



Projet LIGNOGUIDE

lauréat AAP Innovation 2009

**une aide aux choix des cultures
biomasse**

Elodie Nguyen, Chambre d'agriculture de Picardie



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

g **RELANCE**
s **AGRONOMIQUE**



Lignoguide

Contexte et objectifs

- Place des cultures biomasse dans la croissance de la production d'énergie renouvelable ou réduction du C fossile

Environ 50% des objectifs additionnels reposent sur la biomasse en 2020 (grenelle)

=> Soit 24 Mtep (M Tonne équivalent pétrole) de biomasse sur 35,7 Mtep d'énergie renouvelable

14 Mtep bois énergie

4 Mtep cultures énergétiques] combustion

2 Mtep bio déchets

4 Mtep agrocarburant

Lignoguide

Contexte et objectifs

● La biomasse agricole : une filière naissante

- Des sources variées : annuelles, pluri annuelles, pérennes, co-produits
- une ressource compétitive en local (/ énergies fossiles)
- une possibilité de sécuriser les approvisionnements quand difficultés pour mobiliser la biomasse forestière

● Les points de vigilance

- Ne pas déstabiliser les filières existantes
- Maîtrise technologique
- nécessité de prioriser les usages : alimentaire / non alimentaire

=> Si les cultures lignocellulosiques ne devaient fournir que 1%

Lignoguide

Contexte et objectifs

- Objectifs du projet :

Accompagner le développement de la filière biomasse agricole en optimisant la production de biomasse au regard des contraintes locales

Livrable attendu :

Concevoir un outil d'aide au choix des cultures lignocellulosiques (dédiées à la biomasse) à implanter en fonction des contextes locaux de production

Les partenaires :

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



Aisne, Eure, Haut-Rhin, Loiret, Oise, Picardie, Poitou-Charentes



Lignoguide

Contexte et objectifs

- Actions :
 - Acquérir des références sur les critères d'adaptation des nouvelles cultures dédiées à la production de biomasse et adapter la méthode de diagnostic agronomique,
 - Fournir des éléments de comparaison des cultures lignocellulosiques
 - Elaborer un guide d'aide au choix des cultures lignocellulosiques au regard des contraintes locales

Les cultures étudiées : triticale, sorgho fibre, fétuque, luzerne, miscanthus, switchgrass, TtCR saule, TCR peuplier et eucalyptus

Lignoguide

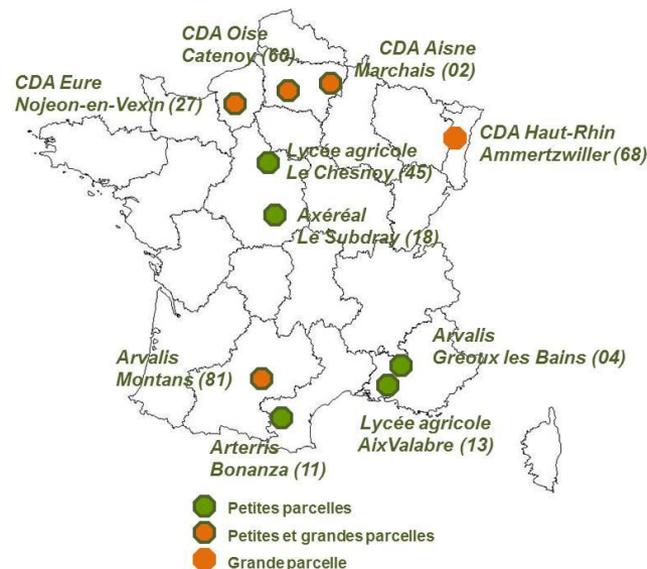
Résultats obtenus

- Des protocoles d'expérimentation Miscanthus, switchgrass, sorgho

- Un réseau de suivi national
10 sites expérimentaux

- Une méthode de diagnostic agronomique adaptée aux cultures biomasse

Mise au point à partir des sites du réseau Lignoguide





Résultats obtenus

- Un guide d'aide au choix des cultures
 - Partie I – Les cultures lignocellulosiques

Des fiches cultures, un tableau comparatif des cultures sur des critères agronomiques, économiques, logistiques, environnementaux, et énergétiques.

16 **Partie I - Les cultures lignocellulosiques**
1.1 - Triterminales

Fiche espèces pérennes
LE MISCANTHUS

Origine, présentation
Le miscanthus est une graminée de C4 avec une forte productivité, originaire d'Asie. Le génotype idéal pour la production de biomasse (Miscanther x giganteus) est un hybride stable de deux espèces natives.

Utilisations
L'utilisation énergétique actuelle la plus importante est la combustion. On s'attend à ce que son utilisation la plus importante soit celle de la paille, le miscanthus est aussi très étudié pour la conversion de la biomasse en biogaz. Il reste néanmoins candidat pour la fabrication de bioéthanol de 2^e génération.

Combustion	Méthanisation	Conditionnement de 2 ^e génération
Très bonne	À valider pour une étude à grande échelle	Bonne

■ Végétation(s) envisagée(s) la plus probable
■ Végétation à valider

Atouts et facteurs limitants

// Atouts

- potentiel de productivité important en situation pédoclimatique favorable
- récolte d'un produit sec (en fin d'hiver) directement utilisable en combustion
- culture pérenne (au moins 10 ans)
- besoins modérés de fertilisants (azote, phosphore, potassium)
- peu de production phytosanitaires, essentiellement au 2^e printemps semées
- stockage de carbone dans les rhizomes
- peu d'interventions sur la culture en pleine production
- présence d'un couvert en cours de l'hiver

// Contraintes

- implantation coûteuse (rhizomes et main d'œuvre) nécessitant un matériel spécifique et conditionnant le niveau de la culture
- très variable à la concurrence
- des adventices en 1^{er} et 2^e années
- entrée en production 2 à 3 ans après l'implantation
- productivité très liée aux conditions pédoclimatiques, avec une assez forte sensibilité au stress hydrique
- nécessité d'une bonne portance du sol pour la récolte de fin d'hiver
- masse végétative élevée du produit en vrac
- destruction et remise en état de la parcelle à prévoir en fin de culture

I.2 - Comparaison des cultures : tableau de synthèse

	Espèces annuelles				
	Triticale	Sorgho fibre	Malt	Fétuque élevée	Association fétuque/luzerne
Utilisation : combustion	Récolte en sec	Récolte en vert	Récolte en vert	Récolte en sec	Récolte en sec
Adaptation à différents milieux	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert
Implantation : besoin en matériel spécifique	Non	Non	Non	Non	Non
Besoins en fertilisation azotée	Non	Non	Non	Non	Non
Besoins en protection phytosanitaire	Non	Non	Non	Non	Non
Production récoltable	Non	Non	Non	Non	Non
Récolte : fréquence	1/an	1/an	1/an	3/an	3/an
Étalement	Non	Non	Non	Non	Non
Contraintes	Non	Non	Non	Non	Non
Besoin en matériel spécifique	Non	Non	Non	Non	Non
Conditionnement de la biomasse	Vrac (humide) ou balles (sec)	Vrac (humide)	Vrac (humide)	Vrac (humide) ou balles après préchage (sec)	Vrac (humide) ou balles après préchage (sec)
Nombre d'interventions	Non	Non	Non	Non	Non
Besoin en main d'œuvre	Non	Non	Non	Non	Non
Niveau de charges	Non	Non	Non	Non	Non
Risque de pollution des eaux par les nitrates	Non	Non	Non	Non	Non
Emissions de GES	Non	Non	Non	Non	Non
Production nette d'énergie	Non	Non	Non	Non	Non

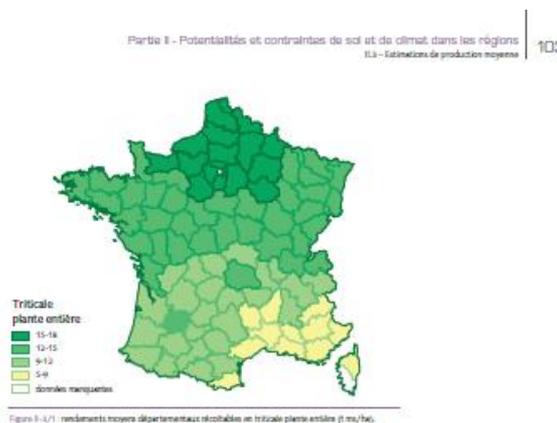
Lignoguide



Résultats obtenus

- Un guide d'aide au choix des cultures
 - Partie II – Potentialités et contraintes de sol et de climat dans les régions

Sur des hypothèses de rendements possibles selon les aires de production.



Partie II - Potentialités et contraintes de sol et de climat dans les régions
II.3 - Résultats des sites expérimentaux | 49

Site d'essai
AIX VALABRE (13)

Séjour par exploitation agricole
du TER d'Aix Valabre
Chemin du Moulin du Fort
13540 GARDANNE

Le site expérimental

Localisé sur l'exploitation de lycée agricole d'Aix Valabre,
sur des parcelles d'environ 200 m² par culture

Le sol

- Linceo argilo-sableux
- 25 à 54 % de calcaire et dans l'horizon de surface, variable selon les zones de la parcelle
- 5 % de calcaire en surface, 10 % en profondeur
- Réserve utile estimée à 140 mm
- Profondeur exploitée par les racines de 100 cm

Le climat du 1^{er} mars au 31 octobre

	Pluies	Température moyenne	Somme de températures (degrés jours en base 5°C)	Pluies - ETD
SDR	400 mm	17,4°C	2 611°C	-80 mm
SDR	467 mm	16,6°C	3 013°C	-69 mm
SDR	414 mm	16,6°C	3 042°C	-70 mm
Moyenne 05 ans	393 mm	17,2°C	2 892°C	-92 mm

TÉMOIGNAGE
Les lycées agricoles expérimentent en cultures lignocellulosiques

Mick HÉVÉAT (responsable expérimentation)
LECTA d'Aix - Valabre

- Le lycée d'Aix-Valabre valorise son implication dans le projet LIGNOGUIDE par la participation d'élèves aux essais expérimentaux et par l'enseignement qui intègre les connaissances et les pratiques d'expérimentation issues de ces essais.
- Nécessite chaque année, une réunion professionnelle de présentation des essais aux conseillers agricoles, aux agriculteurs et aux élus locaux. Les récoltes en serre d'hiver sont par exemple destinées à la production de semences, par le lycée agricole.



Résultats obtenus

- Un guide d'aide au choix des cultures
- Partie III – Enjeux transversaux associés aux cultures lignocellulosiques

III.6 - Présentation des indicateurs par zone géographique

Nous avons vu précédemment chacun de ces indicateurs détaillés sur un exemple régional avec les principaux facteurs explicatifs. L'ensemble des indicateurs techniques, économiques et environnementaux est détaillé ici pour chaque zone géographique. Ces indicateurs sont tous de la même méthode de calcul basée sur les itinéraires techniques type (IT) et Fossil System®.

Zone géographique « Nord-Est »

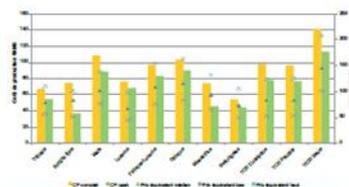


Figure III.6.1) index de production et prix équivalents (€/ha) en zone géographique Nord-Est.

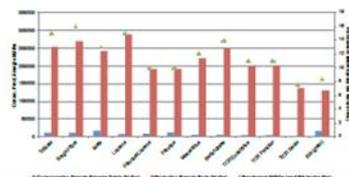


Figure III.6.2) consommation et production d'énergie à rendement fixé en zone géographique Nord-Est (MJ/ha) - Référence alimentaire 160 t/ha (y/ha)



Figure III.6.3) émissions de CO2 en zone géographique Nord-Est (kg eq CO₂/ha)



Figure III.6.4) FT en zone géographique Nord-Est.

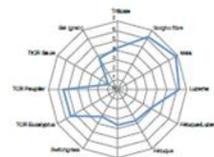
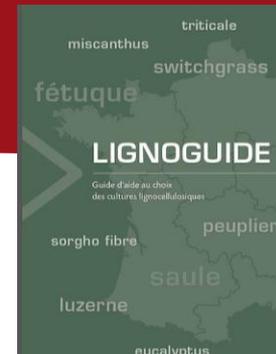


Figure III.6.5) temps de travail en zone géographique Nord-Est (Dy/ha)



Résultats obtenus

- Un guide d'aide au choix des cultures
- **Partie IV – Réalisations opérationnelles et état des lieux** exemples concrets et Etat des lieux des sites de valorisation et surfaces en cultures lignocellulosiques en France

Partie IV - Réalisations opérationnelles et état des lieux

IV1 Réalisations opérationnelles

IV.1 Réalisations opérationnelles

IV-11 Du miscanthus pour la déshydratation : des propriétés énergétiques intéressantes et une technicité culturale modérée.

La Coopédém en quelques mots...
 Société Coopérative Agricole d'Ile-et-Vilaine installée à Domagné Créée en 1993 par un groupe d'agriculteurs pour l'optimisation de la conservation de leurs fourrages.
 Activité principale: déshydratation de luzerne, ray gras, foinage, trèfle et maïs pour l'alimentation animale.
 Filiale de commercialisation: la C.V.D.A. (Coopérative pour la Valorisation des Fourrages).
 38 000 tonnes de déshydratés par an.
 13 temps pleins et 45 équivalents temps plein de ms. main novembre, en période de récolte, soit l'équivalent de 23 saisons.

La naissance d'une filière « verte »
 Intégration en 2003 des déshydratés dans le plan national d'effacement des quotas CO₂, pour éliminer les émissions en CO₂ de l'activité de déshydratation. Il s'agit de remplacer une partie du charbon importé d'Afrique du Sud utilisé pour la déshydratation des fourrages par des cultures bioénergétiques.

Le terre à terre
 Choix d'un approvisionnement local en énergie.
 • Coproduits de mise en place d'une nouvelle culture et d'un nouveau débouché aux adhérents.
 • Réaliser au maximum l'activité de la coopérative.
 • Trouver une indépendance vis-à-vis des énergies, pour moins contribuer aux fluctuations des cours du marché.

Mise en place d'un four biomasse en 2009 alimenté en miscanthus et plaquettes forestières (1800 t de miscanthus sur un total de 15000 t de biomasse en 2010) et en 2014, la production de méthanique permet de remplacer 30% des énergies fossiles.

Les raisons du choix du miscanthus
 Choix d'une culture pérenne. Le choix de cultures « pérennes » facilite la contractualisation dans la durée.
 Cultures envisagées: switchgrass, TNC de saule et miscanthus.
 Les avantages de ces cultures en tant que substituts aux énergies fossiles:
 • Rendement énergétique intéressant.
 • Peu gourmandes en intrants avec une faible charge de travail à l'hectare.

Le choix de la culture
 • switchgrass (sans plantation), les difficultés de levée rencontrées ont rendu incertain le déploiement de cette culture.
 • TNC de saule, mais cette culture demandait un investissement conséquent dans un nouvel équipement de récolte.

Partie IV - Réalisations opérationnelles et état des lieux

IV1 Réalisations opérationnelles

• miscanthus (sans plantation), est adapté au contexte pédoclimatique local et ne nécessite pas d'investissements supplémentaires pour sa récolte. Permet une valorisation du matériel déjà existant au sein de l'unité. Etirement de la période d'activité de la Coopédém sur terrain.

• La culture est la valorisation du miscanthus sur le site de la Coopédém de la parcelle...

1 Les critères d'implantation
 • Limons profonds avec une réserve d'eau importante, type « terra à maïs », sols profonds.
 • Absence de précipités graviers.
 • Parcelles facilement mécanisables.
 • Proximité par rapport à l'eau.
 • Contractualisation sur 7 ans.

2 La plantation
 • Plantation en mars-avril après les fortes gelées.
 • Réalisée par une entreprise de travaux agricoles.
 • Utilisation d'une plantation mécanisée à 4 rangs pour une meilleure régularité d'implantation.
 • Coût de plantation: 3000 € l'hectare.

3 Le récolte
 • On ne s'en est pas rendu compte de la 2^e année après l'implantation.
 • Réalisée par la Coopédém à l'aide d'une machine avec les débris adaptés.
 • Récolte à un pourcentage d'humidité proche de 15 (15% étant une des conditions d'introduction dans la chaudière biomasse) et si possible avant la reprise de végétation pour ne pas entamer le potentiel de production de l'année suivante.

4 Le transport
 • Réalisé par la Coopédém.
 • Miscanthus acheminé en vrac par camions benne (de la Coopédém) de la parcelle à l'eau.
 • Distance d'approvisionnement: 40 km maxi.

5 Le stockage
 • Aire de 3000 m² en silos couverts à l'extérieur sur le site de la Coopédém.
 • À l'arme, stockage de 4000 tonnes, ce qui représente environ 10 000 mt au sol (à couvrir).
 • Pas de risque de dégradation de la matière si elle est stockée avec un taux d'humidité inférieur à 20%.

6 La combustion
 • La totalité du miscanthus récolté en sec est brûlé dans le four à biomasse.
 • 1800 tonnes de miscanthus brûlées en 2010.
 • Sur un approvisionnement total de 15 000 tonnes de biomasse (plaquettes forestières et copeaux de bois).

• Objectif d'ici 2014: production et combustion de 6000 t de miscanthus.

Enquêtes 2012

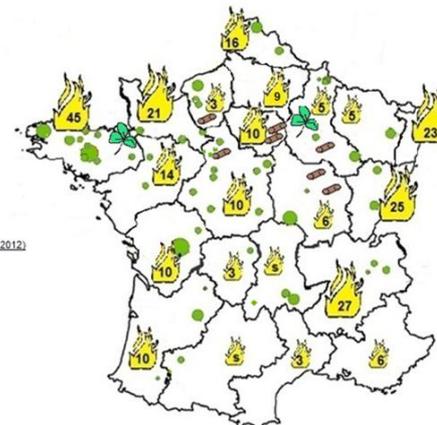
• miscanthus utilisé pour la déshydratation
 • granulation de miscanthus ou coproduits agricoles

Chaudières biomasse forestière et agricole (source RGA 2010)

• nombre de chaudières utilisées pour la vente ou l'activité de l'exploitation

Méthanisation biomasse agricole (source ADEME 2011/bioenergie international 2012)

Puissance électrique (kw)
 • 1250
 • 250



Lignoguide



Résultats obtenus

- Un guide d'aide au choix des cultures
- Partie V – Structures impliquées et projets de recherche et développement

V-1 Structures impliquées dans la promotion, la production ou l'utilisation de cultures ligno-cellulosiques



V-1.1 Interlocuteurs au niveau national

Organisme	Adresse	Téléphone
Association		
Comité de Liaison Energies Renouvelables CLER	28 rue Jules Ferry - 93100 MONTREUIL	01 55 86 80 00
Chambre d'agriculture		
APCA	9 avenue George V - 75008 PARIS	01 53 57 10 10
Coopérative		
COOP de France	43 Rue Sedaine - CS 91115 - 75538 PARIS	01 44 17 57 00
UCF	9, rue Buffault - 75009 PARIS	01 73 54 88 00
Développement		
CNPF	47 rue de Chaillot - 75116 PARIS	01 47 20 68 15
Institut technique		
ITB	45 rue de Naples 75008 PARIS	01 42 93 13 38
ARVALIS Institut du Végétal	3, rue Joseph et Marie Hackin 75116 PARIS	01 44 31 10 00
FCBA	10 Avenue de Saint-Mardi 75012 PARIS	03 80 36 36 20
ACTA	149, rue de Berry - 75595 Paris cedex 12	01 40 04 50 00
CETIOM	Avenue Lucien Bréguignères - 78850 THIERVAL GRIGNON	01 30 79 95 00
Recherche		
UMR INRA/AgroParisTech Agronomie, Grignon	UMR 211 Agronomie - INRA Agro Paris Tech - 78850 THIERVAL GRIGNON	01 30 81 54 20
UMR INRA/AgroParisTech EGC, Grignon	AgroParisTech - Unité Mixte de Recherche Environnement et Grandes Cultures - 78850 THIERVAL GRIGNON	01 30 81 55 55
UMR INRA/AgroParisTech Economie Publique, Grignon	Avenue Lucien Bréguignères - 78850 THIERVAL GRIGNON	01 30 81 53 30
Service de l'état et Associés		
ADEME	6-8 rue Jean Jaures - 92807 PLUTEAUX Cedex	01 49 01 45 47

V-2 Projets recherche et développement sur les cultures ligno-cellulosiques

Projet (intitulé)	Sujet	Financier et période de réalisation	Echelle étudiée	Partenaires	Champ d'étude	objectif	Cultures étudiées	Résultats disponibles (à la date de décembre 2012)
ANABIC/BIOMAP	(ANABIC pour ANAlyse environnementale et socio-technico-économique des filières de production d'énergie à partir de Biomasse) : Evaluation multicritère des filières bioénergies Analyse environnementale, socio-technico-économique et évaluation des risques des filières bioénergies : applications pratiques à différentes problématiques (BIOMAP)	PNRS 2005/ ANR 2007 puis ANR 2008/2010	nationale	Planta : IFP Energies nouvelles Partenaires : INRA, FCBA, Total, CIA, Renault et Air Liquide, puis Peugeot Citroën, INERS, GE ARVALIS/ONDOL, EDF	Agronomique, économique et environnemental	Mettre en place un outil méthodologique d'évaluation multicritère des filières bioénergies pour permettre la comparaison sur une même base des différentes filières bioénergies.	Les cultures ligno-cellulosiques en général	http://www.famergiesnouvelles.fr/publications/etudes-disponibles/analyse-biomap-un-outil-pour-l-evaluation-multicritere-de-filieres-bioenergies Recommandations méthodologiques et études de cas sur l'évaluation multicritère des filières bioénergies.
BIOMAPR	Evaluation des conditions nécessaires à l'orientation de cultures dédiées à vocation énergétique au sein d'une exploitation agricole	Fondation Tusk/ Enerbio/Fer 2007 début 2011	Nationale	Planta : FCBA Partenaires : In Vivo	Agronomique, technique, environnemental et économique	1) Installer 4 sites expérimentaux avec des cultures énergétiques pérennes, en comparaison avec des cultures agricoles annuelles 2) Collecter des données de production ainsi que des données environnementales 3) Evaluer la faisabilité économique pour un agriculteur de produire de la biomasse à vocation énergétique à partir de cultures pérennes dédiées (TCR/TCR/miscanthus)	-TCR/TCR peuplier -Miscanthus	http://www.fondation-tusk.fr/resultats/rapport-2007-pnp-2007-7011.html
BioTusul	Développement d'une chaîne de production de biocharburants de 2 ^e génération de type gazéole	ADOME/Conseil Régional de Picardie 2009	Régionale : Picardie	Asens, CIA, IFP, Sofiprotel, Total, Uldes GmbH (ThyssenKrupp)	Agronomique, technique, et économique	BioTusul a pour objectif le développement d'une chaîne complète de procédés industriels permettant l'utilisation d'une très large variété de biomasse.	Paille, résidus forestiers, cultures dédiées	Diffusion des résultats à venir : http://www.famergiesnouvelles.fr/actualites/donnees-environnementales-et-bioenergies-de-la-generation-2e-p-np-2009-7011.html
CEBIM	Optimisation de la ressource en biomasse issue de cultures intermédiaires intégrées dans des systèmes alimentaires : concevoir et évaluer les conditions d'intégration de ces cultures dédiées dans les systèmes de production et de cultures actuels	Fondation Tusk/Enerbio, 2010/13	Suprégionale : Nord (Picardie), Sud (Midi-Pyrénées)	Planta : ARVALIS-Institut du végétal Partenaires : CETIOM, SOLAGRO, avec la participation de Arsenis et Coopnergie®	Agronomique, technique, environnemental et économique	1) Comparer les rotations avec introduction de CIVE dans les assolements. 2) Evaluer la composition physique chimique et sélectivité du procédé	CIVE Haie/ immatures : Trèfle ou association tritiale CIVE Eau : Sorgho biomasse, céréale de printemps	Diffusion des résultats à venir : Analyse et évaluation économique et environnementales. http://www.famergiesnouvelles.fr/actualites/projets-2010/pnp-2010-7011.html
CLIMAG	Adaptation des forêts au changement climatique et expérimentation concernant les plantations forestières à haut énergétiques	CI Aquitaine/ Octobre 2008 à décembre 2012	Régionale : Aquitaine	Planta : CRP Aquitaine Partenaires : FCBA, CAFSA, DIAAF A, INRA, ETIA	Agronomique, technique et économique	- Identification d'espèces adaptées aux conditions pédoclimatiques actuelles et futures d'Aquitaine, - Identification et expérimentations sur de nouveaux concepts de culture (TCR et semi-défilés), - Evaluation économique de différents substrats "biomasse", - Mettre au point le RT d'admission et inscription de nouvelles variétés d'eucalyptus.	-TCR/TCR eucalyptus, peuplier, robinier, F maritime et P taeda Diverses espèces retenues à fort potentiel	Diffusion des résultats à venir : http://www.famergiesnouvelles.fr/actualites/strategie-2012

Lignoguide

Actions réalisées pour la valorisation et l'appropriation du guide

- Colloque de restitution le 11/04/2013 à Paris
+ de 100 participants – acteurs agricoles et ruraux



- Article dans Bioénergie international
5 pages – contexte/méthodes/résultats du projet



Lignoguide

Actions réalisées pour la valorisation et l'appropriation des résultats

- Site www.biomasse-territoire.info
- Diffusion du guide
- Un moteur de recherche - contacts

Contacts biomasse agricole

Coordonnées des structures impliquées dans la production ou l'utilisation des cultures biomasse en France

Pour prendre contact et échanger avec les personnes ressources à l'échelle locale, il vous suffit de cliquer sur votre région pour accéder à leurs coordonnées.

Télécharger les [coordonnées des structures "ressources biomasse" au niveau national](#).



Référencement réalisé dans le cadre du [projet LIGNOGUIDE](#) (CasDar 2010-2012).

A screenshot of the website biomasse-territoire.info. The header features the title "biomasse-territoire info" and a navigation menu with items: OUTILS, PUBLICATIONS, PROJETS, SITES RESSOURCES, CONTACTS. Below the header, there are several sections: "PROJETS" with a list of items (Réseau rural Français, RMT Biomasse, Lignoguide, Biomasse et captage, Optabios, Enerbios, CHP Goss Green), "RMT BIOMASSE" with sub-sections "Objectifs", "Travaux en cours", "Résultats", and "Partenaires", and "Le projet LIGNOGUIDE (CasDar 2010-2012)" with a description of the project's goals and objectives. There are also links for "Proposer du contenu", "Proposer un événement", "Poser une question", and "Qui sommes nous?".

Lignoguide

Suites données au projet

- Analyse des impacts environnementaux

- Etude 2013 : « Cultures énergétiques en zones de captage : réalisations et perspectives »

Objectif : Initier, accompagner le développement des cultures ligno-cellulosiques dans les bassins d'alimentation de captage ou autres zones de protection de l'eau

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



- Dispositif INRA « Biomasse & Environnement » (UR AgroImpact)
- Projet FUTUROL Procethol 2G

Suites données au projet

- Suite du réseau expérimental - RMT Biomasse & territoire

Maintien du réseau de compétences et échange sur la production de biomasse

Centre de ressource sur le choix des types de biomasse et ITK

Lignoguide

Merci de votre attention

el.nguyen@picardie.chambagri.fr

AGRICULTURES & TERRITOIRES

Chambre d'agriculture de Picardie

