



**HAL**  
open science

## Valorisation énergétique des déchets issus de la biomasse

Estelle Dupuit, Roland Déchomets, Catherine Massiani, Jacques Bourgois

► **To cite this version:**

Estelle Dupuit, Roland Déchomets, Catherine Massiani, Jacques Bourgois. Valorisation énergétique des déchets issus de la biomasse. Congrès International Gestion Déchets Solides et Développement Durable (GDS/DD), Mar 2008, Hammamet, Tunisie. 4p. emse-00358119

**HAL Id: emse-00358119**

**<https://hal-emse.ccsd.cnrs.fr/emse-00358119v1>**

Submitted on 2 Feb 2009

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

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

# Valorisation énergétique des déchets issus de la biomasse

Dupuit Estelle<sup>a</sup>, Déchomets Roland<sup>a</sup>, Massiani Catherine<sup>b</sup>, Bourgois Jacques<sup>a</sup>

a : Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne, 158 Cours Fauriel, F 42023 Saint-Étienne Cedex2

b : Université de Provence, Laboratoire de Chimie et environnement, 3 place Victor Hugo, F 13331 Marseille Cedex3

dupuit@emse.fr ; dechomets@emse.fr ; massiani@up.univ-mrs.fr ; bourgois@emse.fr

## Résumé

Les axes de la politique nationale des déchets pour les prochaines années sont de minimiser les impacts des installations de traitement sur l'environnement et la santé, de prévenir la production de déchets, de promouvoir la récupération matière et d'énergie. Dans un souci de satisfaire ces priorités, l'élaboration d'un outil d'aide à la décision pour la gestion et la valorisation énergétique de la biomasse et de ses déchets a été envisagée.

Elle implique la sélection d'une aire géographique et l'application d'une méthodologie en 3 étapes qui permet de trouver les lieux optimums d'emplacement des sites de valorisation énergétique :

- l'estimation de la quantité théorique disponible de biomasse permet d'obtenir une base de données sur la quantité classée par origine et par nature ainsi que les paramètres physico-chimiques.
- à partir des caractéristiques physico-chimiques de la biomasse, des paramètres opérationnels sont évalués afin d'orienter la valorisation des déchets vers un procédé de valorisation.
- l'analyse spatiale permet de trouver les lieux d'implantation optimum des centres de traitement en tenant compte de la disponibilité et de la répartition des ressources.

## Mots clés

Déchets, biomasse, valorisation énergétique

## 1- Introduction

La communauté européenne génère chaque année quelques 2 milliards de tonnes de déchets de toutes origines. Au cours de ces dix dernières années, la quantité de déchets a augmenté de 10%. En France, la production de déchets en 2001 était de l'ordre de 22 à 25 millions de tonnes, suivant une croissance de 1% par an à l'image de ces voisins européens. Dans ce contexte, la politique de gestion des déchets établit par la loi cadre du 15 juillet 1975 prend toute son importance : *prévenir et réduire la production et la nocivité des déchets, organiser et contrôler les activités de transports des déchets et valoriser les déchets.*

De plus, l'union européenne doit faire face à de nouveaux défis en matière énergétique. En effet, elle a fixé comme objectif global un doublement de la part des sources d'énergies renouvelables d'ici 2010.

Grouper valorisation des déchets organiques et production d'énergies renouvelables à partir de la biomasse deviendrait ainsi un enjeu majeur. Dans cet objectif, l'élaboration d'un outil d'aide à la décision pour la gestion et la valorisation énergétique de la biomasse doit être envisagé.

## 2. Modèle

Le modèle développée dans cette étude s'applique à tout type de biomasse avec un double objectif : associer le traitement de l'ensemble des déchets organiques sur une aire géographique et la valorisation sous forme énergétique. L'élaboration d'un tel outil d'aide à la décision s'appuie sur une méthodologie en 4 phases :

- création d'une base de données sur le gisement à partir de valeurs compilées de la littérature, incluant une étude de la disponibilité des ressources,

- orientation vers une filière de traitement thermique et/ou biologique en comparant les caractéristiques physico-chimiques de la biomasse aux caractéristiques minimales requises pour le fonctionnement de la filière considérée,
- estimation des énergies produites en fonction des orientations,
- analyse spatiale des données, basée sur l'utilisation d'un système d'information géographique (SIG), permettant d'obtenir le lieu optimum d'emplacement du procédé.

L'utilisation d'un SIG implique d'établir un niveau d'application, local ou régional, afin de fixer l'unité géographique pour laquelle toutes les informations doivent être disponibles. Dans notre cas, l'application étant plutôt régionale, l'unité choisie est la commune. La base de données géographiques donnant les informations sur l'aire étudiée (habitants par commune, surface d'une commune) ainsi que les données statistiques issues par exemple des bases AGRESTE pour l'agriculture sont fournies pour une année devenant l'année de référence.

### 3. Etude du gisement de la biomasse

#### 3.1 Définition de la biomasse

D'après les différentes catégories de biomasses établies par Hoogwijk et al (2003), la production de biomasse a été divisée en huit catégories : résidus agricoles, forestiers, DIB, ...

#### 3.2 Gisement brut

L'objectif de cette étape est d'estimer le gisement théoriquement disponible de la biomasse par catégorie et pour toutes les communes de l'aire géographique sur une année. Pour estimer ce gisement brut, les informations nécessaires dépendent de la catégorie de la biomasse.

#### 3.3 Gisement disponible

L'étude de la disponibilité de la quantité de biomasse brute passe par l'étude du facteur de disponibilité ( $f_i$ ) qui est le pourcentage de biomasses récupérables pour la valorisation énergétique. Ce facteur est fonction de la collecte des déchets et des différentes utilisations possibles de la biomasse.

$$Q_{i/com/an} = Q_{i/com/an}^{brut} \cdot f_i \quad (1)$$

### 4. Orientation des déchets vers une filière

L'orientation des déchets vers une filière thermique et/ou biologique est effectuée par comparaison des valeurs associées aux paramètres physico-chimiques de caractérisation des déchets avec des valeurs seuils sur ces mêmes paramètres. Ces valeurs seuils sont les valeurs d'entrée d'un procédé pour un fonctionnement minimum.

#### 4.1 Caractéristiques physico-chimiques de la biomasse

Les caractéristiques physico-chimiques de la biomasse (exemple en tableau 1) doivent permettre de définir, pour chaque catégorie, sa compatibilité avec une filière considérée et le potentiel énergétique qui peut-être valorisé.

- Le paramètre caractéristique de la filière biologique est le potentiel de production de méthane sur matière humide ( $P_{CH_4}$  (MH)) exprimé en mètre cube de méthane par tonne de matière humide (m<sup>3</sup>/t MO).

- L'orientation d'un déchet vers une filière thermique dépend du pouvoir calorifique inférieur (PCI) exprimé en mégajoule par tonne de matière humide (MJ/t MH).

Tableau 1 : Exemple de caractéristiques physico-chimiques de biomasses.

Catégorie	Espèces	w (%)	PCI (MJ/t MH)	Source	MO (%)	P <sub>CH4</sub> (m <sup>3</sup> /t MO)	Source
5	bovins	42,4	<b>9873</b>	Base Phillys	85	<b>350</b>	Bianco, 2002
	porcins	59,3	<b>6292</b>	Base Phillys	85	<b>356</b>	Moller et al., 2004
3a	céréales	12	<b>14281</b>	Bianco, 2002	82	<b>280</b>	Gunaseelan, 1997
6	FFOM	54	<b>7055</b>	Faaij et al., 1997	91	<b>321</b>	Gunaseelan, 1997
	papier	8,1	<b>16186</b>	Base Phillys	89,5	<b>250</b>	Gunaseelan, 1997

#### 4.2 Paramètres minimums d'entrée dans une filière de valorisation

Cette phase permet d'orienter chaque catégorie de biomasse vers une filière de transformation de biomasse en énergie. Les catégories de biomasse seront regroupées en quatre classes : deux classes associées à chacune des filières (biologique et thermique), une classe pour laquelle la biomasse peut être traitée et valorisée par les deux filières et une quatrième classe concernant les déchets ne pouvant être traités ni par la filière thermique ni par la filière biologique. Pour sélectionner la classe correspondant à chaque catégorie de biomasse, des valeurs seuils des paramètres spécifiques de chaque filière doivent être fixées.

La filière biologique est adaptée aux composés facilement biodégradables. Cette biodégradabilité est estimée à partir du paramètre donnant le rendement de conversion en méthane d'un substrat : le potentiel de production de méthane sur matière organique dont la valeur seuil est choisie à 250 m<sup>3</sup>.t<sup>-1</sup>.

La filière thermique est applicable pour les substrats combustibles et ayant un pourcentage d'humidité assez faible. L'estimation de la combustibilité d'un composé est évaluée par le pouvoir calorifique inférieur sur matière humide. La valeur seuil de ce dernier est estimée à 12000 MJ.t<sup>-1</sup> pour une humidité de 30%.

#### 5. Estimation de l'énergie produite

L'énergie produite, fonction des filières, est calculée à partir des paramètres spécifiques de chaque filière et de la quantité de biomasse produite par catégorie, sur une commune de l'aire géographique, durant une année, selon les équations suivantes :

$$E_{\text{biologique/com/an}} = 36 \cdot \left( \sum_i Q_{i/\text{com/an}} \cdot P_{\text{CH4},i} \right) \quad (2) \text{ (Dagnall et al., 2001)}$$

$$E_{\text{thermique/com/an}} = \sum_i Q_{i/\text{com/an}} \cdot \text{PCI}_i \quad (3)$$

$$E_{\text{biologique/com/an}}^{\text{classe3}} = \sum_i \alpha_i \cdot Q_{i/\text{com/an}} \cdot P_{\text{CH4},i} \quad \text{et} \quad E_{\text{thermique/com/an}}^{\text{classe3}} = \sum_i \beta_i \cdot Q_{i/\text{com/an}} \cdot \text{PCI}_i \quad (4)$$

#### 6. Analyse spatiale : scénario pour la recherche d'emplacement optimum des filières

Rechercher l'implantation optimum d'une filière revient à déterminer une zone locale (aire de collecte) en fonction des distances de transport. Ces zones locales sont construites par cumul en fonction de la distance de transport de la biomasse. L'ajout de contraintes économiques et environnementales permet d'affiner la localisation du site de valorisation.

Pour les trois classes (filière uniquement thermique, filière uniquement biologique et filière mixte), la recherche des lieux d'implantation des sites de traitement se déroule alors en plusieurs étapes. La première étape consiste à repérer les zones qui minimisent les coûts de transport en fonction de combinaisons

paramètres quantitatifs (quantité disponible, énergie produite, ...) -distance suivant la répartition spatiale des différentes biomasses. Divers scénarii ont été réalisés en fixant la distance de transport de la biomasse entre 10 et 40 Km, déterminant ainsi l'aire de collecte. Les zones correspondantes à des maxima (cumul des tonnages ou des énergies sur la distance considérée) établissent les scénarii probables pour l'implantation d'une filière. La deuxième étape consiste à vérifier la faisabilité technique d'installation de la filière de traitement sur la zone par comparaison des valeurs sommées à des valeurs seuils telles que la capacité nominale de traitement, l'énergie minimale permettant d'intégrer le réseau électrique (équivalent à 1MW électrique). L'ajout de contraintes influençant le coût de l'installation constitue la troisième étape. Ces contraintes peuvent être la distance maximale entre l'emplacement de la filière et le réseau routier (site d'implantation à moins de 1 km d'une route) ou encore, la distance de connexion entre le site et le réseau EDF (moins de 5 km).Le module environnemental est l'objet de la quatrième étape imposant des contraintes sur les zones protégées.

## 8. Conclusion

L'objectif de ce travail est d'élaborer un outil d'aide à la décision pour la gestion intégrée des ressources en biomasse et leur transformation en énergie renouvelable. Le modèle utilisé, basé sur l'optimisation par analyse multicritère et géographique a été développé en quatre phases et appliqué sur une aire géographique donnée, le Parc du Lubéron. L'étape clé est l'estimation du gisement disponible pour laquelle la recherche de donnée a été menée à partir de recherches bibliographiques, d'enquêtes auprès des collectivités locales et des organismes adaptés. L'acquisition de ces données n'est pas évidente à conduire en raison du nombre de données à acquérir sur des unités géographiques précises (commune dans notre cas) pour une période donnée. La connaissance des caractéristiques physico-chimiques de la biomasse ainsi que des caractéristiques techniques des filières de traitement avec valorisation énergétique permet d'orienter et de déterminer le potentiel énergétique d'une catégorie de biomasse vers une filière donnée. A partir de ces valeurs, une analyse spatiale est conduite pour déterminer des scénarii d'implantation probable d'unité de traitement. Cette méthodologie a été appliquée sur trois catégories de déchets dans le parc du Lubéron. Les résultats encourageants obtenus seront élargis à toutes les catégories de biomasse. De plus, une analyse plus approfondie des différents scénarii envisagés, prenant en compte des contraintes économiques et environnementales, devra être intégrée afin de finaliser cet outil.

Bianco (2002). Un système expert pour l'intégration des énergies renouvelables dans le système européen de distribution d'énergie. *phD*, Aix-Marseille

Dagnall S., Hill J. Pegg D (2001). Ressource mapping ana analysis of farm livestock manures – assessing te opportunities for biomass-to-energy schemes. *Bioresource Technology*, 71, 225-234

Faaij et al. (1997). Characteristics and availability of biomass waste and residues in the Netherlands for gasification. *Biomass and Bioenergy*, 12, 225-240

Gunaseelan V. N. (1997). Anaerobic digestion of biomass for methane production : a review. *Biomass and Bioenergie*, 13, 83-114

Hoogwijk et al.(2003). Exploration of the ranges of the global potential of biomass for energy. *Biomass and Bioenergy*, 25, 119-133

Moller H.B., Sommer S.G., Ahring, B.K. (2004). Methane productivity of manure, straw and solid fractions of manure. *Biomass and Bioenergy*, 26, 485-495