

Coûts de production

4 Les cultures annuelles rivalisent avec les pérennes

La production d'énergie en agriculture passe par la mobilisation de tonnes de matière sèche qui contiennent de l'énergie, exprimée en mégawattheure (MWh). Les co-produits issus de l'agriculture, comme la paille de blé, génèrent par exemple un contenu énergétique pour un coût variant de 15 à 18 €/MWh. Qu'en est-il des cultures dédiées à la production de biomasse ?

Le coût de l'énergie produite par la biomasse agricole est directement issu du coût de production d'une tonne de matière sèche (MS). Celui-ci est calculé sur différents segments de la chaîne d'approvisionnement. Le coût « matière sur pied » recense les charges liées à la production de biomasse au champ (*encadré*). Le coût « bord de parcelle » intègre le coût de récolte et de regroupement en bord de champ selon que la biomasse est ensilée en vrac ou conditionnée en balles haute-densité. Le stockage de la biomasse en bout de parcelle ou sur l'exploitation est pris en compte dans le « coût stock intermédiaire ». Enfin, le « coût rendu usine » intègre les charges générées par l'acheminement de la biomasse jusqu'au site de transformation (*figure 1*).

La récolte de la biomasse peut être réalisée sous forme d'ensilage peu dense (130 kg/m³) ou en balles haute-densité (180 kg/m³).

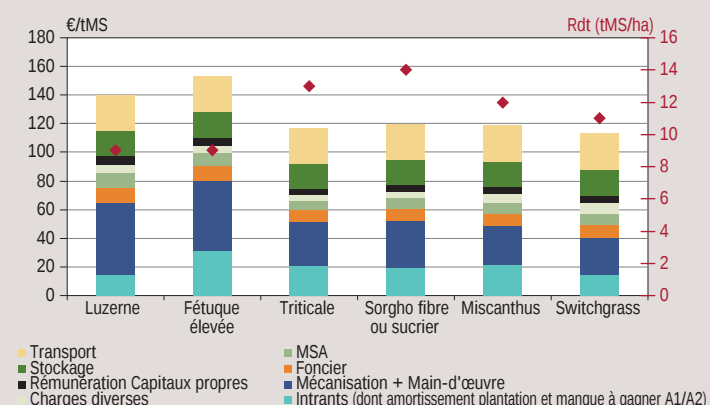


Des postes de charges dépendants des techniques de récolte

Les coûts de la biomasse ensilée « bord de parcelle » sont de 80 à 100 €/tMS. Le rendement est le premier facteur d'influence. Pour les cultures pérennes, ces rendements sont lissés sur la durée de production afin de prendre en compte l'année d'implantation et 2 ans de non production. Pour ces espèces, les charges de matériel végétal (2 500 €/ha hors

Quelles que soient les cultures, annuelles ou pérennes, les coûts d'entrée d'usine sont équivalents.

Figure 1: Rendements atteignables (tMS/ha) en zone adaptée et répartition du coût de production (€/tMS) rendu usine de différentes biomasses ensilées (pour une usine distante de 50 km).



Les postes mécanisation et main-d'œuvre représentent en moyenne le tiers des charges des cultures dédiées à la production de biomasse.

Les charges prises en compte

Comme sur céréales, la méthode des coûts complets a été appliquée ici avec une approche technique (amortissements basés sur l'utilisation réelle du matériel).

Tous les facteurs de production sont rémunérés pour calculer le « coût bord de parcelle » : intrants, mécanisation, main-d'œuvre, structure d'exploitation, capital et foncier.

Le coût « stock intermédiaire » intègre des charges de manutention (mécanisation et main-d'œuvre) et de stockage, calculées avec une assurance, une rémunération du stock, un amortissement des structures nécessaires et d'éventuelles charges variables (bâches, recyclage, sécurisation...). Le calcul du « coût rendu usine » s'est appuyé sur les coûts de transport évalués par le Comité National Routier.

plantation pour les rhizomes de miscanthus, 450 €/ha pour les semences de switchgrass) et de protection à l'implantation (herbicide, irrigation...) sont également lissées sur la durée de production.

Comme pour les céréales, les charges de mécanisation et de main-d'œuvre associée (y compris la main-d'œuvre familiale rémunérée) représentent plus du tiers de ce coût. Les espèces fourragères sont pénalisées par la fréquence de coupe qui fait augmenter les charges de récolte - conditionnement pour des quantités mobilisées parfois faibles pour une coupe.

La récolte sous forme d'ensilage en une seule opération est moins onéreuse qu'une récolte sous forme de balles et directement utilisable pour certaines valorisations. Le différentiel se comble ensuite sur les phases de stockage et de transport, nettement à l'avantage des balles. Le stockage de la biomasse varie de 10 à 20 €/t MS selon le conditionnement (vrac ou balles) et le mode

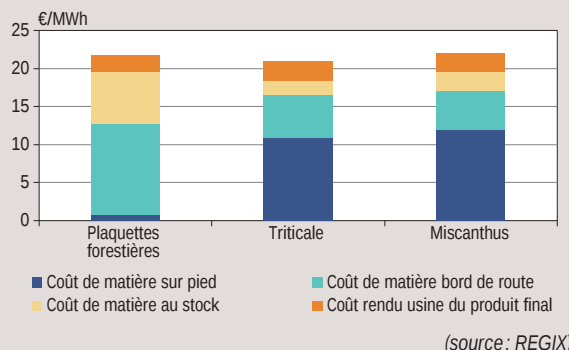
de stockage (air libre, sous bâche, sous abri...). Le stockage de balles s'élève en moyenne à 14 €/tMS pour une combinaison des modes de stockage sur l'année : air libre, bâche et sous abri.

De la matière sèche à l'énergie

En considérant un contenu énergétique moyen de 5 MWh/t MS, le coût de ces matières premières est de l'ordre de 23 €/MWh avec d'importantes variations selon les niveaux de rendement et les techniques de production. Les biomasses agricoles récoltées une seule fois dans l'année présentent les coûts les plus faibles - entre 20 et 22 €/MWh pour des balles par exemple, voire moins pour

23 €/MWh pour la biomasse agricole.

Figure 2: Coûts de production (€/MWh) comparés de biomasses agricoles et forestières.



Le coût de la matière sur pied est très différent pour les secteurs agricoles et forestiers, mais la mobilisation est beaucoup plus onéreuse pour la biomasse forestière.

le switchgrass. Ce dernier bénéficie d'un coût d'implantation plus faible (réparti sur plusieurs années) avec une productivité comparable aux autres espèces annuelles en zone adaptée.

Le conditionnement de la biomasse peut être un bon levier pour diminuer ces coûts. Les faibles écarts de masse volumique constatés entre une production en vrac et en balles encouragent à mobiliser de la biomasse en vrac, mais densifiée pour limiter les coûts de stockage et de logistique.

Plaquettes forestières Vs biomasse agricole

Pour des plaquettes forestières, les coûts recensés sur plus de 30 chantiers sont évalués à 22-23 €/MWh à moyen terme (figure 2). Ces coûts sont équivalents à ceux observés pour les biomasses agricoles et taillis à courte ou très courte rotation (voir article suivant). Les productions de matière sèche et de carbone de ces espèces sont également très proches.

Ces calculs devront être précisés pour chaque espèce afin de prendre en compte les contraintes locales de production : sol, climat, structure. Les résultats devraient permettre d'alimenter les réflexions sur les approvisionnements des divers projets déposés aujourd'hui. ■

Sylvain Marsac
ARVALIS-Institut du végétal
s.marsac@arvalisinstitutduvegetal.fr

Le coût moyen « bord de parcelle » varie de 80 à 100 €/tMS et le coût « rendu usine » de 110 à 130 €/tMS.

