



ECOBIOM

Une approche socio-économique et environnementale de l'offre de biomasse ligno-cellulosique

Projet ANR-05-PNRB-BIOE-18

Volet 1

Analyse micro économique et environnementale de l'offre de biomasse lignocellulosique agricole et forestière

Livrable 11-2

Fiches paramètres

Date : Mars 2009

Coordination du projet : Elisabeth Le Net – FCBA

Responsable Volet 1 : Laure Bamière - INRA Economie Publique

Rédacteurs:

Laure Bamière	INRA
Laetitia De Sousa	INRA
Benoît Gabrielle	INRA
Christophe Ginet	FCBA
Claude Jacquin	GIE ARVALIS-ONIDOL
Elisabeth LeNet	FCBA
Sylvain Marsac	GIE ARVALIS-ONIDOL
Anne-Sophie Pittochi	UCFF
Marie-Laure Savoure	GIE ARVALIS-ONIDOL
Alain Thivolle-Cazat	FCBA

Diffusion externe

SOMMAIRE

1.	SURFACE AGRICOLE CANTONS	3
2.	SURFACE FOURRAGERE DES CANTONS	4
3.	TYPES DE SOL DANS LES CANTONS	5
4.	ROTATIONS	6
5.	RENDEMENTS DES CULTURES	8
6.	IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX	11
7.	PRIX DE VENTE DES CULTURES	13
8.	CHARGES VARIABLES DES CULTURES.....	14
9.	CHARGES CARBURANT AGRICOLE	16
10.	QUANTITES CARBURANT AGRICOLE.....	17
11.	CHARGES MECANISATION SPECIFIQUES	20
12.	LA METHODE D'EVALUATION D'UN GISEMENT DE PAILLE (Rendements en paille, Taux de paille exportable).....	22
13.	DISTANCE ENTRE CANTONS	24
14.	COÛT TRANSPORT DES PRODUITS SECS EN BALLES HAUTE DENSITE ...	26
15.	COÛT TRANSPORT DES PRODUITS HUMIDES EN ENSILAGE	28
16.	COUTS DE STOCKAGE DES PRODUITS SECS EN BALLES HAUTE DENSITE..	30
17.	COUTS DE STOCKAGE DES PRODUITS HUMIDES EN ENSILAGE.....	32
18.	ESSENCES COMPOSANT CHAQUE PEUPLMENT	34
19.	COÛTS D'EXPLOITATION	35
20.	PRIX DU BOIS PROPRIETAIRE.....	36
21.	VOLUMES POTENTIELS DISPONIBLES	37
22.	PRIX DE VENTE DU BOIS	38
23.	COUTS DE TRANSPORT BOIS	39
24.	CONSOMMATION CARBURANT FORET	41
25.	ITK CULTURES « CLASSIQUES » et ENERGETIQUES	42
26.	PK.....	44
27.	N.....	45
28.	TCR PEUPLIER : SURFACES ET RENDEMENTS	46
29.	ITINERAIRE TECHNIQUE DU TCR PEUPLIER	50
30.	RENTABILITE DU TCR PEUPLIER.....	51
31.	SCENARIOS DEMANDE BIOMASSE	52

1. SURFACE AGRICOLE CANTONS

Définition

Il s'agit de la surface agricole utile par canton, déclarée à l'ONIGC pour l'obtention des aides PAC. La SAU contient la Surface Fourragère Principale (SFP). Elle est exprimée en hectares.

Source

Données issues des déclarations PAC 2005.

Données achetées par le GIE ARVALIS / ONIDOL à l'ONIGC

Méthode de calcul

Aucune. Données brutes.

Reproductibilité

Les données sont mises à jour chaque année, mais les bases doivent être achetées.

Explication/justification des choix

Niveau minimum d'information

SAU par canton.

Objectif d'information

Il serait utile de connaître la part de la SAU correspondant aux exploitations d'élevage dans les cantons (et de connaître le type et la taille des cheptels), afin de mieux prendre en compte la spécificité de l'élevage dans le modèle.

2. SURFACE FOURRAGERE DES CANTONS

Définition

Il s'agit de la surface fourragère totale par canton, déclarée à l'ONIGC pour l'obtention des aides PAC. Elle est comprise dans la SAU, et elle contient la surface toujours en herbe (STH) Elle est exprimée en hectares.

Source

Données issues des déclarations PAC 2005.

Données achetées par le GIE ARVALIS / ONIDOL à l'ONIGC.

Méthode de calcul

Surface fourragère totale = surface en fourrages annuels
+ surface en prairie permanente
+ surface en prairie temporaire

Reproductibilité

Les données sont mises à jour chaque année, mais les bases doivent être achetées.

Explication/justification des choix

Niveau minimum d'information

SFP par canton.

Objectif d'information

3. TYPES DE SOL DANS LES CANTONS

Définition

Localisation et part des différents types de sols majoritaires de la région dans chaque canton. Les cultures et rotations potentiellement praticables, les itinéraires techniques, rendements et charges variables associés seront renseignés en fonction de ces types de sol dans le modèle, et serviront à estimer les impacts environnementaux.

Source

Livrable 1– Typologie des cantons (daté du 02/05/07), Tableau 11 – Classe des sols dominants par canton (p69).
Base de données INFOSOL.

Méthode de calcul

La première étape consiste à déterminer les sols majoritaires dans la région, représentant au moins 90% de la surface. Ces sols ont été obtenus en agrégeant les classes de sol de la European Union Soil Map au 1/1 000 000ème (source : INRA INFOSOL) correspondant à la classification FAO. Les Unités de Sol ainsi obtenues sont croisées avec la couche canton (source : IGN) pour déterminer la part de chaque type de sol dans chaque canton. Il est aussi possible de se baser sur des cartes des sols agricoles disponibles dans certaines Chambres d'Agriculture et de les croiser de la même façon avec la couche canton.

Dans tous les cas il est important de connaître la dénomination locale des types de sol pour la collecte des données.

Pour faire le lien entre les dénominations locales des types de sol et les unités de sol, on peut se baser sur des profils pédologiques locaux et les caractéristiques des US.

Reproductibilité

Explication/justification des choix

Il peut être difficile d'obtenir des données technico-économiques par type de sol autrement que par enquêtes auprès d'expert locaux (par exemple : méthodologie PERSYST développée par l'UMR Agronomie de l'INRA de Grignon).

Dans le cadre de la Champagne-Ardenne, le GIE Arvalis-Onidol disposait de données par petites régions agricoles (PRA), qui définissent des zones agricoles homogènes du point de vue des contextes pédo-climatiques et des assolements. Ainsi, les données technico-économiques fournies dépendent de groupes de PRA similaires. Il n'a pas été possible de faire le lien entre toutes les PRA et un type de sol majoritaire (tableau 11 du livrable 1).

Niveau minimum d'information

Identifier des « unités agro-pédo-climatiques » homogènes et pertinentes pour la région, pour lesquelles on dispose d'informations technico-économiques sur les cultures alimentaires et énergétiques (PRA, unités de sol, sols vernaculaires, combinaison avec des données de réserve utile, d'altitude etc.). Les localiser et estimer leur proportion dans chaque canton.

Objectif d'information

Disposer des types de sol (et du climat, de l'altitude etc. si pertinents pour la région) et de leur caractéristiques pour pouvoir utiliser des modèles de type CERES pour calculer les impacts environnementaux de manière fine.

4. ROTATIONS

Définition

Données demandées :

Rotations culturales couramment pratiquées dans la région par type de sol. Il ne s'agit pas des contraintes agronomiques de type délai de retour, bien que les rotations les intègrent. Un exemple de rotation : BLE-ORGE-COLZA.

Il faut aussi déterminer, par type de sol, les nouvelles rotations incluant les cultures énergétiques annuelles (comme le triticale plante entière). Les cultures pérennes constituent une rotation à elles seules, comme 15 ans de Miscanthus.

Données fournies :

En Champagne Ardenne, les systèmes de culture sont très diversifiés avec un vaste choix de têtes de rotations : colza, betteraves, cultures légumières, pois... Le panel de rotations culturales est très vaste et répond à une logique constante avec alternance entre têtes de rotation et céréales. D'autre part, les successions de cultures ne sont pas fixes et sont modulables en fonction du contexte économique. Ainsi, il n'est pas possible de fournir une liste exhaustive des rotations observées en Champagne-Ardenne. Seul le schéma général des rotations peut être renseigné, en fonction des cultures rencontrées sur chaque ensemble de petites régions agricoles. Les rotations spécifiques sortant de ce modèle de base sont précisées. Le contexte pédo-climatique est pris en compte à travers l'assolement observé sur les ensembles de PRA.

Les cultures énergétiques lignocellulosiques annuelles (triticale et sorgho fibre) peuvent être intégrées dans ces rotations ; les cultures pérennes (miscanthus et switchgrass) constituent à elles seules une rotation.

Source

Le schéma de base des rotations a été identifié par les ingénieurs régionaux d'Arvalis – Institut du Végétal, sur la base de leur expertise. L'enquête lancée auprès des conseillers agricoles de Champagne Ardenne ainsi que les synthèses des enquêtes réalisées par les centres de gestion ont permis de définir l'assolement des ensembles de PRA. Les cultures identifiées sont ensuite insérées dans les rotations.

Méthode de calcul

Schéma de base des rotations observées en Champagne-Ardenne, pour tous les ensembles de PRA :

1/ tête d'assolement / blé tendre / tête d'assolement

2/ tête d'assolement / blé tendre / orge de printemps / tête d'assolement

3/ tête d'assolement / blé tendre / orge d'hiver / tête d'assolement

Les têtes d'assolement varient selon les ensembles de PRA. Les règles de retour des cultures ne sont ici pas prises en compte. Quelques rotations complémentaires, non conformes au schéma proposé, sont également indiquées.

Exemple :

	Zones 1 – 2 – 6 – 7	Zones 3 et 4 :
Têtes d'assolement	Colza, Tournesol, Maïs grain, Pois de printemps, Pois d'hiver, Féverole.	Colza, Tournesol, Maïs grain, Pois de printemps, Pois d'hiver, Féverole, Betteraves, Pommes de terre de consommation Pommes de terre fécule Luzerne, Oeillette Chanvre.
Rotations les plus fréquentes	Colza / blé tendre / orge d'hiver	Multiples...
Autres rotations		- Blé tendre / blé tendre - Betteraves / orge de printemps / autre tête d'assolement - pommes de terre / orge de printemps / autre tête d'assolement

Les cultures énergétiques lignocellulosiques peuvent être insérées dans les rotations existantes:

- Le triticales récolté en plante entière peut remplacer une orge, en deuxième paille derrière un blé.
- Le sorgho fibre intègre la liste des têtes d'assolement. On suppose que le sorgho n'est pas adapté au contexte de la zone 1 (Plateau de Langres, sud de la Haute-Marne), au climat trop frais.
- Les graminées pérennes (miscanthus et switchgrass) constituent une rotation à elles seules.

Reproductibilité

Sur la base des schémas et de la liste des têtes d'assolement fournie, des rotations peuvent être modélisées à l'aide de modèles spécifiques détenus par l'INRA, et en fonction de leurs besoins.

Explication/justification des choix

Niveau minimum d'information

Rotations couramment pratiquées dans la région, et leur compatibilité avec les types de sol ou les PRA.

Objectif d'information

Rotations pratiquées et praticables dans la région par type de sol. Insertion possible des cultures énergétiques dans ces rotations.

5. RENDEMENTS DES CULTURES

Définition

Nous avons besoin du rendement de la culture dans une rotation donnée et sur un type de sol donné. Ce rendement prend donc en compte la place de la culture dans la rotation, et donc l'effet de la culture précédente.

Nous avons besoin du rendement réel ou rendement moyen, obtenu selon l'ITK pratiqué localement, et du rendement potentiel correspondant à un ITK « optimisé » (uniquement pour les cultures alimentaires).

➤ Rendement réel

Le rendement moyen des cultures peut être établi en fonction du contexte pédoclimatique des petites régions agricoles. Ainsi, ce rendement varie selon les ensembles de PRA constitués. Pour les cultures « classiques », le rendement réel moyen sur 10 ans est présenté. Pour les nouvelles cultures énergétiques, il s'agit du rendement moyen qui pourrait être atteint.

➤ Rendement réalisable

On entend par rendement réalisable les rendements observés qui rendent compte de l'effet de la succession de cultures (effet précédent, effet retour de la culture), des ITK, et ceci en fonction des types de sol.

Source

➤ Rendement réel

Les rendements réels ont été obtenus par plusieurs sources :

- les conseillers agricoles de la région : qui ont estimé le rendement moyen des cultures sur la/les PRA sur lesquelles ils sont basés ;
- les enquêtes culturelles des Centres d'Economie Rurale (CER) de l'Aube et de la Haute-Marne ;
- l'expertise d'Arvalis – Institut du Végétal.

Pour les cultures énergétiques lignocellulosiques, les rendements ont été estimés sur la base des premiers résultats émanant du réseau expérimental REGIX en Champagne-Ardenne. Les animateurs régionaux du réseau et certains expérimentateurs ont été contactés afin de valider ces premiers résultats.

➤ Rendement réalisable

Ces rendements sont issus du modèle PERSYST développé par l'INRA (L. GUICHARD, UMR Agronomie). Il s'agit d'un modèle qui consiste à évaluer les conséquences sur le rendement et l'environnement des modes de conduites et des successions culturales. Paramétré pour le Poitou-Charente, il en cours de paramétrage pour la région Champagne-Ardenne. Le paramétrage se fait à partir d'un questionnaire d'experts locaux, de conseillers techniques ou d'acteurs de terrain qui disposent d'une solide vision de l'agriculture de la région dont ils ont la charge. Ce modèle permet de calculer un rendement potentiel en fonction de la rotation dans laquelle la culture s'insère, du type de sol. En outre, il tient compte de l'effet du précédent cultural ainsi que de l'effet du retour de la culture dans une succession.

Méthode de calcul

➤ Rendement réel

Les rendements moyens des cultures « classiques » communiqués par les conseillers agricoles ont été confrontés aux valeurs calculées par les CER afin d'établir un rendement moyen sur 10 ans, caractéristique de chaque ensemble de PRA. L'expertise d'Arvalis – Institut du Végétal a permis d'homogénéiser les différentes valeurs de rendements obtenues pour une même PRA.

Unité = t/ha (cultures annuelles)

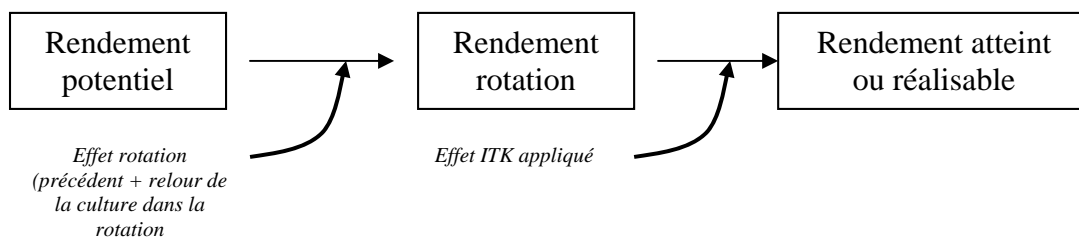
Pour les cultures pérennes, deux modes d'expression des données sont utilisés :

1/ Unité = t/ha/an, sur la durée de production. Il s'agit donc du rendement observé lors de chaque récolte annuelle.

2/ Unité = t/ha/an, sur la durée d'immobilisation de la parcelle. Il s'agit du rendement moyen observé sur 13 ans et répartis sur 16 ans.

➤ Rendement réalisable

L'estimation du rendement réalisable est issue d'un rendement potentiel (rendement couramment observé en l'absence de problèmes parasitaires et sans autre facteur limitant que le déficit climatique), éventuellement réduit par des effets liés à la succession des cultures (effets précédents...). L'itinéraire technique appliqué, par la maîtrise de l'azote et des bioagresseurs qu'il permet (ou pas), rattrape (pour partie ou complètement) ou détériore encore ce rendement.



➤ Rendement pour le modèle économique

On part du rendement en t/ha de la culture dans telle rotation et sur tel type de sol. Puis en fonction de la part de la culture dans la rotation, on le ramène à un ha de rotation.

Ex : un blé à 9 t/ha dans une rotation Blé-Orge-Colza (soit 1/3 de la rotation) donne 3 t/ha de rotation Blé-Orge-Colza.

Reproductibilité

Pour le rendement potentiel la reproductibilité est possible à condition de paramétrer PERSYST sur la région concernée. Pour cela, il est nécessaire de connaître les cultures courantes et les types de sols (en appellation locale) sur la région concernée. Connaissant ensuite les rotations « courantes » de cette région, on peut alors obtenir les rendements potentiels des cultures afin de les intégrer dans le modèle économique.

Explication/justification des choix

- On suppose que le miscanthus et le switchgrass ont une pérennité de 15 ans. On suppose également qu'une année entière est nécessaire à la destruction de la culture (la 16ème année) pendant laquelle il n'y a pas de récolte ni de rendement. La parcelle est donc mobilisée pendant 16 ans.

- Pour les cultures énergétiques pérennes (miscanthus et switchgrass), les rendements renseignés correspondent à une exploitation en fin d'hiver (récolte d'un produit sec). Il s'agit

des rendements moyens pouvant être atteints à partir de la 3^{ème} année après implantation pour le miscanthus, dès la deuxième année pour le switchgrass. On suppose que la productivité est trop faible les deux premières années pour le miscanthus (la première année pour le switchgrass) pour qu'une récolte soit économiquement viable. La durée d'exploitation de la culture est donc de 13 ans pour le miscanthus (A3 à A15) et de 14 ans pour le switchgrass (A2 à A15). Deux modes d'expression du rendement sont donc utilisés : rendement moyen sur ces 13 ou 14 années de production / rendement moyen sur les 16 ans d'immobilisation de la parcelle.

NB : avec le modèle PERSYST, il n'est pas possible d'intégrer les cultures dites « énergétiques » car le paramétrage nécessite que les personnes enquêtées aient une vision solide de « ce qui a déjà existé ».

Niveau minimum d'information

Pour le rendement réel : rendement (t/ha) moyen par culture par type de sol ou à défaut par PRA

Pour le rendement potentiel : rendement (en t/ha) par culture dans une rotation donnée, par type de sol

Objectif d'information

6. IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

Définition

Les impacts environnementaux des cultures correspondent à toute modification de l'environnement, négative ou positive, résultant totalement ou partiellement des activités liées à la production de ces cultures (ISO 14001).

La conduite des cultures agricoles engendre des impacts environnementaux et écologiques de différentes natures. La contamination des eaux par les pesticides et les nitrates est connue du grand public et relativement bien documentée. En revanche, les émissions de composés gazeux, dont les gaz à effet de serre, mais également des composés impliqués dans la pollution de l'air, et enfin les mêmes pesticides, n'ont été étudiées que dans une période récente.

Plusieurs méthodologies existent pour estimer ces impacts. Dans notre cas, la méthode Analyse de Cycle de Vie a été utilisée. Cette approche a pour but d'estimer les impacts sur l'environnement en passant par une prise en compte globale des nuisances engendrées par les produits agricoles à chaque étape, de leur fabrication à leur valorisation en fin de vie, en passant par les étapes de distribution et d'utilisation. Elle nous permet d'estimer les impacts tels que l'épuisement des ressources (énergie primaire), le potentiel de réchauffement climatique (Global Warming Potential à l'horizon 100 ans ou 500 ans), l'acidification, l'eutrophisation, la destruction de l'ozone stratosphérique (ozone depletion).

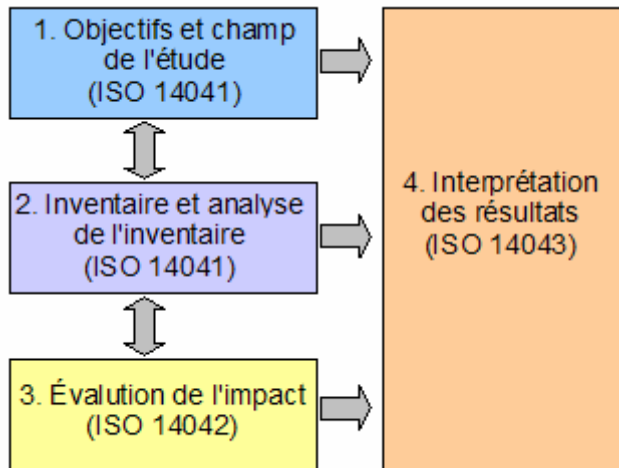
Source

Pour réaliser l'ACV, nous avons utilisé les données récoltées dans le cadre du projet européen Biofit, référence IFEU. Bioenergy for Europe: Which Ones Fit Best? (BIOFIT)– A Comparative Analysis for The Community. Rapport Final. Novembre 2000. 186p ; ainsi que la base de données Ecoinvent (Nemecek & al, 2003), et différents rapports de l'ADEME sur ce sujet. Les données propres aux cultures d'étude dans les zones concernées nous ont été fournies par Arvalis

Méthode de calcul

L'analyse du cycle de vie est un processus itératif constitué de quatre étapes principales dont la structure est standardisée par la norme ISO 14044. Le processus est itératif car chaque étape peut amener à revoir les précédentes ; ainsi des difficultés dans l'obtention de données pour l'inventaire peuvent amener à revoir les objectifs et le champ d'étude. ACV.

En pratique, les flux de matières et d'énergies entrants et sortants à chaque étape du cycle de vie sont inventoriés (inventaire du cycle de vie : ICV) puis on procède à une évaluation des impacts environnementaux à partir de ces données grâce à des coefficients préétablis permettant de calculer la contribution de chaque flux aux divers impacts environnementaux étudiés.



Les quatre étapes de l'Analyse de Cycle de Vie

Reproductibilité

La reproductibilité de cette méthode dépend du niveau d'agrégation des données ainsi que de la transparence des données fournies. Dans le cadre de ce projet, nous mettons à disposition les feuilles de calcul comprenant les données d'entrées et les coefficients d'agrégation des flux inventoriés permettant ainsi de reproduire les calculs d'impacts.

Explication/justification des choix

Notre étude n'a pas porté sur les impacts tels que l'écotoxicité, la toxicité humaine, les ressources en eau car en raison des connaissances actuelles, la précision de l'ACV sur ces impacts est insatisfaisante.

Niveau minimum d'information

Pour estimer les impacts, le niveau minimum d'information requis est le rendement des cultures et l'itinéraire technique cultural comprenant : les types de machine en terme de puissance, leur durée d'utilisation et les quantités d'intrants type engrais et pesticides utilisés.

Objectif d'information

Estimation des impacts environnementaux des cultures énergétiques et alimentaires.

7. PRIX DE VENTE DES CULTURES

Définition

Les prix de vente des cultures correspondent au prix payés aux producteurs. Il s'agit des prix moyens observés pour la récolte 2007. A noter que ces prix de vente ont été très fluctuants pour la récolte 2007, en raison de la volatilité des marchés. On observe des écarts très importants (allant du simple au double) pour le blé notamment selon les stratégies de vente.

Dans le modèle économique, ces prix de vente seront exprimés en €/t. Il s'agit de prix récents (2007), actualisables dans le modèle. Il faut préciser si tonnes de matière sèche ou au degré d'humidité standard, et les coefficients de conversion le cas échéant.

Source

Ces valeurs moyennes sont fournies par le Centre d'Economie Rurale de l'Aube (« *Enquête culturale, Récolte 2007* » ainsi que contacts téléphoniques). Il s'agit donc de valeurs moyennes observées dans l'Aube, mais qui peuvent être extrapolées aux autres départements de Champagne-Ardenne.

Méthode de calcul

Les prix fournis correspondent aux prix payés aux producteurs, sans prendre en compte les aides compensatoires.

Unité = €/ha

Reproductibilité

Explication/justification des choix

Les prix fournis dépendent de certaines hypothèses du CER de l'Aube :

- féverole : hypothèse de prix à la récolte de 240 €/t en supposant les 2/3 en débouché alimentation humaine (mieux rémunéré) ;
- les taxes et réfections sont déduites de ces prix.

Aucun prix de vente n'a été renseigné pour les cultures énergétiques lignocellulosiques, étant donné qu'il n'existe actuellement pas de marché.

Niveau minimum d'information

Objectif d'information

8. CHARGES VARIABLES DES CULTURES

Définition

Les charges variables prennent en compte les coûts des intrants : semences, engrais, produits phytosanitaires.

Voir plus loin pour les charges de mécanisation spécifiques.

Source

Pour les cultures « classiques », il a été choisi de communiquer les charges variables réellement observées, obtenues par plusieurs sources :

- Les conseillers agricoles de la région : ils ont estimé les charges moyennes (sur 10 ans) des cultures sur la/les PRA sur lesquelles ils sont basés.

- Les enquêtes culturelles des Centres d'Economie Rurale (CER) de l'Aube et de la Haute-Marne.

- L'expertise d'Arvalis – Institut du Végétal.

Pour les cultures énergétiques lignocellulosiques, les charges variables ont été estimées sur la base des premiers résultats émanant du réseau expérimental REGIX en Champagne-Ardenne.

Méthode de calcul

Les charges variables moyennes des cultures « classiques » communiquées par les conseillers agricoles ont été confrontées aux valeurs calculées par les CER afin d'établir un montant de charges moyen sur 10 ans, caractéristique de chaque ensemble de PRA. L'expertise d'Arvalis – Institut du Végétal a permis d'homogénéiser les différentes valeurs obtenues pour une même PRA.

Unité = t/ha (cultures annuelles)

Unité = t/ha/an (miscanthus et switchgrass, sur la durée de production)

Reproductibilité

Explication/justification des choix

Cultures énergétiques lignocellulosiques : miscanthus

On suppose que le miscanthus a une pérennité de 15 ans. On suppose également qu'une année entière est nécessaire à la destruction de la culture (la 16ème année) pendant laquelle il n'y a pas de récolte ni de rendement mais des coûts liés à la destruction. La parcelle est donc mobilisée pendant 16 ans. La durée d'exploitation de la culture est de 13 ans.

Globalement, les charges variables s'élèvent donc à 265 €/ha/an en moyenne, sur 16 ans (voir tableau ci-dessous).

Détail des charges variables du miscanthus

Année	Plants (€/ha)	Fertilisation (€/ha)	Désherbage (€/ha)	Total (€/ha)	
A1	2700	0	80	2780	Plants : estimation en se basant sur une densité de plantation de 18000 rhizomes/ha et un coût de 0.15 €/rhizome.
A2	0	50	50	100	
A3	0	100	0	100	
A4 à A14	0	100	0	100	
A15	0	100	0	100	
A16	0	0	50	50	Destruction de la culture
				4230	

Cultures énergétiques lignocellulosiques : switchgrass

On suppose que le switchgrass a une pérennité de 15 ans. On suppose également qu'une année entière est nécessaire à la destruction de la culture (la 16ème année) pendant laquelle il n'y a pas de récolte ni de rendement mais des coûts liés à la destruction. La parcelle est donc mobilisée pendant 16 ans. La durée d'exploitation de la culture est de 14 ans (A2 à A15).

Globalement, les charges variables s'élèvent donc à 133 €/ha/an en moyenne, sur 16 ans (voir tableau ci-après).

Détail des charges variables du switchgrass

Année	Semences (€/ha)	Fertilisation (€/ha)	Désherbage (€/ha)	Total (€/ha)	
A1	600	0	80	680	Semences : estimation en se basant sur une densité de semis de 10 kg/ha et un coût de 60 €/kg.
A2	0	50	50	100	
A3	0	100	0	100	
A4 à A14	0	100	0	100	
A15	0	100	0	100	
A16	0	0	50	50	Destruction de la culture
				2130	

Niveau minimum d'information

Objectif d'information

Charges variables par type de sol, calculées en fonction des itinéraires techniques correspondants aux rendements, et des prix des intrants correspondant à l'année sur laquelle on se base pour les prix de vente des cultures.

9. CHARGES CARBURANT AGRICOLE

Définition

Il s'agit du coût du carburant à l'hectare, calculé pour une culture donnée, avec un itinéraire technique fixé.

Source

GIE Arvalis-Onidol

Méthode de calcul

Les charges de carburant sont calculées comme suit :

$$\text{Charges de carburant (€ha)} = \text{Consommations de carburant (L/ha)} * \text{Prix du carburant (€L)}$$

Les consommations de carburant ont été calculées précédemment. Le prix du carburant est variable selon le contexte. Ce prix doit être fixé et ajusté par les concepteurs du modèle (INRA Grignon)

Reproductibilité

Explication/justification des choix

Niveau minimum d'information

Objectif d'information

10. QUANTITES CARBURANT AGRICOLE

Définition

Les consommations de carburants sont calculées en fonction des opérations culturales réalisées. La base de données de mécanisation du logiciel Compétilis® (logiciel Arvalis) permet d'estimer ces consommations. Elles dépendent du type de matériel utilisé et en particulier des outils tractés, mais également de leurs caractéristiques : largeur de travail, nombre de roues motrices, type de dents... Le calcul des consommations de carburant nécessite donc plusieurs étapes :

- 1- Description de l'itinéraire technique de la culture étudiée : chaque opération culturale et le nombre de passages doivent être décrits ;
- 2- Description du matériel utilisé, pour chaque opération culturale : les tracteurs et les tractés sont décrits précisément afin que le logiciel Compétilis® puisse les identifier ;
- 3- Saisie des itinéraires techniques et matériels agricoles sous Compétilis® ;

Pour les récoltes de biomasse (paille de céréales, triticales plante entière...), les consommations dépendent en premier lieu du débit de chantier du matériel de récolte et donc de la quantité de biomasse récoltée. Ces consommations ne peuvent être estimées par le logiciel Compétilis non paramétré pour ce type de récolte ; les estimations fournies sont basées sur des travaux réalisés précédemment par Arvalis-Institut du Végétal (mesures lors de tests de récolte).

Les consommations sont exprimées en L/ha.

Source

Les descriptions des itinéraires techniques et du matériel utilisé sont issues de la base de données Arvalis pour les fermes types de Champagne-Ardenne (cf partie sur les itinéraires techniques).

Les calculs de consommation sont réalisés par le logiciel Compétilis®, déposé par Arvalis-Institut du Végétal. Compétilis® est un outil de diagnostic technico-économique des exploitations de grandes cultures, comprenant des bases de données de références et permettant l'animation d'un réseau d'agriculteur. Il permet de calculer des coûts de production complets. Cet outil dispose en outre d'une base de donnée importante permettant de calculer des charges de mécanisation et des consommations de carburant.

Méthode de calcul

Pour les opérations culturales des cultures « classiques » (du semis à la récolte du grain)

La consommation de carburant (quantités de fioul consommées par hectare) est directement liée à la puissance et au temps de traction :

Consommation (L fioul/heure) = puissance (cv) * 0,24 * coefficient de traction

Le coefficient de traction est calculé par rapport aux résultats des essais réalisés par Arvalis Institut du Végétal :

Type d'opération	Transport	Pulvérisation, épandage	Travail du sol	Automoteur
Coefficient de traction	0,4	0,6	0,6	0,8

Pour faire le lien entre une consommation de carburant à l'heure à une consommation à l'hectare :

Consommation (L fioul/ha) = Consommation (L fioul/h) * Débit de chantier (ha/h)

Compétilis® fournit une valeur moyenne pour le débit de chantier, pour les opérations culturales habituelles.

Cette méthode de calcul permet une estimation fine des consommations de carburant en fonction de l'itinéraire technique mis en œuvre (en tenant compte du précédent). Le type de sol n'intervient pas dans le calcul de la consommation de carburant. Il est pris en compte seulement dans la description de l'itinéraire technique, qui est ajusté en fonction des zones d'application des fermes types et donc du type de sol.

Reproductibilité

Cette méthode de calcul est reproductible, en ayant accès à la base de données de mécanisation de Compétilis®...

Explication/justification des choix

Des hypothèses ont été réalisées pour réaliser ces calculs :

Itinéraire technique des cultures pérennes peu documentées (miscanthus, switchgrass)

Nous avons peu de recul vis-à-vis de ces cultures. L'itinéraire technique à mettre en œuvre est étudié notamment via le réseau expérimental REGIX. Les premières expérimentations issues du réseau REGIX permettent de formuler des hypothèses quant à cet itinéraire technique. (cf partie sur les données ITK).

Attribution des coûts de destruction

Les coûts de destruction de la culture sont attribués à la culture suivante, comme pratiqué habituellement dans les études de coûts. Par exemple, lorsque qu'un blé est implanté derrière un colza, le coût et la consommation de carburant liés au broyage des cannes de colza sont associés à la préparation du sol pour l'implantation du blé. Les opérations culturales nécessaires à la remise en culture de la parcelle sont sensiblement identiques pour les cultures « classiques ».

Cependant, pour les cultures énergétiques pérennes et en particulier le miscanthus, la remise en culture de la parcelle peut être difficile et les coûts et consommations de carburant associés sont élevés. Ainsi, les coûts de destruction du miscanthus sont attribués au miscanthus lui-même.

Consommations liées aux récoltes de biomasse (triticale plante entière, miscanthus, switchgrass, sorgho)

Le débit de chantier peut être très variable selon le type de biomasse récolté ; il influence fortement la consommation de carburant. Pour les nouvelles cultures énergétiques, seules les observations réalisées lors de chantiers de récolte peuvent permettre d'estimer les consommations de carburant. Les données renseignées sont issues de :

- *Récolte en ensilage du sorgho fibre* : des mesures de débit de chantier de l'ensileuse ont été réalisées lors de récoltes en grandes parcelles (site de Montans – 81), dans le cadre du programme REGIX. Associées à la consommation horaire de l'ensileuse, ces mesures permettent d'estimer la consommation de carburant à l'hectare.

- *Récolte en ensilage du miscanthus* : les valeurs fournies sont issues des mesures réalisées lors de la récolte d'une parcelle de miscanthus à Bannalec (29), suivi réalisées dans le cadre du programme REGIX.

- *Récolte en ensilage du switchgrass* : on suppose que le débit de chantier est identique pour des récoltes de miscanthus et de switchgrass. Les consommations seraient donc égales pour ces deux cultures. Cette hypothèse devra être confirmée lors de récoltes en grandes parcelles de switchgrass.

- *Fauchage et pressage du miscanthus* : des consommations horaire et des débits de chantier ont été mesurés lors de la récolte d'une parcelle de miscanthus (à Bannalec – 29) dans le cadre du programme REGIX. Pour le fauchage/ conditionnement, une ensileuse modifiée permettant de hacher et de mettre la biomasse en andains était utilisée. Le pressage était réalisé à l'aide d'une presse à balles carrées (70*120cm, haute densité) équipée du système roto-cut.

- *Fauchage et pressage du switchgrass* : On suppose que les débits de chantier et consommations sont identiques pour les récoltes de switchgrass et miscanthus. Cette hypothèse devra être confirmée lors de récoltes en grandes parcelles de switchgrass.

- *Rassemblement des balles au champ et mise en stock, pour le miscanthus et le switchgrass* : Aucune donnée n'est disponible...

- *Fauchage et pressage du triticale en plante entière* : les données de consommation ne sont pas disponibles.

Niveau minimum d'information

Objectif d'information

L'objectif est de fournir une consommation de carburant pour chaque itinéraire technique caractéristique d'une culture et de son précédent. Cela suppose de décomposer ces itinéraires techniques en somme d'opérations culturales élémentaires.

11. CHARGES MECANISATION SPECIFIQUES

Définition

Il s'agit des charges liées aux opérations culturales spécifiques, qui ne sont pas réalisées avec du matériel agricole conventionnel et qui font appel à du matériel spécifique non présent sur l'exploitation agricole. Ces charges concernent :

- le pressage et la mise en stock de la paille de céréales ;
- la récolte, le conditionnement en balles haute densité et le stockage du triticales plante entière, du miscanthus et du switchgrass ;
- la récolte, le conditionnement en balles rondes et la mise en stock de la paille de chanvre ;
- la récolte en ensilage et le stockage du sorgho fibre, du miscanthus et du switchgrass ;
- les coûts de mécanisation pour l'implantation et la destruction de la culture de miscanthus.

Source

Les charges de récolte, de conditionnement en balles et de stockage sont issues des études économiques réalisées par le GIE ARVALIS / ONIDOL. Les charges liées à une récolte en ensilage sont basées sur des facturations réalisées par des agriculteurs prestataires de services.

Méthode de calcul

L'objectif est de ramené tous les coûts de récolte à l'hectare et par an, en prenant en compte la durée d'immobilisation de la parcelle. Unité = €/ha/an

Les coûts de certaines opérations sont appréciés en fonction d'une surface récoltée (€/ha) :

- le fauchage ;
- l'ensilage et la logistique de bennes ;
- + la plantation pour la culture de miscanthus.

Ces coûts doivent être convertis en €/ha/an, en prenant en compte un nombre de récoltes et une durée d'immobilisation de la parcelle :

$$\begin{aligned} \text{Coûts (€/ha/an)} &= \text{coûts (€/ha/récolte)} \\ &* \text{nombre de récoltes (=13)} \\ &/ \text{nombre d'années d'immobilisation de la parcelle (=16)} \end{aligned}$$

Avec le nombre de récoltes = 13 pour le miscanthus et les switchgrass
= 1 pour les cultures annuelles (paille, sorgho, triticales, chanvre)

Avec la durée d'immobilisation de la parcelle
= 16 ans pour le miscanthus et le switchgrass
= 1 an pour les cultures annuelles (paille, sorgho, triticales, chanvre)

Les coûts de certaines opérations sont appréciés en fonction d'un tonnage récolté (€/tMS) :

- l'andainage et le pressage ;
- la mise en stock : rassemblement des balles, chargement, transport au stock et déchargement des balles ;
- stockage (tas à l'air libre / tas bâché / tas sous hangar / silo)

Ces coûts doivent être convertis en €/ha/an, en prenant en compte un nombre de récoltes, une durée d'immobilisation de la parcelle et un rendement moyen :

Coûts (€/ha/an) = coûts (€/tMS récoltée)
*** rendement moyen (=15 tMS/ha/an)**
*** nombre de récoltes (=13)**
/ nombre d'années d'immobilisation de la parcelle (=16)

Avec le rendement moyen = 15 tMS/ha/an pour le miscanthus et le switchgrass
= 12 tMS/ha/an pour le triticales plante entière
= 10 tMS/ha/an pour le sorgho fibre
= 8 tMS/ha/an pour la paille de chanvre
= 4 tMS/ha/an pour la paille de céréales

Avec le nombre de récoltes = 13 pour le miscanthus et les switchgrass
= 1 pour les cultures annuelles (paille, sorgho, triticales, chanvre)

Avec la durée d'immobilisation de la parcelle
= 16 ans pour le miscanthus et le switchgrass
= 1 an pour les cultures annuelles (paille, sorgho, triticales, chanvre)

Reproductibilité

Explication/justification des choix

Le coût d'implantation de la culture de miscanthus doit être pris en compte dans les charges de mécanisation spécifiques : l'implantation est très longue et nécessite une adaptation du matériel existant

La récolte de la luzerne n'est pas faisable avec le matériel agricole présent sur l'exploitation. Pour autant, son coût n'est pas pris en compte dans les charges de mécanisation spécifiques présentées ici. En effet, la récolte est prise en charges par les usines de déshydratation et le prix de la luzerne payé au producteur en tient compte.

Valable pour des cultures comme la betterave, la PdT, le chanvre industriel, la luzerne et certaines cultures énergétiques (selon mode de récolte).

Niveau minimum d'information

Objectif d'information

Etant donné que les rendements varient en fonction du type de sol (ou de la PRA) et que certains postes de charges de mécanisation sont facturés à la tonne, il serait plus correct de ne pas avoir les mêmes charges de mécanisation spécifique à l'hectare quelque soit le rendement.

12. LA METHODE D'EVALUATION D'UN GISEMENT DE PAILLE (Rendements en paille, Taux de paille exportable)

Définition

Le potentiel de paille exportable dans une région donnée dépend :

- du type d'exploitations agricoles (grandes cultures / élevage) ;
- de l'occupation des sols (surface en céréales) ;
- du type de sol ;
- du rendement en paille récoltable.

Source

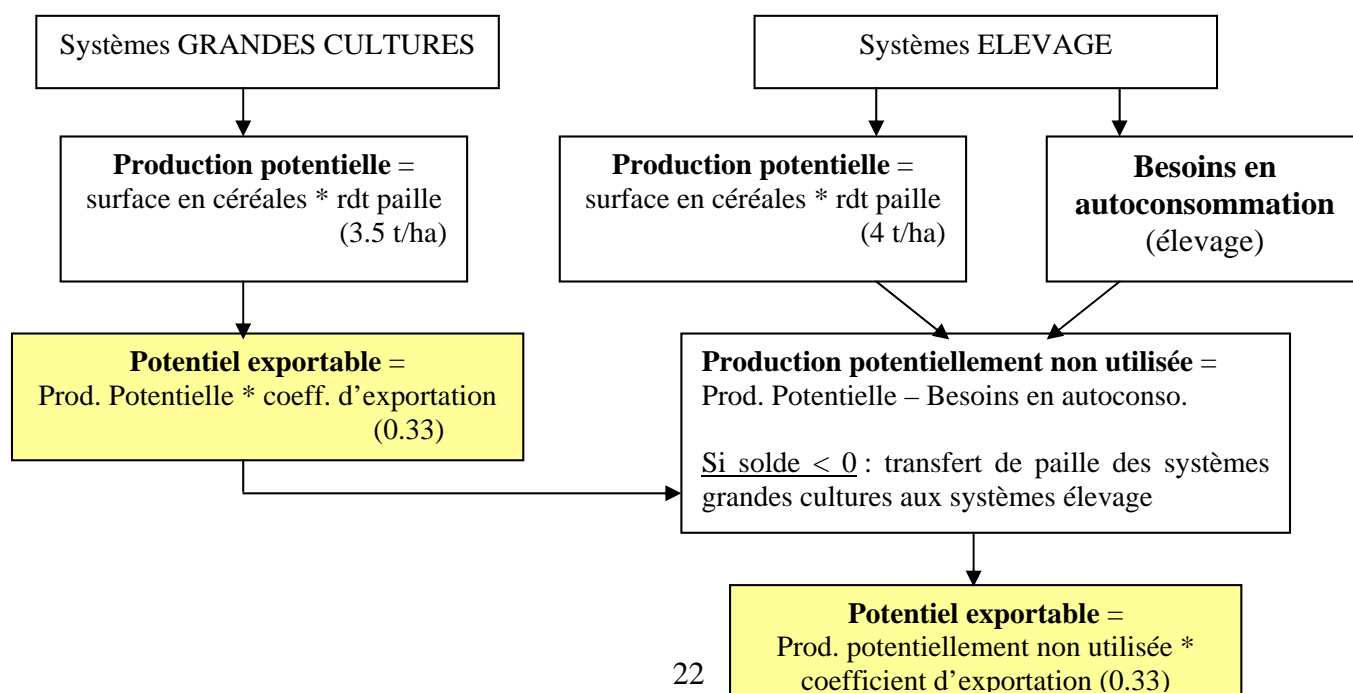
La typologie des exploitations agricoles de Champagne-Ardenne et les assolements sont des données de base fournies par l'ONIGC (Office National Interprofessionnel des Grandes Cultures). A partir de ces données, un ensemble d'hypothèses a été établi par le GIE ARVALIS/ONIDOL.

Méthode de calcul

Le raisonnement se fait d'abord à l'échelle du canton puis les interactions entre cantons sont prises en compte. Le schéma récapitulatif de la méthode employée figure ci-dessous.

Les exploitations agricoles peuvent être classées selon deux grands groupes : Systèmes en grandes cultures / systèmes avec élevage. Pour chacun de ces systèmes, la production de paille potentielle est calculée = rendements en paille potentiels x surfaces en céréales. Le potentiel de paille exportable dans les systèmes en grandes cultures est ensuite calculé à partir de la production potentielle et d'un coefficient d'exportation, dépendant du type de sol. Ce coefficient a dans un premier temps été fixé à 0.33 (exportation des pailles une année sur 3). Pour les exploitations avec élevage, les besoins en autoconsommation sont déduits de cette production potentielle. Si le solde est négatif, des transferts de paille au sein des cantons et entre cantons sont pris en compte, pour satisfaire les besoins de l'élevage.

Schéma de la méthode employée pour estimer le potentiel de paille exportable



Reproductibilité

Explication/justification des choix

Le rendement en paille peut être différent pour les exploitations agricoles en grandes cultures et celles avec élevage. On estime que les éleveurs récoltent davantage de paille, grâce à une hauteur de coupe plus faible notamment, pour satisfaire leurs besoins. Dans le cadre de cette étude en Champagne-Ardenne, le rendement en paille pour les systèmes en grandes cultures est fixé à 3.5 t/ha et de 4 t/ha pour les systèmes avec élevage. Notons que ces rendements pourraient être modulés au sein de la région pour tenir compte des spécificités locales.

Le coefficient d'exportation moyen des paille est de l'ordre de 0.33 (export 1 année sur 3). Là encore, ce coefficient pourrait être adapté en fonction des types de sol, afin d'assurer le maintien du taux de matière organique. En effet ce taux repose sur l'analyse du bilan humique des sols. Il peut donc varier de 0 à 0.5 selon les cantons.

Niveau minimum d'information

Rendement des céréales à paille et taux d'exportabilité dans la région.

Objectif d'information

Rendement des céréales à paille et taux d'exportabilité par type de sol et par canton, notamment en fonction de la présence d'élevages.

13. DISTANCE ENTRE CANTONS

Définition

Calcul des distances routières entre chefs-lieux de cantons en prenant en compte des paramètres de vitesse de transport de bois. Il peut s'agir soit de la distance la plus courte entre les deux villes, soit de la distance minimisant le temps de parcours. Elle est exprimée en kilomètres.

Source

ODOBOIS - Version 1.0 – Février 2008, Copyright 2008 INRA, UMR1041, CESAER
Référencement APP : IDDN.FR.001.040016.R.P.2008.000.30805, Tous droits réservés
Mohamed HILAL, INRA, UMR1041 CESAER, 26 boulevard Docteur-Petitjean, BP 87999, F-21036 Dijon cedex, hilal@dijon.inra.fr

Méthode de calcul

Les distances entre les nœuds du réseau sont calculées par l'algorithme « DIJKSTRA avec FIBONACCI » (Dijkstra, 1959 ; Fredman et Tarjan, 1987). La routine de calcul est programmée en c++ et implémentée dans Matlab pour sa capacité à gérer les très grandes matrices.

Le calcul s'appuie sur une base de données routières codifiée, la « BDR500C », constituée par l'INRA, le CERTU et l'INSEE, à partir de couches d'informations géographiques décrivant le réseau routier et l'environnement géographique. La « BDR500C » contient pour chaque tronçon routier, les identifiants des sommets (nœuds routiers), la longueur des tronçons, après correction planimétrique, et la vitesse de circulation, en tenant compte de l'environnement géographique et des effets de la sinuosité.

Une grille de « vitesse forestière » (VF), constituée par l'INRA et l'Institut Technologique FCBA, permet d'associer à chaque tronçon routier, une vitesse adaptée au transport routier des « bois ronds ». Le calcul utilise les paramètres d'environnement géographique et de sinuosité établis dans la « BDR500C ».

Reproductibilité

La grille des vitesses est paramétrable.

Explication/justification des choix

Niveau minimum d'information

Distance à vol d'oiseau entre les chefs lieux de canton.

Objectif d'information

Distances minimale par la route et minimisant le temps de parcours entre chefs-lieux de canton, prenant en compte le relief et les vitesses de circulation des véhicules transportant la biomasse.

Environnement	Population pôle urbain	Type de voie	Vitesses forestières
Ville centre des aires urbaines	plus de 200000 habitants	autoroute	65
		2x2 voies	30
		principale et régionale	25
		locale à 1 voie	20
	entre 100000 et 200000 habitants	Bretelle	60
		Autoroute	65
		2x2 voies	30
		principale et régionale	25
	moins de 100000 habitants	locale à 1 voie	20
		Bretelle	60
		Autoroute	65
		2x2 voies	30
Tache urbaine des aires urbaines hors ville centre	plus de 200000 habitants	principale et régionale	25
		locale à 1 voie	20
		bretelle	60
		autoroute	70
	entre 100000 et 200000 habitants	2x2 voies	30
		principale et régionale	30
		locale à 1 voie	20
		bretelle	60
	moins de 100000 habitants et taches urbaines des pôles d'emploi de l'espace rural	autoroute	70
		2x2 voies	30
		principale et régionale	30
		locale à 1 voie	20
Reste de l'aire urbaine, reste du pôle rural, espaces ruraux	sans objet	bretelle	60
		autoroute	80
		2x2 voies	75
		principale et régionale	60
		locale à 1 voie	50
		bretelle	60

Source : Groupe de travail distancier INRA, INRA-CERTU-INSEE

Coefficient de pondération de la vitesse pour tenir compte de la sinuosité planimétrique et altimétrique

autoroute	0,75
2x2 voies	0,70
principale et régionale	0,65
locale à 1 voie	0,60
bretelle	0,70

Source : Groupe de travail distancier INRA, INRA-CERTU-INSEE

14. COÛT TRANSPORT DES PRODUITS SECS EN BALLEES HAUTE DENSITE

Définition

Les produits secs pressés en balles rectangulaires haute densité sont concernés : paille de céréales, triticales plante entière, miscanthus et switchgrass. Seul le transport du lieu de stockage à l'unité utilisatrice de biomasse est pris en compte. Il s'agit donc d'un transport routier avec des poids lourds.

Source

Les coûts unitaires liés au transport routier sont disponibles sur le site internet du Comité National Routier (www.cnr.fr). Il s'agit des composantes de la formule du trinôme pour un camion remorque grand volume 40 t :

- coût pour 1 km parcouru hors péages
- coût pour 1 heure de temps de service
- coût fixe journalier (véhicule + structure)

Les données utilisées sont celles mises à jour aux conditions économiques de juin 2008.

Ces coûts unitaires sont couplés au dimensionnement de la collecte de balles : le nombre de rotation des camions et donc la quantité de matière transportée est déterminée en fonction de classes de distances et des produits transportés.

Méthode de calcul

4 types de produits transportés :

- balles HD de paille de céréales
- balles HD de triticales plante entière
- balles HD de miscanthus
- balles HD de switchgrass

4 classes de distance :

- 0 – 25 km
- 25 – 50 km
- 50 – 100 km
- 100 – 150 km
- 150 – 200 km
- 200 – 250 km

La vitesse moyenne des camions est ajustée en fonction des distances :

- 40 km/h pour des trajets de moins de 20 km
- 60 km/h pour des trajets entre 20 et 50 km
- 75 km/h pour des trajets de plus de 50 km.

Autres hypothèses pour le calcul du nombre de trajets par jour :

- temps de service = 9.18 h/jour
- temps de chargement = 0.5 h
- temps de déchargement = 0.5 h
- temps d'attente = 0.25 h

Les calculs sont réalisés pour un camion remorque 5 essieux, avec un poids à vide de 15 tonnes (moyenne des camions pesés lors de mesures réalisées par le GIE ARVALIS / ONIDOL. Le poids total roulant autorisé est de 40 tonnes. Le poids des balles transportées + du camion à vide ne doit pas dépasser 40 tonnes.

Les coûts sont ramenés à la tonne de matière sèche transportée et au kilomètre parcouru.

Reproductibilité

Les coûts unitaires fournis par le CNR sont régulièrement ajustés aux conditions économiques. Une mise à jour de ces coûts de transport calculés est donc possible.

Explication/justification des choix

Niveau minimum d'information

Objectif d'information

15. COÛT TRANSPORT DES PRODUITS HUMIDES EN ENSILAGE

Définition

Les produits humides en ensilage sont concernés : triticale immature, sorgho fibre, miscanthus et switchgrass. Seul le transport du lieu de stockage à l'unité utilisatrice de biomasse est pris en compte. Il s'agit donc d'un transport routier avec des poids lourds.

Source

Les coûts unitaires liés au transport routier sont disponibles sur le site internet du Comité National Routier (www.cnr.fr). Il s'agit des composantes de la formule du trinôme :

- coût pour 1 km parcouru hors péages
- coût pour 1 heure de temps de service
- coût fixe journalier (véhicule + structure)

Les données utilisées sont celles mises à jour aux conditions économiques de juin 2008. dans notre cas, des simulations de coûts de transport sont réalisées pour un semi-remorque avec benne de 48 m³ ainsi que pour une multibenne de 35 m³. Dans le 1^{er} cas, les données CNR pour un « tracteur semi-remorque avec benne céréalière grand volume » sont utilisées ; dans le 2^{ème} cas les données pour un « camion remorque grand volume » sont utilisées.

Ces coûts unitaires sont couplés au dimensionnement de la collecte de balles : le nombre de rotation des camions et donc la quantité de matière transportée est déterminée en fonction de classes de distances et des produits transportés.

Méthode de calcul

4 types de produits transportés :

- ensilage de triticale immature
- ensilage de sorgho fibre
- ensilage de miscanthus
- ensilage de switchgrass

4 classes de distance :

- 0 – 25 km
- 25 – 50 km
- 50 – 100 km
- 100 – 150 km
- 150 – 200 km
- 200 – 250 km

La vitesse moyenne des camions est ajustée en fonction des distances :

- 40 km/h pour des trajets de moins de 20 km
- 60 km/h pour des trajets entre 20 et 50 km
- 75 km/h pour des trajets de plus de 50 km.

Autres hypothèses pour le calcul du nombre de trajets par jour :

- temps de service = 9.18 h/jour
- temps de chargement = 0.5 h
- temps de déchargement = 0.5 h
- temps d'attente = 0.25 h

Les calculs sont réalisés pour :

- une semi-remorque avec benne à verrins de 48 m³, poids à vide de 17 tonnes
- une multibenne de 35 m³, poids à vide de 15 tonnes (hypothèse à valider)

Le poids total roulant autorisé est de 40 tonnes. La quantité d'ensilage transporté est calculé afin que le total ensilage + camion ne dépasse pas 40 tonnes.
Les coûts sont ramenés à la tonne de matière sèche transportée et au kilomètre parcouru.

Reproductibilité

Les coûts unitaires fournis par le CNR sont régulièrement ajustés aux conditions économiques. Une mise à jour de ces coûts de transport calculés est donc possible.

Explication/justification des choix

Niveau minimum d'information

Objectif d'information

16. COÛTS DE STOCKAGE DES PRODUITS SECS EN BALLES HAUTE DENSITE

Définition

Les coûts de stockage sont calculés pour 4 produits et 3 types de stock. Le triticale plante entière ne peut pas être stocké à l'air libre car les grains risquent de germer. On suppose que les hangars de stockage peuvent être remplis soit 1 seule fois (uniquement paille ou triticale ou miscanthus ou switchgrass), soit 2 fois dans l'année (paille ou triticale puis miscanthus ou switchgrass). Des stocks chez l'agriculteur et en plateforme de stockage sont envisagés. Cf tableau ci-dessous.

Récapitulatif des différents coûts de stockage calculés

Localisation du stock	Type de stockage	Pailles de céréales	Triticale plante entière	Miscanthus	Switchgrass
Stock chez l'agriculteur	Air libre	X		X	X
	Sous bâche	X	X	X	X
	Sous hangar – 1 remplissage	X	X	X	X
	Sous hangar – 2 remplissages	X	X	X	X
Stock sur plateforme	Air libre				
	Sous bâche				
	Sous hangar – 1 remplissage	X	X	X	X
	Sous hangar – 2 remplissages	X	X	X	X

Source

Calculs réalisés par le GIE ARVALIS / ONIDOL.

Attention ! Il ne s'agit pas de prix de stockage basés sur des devis d'entrepreneurs mais bien de coûts réels calculés en fonction des différentes charges liés au stockage.

Méthode de calcul

Éléments pris en compte pour le calcul du coût de stockage, par type de stock :

	Sous hangar	Sous bâche	Air libre
Construction du hangar (hangar + dalle bétonnée + voirie)	X		
Coût d'achat du terrain immobilisé	X	X	
Frais financiers	X		
Assurance pour les hangars	X		
Assurance pour les produits stockés	X	X	X

Rémunération du stock	X	X	X
Gardiennage	X (si plateforme)		
Achat de bâches		X	

Reproductibilité

Explication/justification des choix

Nous avons choisi d'estimer les coûts réels liés au stockage de biomasse, sans se baser sur des devis d'entrepreneurs.

Le stockage à l'air libre est de courte durée (3 à 4 mois), pour une quantité de 400 tMF environ.

Le stockage sous bâche est de moyenne durée (6 mois), pour une quantité de 400 tMF environ.

Le stockage sous hangar peut être de longue durée car la biomasse est abritée et ne se dégrade pas / peu. Les hangars ont une dimension de 1000 m². Les plateformes de stockage sont composées de 10 hangars.

Niveau minimum d'information

Objectif d'information

17. COÛTS DE STOCKAGE DES PRODUITS HUMIDES EN ENSILAGE

Définition

Les coûts de stockage sont calculés pour 4 produits sous forme d'ensilage, stockés en silo horizontal, type silo couloir. On suppose que ces silos peuvent être remplis soit 1 seule fois dans l'année (uniquement triticales ou sorgho ou miscanthus ou switchgrass), soit 2 fois dans l'année (triticales immatures puis sorgho ou miscanthus ou switchgrass). Des stocks chez l'agriculteur et en plateforme de stockage sont envisagés. Cf tableau ci-dessous.

Récapitulatif des différents coûts de stockage calculés

Localisation du stock	Type de stockage	Sorgho	Triticale immature	Miscanthus	Switchgrass
Stock chez l'agriculteur	Silo couloir – 1 remplissage	X	X	X	X
	Silo couloir – 2 remplissages	X	X	X	X
Stock sur plateforme	Silo couloir – 1 remplissage	X	X	X	X
	Silo couloir – 2 remplissages	X	X	X	X

Source

Calculs réalisés par le GIE ARVALIS / ONIDOL.

Attention ! Il ne s'agit pas de prix de stockage basés sur des devis d'entrepreneurs mais bien de coûts réels calculés en fonction des différentes charges liés au stockage.

Méthode de calcul

Éléments pris en compte pour le calcul du coût de stockage, par type de stock :

- Construction du silo (dalle bétonnée + murs + voirie)
- Coût d'achat du terrain immobilisé
- Frais financiers
- Rémunération du stock
- Achat de bâches

Reproductibilité

Explication/justification des choix

Nous avons choisi d'estimer les coûts réels liés au stockage de biomasse, sans se baser sur des devis d'entrepreneurs.

Les coûts dépendent en grande partie du dimensionnement du silo. Pour les silos couloir construits chez les agriculteurs, le dimensionnement a été fixé en supposant un remplissage du silo en 1 journée, ce qui se pratique couramment chez les éleveurs afin de garantir la meilleure qualité possible de l'ensilage. Cela suppose de connaître la quantité de produit à stocker qui dépend du débit de chantier lors de la récolte, du rendement et de la densité du produit. La largeur du silo et la hauteur des murs sont fixes (cf tableau ci-dessous), la longueur du silo est calculée en fonction de la quantité de produit stockée.

Pour les silos couloir construits sur plateforme, il n'est plus possible de se baser sur un nombre de jours de récolte pour dimensionner le silo. En effet, la matière stockée dans ce type de stock sur plateforme est issue de différents chantiers de récolte simultanés. Nous avons donc choisi de fixer les dimensions du silo (cf tableau ci-dessous). Sur ce type de plateforme, on suppose que l'on peut construire 10 silos, soit 2 fois 5 silos accolés afin de minimiser le coût de construction des murs.

Dimensionnement des silos couloir chez l'agriculteur et en plateforme de stockage, utilisé pour le calcul des coûts.

	Silo couloir chez l'agriculteur	Silo couloir sur plateforme
Hauteur des murs	2.5 m	3.5 m
Largeur du silo	10 m	12 m
Longueur du silo	Calculée en fonction du produit stocké	60 m
Nombre de silos accolés	1	5

Les calculs sont réalisés en prenant en compte 10% de pertes de matière durant le stockage, liées à la manutention de l'ensilage et à la dégradation naturelle (fermentation).

Niveau minimum d'information

Objectif d'information

18. ESSENCES COMPOSANT CHAQUE PEUPLEMENT

Définition

Les essences composant chaque peuplement dépendent :

- du type de peuplement (peupliers dans les peupleraies, feuillus dans les taillis, etc.) ;
- des observations de terrain réalisées par l'Inventaire Forestier National (IFN)

Source

Données dendrométriques de l'IFN

Méthode de calcul

L'observation d'une essence dans un type de peuplement par l'IFN entraîne sa présence dans le type de peuplement

Reproductibilité

La composition en essence d'un peuplement peut théoriquement varier à l'occasion d'un nouvel inventaire IFN (périodicité décennale jusqu'en 2004), annuelle à partir de 2005. En pratique, ce risque est nul.

Explication/justification des choix

Niveau minimum d'information

Objectif d'information

Identifier par catégorie de produit les gisements en forêt

19. COÛTS D'EXPLOITATION

Définition

Il s'agit des coûts des opérations techniques permettant la mise bord de route des différents produits bois, toutes les opérations n'intervenant pas systématiquement sur une coupe :

- abattage des arbres
- façonnage (c.a.d. ébranchage et découpage en tronçons de longueur variable selon les produits)
- débardage
- déchiquetage (dans le cas de la transformation du bois rond en plaquettes forestières)
- fagotage (pour les branches ou les petites tiges. Le déchiquetage est alors réalisé sur le site d'utilisation)

Les coûts sont exprimés en €/tonne fraîche.

Source

Les données proviennent des coûts réellement pratiqués dans la région Champagne Ardenne par les gestionnaires / opérateurs forestiers de cette région. Ils ont été harmonisés entre l'ONF et l'UCFF.

Certains éléments de coût se trouvent dans le memento FCBA

Méthode de calcul

En fonction des différents scénarios techniques (et non logistiques) appliqués, du type de produit / gisement et des contraintes de chantier (type de coupe, difficulté d'exploitation), des coûts d'exploitation ont été calculés (harmonisation ONF-UCFF).

Reproductibilité

Les coûts utilisés sont ceux pratiqués actuellement dans la région test Champagne-Ardenne. Ils varient d'une région à l'autre en fonction des produits récoltés, des méthodes d'exploitation et des conditions d'exploitation (pente et distance de débardage).

La reproductibilité dépend donc de la disponibilité de telles informations et de leur fiabilité.

Explication/justification des choix

Chaque critère / choix a été validé par l'ONF, les coopératives forestières (notamment F&BE, coopérative présente en Champagne-Ardenne) et le FCBA.

Niveau minimum d'information

Données des partenaires techniques. Certains éléments de coût se trouvent dans le memento FCBA

Objectif d'information

Obtenir des coûts de production bord de route des produits bois (notamment plaquettes forestières).

20. PRIX DU BOIS PROPRIETAIRE

Définition

Le prix du bois propriétaire dépend de l'essence, de la dimension des produits (GB, BM, PB) de la difficulté d'exploitation et du prix bord de route. Il est défini par le marché. Il s'agit du prix du bois sur pied.

Il est exprimé en €/tonne fraîche, sinon il faut fournir les coefficients de conversion.

Source

Les données proviennent des prix réellement observés dans la région Champagne Ardenne par les gestionnaires / opérateurs forestiers de cette région.

Ils proviennent des ventes organisées par l'ONF dans les forêts publiques et par les coopératives dans les forêts privées

Ils ont été harmonisés entre l'ONF et l'UCFF.

Méthode de calcul

Prix du bois propriétaire = Prix du bois bord de route – coût d'exploitation – charges d'administration de l'exploitant – marge de l'exploitant

Le prix est donc un prix résiduel.

Reproductibilité

Les prix utilisés sont ceux constatés actuellement (année 2007) dans la région test Champagne-Ardenne. La reproductibilité dépend donc de la disponibilité de telles informations dans les autres régions et de leur fiabilité.

Explication/justification des choix

Chaque critère / choix a été validé par l'ONF, les coopératives forestières (notamment F&BE, coopérative présente en Champagne-Ardenne) et le FCBA.

Niveau minimum d'information

Données des partenaires techniques.

Objectif d'information

Il serait très utile de connaître le prix de réserve des propriétaires, celui en dessous duquel ils refuseraient de vendre leur bois. L'enquête réalisée auprès des propriétaires forestiers privés n'a pas permis d'établir une règle générale. On peut imaginer deux alternatives :

- 1- le niveau de prix des ventes de l'année précédente
- 2- le niveau de prix des ventes ONF d'automne (sorte de prix directeurs)

21. VOLUMES POTENTIELS DISPONIBLES

Définition

Le volume potentiel disponible est la quantité de bois récoltable annuellement dans un canton. Il est ventilé entre :

- les types de peuplement, les essences qui composent les peuplements,
- la grosseur des arbres (diamètre à 1,3 m avant abattage),
- la dimension des produits après abattage (diamètre fin bout après abattage qui conditionne l'usage potentiel des produits)
- La propriété forestière

Source

Données dendrométriques de l'IFN

Méthode de calcul

La méthode de calcul est détaillée dans le livrable 2.

Chaque peuplement est caractérisé par son âge, sa composition en essence, son volume sur pied et son accroissement. En fonction de ces caractéristiques, un scénario sylvicole lui est appliqué qui définit le type de récolte (type de coupe), le volume récoltable annuellement et les produits récoltables

On déduit du volume total récoltable les pertes d'exploitation, les volumes inexploitable du fait de la difficulté technique d'exploitation et des difficultés de mobilisation des petits propriétaires

Reproductibilité

Le volume potentiel récoltable variera à chaque nouvel inventaire.

Il varie également avec la modification des scénarios de récolte au sens large (critères de coupe, ventilation des produits, difficulté d'exploitation, disposition à vendre des propriétaires)

Explication/justification des choix

Cette méthode de calcul du volume disponible par des scénarios permet une approche plus réaliste des volumes récoltés mais aussi la ventilation des produits récoltés.

Niveau minimum d'information

Données dendrométriques de l'IFN par placette d'inventaire

Objectif d'information

Connaître le gisement par catégorie de produit sans préjuger de l'usage qui pourra en être fait.

22. PRIX DE VENTE DU BOIS

Définition

Le prix du bois bord de route dépend de l'essence, de la dimension des produits et de leur qualité (donc de leur usage). Il est exprimé en €/tonne, ou à défaut il faut fournir les coefficients de conversion entre les différentes unités de mesure.

Source

Les données proviennent des coûts réellement observés dans la région Champagne Ardenne par les gestionnaires / opérateurs forestiers de cette région. Ils ont été harmonisés entre l'ONF et l'UCFF.

Méthode de calcul

Le prix du bois bord de route est une donnée du marché du bois.

Reproductibilité

Les coûts utilisés sont ceux pratiqués actuellement dans la région test Champagne-Ardenne. La reproductibilité dépend donc de la disponibilité de telles informations et de leur fiabilité.

Explication/justification des choix

Chaque critère / choix a été validé par l'ONF, les coopératives forestières (notamment F&BE, coopérative présente en Champagne-Ardenne) et le FCBA.

Niveau minimum d'information

Données des partenaires techniques.

Quelques éléments de prix pour l'énergie se trouvent dans la mercuriale bois énergie du CEEB (Fédération nationale du bois). On peut espérer que l'observatoire en cours de constitution au sein de France Bois Forêt, permettra d'avoir des données publiques.

Objectif d'information

23. COUTS DE TRANSPORT BOIS

Définition

Le coût de transport du bois dépend du conditionnement du produit, du type de matériel utilisé, de l'existence ou non d'une plateforme intermédiaire de stockage et de la distance.

Le type de matériel utilisé dépend du conditionnement, de la distance à parcourir (plateforme de regroupage ou unité de transformation) et de la topographie (canton montagneux ou plaine). La prise en charge ou non du fret retour dépend de la distance à parcourir.

Source

Données d'experts des partenaires du projet (analyse des grilles tarifaires proposées par les transporteurs intervenant auprès des partenaires du projet). On se fonde aussi sur les données de la 40 tonnes savoyarde du CNR, www.cnr.fr, auxquelles sont ajoutées des surcoûts par poste pour les matériels dédiés bois.

Méthode de calcul

Suggestions : le relief du canton de départ pourrait déterminer le matériel, et une plateforme pourrait être nécessaire au-delà d'un certain seuil de distance. Le coût moyen de la plateforme serait intégré au coût de transport (il s'agit d'un coût fixe).

Pour le bois (billons ou grumes issus de forêt, mais aussi pour les plaquettes forestières et plaquettes issus de TCR après déchetage bord de route de tiges entières), on prend en compte :

1. la charge ou le volume utile (plus le matériel est spécifique, comme par exemple le fait d'avoir une grue ou pas, et lourd et plus cette charge est faible) ;
2. le coût/km par tonne brute ou m³

5 configurations de matériels ont été identifiées :

Forêt	Pente	Matériel billons (BO/BI)	Matériel plaquettes forestières
Si 50 % de la surface forestière du canton	> 15 %	Camion-remorque 6 essieux avec grue (1)	Poly-benne (4)
Si 25 à 50 % de la surface forestière du canton	> 15 %	Semi-remorque 6 essieux avec grue (2)	
Sinon		Semi-remorque 5 essieux sans grue (3)	Fond mouvant (5)

Pour les TCR, étant donné que le schéma technique choisi est le déchetage bord de route, c'est le fond mouvant (configuration 5) qui est utilisée. Les informations plaquettes forestières en situation facile sont ainsi valables pour les TCR.

Pour les fagots, le transport est celui des bois ronds. Etant donné la masse volumique des fagots, c'est le volume utile qui est discriminant ainsi que la réglementation (les fagots n'entrent pas a priori dans la réglementation bois ronds). Etant donné qu'on a posé que les fagots pouvaient être produits en zones facile ou difficile, les configurations utilisées sont le (2) et le (3). On pose un poids moyen de fagot de 400 kg et une charge utile de 24 tonnes pour les deux types de matériels utilisés (légèrement plus faible que pour les bois ronds).

Les schémas logistiques :

BO/BI et fagots				
Surface	Pente	25km à...	Plateforme ...	à unité utilisatrice
50%	>15%	Camion-remorque 6 essieux avec grue	coût fixe + déchetage	Fond mouvant
25-50%	>15%	Semi-remorque 6 essieux avec grue	coût fixe + déchetage	Fond mouvant
Sinon		Semi 5 essieux sans grue		Coût déchetage

PF				
Surface	Pente	25km	50km	Au-delà
50%	>15%	Polybenne		Peu pratiqué
25-50%	>15%	Polybenne		Peu pratiqué
Sinon		Fond mouvant		

Reproductibilité

L'approche {caractéristique du lieu de récolte * type de produit * type de matériel * type de logistique pratiquée (flux direct vs. flux via plateforme dont la localisation est connue par rapport au lieu de récolte)} est une méthode reproductible. Les données utilisées du CNR sont celles de septembre 2008 qui peuvent être actualisées facilement (le CNR fournit des données mensuellement).

Explication/justification des choix

Le transport est un élément déterminant du coût rendu de la matière première et a un impact important sur les résultats du modèle. Une simple donnée coût au kilomètre n'est ainsi pas suffisante, d'où le choix de passer par des caractéristiques de matériels utilisés.

La forêt étant fixe (spatialement) par définition dans le modèle, il s'agit dans un premier temps de fixer la localisation cantonale de l'unité de transformation par des coûts de transport (matériel*produit) en flux directs ou par des plateformes si celles-ci sont déjà connues et localisées. Dans un deuxième temps, la localisation de l'unité de transformation étant connue, il est possible d'affiner l'identification du bassin d'approvisionnement en posant éventuellement de nouvelles plateformes et donc en modifiant les schémas logistiques choisis.

Niveau minimum d'information

Coûts de transport par classe de distance par catégorie de produit transporté. Il faut également veiller à avoir une charge utile qui corresponde à la réglementation en vigueur. Les données utilisées dans ECOBIOM font référence au décret bois ronds de 2003 qui est en vigueur jusqu'au 09/07/09. Les calculs ultérieurs devront se fonder sur les nouvelles dispositions.

Objectif d'information

Fonction de coût de transport par type de matériels pouvant transportés un/des produits spécifiques (en fonction de leur conditionnement)

24. CONSOMMATION CARBURANT FORET

Définition

Quantités de carburant nécessaires à l'exploitation de la forêt, au transport du bois et aux manipulations sur la plateforme.

Source

Données techniques partenaires.

Méthode de calcul

Il s'agit de consommation moyenne annuelle constatée.

Pour la partie exploitation forestière :

1 à 1,5 l de fioul domestique par tonne brute pour l'abattage, le débardage et le déchiquetage
Pour les tracteurs utilisés dans les opérations de préparation, plantation et entretien, se référer aux informations agricoles.

Pour la partie transport

On utilise la consommation l de carburant –gazole / 100 km (en moyenne sans distinguer en charge ou à vide). En tenant compte des conditions d'utilisation (montagne ou pas) définies dans la fiche « coût du transport bois », les consommations moyennes aux 100 km varient de 42 à 60 litres (camion-remorque 6 essieux avec grue).

L'utilisation des matériels (nombre de kilomètres/an, le nombre de rotations journalières en charge possibles) fait que la consommation à la tonne brute transportée n'est pas proportionnelle à la consommation moyenne aux 100 km. Si l'on fait des hypothèses sur les conditions d'usages des différents matériels, on a pour les matériels les moins spécifiques (5 essieux sans grue et fond mouvant), des consommations à la tonne brute transportée de l'ordre de 3,5 litres, tandis que les matériels spécifiques (tels les poly-bennes et les camions remorques avec grue en zone de montagne qui font moins kilomètres annuellement) ont des consommations de l'ordre de 2,5 litres/tonne.

Reproductibilité

Données génériques.

Explication/justification des choix

On n'utilise que les consommations directes liées à chaque opération réalisée dans un schéma technique défini par les conditions de production/d'exploitation des cantons.

Niveau minimum d'information

Consommation par type de carburant à la tonne (ou à l'heure pour la partie exploitation)

Objectif d'information

Avoir une estimation de l'énergie fossile consommée pour évaluer les impacts environnementaux (équivalents CO₂) de la combustion directe

25. ITK CULTURES « CLASSIQUES » et ENERGETIQUES

Définition

Les itinéraires techniques (ITK) regroupent l'ensemble des opérations culturales réalisées de la mise en place de la culture à la récolte. Les variétés mises en place, les doses de fertilisant et de produits phytosanitaires ne sont ici pas détaillées.

Source

Pour les cultures « classiques », les descriptions des itinéraires techniques et du matériel utilisé sont issues de la base de données Arvalis pour les fermes types de Champagne Ardenne. Ces « fermes types » sont des outils de travail d'Arvalis, basé sur une exploitation agricole réelle, dont les caractéristiques (assolement, parc matériel...) et les données technico-économiques ont été adaptées afin d'être représentative d'une région donnée. En Champagne-Ardenne, il existe 3 fermes types : « Barrois », « Champagne Betteraves » et « Champagne Pommes de terre ».

Les fermes « Champagne Betteraves » et « Champagne Pommes de terre » correspondent à des systèmes de grande culture diversifiés de la plaine Champenoise. Les données techniques peuvent être étendues aux exploitations agricoles des petites régions agricoles suivantes :

- Zone 3 – Champagne crayeuse, Vallée de la Champagne crayeuse, Plaine de Brienne, pays Remois, Vignoble
- Zone 4 – Plaine de Troyes, Vallée de la Marne
- Zone 5 – Vallée du Nogentais, Brie Champenoise, Tardenois
- Zone 6 – Champagne humide, Vallée de la Champagne humide, Pays d'Othe, Perthois
- Zone 7 – Argonne

La ferme type « Barrois » est représentative des exploitations céréalières (colza, blé et orge en cultures majoritaires) localisées dans le Barrois. Les données techniques sont caractéristiques d'un système sans labour. Elles peuvent être étendues aux exploitations agricoles des petites régions agricoles suivantes :

- Zone 1 – Plateau Langrois, Bassigny-Chatenoy, Vingeanne
- Zone 2 – Barrois, Vignoble du Barrois, Vallage, Vallée de l'Yonne à la Marne

Méthode de calcul

Reproductibilité

Explication/justification des choix

Itinéraire technique des cultures pérennes peu documentées (miscanthus, switchgrass)

Nous avons peu de recul vis-à-vis de ces cultures. L'itinéraire technique à mettre en œuvre est étudié notamment via le réseau expérimental REGIX. Les premières expérimentations issues du réseau REGIX permettent de formuler des hypothèses quant à cet itinéraire technique :

***Miscanthus* :**

- pérennité de la culture : 15 ans ;
- récolte annuelle à partir de la 3ème année pour le miscanthus ;
- détail des opérations culturales nécessaires à l'implantation ;
- désherbage en 1ère et 2ème année après implantation ;

- fertilisation annuelle à partir de la 2ème année ;
- 1 année sans production destinée à la destruction de la culture et à la remise en état de la parcelle ;
- interventions mécaniques et chimiques pour la destruction de la culture.

Switchgrass :

- pérennité de la culture : 15 ans ;
- récolte annuelle à partir de la 2ème année ;
- détail des opérations culturales nécessaires à l'implantation ;
- désherbage en 1ère et 2ème année après implantation ;
- fertilisation annuelle à partir de la 2ème année ;
- 1 année sans production destinée à la destruction de la culture et à la remise en état de la parcelle ;
- interventions mécaniques et chimiques pour la destruction de la culture.

Niveau minimum d'information

Quantité d'intrants tels que les engrais, les produits phytosanitaires et les semences ; présence d'irrigation.

Objectif d'information

Idem, avec dates de semis, type et nombre d'interventions, etc.

26. PK

Définition

La fertilisation phospho-potassique renseignée correspond au nombre d'unités de phosphore et de potassium apportées par culture.

Source

Pour les cultures « classiques », les doses de P et K renseignées ont plusieurs sources :

- les enquêtes culturales des Centres d'Economie Rurale (CER) de l'Aube et de la Haute-Marne ;
- l'expertise d'Arvalis – Institut du Végétal pour le calcul des doses apportées sur les cultures non renseignées dans les enquêtes des CER mais également pour vérifier et homogénéiser les différentes données.

Méthode de calcul

Les doses de P et K sont calculées en tenant compte des exportations de P et K à la récolte et d'un coefficient « de sécurité » :

$$\text{Dose à apporter} = \text{exportations} * 1.3$$

Unité : kg P/ha – kg K/ha

Reproductibilité

Explication/justification des choix

- Pas d'apport d'azote sur les légumineuses (pois, féverole et luzerne)
- Pour les cultures énergétiques lignocellulosiques, les apports sont estimés en fonction de la potentialité des sols et du rendement espéré dans chacun des ensembles de PRA.

Niveau minimum d'information

Unités de P et K apportées par hectare de culture.

Objectif d'information

Idem plus type de produit et place des apports dans les rotations.

27. N

Définition

La fertilisation azotée renseignée correspond au nombre d'unités d'azote apportées par culture (pratiques moyennes observées en Champagne-Ardenne).

Source

Pour les cultures « classiques », il a été choisi de communiquer les doses d'azote réellement apportées par les agriculteurs, obtenues par plusieurs sources :

- les conseillers agricoles de la région : ils ont estimé les pratiques moyennes observées chez les agriculteurs des PRA sur lesquelles ils sont basés ;
- les enquêtes culturelles des Centres d'Economie Rurale (CER) de l'Aube et de la Haute-Marne ;
- l'expertise d'Arvalis – Institut du Végétal.

Pour les cultures énergétiques lignocellulosiques, les doses d'azote apportées ont été estimées sur la base des premiers résultats émanant du réseau expérimental REGIX en Champagne-Ardenne.

Méthode de calcul

Unité : kg N/ha

Reproductibilité

Explication/justification des choix

- Pas d'apport d'azote sur les légumineuses (pois, féverole et luzerne)
- Pour les cultures énergétiques lignocellulosiques, les apports sont estimés en fonction de la potentialité des sols et du rendement espéré dans chacun des ensembles de PRA
- Fertilisation azotée en très grande majorité minérale

Niveau minimum d'information

Unités d'azote par hectare de culture.

Objectif d'information

28. TCR PEUPLIER : SURFACES ET RENDEMENTS

Définition

Les taillis à courte rotation sont des schémas sylvicoles particulier permettant de produire des billons/de la biomasse sur des révolutions courtes (plusieurs récoltes sur une même plantation). Les TCR pris en compte pour la région test, la Champagne Ardenne, sont des TCR peuplier.

Source

Approche FCBA développée dans le projet VALERBIO.

Méthode de calcul

L'approche permet de combiner les surfaces potentiellement favorables au peuplier avec un itinéraire technique type (densité de tiges à l'hectare), le paramètre intégrant la qualité des sols étant le rendement.

I – Surfaces potentielles aptes à porter du peuplier

Nous avons utilisé les couches « alluvions » cartographiées par le BRGM. Les alluvions récentes (Fz) étant les plus favorables à la culture du peuplier, les alluvions anciennes (Fy) étant encore favorables, mais dans une moindre mesure. Enfin toutes les autres couches d'alluvions ont été exclues. Ces hypothèses ont été vérifiées en regardant où sont situées les peupleraies actuelles (données IFN).

Pour la région Champagne-Ardenne, les surfaces sont les suivantes :

- Surfaces Fz (favorables)	196 000 ha
- Surfaces Fy (possibles)	95 000 ha
- Surfaces autres couches « F » (exclues)	63 000 ha
- Peupleraies IFN	23 000 ha
- (<i>dont % peupleraies sur Fz + Fy</i>)	75 %

Le critère « altitude » a également été utilisé en excluant les altitudes supérieures à 500 m, mais ce critère n'est guère pertinent pour le peuplier car les couches alluviales sont situées à des altitudes bien inférieures.

Dans une dernière étape, nous avons exclu les utilisations actuelles du sol (Corine land cover) non compatibles avec une installation de TCR de peuplier, ce qui nous a conduit à ne conserver que les surfaces « terres arables hors périmètre d'irrigation ».

Nous disposons donc, à l'issue de cette démarche, de surfaces de sols aptes à porter des peupliers, sur Fz (alluvions récentes, très favorables) et Fy (alluvions anciennes, moins favorables), sur terres arables, par canton de Champagne-Ardenne.

Les surfaces en cause, sur terres arables, sont de l'ordre de 52 000 ha sur Fz et 70 000 ha sur Fy, pour l'ensemble de la région.

Les surfaces en cause, sur prairies, sont de l'ordre de 61 000 ha sur Fz et 6 000 ha sur Fy.

II – Hypothèses de rendement

Trois rendements sont généralement annoncés en TCR peuplier, et vérifiés, dans le cadre de parcelles de développement :

- 12 ts/ha/an : fertilité 1 (bonne)
- 10 ts/ha/an : fertilité 2 (moyenne)
- 8 ts/ha/an : fertilité 3 (faible)

Il est très difficile, avec les éléments dont nous disposons, de poser des hypothèses de rendement, par type de sols selon la typologie identifiée dans le Livrable 1. Les éléments pédoclimatiques étant peu pertinents vis-à-vis des besoins des peupliers.

Nous avons retenu l'hypothèse suivante : plus la proportion de Fz (alluvions récentes) est forte dans le canton, plus nous avons de chance d'avoir des rendements élevés, et inversement. La proportion de terrains aptes aux peupliers a été découpée en trois classes, dont les bornes figurent ci-après :

- Classe I - Part de surface favorable (Fz) dans le canton **élevée** : % \geq 17,5
- Classe II - Part de surface favorable (Fz) dans le canton **moyenne** : 7,5 \leq % $<$ 17,5
- Classe III - Part de surface favorable (Fz) dans le canton **faible** : % $<$ 7,5

La figure 1 illustre la répartition des cantons en nombre et en surfaces de Fz. Beaucoup de cantons contiennent pas ou peu de Fz tandis qu'ils sont peu nombreux à avoir une bonne proportion de Fz.

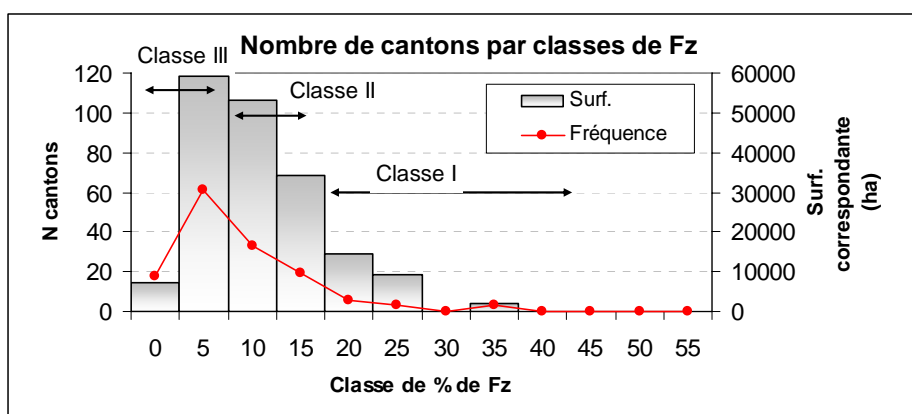


Figure 1 : Nombre de cantons (et surfaces correspondantes) en fonction de leur proportion de Fz en surface

Nous avons ensuite estimé à dire d'experts la part des surfaces ayant un potentiel de rendement de 12, 10 et 8 ts/ha/an (tableau 1 et figure 2).

Tableau 1 : Ventilation des trois niveaux de rendements, en fonction de la fréquence de sols favorables (Fz), par canton

% des surfaces	Classe I de fréquence Fz (élevée)	Classe II de fréquence Fz (moyenne)	Classe III de fréquence Fz (faible)
Rend. 8ts/ha/an	10	25	40
Rend. 10ts/ha/an	30	35	40
Rend. 12ts/ha/an	60	40	20
total	100	100	100

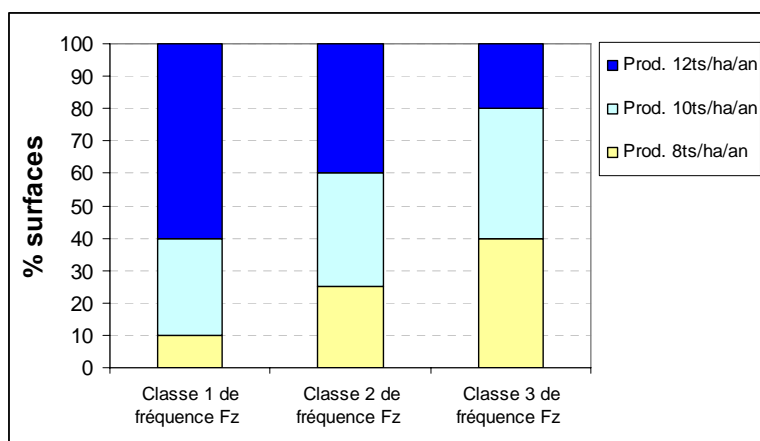


Figure 2 : Hypothèses de classe de rendement TCR, par classes de fréquence de surfaces favorables Fz.

Nous avons ensuite procédé de la même façon pour les alluvions moins favorables (Fy). La proportion de terrains aptes aux peupliers a été découpée en trois classes, dont les bornes figurent ci-après :

- Classe I - Part de surface moyennement favorable (Fy) dans le canton **élevée** : % \geq 17,5
- Classe II - Part de surface moyennement favorable (Fy) dans le canton **moyenne** : 7,5 \geq % $>$ 17,5
- Classe III - Part de surface moyennement favorable (Fy) dans le canton **faible** : % $<$ 7,5

La figure 3 illustre la répartition des cantons en nombre et en surfaces de Fy. Beaucoup de cantons contiennent pas ou peu de Fy tandis qu'ils sont peu nombreux à avoir une bonne proportion de Fy. En revanche, la surface peut être considérable même si le nombre de canton est faible.

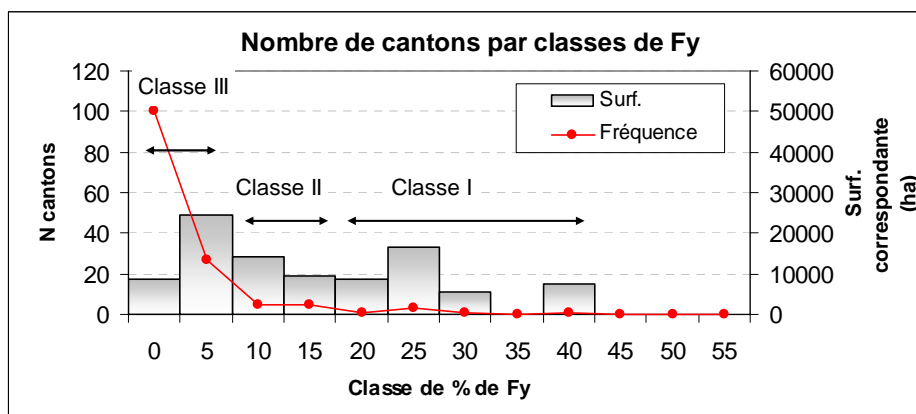


Figure 3 : Nombre de cantons (et surfaces correspondantes) en fonction de leur proportion de Fy en surface

Nous avons ensuite estimé la part des surfaces ayant un potentiel de rendement de 12, 10 et 8 ts/ha/an (tableau 2 et figure 4).

Tableau 2 : Ventilation des trois niveaux de rendements, en fonction de la fréquence de sols moyennement favorables (Fy), par canton

% des surfaces	Classe I de fréquence Fy (élevée)	Classe II de fréquence Fy (moyenne)	Classe III de fréquence Fy (faible)
Rend. 8ts/ha/an	40	60	80
Rend. 10ts/ha/an	40	30	20
Rend. 12ts/ha/an	20	10	0
total	100	100	100

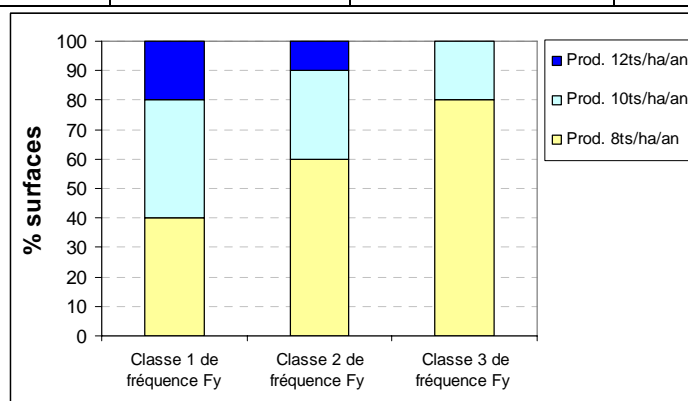


Figure 4 : Hypothèses de classe de rendement TCR, par classes de fréquence de surfaces favorables Fy.

III – Ventilation des surfaces potentielles aptes aux TCR peuplier, par canton et par classes de rendement (ts/ha/an)

Les surfaces obtenues à l'étape précédente, par canton, sont des surfaces aptes à porter une culture de peuplier, mais sans tenir compte de l'usage actuel du sol. Dans cette dernière étape, nous avons extrait de ces surfaces potentielles celles qui ont actuellement un usage « terres arables hors périmètre d'irrigation » et « prairies », d'après Corinne Land Cover. Tous les autres usages du sol ont été exclus. Nous disposons donc, au final, des surfaces potentielles aptes à la culture de peuplier par cantons, sur terres agricoles ou sur prairies. Reste à apprécier le taux de pénétration des cultures de TCR de peuplier au sein de ces espaces.

Reproductibilité

Méthode reproductible sur d'autres régions que la région test

Explication/justification des choix

L'approche sol développée dans le Livrable 1 ne permet pas d'identifier les surfaces aptes pour le peuplier. De plus les données disponibles ne permettent pas d'avoir un maillage en terme de Petites Régions Agricoles, zonage utilisé par défaut pour la biomasse agricole. Il a fallu développer une méthode *ad hoc* spécifique au peuplier (en lien avec un autre projet, VALERBIO). A chaque essence qui peut être cultivée en TCR, une méthodologie spécifique doit ainsi être mise en place.

Niveau minimum d'information

Différentes couches géographiques pour réaliser un traitement ; méthodologie développée dans VALERBIO.

Objectif d'information

Surfaces et potentialités de sols aptes à porter du TCR peuplier en Champagne-Ardenne

29. ITINERAIRE TECHNIQUE DU TCR PEUPLIER

Définition

L'itinéraire technique porte sur une densité, une durée de rotation, des intrants pour un sol apte à recevoir du peuplier. L'approche est à mi-chemin entre l'agriculture (phase installation) et les pratiques des forêts cultivées (les entretiens).

Méthode de calcul

On pose une densité unique de 2 000 tiges plantées à l'hectare avec les opérations suivantes dont les quantités sont indiquées par année et par hectare.

Elles sont déclinées en trois phases : préparation, plantation et entretien

	Année	Opération	Opération
Préparation	0	Herbicide en plein préparation	Roundup (3l/ha)
	0	Herbicide en plein préparation	Application
	0	Labour profond	Labour 35-40 cm
	1	Reprise labour	Disques ou Herse rotative
Plantation	1	Boutures	2000 tiges/ha
	1	Plantation manuelle	1000 boutures / h / jour
Entretien	1	Herbicide de prélevée sur ligne année 1	Gardenet paysage 3,5 l/ha sur 1/3 de surface
	1	Application année 1	Tracteur + rampe
	1	Entretien entre lignes année 1	Herse rotative
	2	Herbicide de prélevée sur ligne année 2	Gardenet paysage 3,5 l/ha sur 1/3 de surface
	2	Application année 2	Tracteur + lance
	2	Entretien entre lignes année 2	Herse rotative

Reproductibilité

Cet itinéraire peut être utilisé par défaut ou être modulé en intégrant des opérations non nécessaires sur des terres aptes à recevoir du peuplier comme celle identifiée par l'approche surface (fiche 31).

Explication/justification des choix

La densité de 2000 tiges/ha est la plus courante pour produire de petits arbres (15 cm de diamètre, hauteur de 15 à 18 mètres).

Niveau minimum d'information

Un itinéraire technique unique.

Source

Donnée FCBA

Objectif d'information

Connaître les opérations à réaliser chaque année et identifier les intrants.

30. RENTABILITE DU TCR PEUPLIER

Définition

La rentabilité du TCR peuplier se décline en :

- Coût de production en lien avec l'itinéraire technique (fiche 32)
- Coût d'exploitation
- Marge

Méthode de calcul

Les dépenses et recettes sont évaluées par année sur la durée de la révolution (3 rotations de 7 ans, récolte aux années 7, 14 et 21) pour trois niveaux de production annuelle : 8 ts/ha/an, 10 ts/ha/an et 12 ts/ha/an.

1. Les coûts de production = opération à l'ha à la densité choisie (2000 tiges/ha) * prix unitaire de l'opération (quantité de produit* prix unitaire ou prix à l'ha). Les opérations sont soit réalisées par des entreprises spécialisées (prix entreprise) soit réalisées en régie (estimée à 20 % inférieure aux dépenses nécessaires en faisant appel à une entreprise extérieure).
2. Les coûts d'exploitation = récolte mécanisée avec déchiquetage tige entière.
3. La marge = prix de vente bord de route – (coût d'exploitation + coût production)

Exemple pour un rendement de 10 ts/ha/an (soit 20 tb/an/an * 7 pour une rotation) :

Année	Opération	Opération
7	Récolte mécanisée 140 tb/ha	Abattage, débardage, et déchiquetage tige entière (25 €/ tb)
7	Vente plaquettes 140 tb/ha	Bord de route (40 €/ tb)
14	Récolte mécanisée 140 tb/ha	Récolte déchiquetage tiges entière (25 €/ tb)
14	Vente plaquettes 140 tb/ha	Bord de route (40 €/ tb)
21	Récolte mécanisée 140 tb/ha	Récolte déchiquetage tiges entière (25 €/ tb)
21	Vente plaquettes 140 tb/ha	Bord de route (40 €/ tb)

Reproductibilité

Ces informations sont génériques.

Explication/justification des choix

La densité de 2000 tiges/ha est la plus courante pour produire de petits arbres (15 cm de diamètre, hauteur de 15 à 18 mètres).

Niveau minimum d'information

Coûts de production et d'exploitation et prix de vente bord de route.

Source

Donnée FCBA

Objectif d'information

Avoir les coûts de récolte et les prix de vente de la plaquette (arbres entiers).

31. SCENARIOS DEMANDE BIOMASSE

Définition

Il s'agit d'établir un prévisionnel de ce que sera la consommation de biomasse agricole et forestière dans les années à venir, afin de réaliser des tests dans le modèle et voir les impacts potentiels sur les autres consommateurs/usages.

Source

Les scénarios ont été établis à partir :

- des données de l'ADEME concernant les chaufferies bois (consommations, types de produits, développement)
- les données publiées des résultats de l'appel d'offres du ministère de l'industrie pour les unités de cogénération (source agra valor juillet/août 2008) ;
- des connaissances des partenaires techniques d'ECOBIOIOM concernant les autres projets de consommation de biomasse (biocarburants de seconde génération...).

Méthode de calcul

Répartition des consommations prévisionnelles et actuelles des différents produits biomasse.

Reproductibilité

Possible dès lors que les informations nécessaires sont disponibles et fiables.

Explication/justification des choix

Validation faite par les partenaires techniques du projet.

Niveau minimum d'information

Données disponibles.

Objectif d'information

Etablir des scénarios de consommation en biomasse, en tonnes ou MWh, à tester à l'aide du modèle.