci, et ce, de manière inévitable. Le produit principal et le coproduit ont chacun un ou des usages particuliers.
Croissance verte	La croissance verte se définit comme un mode de développement économique respectueux de l'environnement. Elle concerne les éco-activités (assainissement de l'eau, recyclage et valorisation énergétique des déchets, dépollution des sites, énergies renouvelables) mais aussi les secteurs traditionnels (transport, agriculture et bâtiment). <i>(Définition du ministère du développement durable)</i>
Culture annuelle	Une culture annuelle est une culture dont le cycle de développement s'étend sur une durée d'au plus une année (par exemple : blé, colza, triticales, betterave à sucre, ...). Une culture annuelle peut être une plante bisannuelle (c'est-à-dire qui accomplit son cycle de développement sur deux ans) dont le cycle est interrompu avant sa seconde année (par exemple : la betterave à sucre).
Culture dédiée ou culture énergétique dédiée	Une culture dédiée est une culture qui est intentionnelle mise en place, conduite et récoltée pour un usage spécifique, et par abus de langage, une culture dédiée l'est à une valorisation et un usage énergétique.
Culture lignocellulosique	Une culture lignocellulosique est une culture qui est produite pour des usages <a href="#">non-alimentaires</a> , et qui tire son nom de ses principaux constituants : la cellulose, les hémicelluloses et la lignine. Elle est habituellement utilisée dans son intégralité. Elle peut être pérenne ou annuelle et néanmoins être valorisée en alimentation animale ou humaine, et dans ce cas, seule une partie de la plante est généralement utilisée. Par exemple le miscanthus, les <a href="#">TtCR</a> , mais aussi le triticales, la luzerne ou le sorgho constituent des cultures <a href="#">lignocellulosiques</a> .
Culture pérenne	Une culture pérenne est une culture en place sur une même parcelle pendant au moins 5 années (par exemple : vignes, vergers, prairies, switchgrass, taillis, ...). <i>(Définition de l'Union Européenne)</i>
Dénitrification	La dénitrification est la transformation biochimique (sous l'action de bactéries du sol) du nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ), du nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) ou de l'oxyde nitreux ( $\text{N}_2\text{O}$ ) en diazote gazeux ( $\text{N}_2$ ).

Digestat	Le digestat est la matière digérée issue du processus de <a href="#">méthanisation</a> . C'est une matière plus ou moins humide, qui peut être liquide, pâteuse ou solide selon le procédé de <a href="#">méthanisation</a> dont elle est issue (voie liquide ou solide). Le digestat a une teneur en matière sèche similaire aux matières premières méthanisées dont il est issu, et la matière organique qui le compose est stable, les matières carbonées « digestibles » ayant été méthanisées. Il contient en outre la quasi-totalité des nutriments présents dans les matières entrant dans le méthaniseur (azote, phosphore, calcium, etc..).
Drainage	Le drainage est l'évacuation, naturelle ou artificielle, par gravité de l'eau en excès dans un sol trop humide.
Ecotone	Un écotone est une zone de transition écologique entre plusieurs écosystèmes. Par exemple, une zone estuarienne est un écotone entre l'écosystème marin, l'écosystème fluvial et l'écosystème terrestre.
GES (Gaz à Effet de Serre)	Un gaz à effet de serre est un gaz qui, par ses propriétés physico-chimiques, absorbe le rayonnement infra-rouge émis par la surface terrestre. En « piégeant » ces rayonnements, un tel gaz présent dans l'atmosphère entraîne une élévation de la température à la surface de la terre. Le phénomène de l'effet de serre est indispensable à la vie sur terre et permet d'y maintenir une température d'environ 15 °C, contre les -18°C sans sa présence. Les principaux gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère sont : la vapeur d'eau (H <sub>2</sub> O) et le dioxyde de carbone (CO <sub>2</sub> ), tous deux présents depuis très longtemps et en très faible quantité. Les principaux gaz à effet de serre d'origine anthropique sont le CO <sub>2</sub> , le méthane (CH <sub>4</sub> ), les halocarbures (dont les plus connus sont les ChloroFluoroCarbures, CFC), le protoxyde d'azote (N <sub>2</sub> O), et l'ozone (O <sub>3</sub> ). Ces différents gaz n'ont pas tous la même faculté à piéger les rayonnements infrarouges et à « réchauffer » l'atmosphère : cela dépend de leur durée de vie dans l'atmosphère et de leurs propriétés physiques (i. e. leur <a href="#">Pouvoir de réchauffement global</a> ou PRG).
Granulés (ou pellets)	Voir pellets
Issues de silo	Les issues de silo sont des coproduits du travail du grain effectué par des organismes stockeurs comme les coopératives ; elles ont produites toute l'année. Pour assurer un grain propre et de bonne qualité, plusieurs tris et nettoyages sont effectués sur les lots de grains pour écarter les grains cassés, les lots défectueux, les poussières, les grains « hors normes », quelques sons (enveloppes des grains et autres déchets (par exemple résidus de pailles).

Lixiviation	La lixiviation est le transport dans le sol d'une substance dissoute dans l'eau du sol résultant des mouvements de cette eau. Ce processus est responsable de l'entraînement vers les nappes de substances comme les nitrates ou les pesticides. On emploie souvent, de manière impropre, le terme de lessivage à la place de lixiviation. ( <i>Définition du Larousse agricole</i> ).
Méthanisation	La méthanisation est un processus biologique qui transforme la matière organique par digestion anaérobie en biogaz (mélange essentiellement composé de méthane, CH <sub>4</sub> , et de dioxyde de carbone CO <sub>2</sub> ) et en digestat.
Nitrification	La nitrification est la transformation de l'azote ammoniacale (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) en azote nitrique (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ).
PCI (Pouvoir Calorifique Inférieur)	Le PCI est la quantité de chaleur dégagée par la combustion complète d'une unité de combustible, la vapeur d'eau étant supposée non condensée et la chaleur non récupérée. Le PCI dépend de la teneur en eau du combustible, et ce, de manière non-linéaire. Afin de pouvoir comparer les combustibles entre eux, le PCI s'exprime pour un combustible anhydre, c'est-à-dire totalement sec, ou bien, la teneur en eau du combustible est précisée avec la valeur du PCI.
Pellets (ou granulés)	Les granulés (ou pellets en anglais) de bois ou d'autres <a href="#">biomasses</a> végétales (miscanthus par exemple) sont des combustibles produits par affinage, séchage et compactage de sciure de bois, de copeaux, ou de <a href="#">biomasses</a> agricoles broyées. Ils ont l'apparence de petits cylindres d'environ 2 cm de long.
Photosynthèse	La photosynthèse est le processus par lequel les plantes fabriquent leur matière organique à partir de l'eau et du dioxyde de carbone atmosphérique, en utilisant l'énergie de la lumière solaire. Ce processus produit du dioxygène.
Plaquettes	Les plaquettes sont le résultat du broyage par des engins mécanisés (broyeurs à couteaux) des rémanents, ou de bois de faible diamètre. Elles se présentent sous la forme de petits morceaux de bois d'environ 2×2×5 cm et constituent un combustible de qualité une fois séchées.
Pouvoir ou potentiel méthanogène	Le pouvoir (ou potentiel) méthanogène représente la quantité maximale de biogaz ou de méthane produite par une matière qui peut être digérée par voie anaérobie i.e., méthanisée. Ce pouvoir méthanogène est exprimé en masse ou volume de gaz produit par volume ou masse de matière méthanisée, il correspond à la capacité d'une matière à produire du méthane ou du biogaz (qui est un mélange de 50 à 70 %, de méthane, CH <sub>4</sub> , de dioxyde de carbone, CO <sub>2</sub> , de vapeur d'eau, H <sub>2</sub> O, et de disulfure d'hydrogène, H <sub>2</sub> S).

PRG (Pouvoir de Réchauffement Global)

Les différents [gaz à effet de serre](#) ne contribuent pas tous à la même hauteur au réchauffement de l'atmosphère. La contribution à ce réchauffement se mesure par son PRG qui dépend du pouvoir de réchauffement du gaz et de sa durée de vie dans l'atmosphère. Le [pouvoir de réchauffement global](#) d'un gaz se définit comme le forçage radiatif (c'est à dire la puissance radiative que le [gaz à effet de serre](#) renvoie vers le sol), cumulé sur une durée de 100 ans (il peut se calculer sur d'autres durées, mais 100 ans est la valeur communément utilisée par défaut). Le PRG est mesuré par rapport à celui du gaz de référence qui est le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). Par exemple, si on émet 1 kg de méthane (CH<sub>4</sub>) dans l'atmosphère, on produira le même effet, sur un siècle, que si on avait émis 23 kg de dioxyde de carbone. C'est pourquoi, les gaz à effet de serre, sont mesurés en équivalent CO<sub>2</sub> ou en équivalent carbone. Par définition, 1 kg de CO<sub>2</sub> vaut 0,2727 (=12/44) kg d'équivalent carbone, c'est à dire le poids du carbone seul dans le composé gaz carbonique.

TCR ou TtCR (Taillis à Courte Rotation et Taillis à Très Courte Rotation)

Les taillis à courte ou très courte rotation (TCR ou TtCR) sont des cultures intensives d'arbres rejetant des souches. Les TtCR présentent une densité très forte (10 000 à 15000 tiges/ha) et sont récoltés tous les 2 ou 3 ans. Les TCR ont une densité de l'ordre de 1000 à 4000 tiges/ha et une récolte tous les 7 à 8 ans. La durée de vie moyenne des taillis est de 25 ans environ. Les espèces cultivées en TCR et TtCR sont par exemple : des peupliers, des saules, des aulnes, des bouleaux, des robiniers faux acacia, etc. ...

VANA (Valorisations Non-Alimentaires)

Les VANA sont les valorisations non-alimentaires des cultures, c'est-à-dire leur utilisation à des fins de production d'énergie, de matériaux, de molécules, etc. Par extension, les VANA peuvent aussi désigner les cultures elles-mêmes produites pour ces objectifs.

Volatilisation

La volatilisation est un processus physico-chimique qui conduit à émettre dans l'air du gaz ammoniac (NH<sub>3</sub>), à partir des ions ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) présents dans le sols ou les fertilisants organiques ou minéraux (déjections animales, engrais de synthèses...).

Volatilité

La volatilité mesure l'ampleur et la rapidité de l'évolution du prix d'un actif sur une période donnée, comme le prix d'un produit agricole. En théorie économique, la volatilité est liée à deux concepts : variabilité et incertitude; le premier décrit l'ensemble des variations de prix tandis que le second fait référence aux variations imprévisibles. (*D'après la FAO*)

Les partenaires du RMT Biomasse :



Avec la contribution financière  
du compte d'affectation spéciale  
« Développement agricole et rural »

## Biomasse énergie : Le point sur 15 idées reçues

### Éléments d'expertise sur la valorisation énergétique de la biomasse agricole

Sensible aux demandes des acteurs de terrain, le RMT Biomasse énergie environnement et territoires (RMT Biomasse-énergie) a pris, depuis 2008, le parti de clarifier autant que possible le questionnement autour de la biomasse et les moyens d'y répondre. Ainsi, il a répertorié les demandes d'évaluation les plus courantes d'une part et d'autre part, les outils et méthodes disponibles pour y répondre, ainsi que les premiers résultats d'évaluation connus et reconnus. Ce travail de synthèse et de capitalisation lui permet aujourd'hui de proposer aux décideurs un panorama large de l'ensemble des enjeux et impacts potentiels du développement des filières et projets biomasse-énergie.

Cette approche permet d'éviter l'engagement de travaux d'évaluation complexes et pas toujours pertinents pour répondre à des questions d'envergure non pas locale mais nationale, européenne voire mondiale. C'est dans ce sens que la commission « Evaluation » du RMT Biomasse-énergie a identifié 15 affirmations couramment formulées à propos des filières biomasse-énergie. Elle s'est fixé comme objectif d'apporter sur ces points son expertise et les résultats déjà connus afin d'éclairer les décideurs. Montrer la complexité des enjeux autour de la biomasse, déconstruire certaines idées reçues et apporter quelques repères pour objectiver les débats : tels sont les objectifs de ce document, dont le lecteur pourra approfondir certaines réflexions grâce aux études citées en référence.



Animateurs de la commission évaluation du RMT Biomasse : Caroline Godard : [c.godard@agro-transfert-rt.org](mailto:c.godard@agro-transfert-rt.org) et Alexandre Morin [a.morin@agro-transfert-rt.org](mailto:a.morin@agro-transfert-rt.org)

Animateurs du RMT Biomasse : Elodie Nguyen [el.nguyen@picardie.chambagri.fr](mailto:el.nguyen@picardie.chambagri.fr) et Jean-Pascal Hopquin [jp.hopquin@picardie.chambagri.fr](mailto:jp.hopquin@picardie.chambagri.fr)