

## Chauffer des serres avec des

Intérieur de la serre des 3 Moulins  
photo Serres des 3 Moulins

SERECO est un projet de Recherche & Développement financé par l'ADEME dans le cadre de l'Appel à Projets Bioressources Industrie Performance 2012. Son objectif est d'étudier la possible valorisation énergétique des déchets verts d'un territoire. Pour ce faire, un consortium a été créé entre la communauté de communes de Grand-Lieu en Loire Atlantique, apporteur des déchets verts ; la Serre des 3 Moulins, possible consommateur ; la société RAGT Energie pour la caractérisation des déchets verts et les essais de combustion ; la société ZETA apportant son processus de granulation de déchets verts et enfin la fédération Légumes de France s'occupe de la communication des résultats au sein de la profession.

### Contexte de l'étude

La production maraîchère et horticole en France est soumise à des marchés très concurrentiels, caractérisés par des coûts énergétiques élevés. Les entreprises de production visent également une bonne performance environnementale. Le programme SERECO cherche à répondre à ces enjeux en produisant une énergie locale, pérenne, écologique et économique.

### La filière maraîchère sous serre : un acteur majeur dépendant de l'énergie

La France compte environ 6 600 hectares de serres dont 1 300 de serres chauffées. L'énergie y est un enjeu majeur puisqu'elle représente de 20 à 35% des coûts de production des légumes. Les énergies fossiles restent de loin les sources dominantes de chauffage des serres.

Dans ce contexte la profession est en recherche d'une énergie à moindre coût. Compte tenu de son attractivité, la part de la biomasse comme source de chauffage principale chez les

producteurs de tomates et concombres sous serres est ainsi passée de 2,6% à 18% en 5 ans (2006/2011). 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 » – source : Ctifl.

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

En France, les résidus végétaux collectés par les collectivités représentent un gisement de biomasse important de près de 5 millions de tonnes (source ADEME SOeS), aujourd'hui principalement valorisé en méthanisation et compost, mais cette valorisation peut être optimisée en séparant les différentes phases que forment le déchet vert. De plus, ce volume est en constante augmentation, suite notamment à la mise en place de la Circulaire du 18 novembre 2011 portant sur l'interdiction de brûlage des déchets verts à l'air libre. C'est à partir de ce constat que le programme SERECO propose d'optimiser la valorisation de ce gisement.

### L'étude des déchets verts

Les déchets verts sont peu utilisés en combustion car leur composition est très hétérogène selon les saisons. De plus, ils sont humides, ont une faible densité, ce qui entraîne un fort handicap pour le transport. Cependant, des études ont montré qu'il peut être intéressant de valoriser la fraction bois des déchets verts et l'enjeu est de séparer cette fraction ligneuse obtenue après broyage, maturation et criblage. Une fois cette matière sélectionnée, le procédé ZETA permet de la stabiliser en la granulant.

La matière non ligneuse composée de feuilles, herbes et autres éléments nuisibles à une bonne combustion est ainsi écartée. Deux scénarios ont donc été étudiés dans le cadre de ce projet : l'utilisation de la totalité des déchets verts broyés pour produire des biocombustibles

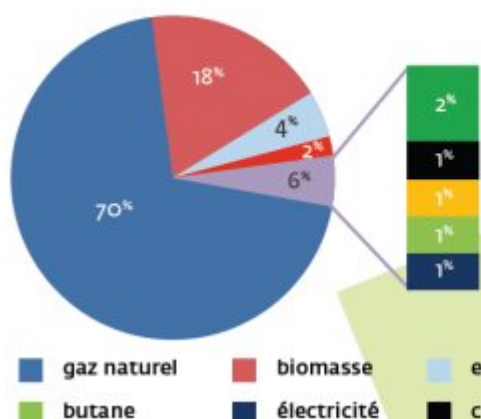


Déchets verts criblés photo Zeta

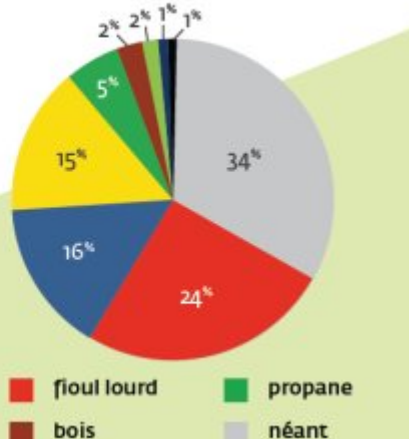


Déchet vert « non ligneux », photo RAGT Energie

### Source principale d'énergie (répartition par surface)



### Source secondaire d'énergie (répartition par surface)



Répartition du chauffage des serres en France - source : Ctifl

# DÉCHETS-VERTS

Tas de déchets verts collectés sur Zeta 83 (Var)

## granulés de déchets verts

et l'utilisation des déchets verts broyés et criblés.

L'étude a dans un premier temps étudié la saisonnalité des déchets verts en analysant plusieurs échantillons provenant de la Communauté de Communes de Grand Lieu à différentes périodes de l'année.

### Qualité des déchets verts bruts

Les conclusions sur les caractéristiques des déchets verts durant l'année sont :

- une humidité variable et importante (44 à 65 %) ce qui réduit le pouvoir calorifique et engendre une fermentation qui rend cette matière instable dans le temps.
- un pouvoir calorifique faible tout au long de l'année (3,8 à 4,3 MJ/kg en brut et 10 à 12 MJ/kg à 12% d'humidité) ce qui rend cette matière peu rentable en tant que combustible.
- un taux de cendres variable et élevé (19 à 48%) complexifiant son utilisation en tant que combustible.
- des pollutions en éléments inorganiques variables.

Les déchets verts bruts représenteraient donc un combustible complexe à utiliser en combustion à cause de leur mauvaise qualité et de leur hétérogénéité dues à une saisonnalité importante.

### Qualité des déchets verts criblés

Les conclusions sur les caractéristiques des déchets verts criblés durant l'année sont :

- une humidité encore variable et importante (15 à 35 %).
- un pouvoir calorifique bien meilleur (14 à 16,5 MJ/kg à 12% d'humidité) comparable à des granulés de bois de qualité correcte.
- un taux de cendres plus constant et faible (1,1 à 10,4%) qui atteint parfois des valeurs comparables à un bois de haute qualité.
- des pollutions en éléments inorganiques réduites.

Les variations qui ont été observées sont dues à la sensibilité du procédé de broyage/criblage utilisé. Lorsque ce procédé est bien maîtrisé, les déchets verts criblés sont susceptibles de constituer des combustibles intéressants une fois granulés.

### Le processus de granulation ZETA

La granulation des déchets verts grâce au processus ZETA permet d'obtenir un

**zeta**  
www.zetapellet.com

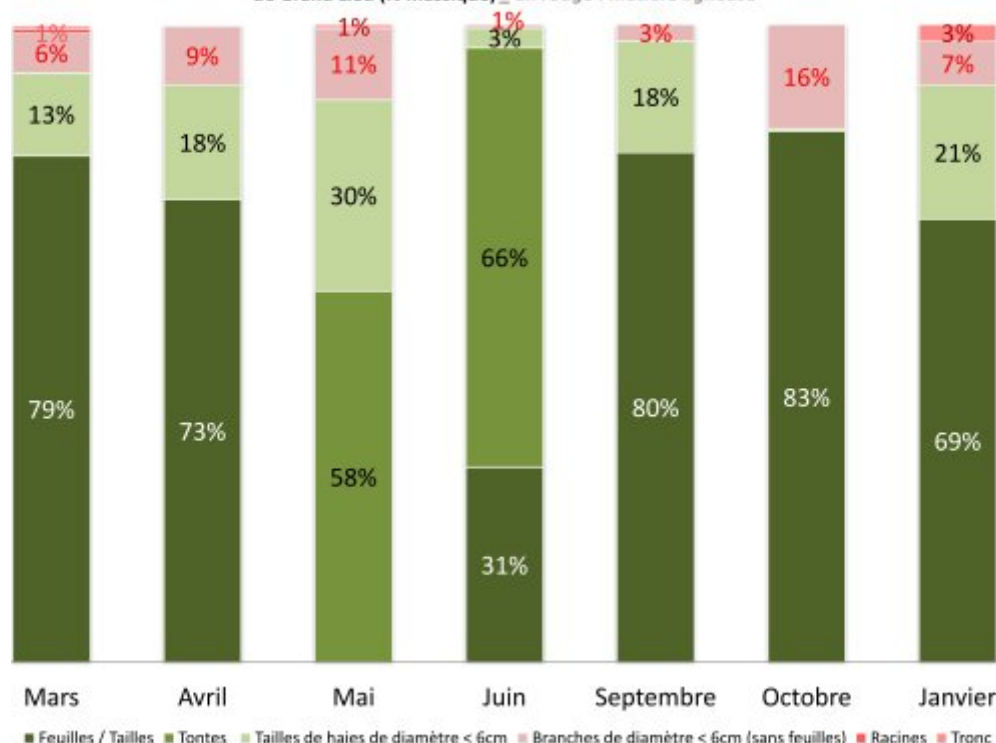
- L'énergie issue des résidus végétaux
- L'énergie 100% locale
- L'énergie renouvelable à l'infini
- L'énergie respectueuse de l'environnement

Diagram illustrating the Zeta process: **Espaces verts de votre ville** (city green spaces) provide **Taille, élagage** (trimming/pruning) and **Collecte déchets végétaux** (vegetal waste collection). These are transformed into **Combustible** (fuel) for **Chauffage mairie, lycée, caserne, salle de sport, piscine, HLM...** (municipal heating, school, barracks, sports hall, swimming pool, HLM...). The process is **Transformation à la périphérie de votre ville** (transformation at the edge of your city).

**zeta**  
Transformation à la périphérie de votre ville

Tél. 09 53 85 26 94 - www.zetapellet.com  
Espace Antibes - 2208, route de Grasse - 06600 Antibes

Evolution de la composition des déchets verts au cours de l'année en sortie déchetterie de la CC de Grand Lieu (% massique) - En rouge : matière ligneuse



## Règles d'installation d'un poêle à granulés étanche

Le syndicat des énergies renouvelables vient de publier en octobre 2014 un document qui vient préciser l'actuelle réglementation française à propos de l'installation des poêles à granulés en circuit de combustion étanche. Ce document est à destination des installateurs.

L'arrêté du 22 octobre 1969 relatif aux conduits de fumée desservant des logements. L'article 18 apporte davantage de précisions sur la mise en situation du conduit : « Les orifices extérieurs des conduits à tirages naturels, individuels... doivent être situés à 0,40 mètre au moins au-dessus de toute partie de construction distante de moins de 8 mètres.

En outre, dans le cas de toitures-terrasses ou de toits à pente inférieure à 15 degrés, ces orifices doivent être situés à 1,20 mètre au moins au-dessus du point de sortie sur la toiture et à 1 mètre au moins au-dessus de l'acrotère lorsque celui-ci a plus de 0,20 mètre».

Le Règlement sanitaire départemental Type (RSDT) stipule qu'« Un appareil à combustion ne peut être raccordé qu'à un conduit d'évacuation présentant les caractéristiques de tirage et d'isolation thermique prévues par la réglementation en vigueur.

Les orifices extérieurs de ces conduits d'évacuation doivent être également conformes à la réglementation en vigueur. Si des systèmes de combustion comportent un dispositif d'évacuation des fumées d'une conception différente des conduits visés par le présent règlement, ils ne peuvent être mis en œuvre que si le dispositif d'évacuation des fumées a été reconnu apte à l'em-

# ❁ DÉCHETS-VERTS



Granulés SERECO produits par Zeta, photo RAGT Energie



Ligne de presse Zeta, photo Zeta

combustible solide avec une densité élevée ( $650 \text{ kg/m}^3$ ), un taux d'humidité régulé à 10% et une taille homogène sans phase de séchage de la matière entrante. Ce procédé opère quel que soit le taux d'humidité de la matière entrante grâce à un frottement mécanique qui va simultanément granuler et sécher le végétal.

Grâce à cette technique, ZETA a produit 2 lots de granulés : des granulés à partir de déchets verts « tout venant » et des granulés à partir de déchets verts criblés.

### Tests des granulés en combustion

Les comportements en combustion ont été étudiés sur le banc de combustion de RAGT Energie qui comporte une chaudière poly-combustible à grilles mobiles, un système de comptage de l'énergie et des outils de prélèvements et d'analyses des fumées. Grâce à ces outils, les comportements des granulés en combustion ont été déterminés.

### Comportement en combustion des granulés de déchets verts « tout venant » :

- Beaucoup de cendres sont formées (22,69%) et fusionnent en gros blocs de mâchefer (59,54%) cf photos.
- Le rendement de combustion moyen est correct (88,65%)
- L'énergie délivrée est faible (PCI à  $12,6 \text{ MJ/kg}$ )
- Emissions importantes d'oxydes d'azotes  $\text{NO}_x$  ( $1084 \text{ mg/Nm}^3$  à 6%  $\text{d'O}_2$ ) et de poussières ( $326 \text{ mg/Nm}^3$  à 6%  $\text{d'O}_2$ ) dépassant les valeurs limites d'émissions françaises.

Les déchets verts utilisés en combustion sont contraignant au niveau de la quantité de cendres et de mâchefer produits, du PCI trop faible et des émissions polluantes. Il est donc difficile d'utiliser les déchets verts sans les trier au préalable.

### Comportement en combustion des granulés de déchets verts criblés :

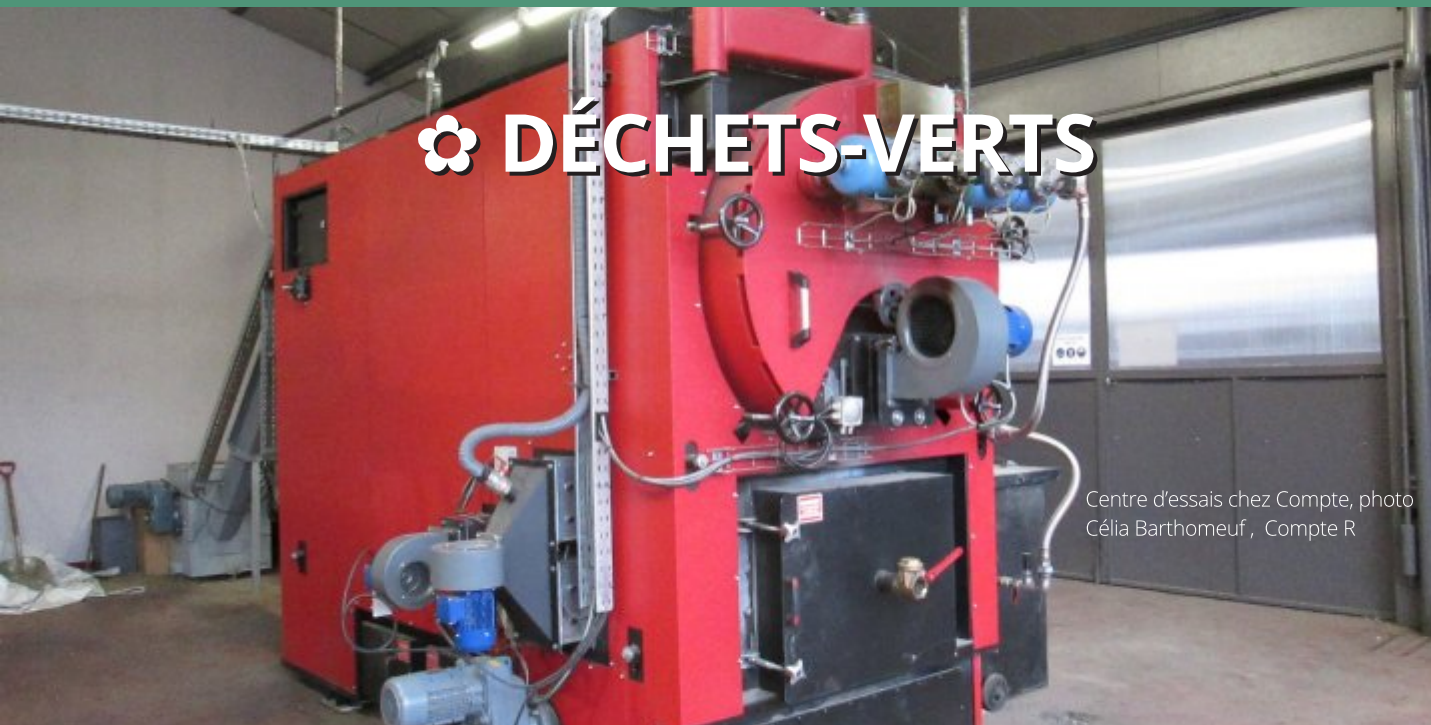
Les granulés réceptionnés et testés n'étaient pas représentatifs des matières premières analysées en laboratoire au long de l'année ce qui explique les dérives de résultats obtenues :

- Moins de cendres ont été formées (12,91%) et moins de mâchefer (23,34%).
- Le rendement de combustion moyen était correct (90,02%)
- L'énergie délivrée par cette matière est plus faible que ce qui était attendu (PCI à  $13,3 \text{ MJ/kg}$ )
- Les émissions polluantes sont grandement réduites mais ne respectent pas les niveaux réglementaires. Les émissions d'oxydes d'azotes  $\text{NO}_x$  ( $730 \text{ mg/Nm}^3$  à 6%  $\text{d'O}_2$ ) et de poussières ( $326 \text{ mg/Nm}^3$  à 6%  $\text{d'O}_2$ ) ont été divisées par 2.



À gauche, foyer chaudière laboratoire, déchets verts « tout venant » - taux de cendres de 23%. À droite, déchets verts criblés - taux de cendres de 4%. Dessous les bacs de décendrage correspondants, photos RAGT Energie

# ❁ DÉCHETS-VERTS



Centre d'essais chez Compte, photo Célia Barthomeuf, Compte R

**Fonds chaleur renouvelable, retour sur 6 ans de succès économique**

Chaufferie de Dislaub à Buchères, photo Ademe



L'écart de résultat constaté entre la combustion des déchets verts non criblés, menée au cours de l'année, avec les essais des granulés de déchets verts criblés, provient de la différence de qualité de la fraction « ligneuse ». Il démontre l'importance du procédé de préparation de la fraction « ligneuse ». La qualité de la combustion est directement liée à la maîtrise de cette étape.

Afin de confirmer ces hypothèses, une nouvelle production de granulés est effectuée suivie d'essais en combustion sur chaudière de plus grande puissance.

autres filières de valorisation existantes que sont le compostage et la méthanisation, pour lesquels, la fraction ligneuse représente une contrainte car difficile à dégrader. Ainsi, le cumul de ces différentes filières permet enfin d'envisager une valorisation totale des déchets verts.

Contacts :

Matthieu Campargue, RAGT Energie  
mcampargue@ragt.fr

Jose Fiotti, ZETA Pellets  
jose@zetapellet.com

En détails, entre 2009 et 2013 :

530 réseaux de chaleur ont été créés ou étendus,  
665 projets biomasse,  
16 projets biogaz,  
265 projets géothermie,  
et près de 1400 installations solaires ont été soutenus.

## Analyse technico-économique

Dans sa phase finale, le programme SERECO effectue une analyse technico-économique et un bilan énergétique et environnemental du procédé de transformation SERECO :

Cette étape permettra lors de sa finalisation de déterminer si cette nouvelle technologie correspond en terme économique aux attentes des serristes et, en terme écologique, à la situation environnementale existante. Une comparaison entre l'utilisation de ces agro-pellets et la situation actuelle (utilisation principale d'énergies fossiles) permettra d'évaluer les bénéfices économiques et environnementaux que ce programme pourrait engranger.

## Conclusion

À ce jour, le programme SERECO a confirmé l'intérêt de valoriser énergétiquement la fraction ligneuse des déchets verts qui représente un potentiel important et une qualité de combustion très intéressante.

Le programme a également mis à jour l'importance du procédé de séparation des différentes fractions eu égard à la qualité de combustion des granulés produits : un focus sur cette étape de préparation du combustible est encore nécessaire pour assurer une combustion en adéquation avec les contraintes réglementaires

Surtout, SERECO a permis de mettre en évidence que la filière de valorisation énergétique des déchets verts via la granulation apparaît comme complémentaire avec les

**RAGT ENERGIE**

**LABORATOIRE BIOMASSE ENERGIE**

- ANALYSE des paramètres thermochimiques
- TRANSFORMATION de biomasses et déchets en combustibles
- PRÉLÈVEMENT ET ANALYSE des émissions gazeuses en banc de combustion
- FORMULATION de biocombustibles normés à partir de plusieurs matières premières.

05 63 36 91 46 [ragt.energie.fr](http://ragt.energie.fr)  
Zone Innoprod, chemin de la Teuillère - 81012 ALBI Cedex

L'appel à projets Biomasse Chaleur Industrie Agriculture Tertiaire, dédié aux projets biomasse des entreprises avec une production de chaleur de 1 000 tep/an, a permis en particulier une véritable accélération de l'utilisation de chaleur renouvelable dans l'industrie. Avec 54 installations en fonctionnement, la production thermique annuelle à partir de biomasse est de 263 000 tep et devrait passer à 634 000 tep en 2017 avec la réalisation des projets en cours. L'appel à projets 2014/2015 s'est clos le 30 janvier 2015.