



une opportunité pour les serres maraîchères !

Serres vue du ciel

Intérieur de serres

UTILISATION DES DÉCHETS VERTS EN BIOMASSE ÉNERGIE

Le projet SERECO est un programme de R+D qui a pour objectif la recherche d'une « Solution novatrice et économique pour chauffer durablement les serres maraîchères avec des combustibles élaborés à partir de matières végétales diverses ».



L'objectif de ce projet est de valoriser les déchets verts d'un territoire pour produire de la chaleur chez un serriste local. Le territoire cible pour le projet SERECO a été la région nantaise où les acteurs locaux étaient réunis.

D'une durée de 2 ans et ½, le programme est subventionné par l'ADEME à hauteur de 245 000 € pour un budget global de dépenses éligibles de 786 000 €.

5 partenaires complémentaires se sont regroupés pour élaborer et suivre ce projet

 La Communauté de Communes de Grand Lieu une collectivité générant des déchets verts	 ZETA un industriel de la transformation des déchets verts en combustible	 Légumes de France un prescripteur national	 La Serre des trois Moulins un maraîcher consommateur d'énergie	 RAGT ENERGIE une société de recherche et conseil en valorisation énergétique de biomasse
--	---	---	---	---



Utilisation des déchets verts en biomasse

Intérieur de serres



presse

7 CONTEXTE

La production maraîchère et horticole en France est soumise à des marchés très concurrentiels, caractérisés par une augmentation de leurs coûts énergétiques et une prise en compte de plus en plus élevée des aspects environnementaux. Le projet SERECO propose de répondre à ces enjeux en produisant une énergie locale, pérenne, écologique et économique.

Le projet inclut la conception d'une presse à granulés innovante à faible besoin énergétique, la caractérisation et le tri des matières végétales entrantes en vue de leur transformation en combustible solide et homogène, la formulation de granulés répondant aux exigences normatives et aux besoins des serristes et enfin l'analyse et l'amélioration des rejets de combustion.

La filière maraichage sous serre

Poids économique de la filière : la France compte environ 6600 hectares de serres dont 1300 de serres chauffées et 5300 d'abris froids. Avec un volume de 580 000 tonnes et un chiffre d'affaire estimé à 650 millions d'euros en moyenne, la filière « tomates sous serres » représente à elle seule 1% de la valeur de la production agricole française.

Importance sociale et sociétale de la filière : un hectare de serre permet une production équivalente à trois hectares de plein champ. Avec l'augmentation de la pression foncière, la serre est donc indispensable pour répondre aux demandes des consommateurs. La filière serre, c'est aussi le **maintien du réseau rural**. La serre est en effet l'un des secteurs qui emploie le plus de main-d'œuvre avec plus de 40 000 emplois directs et indirects. Le secteur « serre » emploie de la main d'œuvre très diversifiée, du salarié éloigné de l'emploi à l'ouvrier qualifié.

L'énergie facteur de compétitivité : pour la filière de production maraîchère sous serres, l'énergie est un enjeu majeur puisque représentant **20 à 35 % des coûts de production** des légumes. Maîtriser son approvisionnement en énergie et réduire ses coûts contribuent à augmenter la compétitivité d'une exploitation maraîchère. Toutes les pistes d'économies sont explorées (écran thermique, ordinateur climatique, étanchéité des serres, Open Buffer, etc.) ce qui a déjà permis d'économiser près de 35% des coûts en 10 ans tout en améliorant les rendements de production de légumes. Néanmoins, les énergies fossiles restent de loin les sources dominantes de chauffage des serres. Le gaz est l'énergie prin-

cipale sur 70% des surfaces de serres maraîchères. Dans un contexte hyper compétitif, maîtriser son approvisionnement avec une énergie locale à coût maîtrisé est un atout pour les serristes. C'est dans ce contexte que la profession se tourne vers des énergies alternatives. **La part de la biomasse** comme source de chauffage principal chez les producteurs de tomates et concombres sous serre a largement progressé et est passée de 2,6% à 18% en 5 ans (2007/2011)⁽¹⁾.

Les déchets verts : une source d'énergie à portée de mains

En France, les déchets verts collectés par les collectivités représentent un gisement de biomasse important de près de 5 millions de tonnes⁽²⁾ collectées annuellement et diversement valorisées.

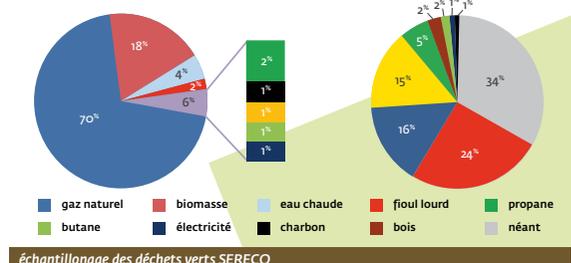
Ce volume collecté est en constante augmentation, suite à la mise en place de la circulaire du 11 novembre 2012 portant sur l'interdiction de brulage des déchets verts à l'air libre.

Le traitement de ces déchets verts représente pour les collectivités un coût important qui ne cesse d'augmenter. Classiquement, ces déchets verts sont valorisés en compostage.

La granulation : solution la plus intéressante

La granulation des déchets verts apparaît comme étant la solution la plus intéressante pour les mettre à disposition des serristes. Le procédé de granulation permet d'obtenir un combustible ayant une densité élevée avec un taux d'humidité constant et une taille homogène qui lui confèrent les propriétés d'un fluide facilitant la combustion dans une chaudière biomasse. La granulation apporte ainsi le confort et l'automatisme comparables aux chaudières à fioul ou à gaz, mais en plus elle permet de garantir des performances de combustion élevées et régulières, souvent supérieures à 95% sur PCI pour ce qui concerne le bois, à comparer à des rendements de combustion de 10 à 15 points inférieurs pour la combustion des

Source principale d'énergie (répartition par surface) et Source secondaire d'énergie (répartition par surface)



échantillonnage des déchets verts SERECO

(1) Chiffres issus de « Synthèse de l'enquête sur l'utilisation de l'énergie réalisée auprès des producteurs de tomates et/ou concombres sous serres en 2011 » - Légumes de France.
 (2) Source ADEME SOeS

Utilisation des déchets verts en biomasse



Utilisation des déchets verts en biomasse

2 RÉSULTAT DE CARACTÉRISATION DES ÉCHANTILLONS

Limites d'usage des déchets verts

Le déchet vert a un potentiel intéressant mais certaines limites empêchent sa valorisation en l'état et le projet SERECO se doit de répondre aux limites d'usage suivantes :

» l'hétérogénéité et la saisonnalité des déchets verts au cours de l'année. En effet, selon les saisons, ses bennes de collectivités suivent l'évolution de la nature avec des périodes de tonte, de taille des haies qui impactent directement la qualité des bennes dans un objectif de valorisation en combustion.

» la mauvaise qualité en combustion de la fraction non ligneuse (résidus de tonte, feuilles...)

» la fermentation très rapide de cette fraction non ligneuse

Problématique

Le projet SERECO pose donc la problématique suivante :

«Est-il possible de valoriser énergétiquement ces déchets verts ou une fraction de ceux-ci pour produire une énergie verte locale ? Si oui, quel processus est nécessaire pour produire un granulé standard respectant les normes et réglementation en vigueur ?

Pour ce faire, le consortium a dans un premier temps étudié la qualité de ces déchets verts sur une année entière puis travaillé cette ressource afin de définir le processus qui permettra d'atteindre l'objectif escompté.

Ensuite, la société ZETA spécialisée dans la granulation de déchets verts produira des granulés qui seront testés sur le banc de combustion de RAGT Energie puis sur une chaudière industrielle. Enfin, afin d'optimiser la qualité du combustible, il a été réalisé des travaux de mélange avec des ressources locales disponibles.

Etude de l'hétérogénéité et de la saisonnalité des déchets verts

Dans un premier temps, il a été décidé d'étudier l'hétérogénéité et la saisonnalité de la ressource déchets verts de la Com Com de Grand lieu en caractérisant les déchets verts contenus dans les bennes et les différentes fractions pendant plusieurs mois.

Le gisement a ainsi été qualifié au sein de la benne avec une étude quantitative des différentes fractions présentes : feuilles, tonte, branches, tronc... Une fois cette qualification effectuée, la totalité de la benne a été broyée pour générer la fraction dite « tout venant » puis la totalité de l'échantillon a été criblé suivant divers paramètres pour générer une fraction ligneuse.

échantillonnage des déchets verts SERECO



caractéristiques déchets verts

- » gisement hétérogène
- » humidité importante
- » densité faible



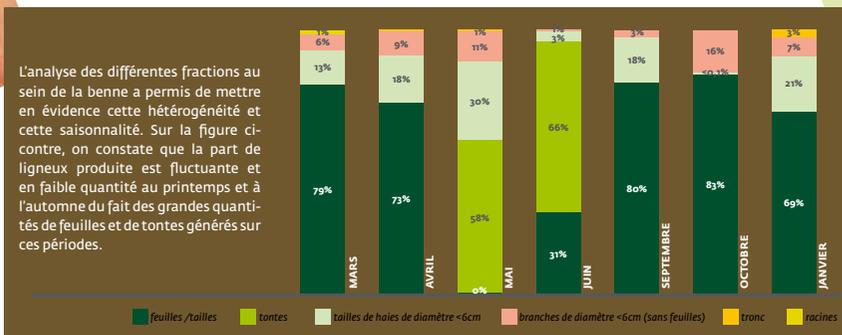
caractéristiques fraction tout venant

- » gisement hétérogène et qualité très variable
- » PCI faible : 10 à 12 MJ/kg
- » humidité moyenne importante : 43 à 65%
- » taux de cendre élevé : 18 à 48%
- » taux d'azote élevé : 1 à 1,7%
- » légère pollution inorganique



caractéristiques fraction ligneuse

- » gisement homogène et constant dans l'année
- » PCI intéressant : 14 à 16,5 MJ/kg
- » taux de cendres correct : 1 à 9%
- » taux d'azote correct : 0,4 à 1,5%



Caractérisation et analyse de la conformité aux normes des échantillons

Les échantillons de chaque fraction sur chaque période ont été caractérisés au sein du laboratoire RAGT Energie et les résultats simplifiés sont consignés sur le tableau suivant :

ANALYSES	NORME ANALYSE	NORMES AGRO		FRACTION "TOUT VENANT"			FRACTION "LIGNEUX"		
		1495146 cat A	1495145 cat B	valeur mini	valeur maxi	moyenne	valeur mini	valeur maxi	moyenne
Humidité à réception (%)	NF EN 14774 - 1	<12	<15	44	65	55,45	16	60	43
Pouvoir Calorifique Inférieur à 12% d'humidité (J/kg)	NF EN 14918	>14100	>13200	10100	12338	10917	11053	16543	14900
Taux de cendres sur sec (%)	NF EN 14775	<5	<10	19	48	34,77	1	10	5
Teneur en Azote sur sec (%)	NF EN 15104	<1,5	<2	1	1,7	1,26	0,5	1,5	0,82
Teneur en Soufre sur sec (%)	NF EN 15289	<0,2	<0,2	0,08	0,18	0,11	0,03	0,1	0,06
Teneur en Chlore sur sec (%)	NF EN 15289	<0,2	<0,2	0,04	0,32	0,13	0,03	0,19	0,09

Profil moyen des fractions « Tout venant » et « Ligneux » (Code couleur : Rouge : Hors norme - Vert : compatible EN 14 961-6 cat A et B)

Conclusion sur les différentes fractions

La fraction « tout venant » va être très difficilement valorisable en combustion car de nombreux points sont limitant, notamment le taux de cendres mais aussi la composition en métaux lourds.

On a constaté sur cette caractérisation que les échantillons de déchets verts de cette zone sont pollués par différents métaux : Cuivre, Plomb et Arsenic. Ces pollutions entraînent des non-conformités au niveau des normes. Ces pollutions peuvent être liées au terroir mais également à l'environnement de la Com Com de Grand Lieu. Notamment, ces com-

munes ont été construites sur d'anciennes vignes, ce qui pourrait expliquer ces teneurs en Cu et As.

La fraction « ligneux » : valorisable en biomasse énergie

Cette fraction provient du broyage puis criblage de l'ensemble du contenu des bennes. Ce procédé, qui a été optimisé

3 OPTIMISATION DE LA VALORISATION DES DÉCHETS VERTS

TRAVAUX EN MÉLANGE

Afin d'améliorer la valorisation des déchets verts, il a été décidé de travailler ceux-ci en mélange avec d'autres ressources biomasses disponibles sur le territoire.

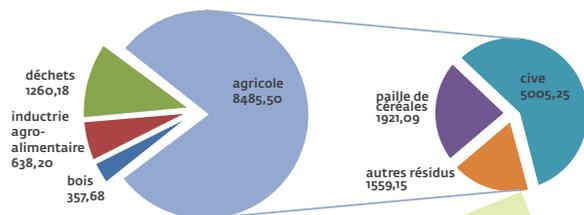
Etude du gisement local :

RAGT Energie a réalisé l'étude des gisements locaux qui pourraient être mélangés avec ces déchets verts pour obtenir une qualité de combustible conforme à cette norme tout en maintenant un intérêt économique du processus.

Le processus de production de cette fraction est primordial pour atteindre une qualité de combustible conforme à cette norme tout en maintenant un intérêt économique du processus.

Utilisation des déchets
verts en biomasse

Etude des gisements biomasse brute en région "Pays de Loire" (en ktonnes)
(Source : Ademe, Chambre agriculture Maine et Loire et Vendée)



Au sein de la région Pays de Loire, les gisements encore disponibles sont principalement des ressources agricoles qui représentent plus de 50% du gisement local avec un potentiel en paille de céréales, rafles de maïs et sous-produits viti-vinicoles.

Etant donné les cultures locales, il a été décidé de travailler sur :

- la paille de blé
- les sarments de vigne
- le marc de raisin épuisé

La Serre des 3 Moulins a de son côté fait ses recherches et dispose de ressources en interne qui sont des résidus de productions de plaquettes forestières destinées à ses chaufferies bois énergie. Deux échantillons ont été analysés par RAGT : fraction 0-10 mm et fraction 10-30 mm.

RAGT Energie a donc analysé 5 échantillons pour introduction dans les formules.

On a ainsi remarqué que les échantillons paille de blé et sarments étaient conformes à la norme EN 14 961-6 avec des profils assez différents en terme d'éléments majeurs, ce qui a un intérêt important pour la phase de formulation. Concernant le marc de raisin, on a noté une pollution importante en azote qui ne laisse que peu d'espoir pour pouvoir utiliser cette matière dans les formulations.

Concernant les échantillons de la S3M, ceux-ci sont pollués en azote et métaux lourds et n'ont présenté donc que peu d'intérêts pour les phases de formulations.

En conclusion les échantillons paille de blé et sarments de vignes ont été retenus pour la phase de formulation.

4 COMPORTEMENT EN COMBUSTION

Le projet SERECO se poursuivra par la granulation par ZETA des 5 granulés issus des formulations de RAGT ENERGIE. Le comportement en combustion de ces 5 granulés sera étudié sur le banc de combustion de RAGT ENERGIE. Les essais de combustion seront réalisés sur une chaudière à grille mobile afin que le décendrage soit adapté aux matières ayant un fort taux de cendres. Cette phase permettra de déterminer quelle est la formulation la plus adéquate par rapport aux seuils d'émissions réglementaires autorisées par la réglementation des chaufferies soumises à l'ICPE 2910.

Dans un 2nd temps, afin de valider ces informations, un essai en combustion avec relevés de rendement, émissions CO, NOX, poussières... sur une chaudière industrielle est programmé courant Décembre. Cet essai devrait permettre de connaître les limites de comportement et d'émissions de ce type de combustible en situation réelle et d'y apporter des réponses concrètes.



foyer de chaudière RAGT

5 ANALYSE TECHNICO ÉCONOMIQUE

Enfin, en 2015, le programme verra sa conclusion avec l'analyse technico-économique du procédé ZETA comme production de combustibles destinés aux serristes. L'objectif est de déterminer si cette nouvelle technologie correspond en terme économique aux attentes des serristes. Une comparaison entre ces agropellets et les énergies fossiles utilisées par les serristes (gaz naturel et fioul) permettra de calculer les gains de productivité attendus par ce type de process.

Pour finir, un bilan énergétique et environnemental du procédé sera également réalisé afin de déterminer le gain environnemental potentiel de ce procédé par rapport à la production de bois énergie traditionnel tel que les granulés de bois et les plaquettes forestières

À ce jour, le programme SERECO a mis en évidence l'intérêt de valoriser cette fraction ligneuse des déchets verts qui représente un potentiel important et une qualité de combustion très intéressante. Le programme a également mis en évidence l'enjeu du processus de séparation des 2 fractions et l'impact de cette séparation sur la qualité des granulés produits et de leur combustion.

Des essais de mélange de ces déchets verts avec les ressources agricoles sont en cours, des essais sur chaufferies industrielles vont être réalisés, ce qui permettra de déterminer une voie de valorisation optimale pour cette ressource.

Plusieurs conférences sont prévues pour la restitution des résultats lors du SIVAL en janvier 2015 à Angers et lors du salon du Bois Énergie en mars 2015 à Nantes ●

www.vertdeshy.fr

VERT DESHY DIN

Production - Distribution de granulés de bois qualité Din Plus

Installeurs, demandez notre prime d'aide à l'investissement pour dynamiser vos ventes

Consultez nos offres :

- > Offre chaudière
- > Offre poêle

«L'énergie est notre avenir, économisons-la.»

Société Vert Deshy
La Cornaille - BP 46 - 01800 MEXIMIEUX
Tel. 04 74 46 34 30 - Fax : 04 74 46 02 84
ldominguez@vertdeshy.fr

SOLARFOCUS pour une totale indépendance

n°1 chaudières combinées bois / granulés

l'énergie gratuite du soleil et la puissance de la biomasse

www.solarfocus.eu

innovalpes

distributeur de solutions de chauffage locales et durables bois | granulés | mixtes | décheté | solaire thermique

www.innovalpes.fr distributeur exclusif

Granulation de bois

Installation de granulation

Plaquettes de bois humides ou sèches

- Bas niveau sonore
- Aspiration pas nécessaire
- Sans problèmes ATEX

Jusqu'à environ 8000 kg/h par presse

- Qualité de granulés élevée
- Coûts d'usure réduits
- Économie d'énergie

KAHL AMANDUS KAHL FRANCE SÀRL, 510 Rue Robert Estienne, B.P. 90, 60403 Noyon Cedex
Téléphone: 03 44 44 17 92, Fax: 03 44 09 22 01, amandus-kahl.france@wanadoo.fr www.akahl.fr

Les facteurs qui influencent les émissions durant le stockage des granulés

LES GRANULÉS DE BOIS S'IMPOSENT DE PLUS EN PLUS DANS LE MARCHÉ EUROPÉEN DU CHAUFFAGE. TOUTEFOIS, TOUT AU LONG DE LEUR CHAÎNE D'APPROVISIONNEMENT, PRINCIPALEMENT LORS DE LEUR STOCKAGE EN GRANDE QUANTITÉ, LES GRANULÉS PEUVENT DÉGAGER DES ÉMISSIONS DE GAZ. CES ÉMISSIONS ONT DÉJÀ CAUSÉ PLUSIEURS ACCIDENTS MORTELS. ENTRE 2002 ET 2011, IL Y A EU 13 ACCIDENTS MORTELS DUS À UNE INTOXICATION AU CO, DONT 10 SONT SURVENUS DANS LES CALES DE NAVIRES, DANS LES GRANDES AIRES DE STOCKAGE ET DANS LES SILOS DE GROS VOLUMES. LES RISQUES RESTENT TRÈS FAIBLES MAIS IL FAUT PRENDRE DES PRÉCAUTIONS.

Les facteurs qui influencent LES ÉMISSIONS DURANT LE STOCKAGE DES GRANULÉS

Facteurs d'influence d'émissions des granulés de bois

Lors de leur stockage, les granulés de bois libèrent de nombreux composés volatils, qui peuvent être organiques ou non organiques. Il s'agit notamment des composés organiques volatils (ou COV) tels que l'Hexanal, l'Heptanal ou l'Octanal. Par ailleurs, les granulés de bois sont source de monoxyde de carbone (CO) et de dioxyde de carbone (CO₂).

Les recherches ont montré que les émissions proviennent des mécanismes suivants :

• La dégradation microbienne du bois

L'activité microbienne du bois contribue à la libération de monoxyde de carbone et d'hydrocarbures volatils durant le stockage et est étroitement liée à l'autoéchauffement du bois et à son inflammation.

• L'autooxydation des acides gras du bois

Le mécanisme d'autooxydation des acides gras du bois est souvent évoqué lors de la libération de CO et de COV durant le stockage des granulés de bois. Pendant le transport de gros volumes de granulés, l'autooxydation des acides gras du bois entraîne la libération de CO, de CO₂ et de COV, ce qui provoque une diminution de la quantité d'oxygène. Il semble que le processus des émissions débute avant la fabrication des granulés, et de façon générale elles se produisent durant la décomposition du bois.



Pendant le stockage des granulés dans les silos, il se produit un phénomène de saturation de l'oxygène avec le CO₂ et le CO, ce qui entraîne une diminution de la quantité d'O₂ ainsi qu'une formation de COV. Les émissions de CO dépendent des facteurs ci-contre ►►



LE TYPE DE BOIS

Les granulés de bois qui proviennent de bois riches en acides gras tel que le pin provoquent plus d'émission de CO que les granulés provenant de bois à faible teneur en acides gras, tel que l'épicéa.



L'HUMIDITÉ DU BOIS

Lorsque le bois est humide ou mouillé, on peut constater une faible émission de CO. Et il a été observé que le phénomène de séchage du bois entraînait une baisse de l'émission de CO.



LA TEMPÉRATURE

Lors du stockage des granulés de bois dans les silos, la concentration de CO augmente et s'accompagne d'une élévation de la température de stockage allant de 20 à 55°C.



LA DURÉE DU STOCKAGE

Plus longtemps les granulés de bois sont stockés, plus la teneur en acide gras diminue et plus les émissions de CO provenant du bois des granulés diminuent.



LA SURFACE DES GRANULÉS

Le processus de dégradation du bois par le phénomène d'oxydation se produit lorsqu'il y a aération et entrée d'oxygène. Les copeaux de bois fraîchement produits entraînent une augmentation plus importante de l'émission de CO que les copeaux de bois dont la surface est âgée.



LA PRODUCTION DE GRANULÉS DE BOIS

Le processus de fabrication des granulés de bois, fait intervenir le séchage, le broyage puis la compression des copeaux de bois. La pression appliquée est telle que les acides gras présents dans les cellules du bois migrent vers la surface et rentrent ainsi en contact avec l'oxygène environnant. De plus, la pression exercée sur le bois provoque la plastification de la lignine présente dans ses cellules. Cette dernière a un rôle important dans la cohésion des granulés de bois. Après le refroidissement, la lignine devient un liant. Les processus thermo hydrauliques intervenant durant le séchage et le pressage mécanique du bois entraînent une forte augmentation de l'émission de CO provenant du bois.