

Environnement

Collecte et valorisation énergétique du vignoble : bilan technique, en



Utilisation des déchets ligneux environnemental et économique



En mars 2008, nous vous présentions dans ces mêmes colonnes l'intérêt porté à la biomasse ligneuse du vignoble pour réduire nos émissions de gaz à effet de serre et atteindre les ambitions fixées par le plan climat Champagne. Au cours de cette même année, dans le cadre du groupe de travail dédié à cette thématique, différents travaux ont été entrepris pour valider l'ensemble de nos données théoriques. Ils visaient deux objectifs principaux. Dans un premier temps, tester la logistique pour sortir des vignes un gisement important mais très atomisé et, dans un second temps, confirmer l'intérêt technique, environnemental et économique de la valorisation énergétique de ce gisement. En voici le bilan.

Quelques rappels : pourquoi nous intéresser à la biomasse ligneuse du vignoble ?

Sans valorisation, par le jeu des phénomènes naturels de la photosynthèse, de la respiration et des exportations via la récolte ou les bois, le bilan carboné de la vigne est nul. En revanche, si l'énergie contenue dans la biomasse est utilisée en substitution à une énergie fossile, le bilan devient positif.

Nos calculs ont montré que le gisement de biomasse ligneuse (sarments, charpentes et souches issues d'arrachage) est de l'ordre de 150 000 tonnes à l'échelle de la Champagne.

Ces mêmes calculs mettent en évidence un contenu énergétique énorme. Ce serait près de 400 GWh disponibles au niveau de la Champagne soit près d'une tonne équivalent pétrole par hectare.

Pour plus d'informations sur ces différents points nous vous renvoyons vers l'édition du Vigneron Champenois de mars 2008.

La collecte pilote

Le site

Organiser une collecte avec récupération directe dans les vignes est

logistiquement compliqué à mettre en place. Nous nous sommes donc basés sur des apports volontaires de la part des viticulteurs directement sur une plateforme. Le site retenu a été celui d'Avize pour différentes raisons. La CSGV, partenaire de l'opération, pouvait nous mettre à disposition un terrain proche de son magasin et de l'aire de stockage des aignes pour ainsi contrôler, à minima, ce qui se passait sur l'aire. Il ne s'agissait pas de transformer la plateforme de collecte en une grande déchetterie... D'autre part, le site d'Avize est bien placé et il est relativement central par rapport à la côte des blancs. Cela permettait de drainer des apports d'autres communes voisines.

Il était convenu dès le départ que les sarments/charpentes seraient déposés sur l'aire communale de stockage des aignes inutilisée à cette époque de l'année et que les souches seraient stockées sur le terrain stabilisé à proximité immédiate.

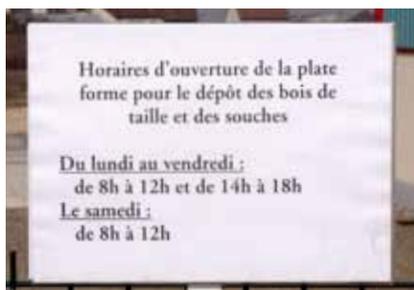
Calendrier de l'opération

L'opération a été présentée au cours d'une réunion où tous les exploitants de la commune d'Avize avaient été conviés. La collecte a débuté le 11 février pour se clôturer le 19 mai 2008. Il a été décidé avec la CSGV que les jours et horaires d'ouverture de la plateforme seraient calqués sur ceux du magasin tout proche. A la fin du mois de mai l'intégralité des bois récupérés a été transférée



L'aire de stockage des aignes transformée en aire de stockage des sarments/charpentes.

vers la plateforme de compostage de Velye appartenant à SEDE environnement pour conditionnement (broyage et criblage).



Panneau indiquant les heures d'ouverture de la plateforme.

Les bois ont finalement été valorisés dans le courant du mois d'octobre dans deux chaufferies ardennaises gérées par la société Dalkia, partenaire elle aussi du projet.

Parallèlement à cette voie de valorisation, une petite fraction du gisement récupéré a servi à la réalisation de nombreuses analyses visant à caractériser le combustible sur le plan technique et environnemental.



Figure 1. Cheminement des bois depuis les parcelles de vigne jusqu'à leur valorisation énergétique.

Quantité de bois récoltée

Tous les bois ont été transférés sur la plateforme de compostage de la commune de Velye. La totalité des entrées a fait l'objet d'une pesée. Au final, ce sont 410 tonnes qui ont été collectées se répartissant de la manière suivante :

- 370 tonnes de souches (correspondant à la collecte d'une quinzaine d'hectares),
- 40 tonnes de charpentes (une cinquantaine d'hectares),
- quelques centaines de kilos de sarments (quelques ares).

Bilan énergétique de la collecte

Il s'agissait ici de vérifier nos estimations théoriques. Nous avons calculé en 2007 que l'énergie nécessaire au transport et au conditionnement des bois ne représentait qu'environ 10 % de l'énergie potentielle contenue dans les bois.

Pour vérifier cette hypothèse, il nous a fallu calculer l'énergie nécessaire :

- au transport des bois depuis les parcelles de vigne jusqu'à l'aire d'Avize,
- au transport des bois depuis Avize jusqu'à la plateforme de Velye,
- au broyage et au criblage sur la plateforme de Velye,
- au transport des bois conditionnés depuis Velye jusqu'aux chaufferies de Sedan et Charleville-Mézières.

Il nous a ensuite fallu comparer cette dépense d'énergie à l'énergie réellement récupérée en sortie de Chaufferie.

Energie nécessaire au transport des bois depuis les parcelles de vigne jusqu'à l'aire d'Avize

Nous n'avions pas de traçabilité précise sur l'origine des bois étant donné que l'aire était en libre accès. Nous avons cependant interrogé les principales maisons présentes sur le secteur ainsi que le lycée viticole d'Avize qui nous ont fourni les quantités apportées sur l'aire (en surface représentée ou en tonne) ainsi que les communes d'origine.

Il ressort de cette enquête que :

- la plateforme a drainé les bois provenant d'une dizaine de communes : Vertus, Le Mesnil-sur-Oger, Oger, Cramant, Ay, Epernay, Hautvillers, Chouilly, Bouzy, Ambonnay et bien entendu Avize,
- les maisons ont apporté environ 80 % des souches et 98 % des charpentes,
- l'énergie nécessaire au transport des bois depuis les parcelles jusqu'à la plateforme d'Avize est de l'ordre de 16 000 kWh,
- ces transports ont occasionné l'émission d'environ 1 300 kg eq carbone (équivalent carbone) dans l'atmosphère.

Energie nécessaire au transport des bois depuis Avize vers la plateforme de Velye

L'ensemble des bois récupérés sur l'aire d'Avize a été transféré vers Velye (14 km) sans être broyé au préalable. Transporter ce genre de matériel très foisonnant revient à transporter de « l'air » ! Il aura fallu 85 camions pour venir à bout

de l'immense tas soit un transport moyen de 4,8 tonnes par voyage. Pour évaluer l'énergie utilisée, nous avons calculé la quantité de gazole consommée au cours de ces transports mais aussi celle utilisée par la minipelle qui réalisait les chargements.

Ce poste conduit à l'utilisation d'environ 1 600 litres de fuel soit 16 000 kWh correspondant à l'émission de 1 300 kg eq carbone.

Energie nécessaire au conditionnement des bois

Sur la plateforme de Velye les déchets de bois ont été conditionnés en vue de leur valorisation, c'est-à-dire broyés puis criblés. Le criblage permet d'éliminer les particules les plus fines du broyat (poussières,

terre, cailloux) pour ne conserver que la partie la plus noble. Les souches étant chargées en terre et le broyeur utilisé était un broyeur à marteaux. Nous avons donc produit une grosse part de particules fines. Nous écartons à cette étape environ 45 % du tonnage total. Cette partie du gisement n'est pas pour autant totalement perdue puisqu'elle va subir un autre type de valorisation (valorisation matière) en étant incorporée à de la matière organique et compostée.

L'énergie calculée à ce niveau correspond au fuel utilisé par le broyeur et par le cribleur. La consommation s'élève à environ 1 200 litres de gazole soit environ 12 000 kWh ou encore de 1 000 kg eq carbone.



Broyeur sur semi avec un rendement de 45 tonnes/heure.

Environnement

Energie nécessaire au transfert des bois depuis Velye vers une chaufferie collective pour valorisation

La valorisation énergétique a été réalisée majoritairement (83 %) dans une chaufferie collective gérée par Dalkia sur la commune de Sedan, une petite fraction (deux camions) est partie vers une chaufferie de Charleville-Mézières. Au total, 11 camions d'une vingtaine de tonnes ont transité depuis Velye vers les chaufferies. Notons au passage qu'un même type de camion chargé avec du broyat et non pas du matériel brut en transporte environ quatre fois plus.

Ce poste conduit à l'utilisation de plus de 1 700 litres de gazole soit environ 17 000 kWh ou 1 400 tonnes eq carbone. Il est bien sûr pénalisé par la distance des lieux de valorisation.

Comparaison entre l'énergie totale dépensée et l'énergie produite

En tenant compte de la part perdue par criblage, du rendement

de la chaufferie de l'ordre de 85 % et connaissant le PCI des souches grâce aux analyses réalisées parallèlement (voir suite de l'article), nous pouvons conclure que la valorisation des bois a conduit à la production d'environ 710 000 kWh (710 MWh). Le bilan énergétique complet de l'opération est synthétisé dans le tableau ci-après. Ce bilan est très largement excédentaire puisqu'on

Phase de l'opération	Energie en kWh
Transport des bois depuis les parcelles vers Avize	16 000
Transport des bois depuis Avize vers Velye	16 000
Conditionnement des bois à Velye	12 000
Transport pour valorisation vers les chaufferies	17 000
Total Energie consommée	61 000
Total Energie produite	718 000
Bilan	+ 657 000

Tableau 1. Comparaison entre l'énergie totale dépensée et l'énergie totale produite.



Silo d'alimentation de la chaufferie de Sedan. Broyat de souche (foncé) et plaquettes forestières (plus clair).



Chaufferie biomasse de Sedan, siège de la valorisation des souches broyées.

récupère plus de 10 fois l'énergie dépensée. Les calculs théoriques que nous avons réalisés donnaient un rapport de 1 à 10 entre l'énergie dépensée et l'énergie récupérée, nous le vérifions bien ici dans la pratique. Cet excellent résultat d'un point de vue énergétique prouve qu'il y a réellement un intérêt environnemental à valoriser notre biomasse ligneuse.

Emissions de carbone évitées

Nous avons produit plus de 718 MWh. Nous pouvons calculer les émissions de carbone qui auraient été réalisées si, en lieu et place de cette énergie ayant pour origine de la biomasse nous avons utilisé une autre source d'énergie : gaz, pétrole ou électricité. Nous pouvons calculer les émissions de carbone liées au transport et au conditionnement des bois. La différence entre ces deux dernières valeurs nous donnera les émissions de carbone évitées.

Au final si la biomasse s'est intégralement substituée :

- à du fuel, nous avons évité l'émission d'environ 52 T de carbone dans l'atmosphère,
- à du gaz naturel, nous avons évité environ de 40 T de carbone,
- à de l'électricité, nous avons évité environ 11 T de carbone.

Bilan économique de la collecte

Cette collecte pilote a été soutenue financièrement par les différents partenaires. L'opération ayant montré un intérêt certain, l'idée était de voir s'il est financièrement possible de pérenniser ce genre de collecte. Nous avons donc observé le bilan économique de l'opération et tenté de voir comment il était possible de l'optimiser en minimisant en particulier les transports qui se révèlent coûteux.

Cas 1 : on ne change rien au schéma de collecte et nous conservons le même mode opératoire à savoir :

1. apport volontaire des vigneron sur la plateforme,
2. transport des bois vers un site de conditionnement,
3. conditionnement des bois (broyage + criblage),
4. transport pour valorisation vers une chaufferie collective.

Cas 2 : le conditionnement des bois se fait directement sur la plateforme de collecte, ce qui permet d'optimiser la logistique :

1. apport volontaire des vigneron sur la plateforme,
2. conditionnement des bois (broyage + criblage) directement sur la plateforme de collecte,
3. transport pour valorisation vers une chaufferie collective.

Dans le cas 1, le rapport dépenses/gain est égal à 2,7 et dans le cas 2

à 1,5. Dans les deux cas, le bilan financier est déficitaire, ce qui rend impossible une pérennisation de l'opération.

Une solution, pour améliorer le bilan, serait de changer le mode de broyage et de criblage qui est assez coûteux dans les conditions où nous l'avons réalisé. L'autre solution serait un prix de rachat plus important du broyat qui n'est aujourd'hui que de 30 € la tonne au départ de la plateforme.

Bilan technique des essais de combustion

Parallèlement à la collecte pilote, nous avons réalisé une série d'essais visant à :

- déterminer les propriétés physico-chimiques des trois types de bois,
- définir les éventuels problèmes techniques (réglages de la chaudière, encrassement du foyer ou du conduit d'évacuation des fumées),
- caractériser les fumées,
- analyser les cendres dans les fumées et sous foyer.

Caractérisation des bois de vignes

Nous avons travaillé sur des échantillons représentatifs de 5 kg de charpentes, de souches et de sarments broyés. Les sarments ont été broyés avec un broyeur à sarment classique. Les charpentes et les souches proviennent de la collecte pilote d'Avize. Les premières ont été broyées avec un broyeur de type espace vert et les secondes avec un

broyeur professionnel embarqué sur semi-remorque.

Les paramètres analysés sont :

- les constituants organiques majoritaires : C, H, O, N,
- les paramètres techniques de combustion qui caractérisent la qualité du combustible et son aptitude à produire de l'énergie : PCI¹, taux d'humidité, taux de cendres, masse volumique, température de fusibilité des cendres (température à laquelle les cendres peuvent fondre et former un mâchefer dommageable pour les chaudières),
- les paramètres environnementaux qui permettent de voir si la combustion des déchets ligneux issus des vignes ne produit pas de composés indésirables : teneur en chlore, soufre, métaux, HAP², PCB³, AOX⁴ ...

Sur l'ensemble de nos échantillons, les taux d'humidité observés sont faibles (entre 10 et 20 %) et correspondent aux valeurs pouvant être rencontrées sur des bois après séchage. Les bois ayant été stockés avant d'être envoyés au laboratoire d'analyses, ils ne correspondent en aucun cas à des bois frais dont les taux d'humidité avoisinent plutôt les 40-50 %.

Le PCI moyen observé est de 3,8 kWh/kg. A humidité égale, il est légèrement inférieur à ce qu'on peut observer classiquement sur de

la biomasse forestière (de 5 à 10 %), en particulier pour les souches. Ceci est dû à des teneurs en carbone plus faibles et des teneurs en cendres élevées (jusque 11,5 % pour les souches). Ces dernières sont dues à la présence de particules fines importantes : terre restant sur la souche après arrachage. A titre de comparaison, le taux de cendre, même s'il reste variable en fonction des qualités de biomasse est généralement aux alentours de 2-3 % sur de la biomasse forestière et ne dépasse que très exceptionnellement 8 %.

Les teneurs en azote sont correctes, le risque de voir se former des oxydes d'azote (NOx) est donc faible. De la même manière les teneurs en soufre et chlore sont faibles limitant ainsi les risques de corrosion pour l'installation via la formation de gaz sulfurés ou chlorés, SO₂ ou HCl.

La présence en métaux est indétectable à l'exception du fer, du zinc et de l'aluminium. La présence de ces trois métaux peut s'expliquer en partie par l'utilisation des produits phytosanitaires (aluminium et zinc respectivement dans le fosétyl-Al et le métirame-zinc) et la présence du système de palissage généralement en acier galvanisé qui contient fer et zinc.

Les teneurs en silicium sur les souches sont élevées ce qui rend le

¹ PCI : Pouvoir Calorifique Inférieur correspond à l'énergie thermique libérée par la réaction de combustion d'un kilogramme de combustible sous forme de chaleur.

² HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques.

³ PCB : Polychlorobiphényles.

⁴ AOX : Composés organo-halogénés.

Environnement

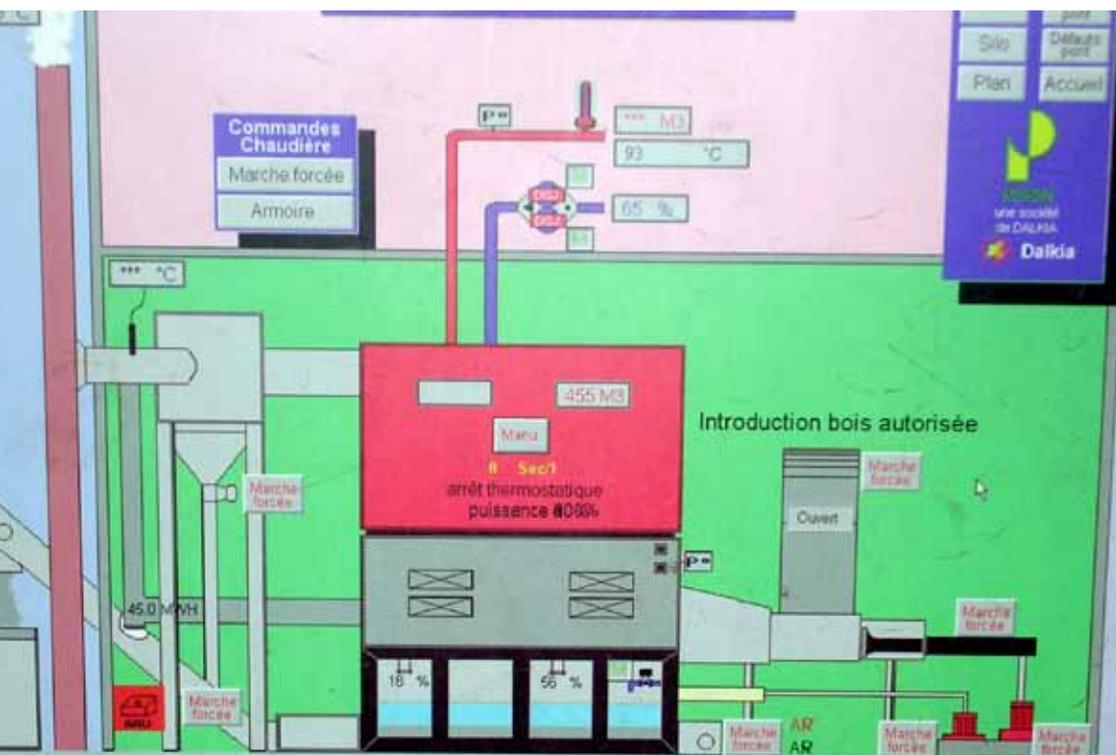
bois très abrasif et peut conduire à une éventuelle usure prématurée des équipements (vis d'alimentation, foyer).

Les PCB et HAP sont indétectables alors que nous mesurons des AOX. Ces composés organo-halogénés chlorés ou bromés ont certainement pour origine les produits phytosanitaires. Ils ne posent pas de problème en tant que tels mais peuvent être des précurseurs de dioxines dans des conditions de combustion dégradées. Leur présence nous pousse donc à une grande prudence quant à l'utilisation des bois dans des installations de chauffages où il est difficile de contrôler de manière correcte la combustion comme les chaudières individuelles, les cheminées ou les poêles à bois.

Enfin, la température de fusibilité des cendres est élevée pour les trois types de bois testés, il est donc fort peu probable de voir se former un mâchefer dans des conditions de combustion classiques.

Caractérisation de la combustion

Les essais ont été réalisés dans une chaudière à biomasse de 400 kW de puissance alimentée par deux bennes de stockage de 40 m³ chacune. Nous avons utilisé pour ces essais des souches broyées provenant de la collecte d'Avize. Les paramètres élémentaires de combustion ont été suivis en continu. Cette chaudière, de part son fonctionnement est représentative du



Panneau de contrôle de la chaufferie.

parc des chaudières bois présent en France.

Les essais ont duré trois jours.

Paramètres élémentaires de combustion

Au cours de la période d'essai, nous avons mesuré en continu certains paramètres élémentaires techniques et thermiques.

Il s'agit de :

- la température du foyer,
- la température des fumées,
- la puissance développée,
- le débit des fumées,
- l'oxygène dans les fumées,
- l'humidité dans les fumées.

Les valeurs obtenues sur ces paramètres de combustion sont classiques et proches de ce qui est observé avec de la biomasse forestière.

Il est important de noter qu'à la fin de l'essai nous n'avons relevé aucune vitrification des cendres dans le foyer, ni de dépôt ou d'encrassement des conduits de fumée.

Mesure des émissions dans les fumées

Nous avons réalisé différentes mesures sur les fumées, de manière continue (monoxyde de carbone, composés organiques volatils ou COV, oxydes d'azote, dioxyde de soufre) ou de manière discontinue avec des prélèvements ponctuels (poussières, métaux, hydrocarbures aromatiques polycycliques, dioxines et furanes).

Il n'existe pas de réglementation concernant les rejets des petites installations (puissance totale installée inférieure à 2 MW), c'est-à-dire pour les chaudières particulières et les petites unités collectives. Nous avons donc comparé les résultats obtenus aux valeurs limites d'émission (VLE) existantes pour les installations de chauffage soumises à déclaration au titre de la protection de l'environnement (chaufferies de puissance comprise entre 2 et 20 MW). Cela correspond à la plage de puissance généralement développée par les chaufferies biomasse collectives. A titre d'exemple, la puissance de la chaufferie de Sedan, sur laquelle ont été valorisés la majorité des bois issus de la collecte d'Avize est de 8 MW.

La teneur en monoxyde de carbone est acceptable et inférieure à la VLE. Cette valeur est perfectible dans le cadre d'une chaufferie collective en prenant le temps d'optimiser les réglages.

Les teneurs en COV, HAP, dioxines et furanes sont faibles et ne posent pas de problème. La teneur en AOX détectée dans les bois bruts n'a donc pas d'incidence au niveau de la combustion et ne permet pas de former des dioxines.

Les teneurs en gaz soufré (SO₂) et chloré (HCl) logiquement faibles et inférieures aux VLE sont à relier aux basses teneurs en soufre et chlore des souches.

Les émissions d'oxyde d'azote (NO_x) sont classiques pour de la combustion de biomasse et respectent les VLE.

La concentration en poussières est élevée. Elle s'explique par la grosse part de particules fines. Les mesures de granulométrie des poussières en sortie de cheminée indiquent un diamètre moyen de 2,7 μm . S'il est possible de diminuer le taux de poussières des fumées sur une installation collective par la mise en place d'un système de filtration adapté, il est impossible de faire de même sur des installations individuelles ou des installations de faible puissance en raison d'un coût trop important. Cette caractéristique (comme la présence d'AOX) pousse encore à la prudence quant à l'utilisation de la biomasse viticole dans ce genre d'installation.

Même s'il doit être possible de diminuer le taux de fine en optimisant le broyage et en minimisant la présence de corps étrangers mélangés avec la biomasse (terre en particulier), il sera difficile de s'affranchir totalement de cette caractéristique.

Concernant les métaux, seul le zinc est présent de manière importante (il représente à lui seul 95 % des émissions de métaux). La majorité du zinc se trouve sous forme particulière, c'est-à-dire adsorbé à la surface des poussières. Encore une fois, dans le cas d'une chaufferie collective ce taux pourra être diminué par la mise en place d'un multicyclone. Notons qu'il n'existe pas de VLE pour les métaux dans la gamme d'installation qui nous concerne.

Analyse des cendres

Composition

Nous avons caractérisé les cendres volantes (présentes dans les fumées) et les cendres sous foyer qui représentent respectivement 5 et 95 % du total.

Les résultats analytiques de leurs caractéristiques générales sont représentatifs de ce qu'on observe habituellement avec de la biomasse végétale et ne provoquent pas de commentaire particulier. Les molécules pouvant poser problèmes (PCB, HAP et les composés organiques mono aromatiques volatiles et toxiques) sont en dessous du seuil de détection. La concentration en dioxines/furanes est très faible. Les teneurs faibles en carbone indiquent une bonne combustion.

Les cendres sous foyer représentent de loin la plus grosse part récupérable et doivent, de ce fait, être éliminées. A ce titre, elles ont fait l'objet d'une analyse plus fine de leur composition en éléments mineurs et majeurs afin d'appréhender leur statut (inertes, déchets non dangereux ou déchets dangereux) dans le cas d'une élimination dans un centre d'enfouissement technique (=décharge) ou leur intérêt en cas de possible valorisation agricole par épandage.

Encore une fois ces analyses mettent en évidence une composition banale qui se rapproche qualitativement de celle des cendres issues de la combustion de biomasse forestière.



Benne de stockage des cendres avant envoi vers le CET de classe II.

Devenir

Deux solutions d'élimination sont aujourd'hui envisageables, il s'agit de la mise en centre d'enfouissement technique (CET) et de la valorisation agricole.

Il existe trois classes de CET :

- la classe I destinée aux déchets dangereux,
- la classe II destinée aux déchets non dangereux,
- la classe III destinée aux déchets inertes.

Des seuils d'acceptation dans ces différents centres sont définis réglementairement en fonction des caractéristiques physico-chimiques des déchets, dans notre cas, les cendres.

La comparaison de ces seuils et des

résultats d'analyses permettent de dire que les cendres issues de l'incinération des souches de vigne peuvent être considérées comme des déchets non dangereux et donc acceptées en CET de classe II.

La valorisation agronomique par épandage des cendres pourrait constituer une alternative intéressante à leur mise en CET. Elle n'est à ce jour prévue que pour les installations de chauffage soumise à autorisation (puissance >20 MW), ce qui n'est qu'exceptionnellement le cas sur une chaufferie biomasse. Nos analyses montrent en effet que les teneurs en métaux des cendres sont 4 à 15 fois inférieures à celle des boues de station d'épuration urbaines. L'épandage des cendres ne devrait donc pas poser de problèmes techniques.

Conclusion générale

Cette opération de collecte de déchets ligneux issus du vignoble et la campagne d'analyse qui l'a accompagnée est riche en enseignements.

Malgré le lancement assez tardif de l'opération par rapport à la campagne de taille, la collecte a été un succès puisque plus de 410 tonnes ont été collectées. L'implication toute particulière des maisons de Champagne, n'est pas étrangère à ce bon résultat.

L'opération répondait à une forte demande, en particulier pour les souches arrachées dont, visiblement, les différents acteurs du vignoble ne savent que faire.

Le bilan environnemental est lui aussi très bon et a permis de conforter nos calculs théoriques. Le rapport entre l'énergie dépensée et l'énergie produite dans un contexte où la logistique n'était pas optimisée est de 8,5 %. Les émissions de carbone évitées sont, elles aussi, non négligeables. Il est encore possible d'améliorer ce bilan en limitant les transports qui sont, de loin sur cette opération, les plus énergivores (80 % des dépenses énergétiques). L'idéal serait de conditionner les bois (broyage + criblage) directement sur la plateforme de collecte et de les envoyer vers un point de valorisation situé à proximité.

Cette opération nous a aussi permis de caractériser le pouvoir calorifique des bois et d'analyser les

paramètres de combustion (fumées et cendres).

D'un point de vue technique, les bois issus des vignes apparaissent comme de bons combustibles. Nous retenons les éléments suivants :

- un taux de cendre relativement élevé qui augmente le coût d'exploitation d'une chaufferie collective car il faut envoyer de plus grandes quantités de déchet en centre d'enfouissement technique. Ce taux de cendres peut certainement être diminué en minimisant la part de particules fines présentes dans le broyat, soit par l'utilisation d'un autre type de broyeur, soit par un meilleur criblage.

- une teneur en silice importante qui peut provoquer une usure prématurée dans le cas d'une chaufferie collective par le biais des phénomènes d'abrasion. Ce taux de silice est essentiellement dû à la présence de terre sur les souches et à l'accumulation naturelle de cet élément dans les bois les plus âgés. Il sera difficile de s'affranchir complètement de cette caractéristique.

Au niveau des possibles nuisances locales, nous mettons en évidence quelques paramètres qui, tout en restant conformes à la réglementation, doivent attirer notre attention :

- un taux de poussières important dans les fumées dû encore une fois à la présence de particules fines dans le broyat. A ce niveau, il y a deux solutions pour agir : minimiser le taux de particules fines en amont et mettre en place une filtration adap-

tée en sortie de chaudière comme c'est déjà le cas pour les chaufferies biomasse en exploitation,

- une concentration en zinc importante dans les fumées. La majeure partie du zinc présente dans les fumées est sous forme particulière. Ici encore, la présence d'une filtration en sortie de chaufferie permettra d'abaisser ce taux,
- la présence dans les produits bruts de composés organo-halogénés pouvant conduire, en condition de combustion dégradée à la formation de dioxines. Dioxines que nous n'avons pas détectées lors des essais de combustion.

En conséquence, la valorisation énergétique des déchets ligneux viticoles ne devra s'effectuer que dans des installations «professionnelles», capables de maîtriser ces différents inconvénients. Par précautions, il sera conseillé de mélanger la biomasse viticole avec d'autres sources

d'approvisionnement comme par exemple les plaquettes forestières (dans une proportion voisine de 1/3 et 2/3).

Cette recommandation est également justifiée pour des raisons économiques puisque, malgré un bilan technique et écologique favorable, les comptes n'ont pu être équilibrés. Le renchérissement probable des énergies fossiles à moyen et long terme devrait toutefois rendre cette opération rentable...

Remerciements

Nous tenons à remercier :

- l'ensemble des vigneron et maisons de Champagne qui, par les apports réalisés sur la plateforme ont contribué à la réussite de l'opération,
- le président de section du SGV, le correspondant de l'AVC et le lycée viticole d'Avize pour leur précieuse collaboration.