

Journée technique

Dépendances vertes d'infrastructures : Quels enjeux, Quelles gestions, Quelles valorisations et pour quelle biodiversité ?

CARMEN : CARactérisation des HAP et des métaux dans les herbages fauchés en bord de route pour la METHanisation

Jeanne LENCAUCHEZ (AILE),

Isabelle ZDANEVITCH (INERIS), Christophe PINEAU (Cerema)

Objectifs de l'étude :

1. Apporter des informations sur les teneurs en contaminants (métaux lourds, hydrocarbures)
 - en fonction du niveau et type de trafic, de la météo (des teneurs dans les sols)
2. Étudier le comportement / le transfert des contaminants lors de la méthanisation (essais en pilotes)
3. Réaliser une analyse coût – bénéfice
 - comparaison entre le fauchage avec exportation / valorisation avec la fauche classique
4. Apprécier les risques liés au fauchage et à la valorisation
 - définir des apports maximum pour respecter en sortie les niveaux réglementaires (conformité du digestat à la norme NFU44051 par exemple)

Sommaire

- I. Sélection des territoires
 - II. Suivi des chantiers et protocoles mis en œuvre
 - III. Résultats des campagnes de prélèvement
 - IV. Etude coûts-bénéfices
- Conclusions

I - Sélection des territoires



Loudeac

RN164

7000 V/J

22 % PL

Méthaniseur

Les Sillons



Mayenne

RD32

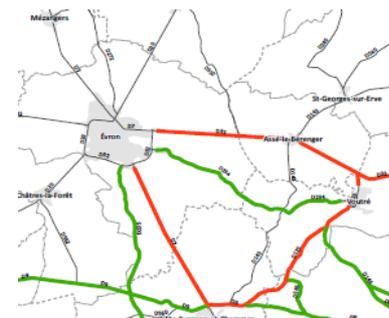
près d'Evron

4000 V/J

+ 400 PL

Méthaniseur

Ouda Energie



Routes à fort trafic

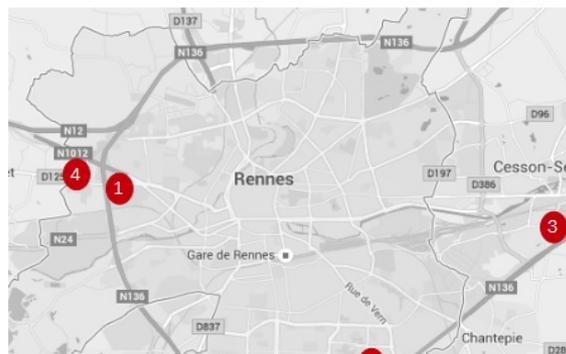
périphérique de Rennes, 4 zones :

>100.000, 80.000, 60.000, 40.000 V/J

8 à 10 % de PL

Pas de valorisation

Fauchage par broyage



I - Sélection des territoires - matériels



Matériel CD Mayenne



Matériels DIR Ouest



II Suivi des chantiers et protocoles mis en œuvre

- Suivi des chantiers : ramassage des indésirables, fauche, sécurité et transport
- Prélèvement d'herbes pour analyses
- Réalisation d'essais en pilote (mini méthaniseur)
- Prélèvements d'échantillons de sol
- Suivi de la longueur des brins
- Suivi de l'évolution de l'herbe au stockage
- Inventaire floristique

II Suivi des chantiers et protocoles mis en œuvre

ETM, HAP :

- 2016 : printemps, automne : **3 campagnes de prélèvements**
 - Herbes fauchées sur les 6 zones
 - Échantillons doublés ou triplés
- 2017 : printemps, sur 4 zones (Evron, Loudéac, R100 et R60)
 - Herbes (3) + sols (2), témoins herbes et sols (1)

Herbes pour essais en pilotes (50 litres) :

- 2016 : printemps, automne, sur zone R100

Métaux nobles (groupe platine) : automne 2016, R100

Micro-indésirables : Mayenne, Loudéac, R100, R60

II - Suivi des chantiers et protocoles mis en œuvre

Prélèvements et essais

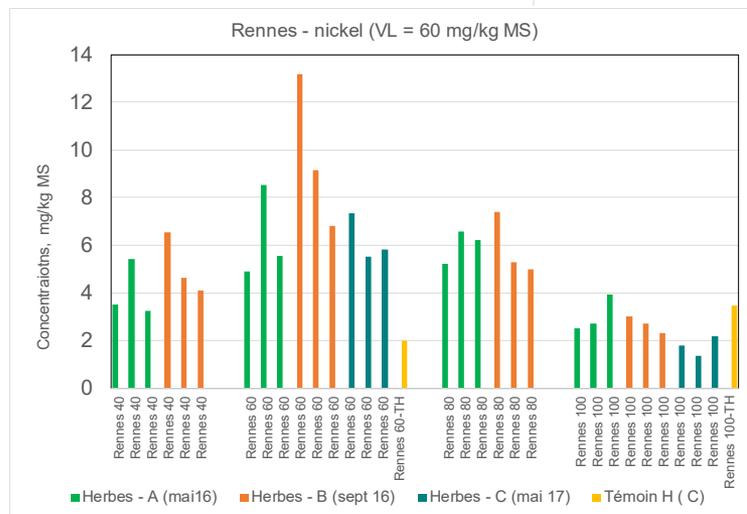
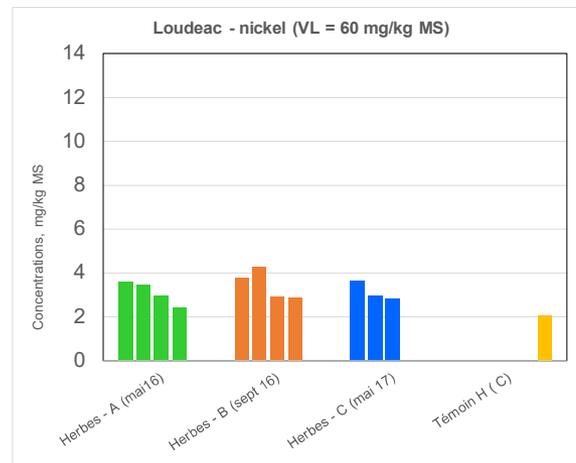
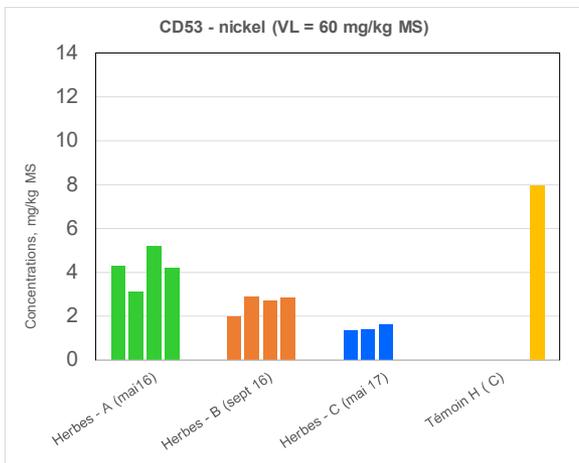


III - Résultats - Micro-indésirables

INDESIRABLES (% massique sur MS)		CD53 - campagne 1				Loudeac - campagne 1				Rennes - campagne 3		
Réf échantillon	VL NFU 4405	A-CD53-C1-E	A-CD53-C1-E	A-CD53-C2-E	A-CD53-C2-E	A-LD-C6-E	A-LD-C7-E	A-LD-C9-E	A-LD-C9-E	C-R-100	C-R-100	C-R-60
Films PSE > 5 mm	0,30%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54
Matières plastiques > 5 mm	0,80%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Métaux > 5 mm		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Verre > 5 mm		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cailloux - calcaire > 5 mm		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Matières plastiques entre 2 et 5 mm		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Métaux entre 2 et 5 mm		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cailloux-calcaire-verre entre 2 et 5 mm		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Verre compris entre 2 et 5 mm		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cailloux-calcaire entre 2 et 5 mm		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Verre et métaux > 2 mm	2%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fines < 2 mm		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Une seule analyse non nulle, herbe tondue sur la zone R60 : un morceau de polystyrène est passé dans la tondeuse

III - Résultats – ETM nickel (herbes)



III - Résultats – Conclusion ETM

Les teneurs en ETM des herbes sont basses comparées à la norme NF U 44-051

Les teneurs sont similaires entre échantillons des mêmes zones (y compris sur les 3 campagnes)

Quelques teneurs plus élevées (outil de coupe pour le chrome, contamination par de la terre sur 1 éch. de R60)

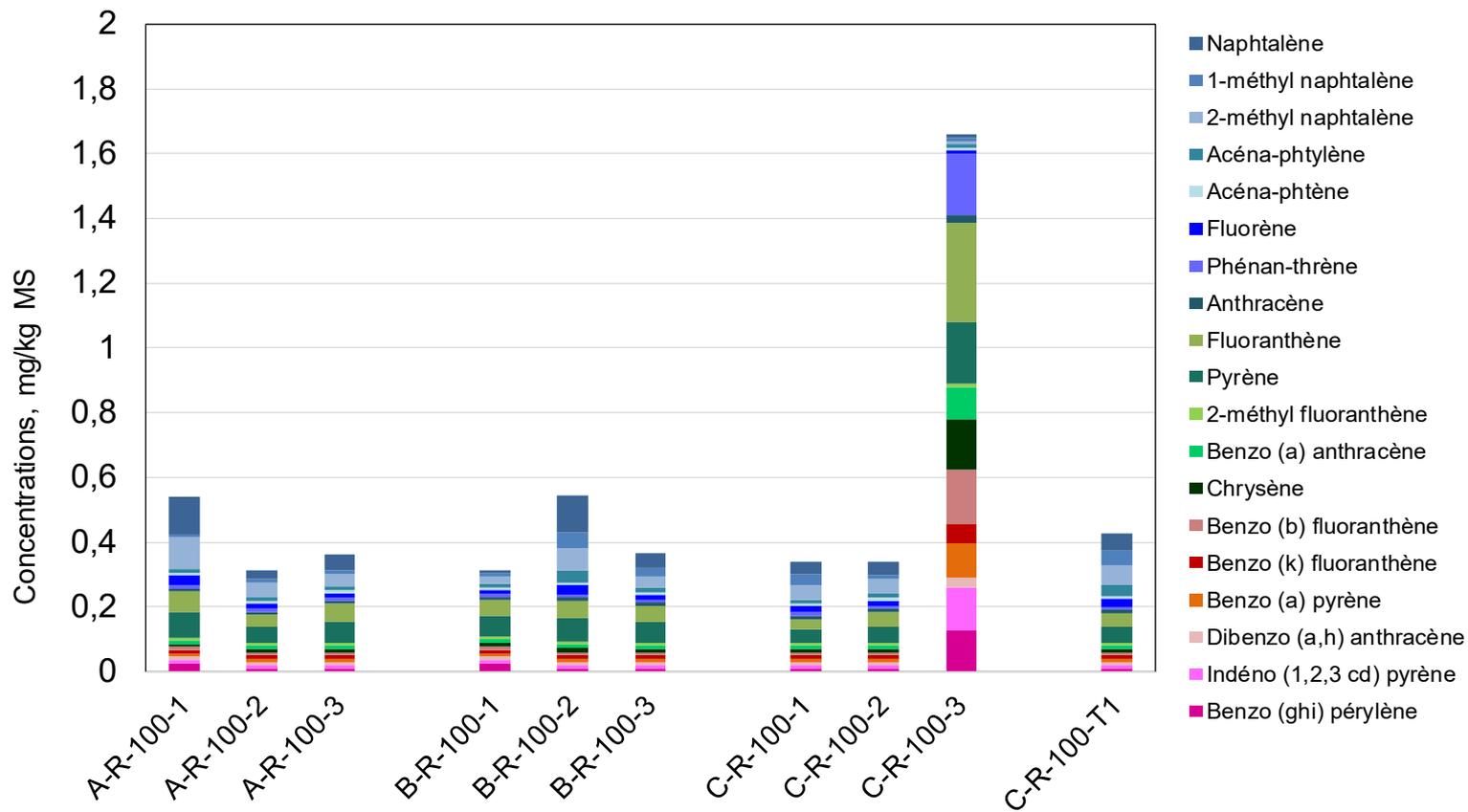
Il ne semble pas y avoir d'influence de la saison

Il n'y a pas de corrélation avec :

- le niveau de trafic (R100 semblable à Mayenne et Loudéac),
- les concentrations dans les sols

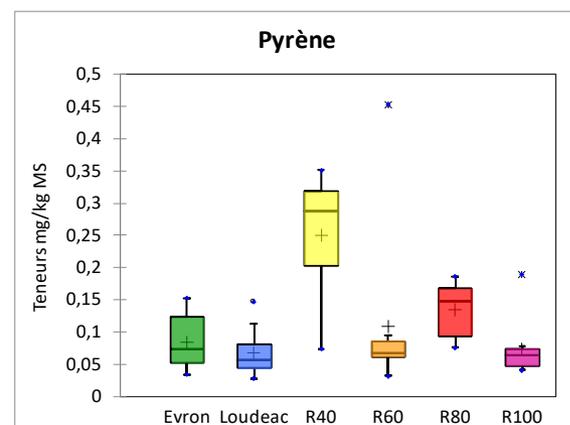
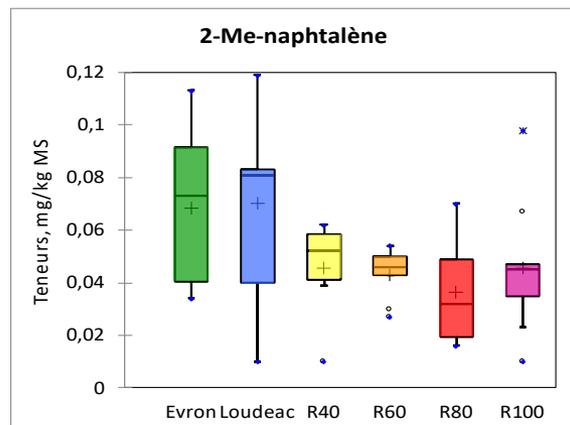
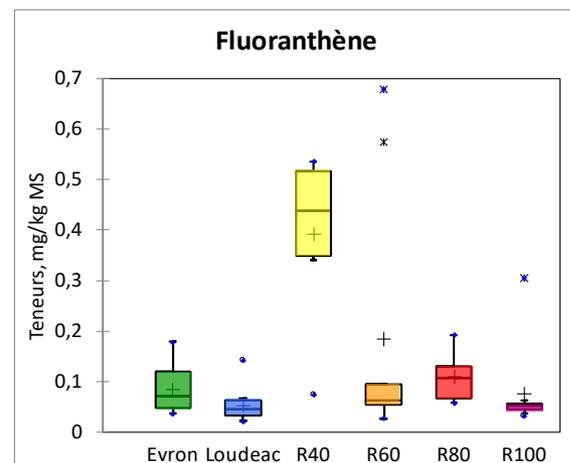
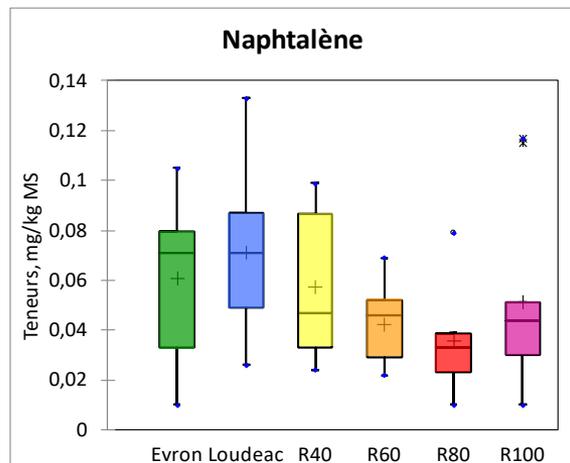
III - Résultats – HAP Rennes (100 000 v/j)

Ensemble des 19 HAP, Rennes 100 000 V/J



A : campagne 1, B : campagne 2, C : campagne 3. T : témoin

III - Résultats – Comparaison HAP / site



III - Résultats – Conclusion HAP

Comme pour les métaux :

- Teneurs basses (la somme des HAP est < 2 mg/kg MS)
- Pas d'influence de la saison
- Pas d'influence du niveau de trafic
- Pas de corrélation avec les teneurs dans les sols (très variables)

Les herbes montrent des HAP plutôt légers (transport à longue distance ?) alors que les sols montrent des HAP plus lourds

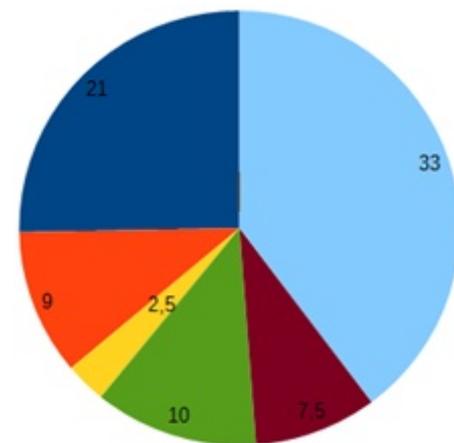
III - Résultats – Macro-indésirables

Mayenne : 660 kg de déchets collectés sur 280 km d'accotement

=> Rendement de **2,4 kg déchets/km***

Loudéac : rendement de **3,2 kg déchets/km***

83 kg de déchets ramassés sur 26 km, secteur Loudéac



- Plastiques
- Papiers-carton
- Métaux
- Bois
- Verres
- Déchets Véhicules

III - Résultats – Essais en pilote

Co-digestion d'herbes fauchées avec des effluents d'élevage

- Essais dans 3 pilotes de 60 litres, sur les campagnes de fauche de 2016 (printemps et automne)
- Echantillons : Rennes 100.000 véhicules/jour
- Mélange en proportions 25 %, 40 % et 50 % d'herbes avec du fumier / lisier de bovins ; réacteurs mésophiles (37°C)
- Campagne printemps : digestion en strates
- Campagne automne : digestion en mélange



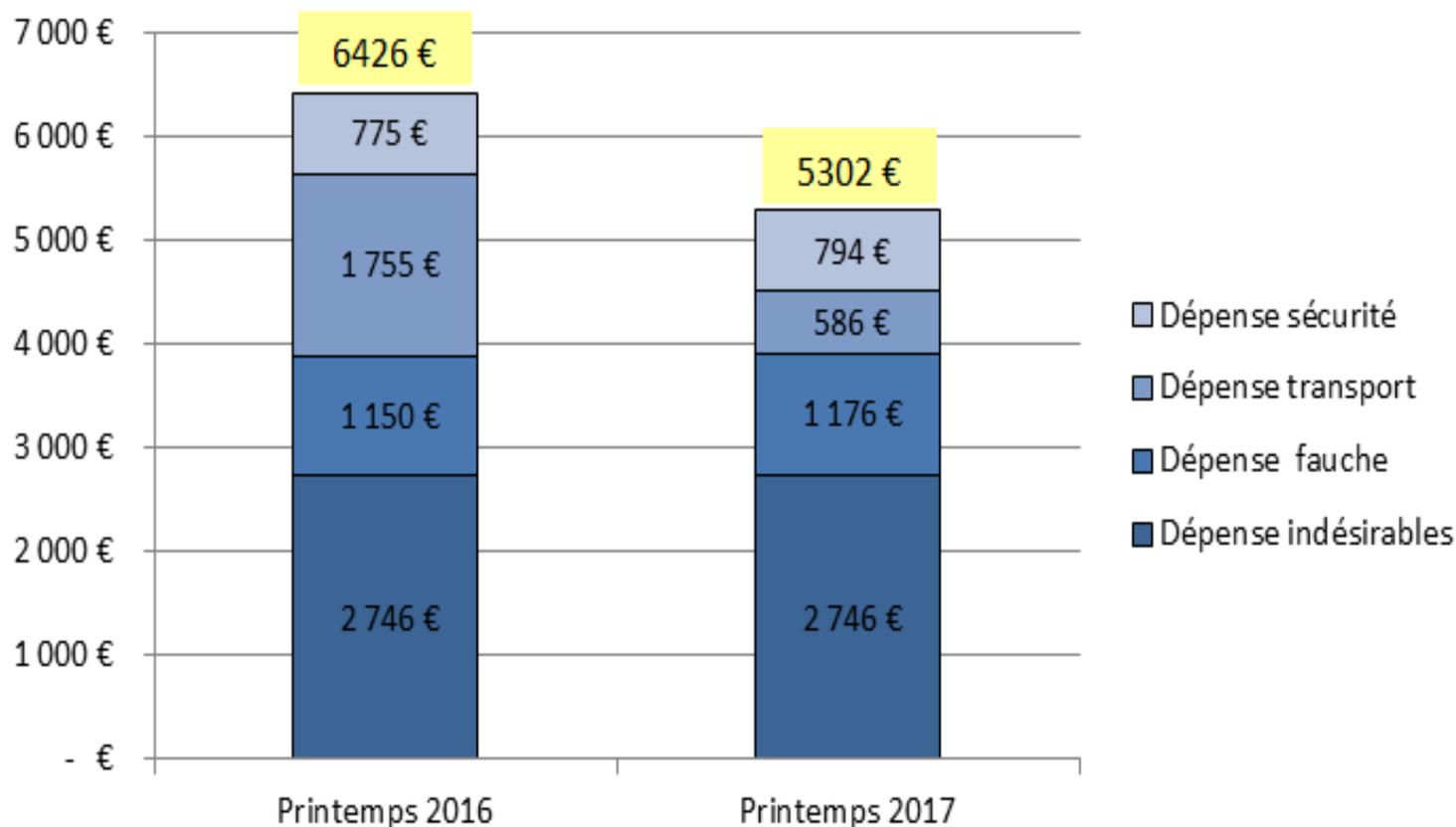
III - Résultats – Essais en pilote

- Pas d'impact de la présence des potentiels micropolluants sur la digestion anaérobie (concentrations faibles)
- Métaux davantage liés aux fumiers / lisiers (zinc) qu'aux herbes, HAP apportés par les herbes (faibles teneurs)
- Impact sur la production de méthane :
 - De la saisonnalité des substrats
 - De la capacité tampon de l'inoculum
 - De la composition de la recette de co-digestion (% herbe)
 - Du mode de remplissage des réacteurs, mélange ou strate

Recommandations : 25 % d'herbes maximum, attention au mélange

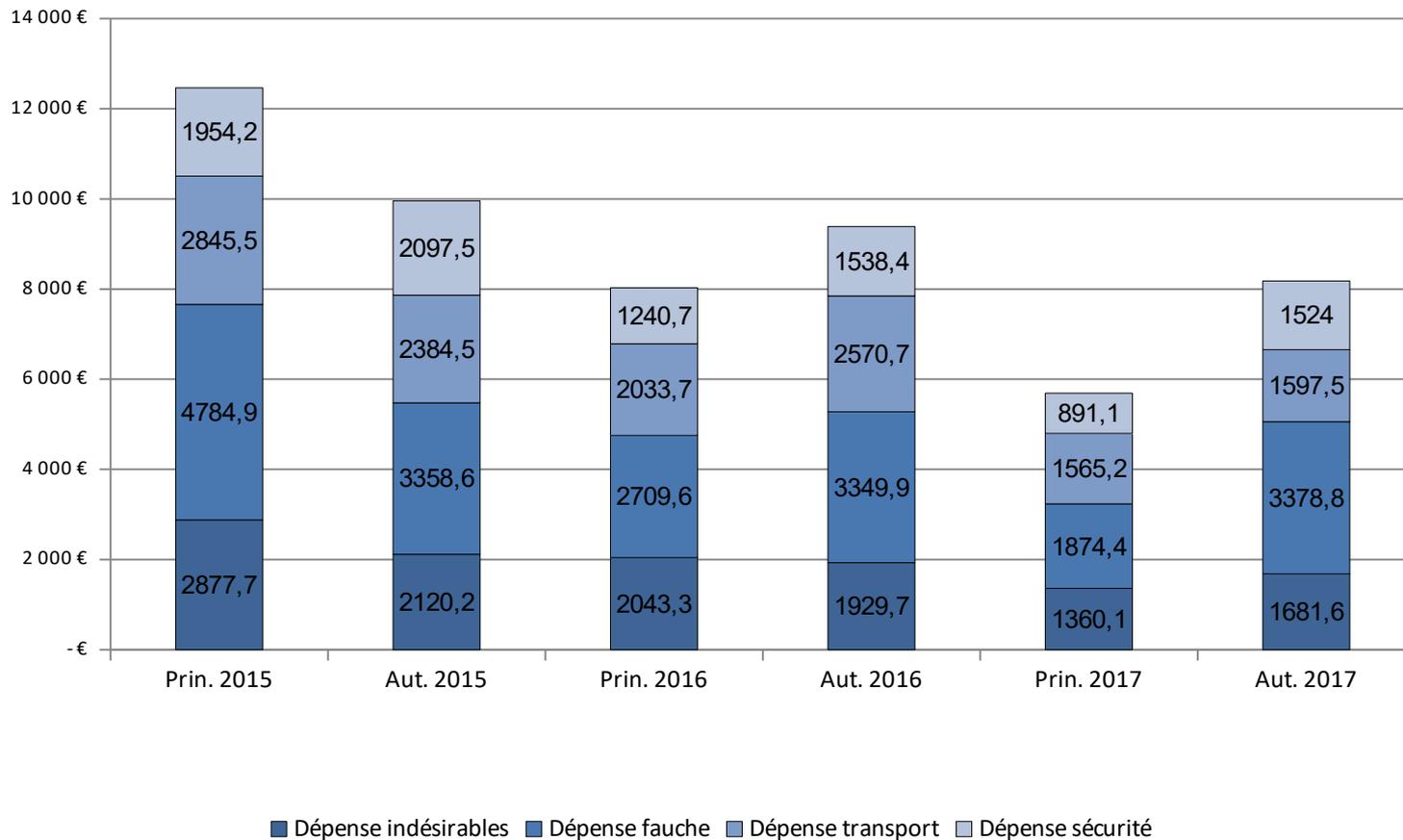
IV – Etude Coûts-Bénéfices – Bilan des coûts

Campagnes de printemps 2016 et 2017 en Mayenne (€/100 km*)



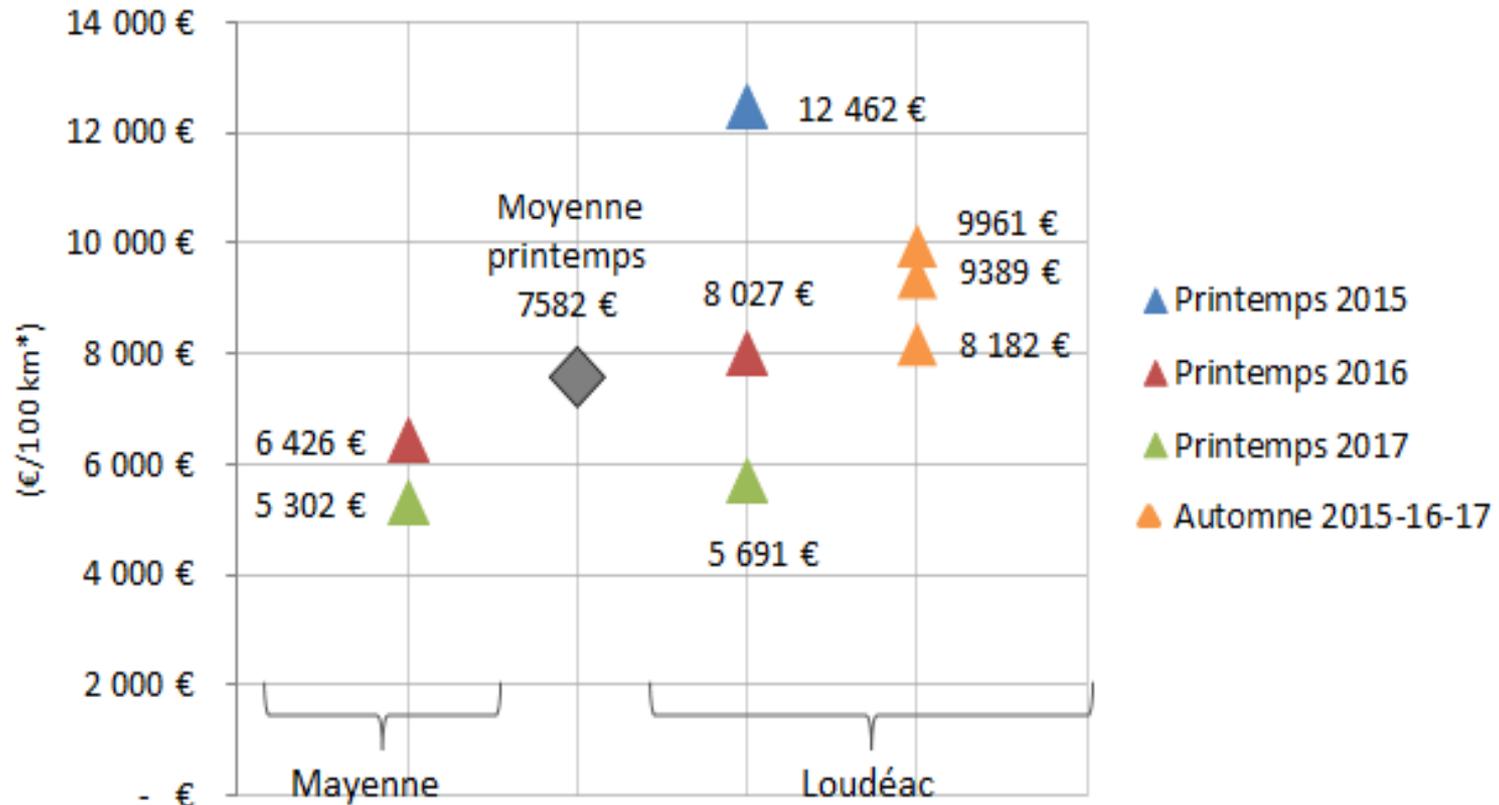
IV – Etude Coûts-Bénéfices – Bilan des coûts

Campagnes de printemps et été 2015, 2016 et 2017 sur Loudéac
(€/100 km*)



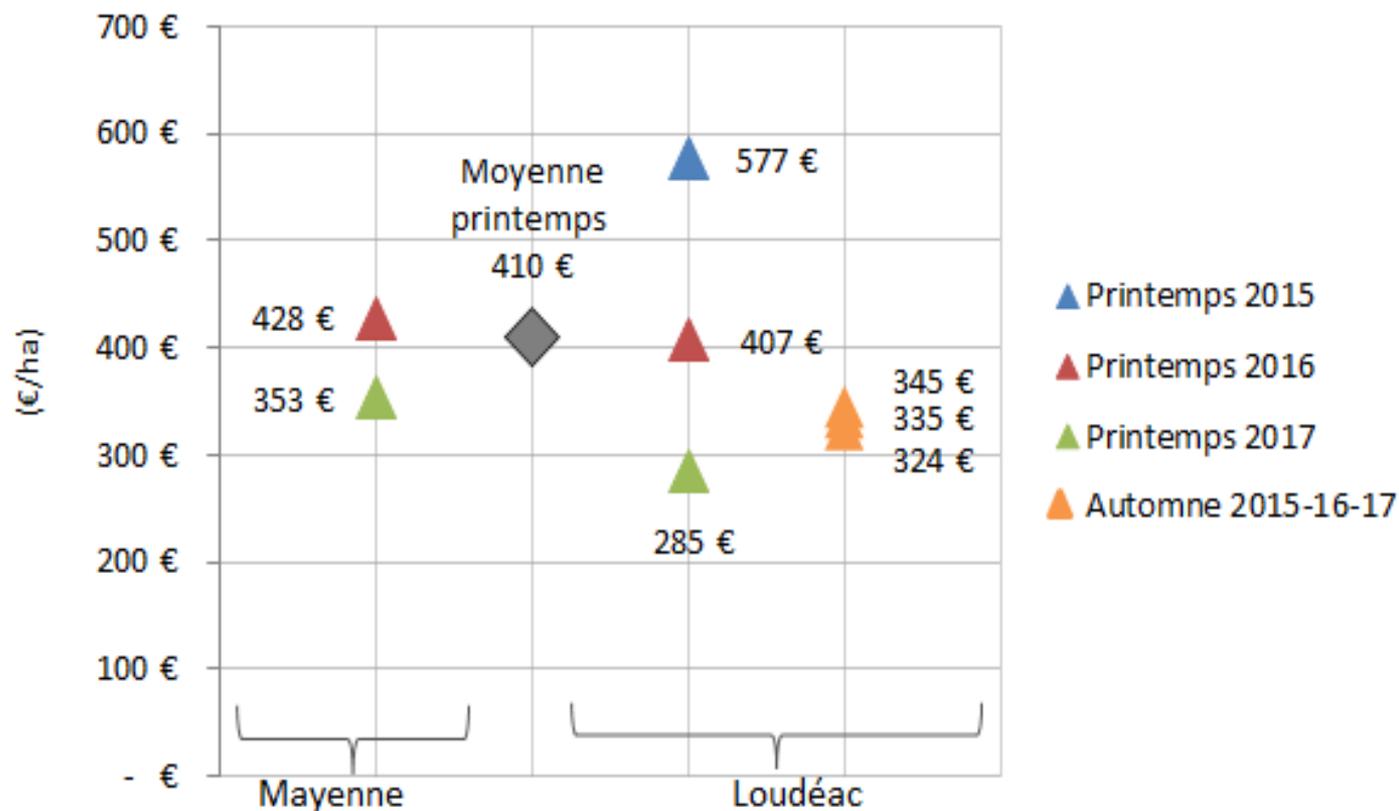
IV – Etude Coûts-Bénéfices – Bilan des coûts

Comparaison des coûts de chantiers totaux entre Mayenne et Loudéac
(€/100 km*)



IV – Etude Coûts-Bénéfices – Bilan des coûts

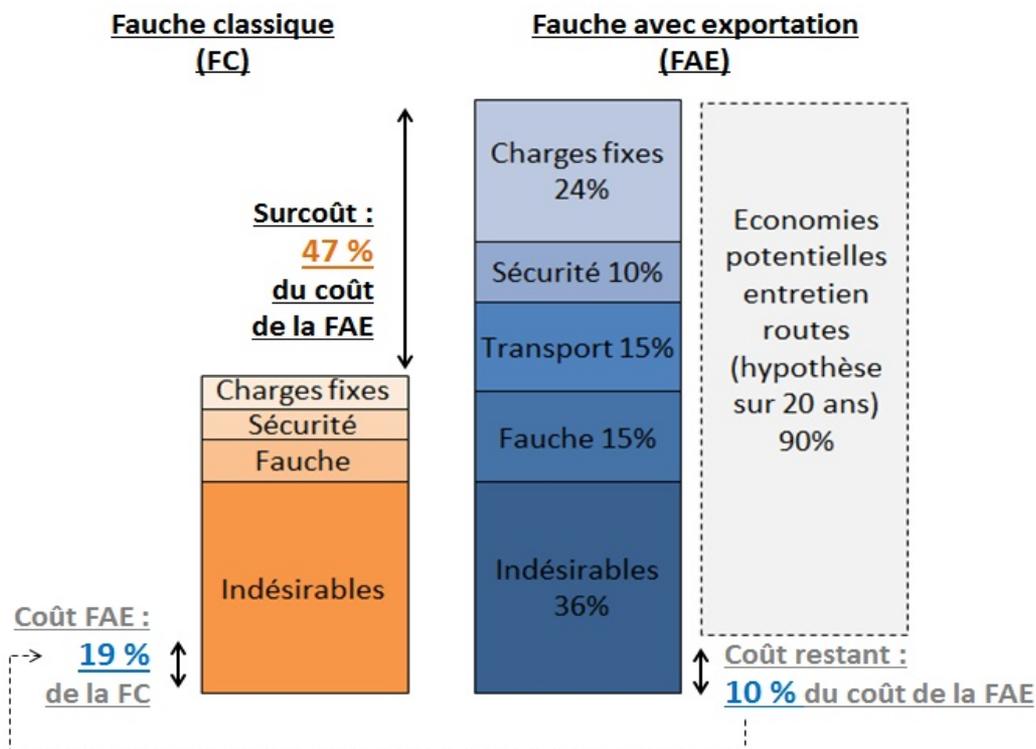
Comparaison des coûts de chantiers totaux entre Mayenne et Loudéac
(€/ha)



IV – Etude Coûts-Bénéfices – Bilan économique

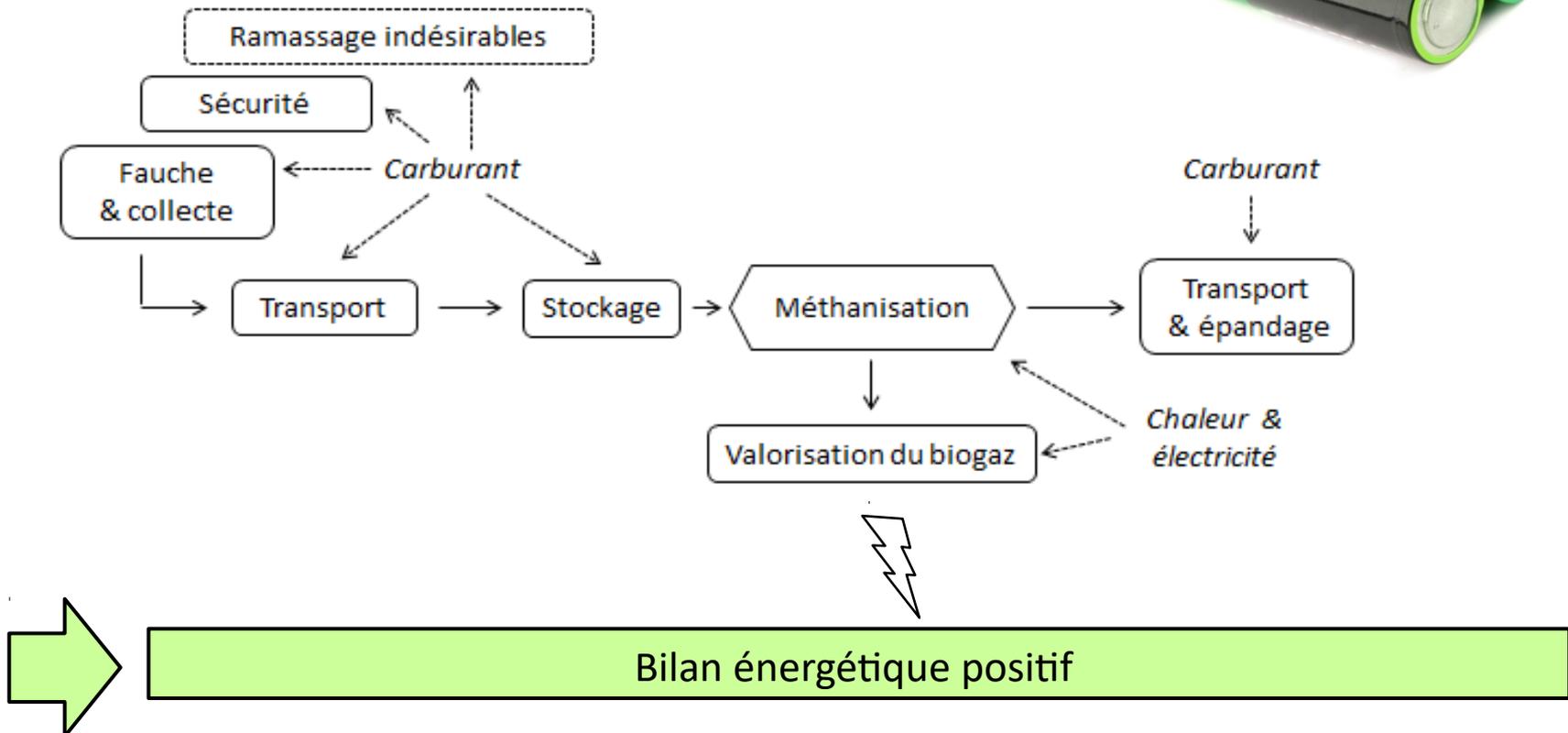


Synthèse, pour le Département de Mayenne, du surcoût du fauchage avec exportation par rapport à la fauche classique et aux économies potentielles qu'il peut influencer

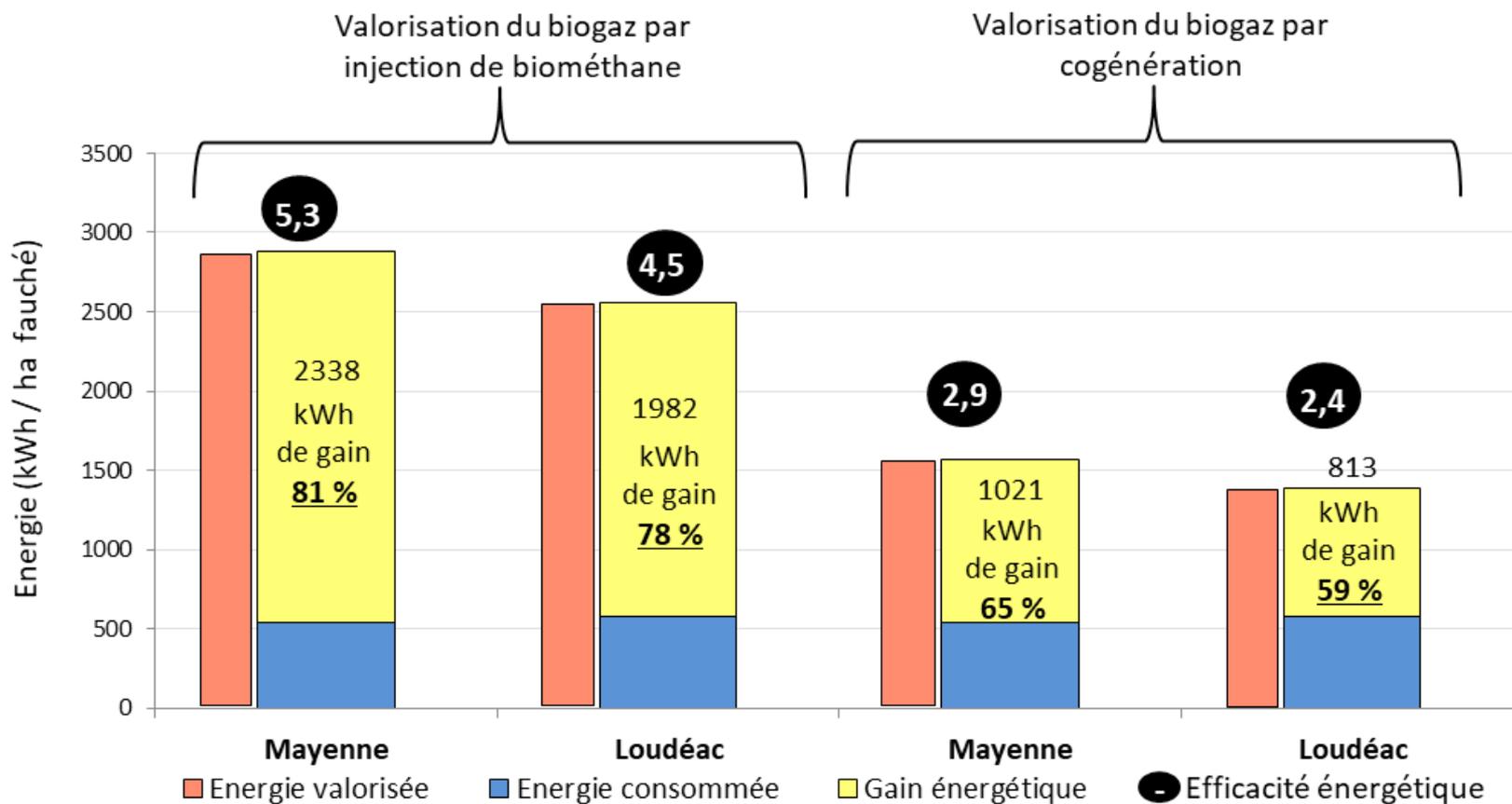


IV – Etude Coûts-Bénéfices – Bilan énergétique

Bilan énergétique



IV – Etude Coûts-Bénéfices – Bilan énergétique



Bilan environnemental



Bilan environnemental

Bilan Gaz à effet de serre :

Emissions de GES évitées

Lixiviation de l'azote :

Azote plus maîtrisable

Biodiversité :

Diversification des espèces végétales

Aspiration d'insectes?

IV – Etude Coûts-Bénéfices – Bilan sociétal



Bilan sociétal

Effet sur la main d'œuvre

Territoire

Agricole : complémentarité , non culture énergétique

Adhésion du grand public?

Et vous, qu'en pensez-vous?

Conclusions des analyses

Niveaux de contaminants faibles, permettant a priori la valorisation en méthanisation (attention cependant sur le zinc)

Pas de corrélation avec la densité de trafic : le site le plus chargé est un des moins contaminés

Pas d'influence nette de la météo (malgré des herbes plus ligneuses à l'automne)

Pas de micro-indésirables (verre, plastique...)

Points d'attention

Nettoyage préalable des déchets indispensable; attention aux longueurs de brins

La limitation de la quantité introduite dans le digesteurs est liée à la conduite du procédé et non aux teneurs en contaminants (- 25%)

Présence possible de sources de contamination absentes ici (industrie, combustion de bois...) nécessitant quelques analyses pour vérification

Conclusions générales

Intérêt du fauchage avec exportation et valorisation des fauches en méthanisation

Réduction de l'entretien des bords de route,
Apport de co-intrants en méthanisation et production d'énergie,
Réduction d'émissions de GES,
Meilleure maîtrise de l'azote,
Effets positifs sur la biodiversité ...

Les dépendances vertes constituent donc un potentiel intéressant de valorisation \pm mobilisables estimé à environ 1 à 3 millions de tonnes/an



Merci de votre attention

Auteurs : Jeanne Lencauchez, Isabelle Zdanevitch
jeanne.lencauchez@aile.asso.fr (02 99 54 63 23),
isabelle.zdanevitch@ineris.fr (03 44 55 63 90)

Rapport prochainement consultable sur le site Ademe