

LA PAILLE

CONCURRENCES ET COMPLÉMENTARITÉS DES USAGES
DU GISEMENT AGRICOLE EN ÎLE-DE-FRANCE



MAI 2018

41.18.11

ISBN 978 2 7371 2045 9



www.arenidf.org



ENERGIE CLIMAT
ARENE

IAU

ile de France

LA PAILLE

CONCURRENCES ET COMPLÉMENTARITÉS DES USAGES DU GISEMENT AGRICOLE EN ÎLE-DE-FRANCE

Mai / 2018

IAU île-de-France

15, rue Falguière 75740 Paris cedex 15
Tél. : + 33 (1) 77 49 77 49 - Fax : + 33 (1) 77 49 76 02
<http://www.iau-idf.fr>

Directeur général : Fouad Awada

Département Énergie Climat - ARENE : Christelle Insergueix, directrice de département

Étude pilotée par Louise Vaisman, chef de projet prospective et filières énergétiques

Avec la collaboration des rédacteurs Nicolas Dutreix, Barbara Pianu, Inès de Maisoncelle, Nomadéis

Maquette réalisée par Sophie Dolivet

N° d'ordonnancement : 41.18.11

Crédit photo de couverture : Bruno Raoux / IAU îdF

En cas de citation du document, merci d'en mentionner la source : Vaisman Louise / La Paille, concurrences et complémentarité des usages en Île-de-France / IAU îdF / 2018

Remerciements : Nous tenons à remercier particulièrement pour leur participation aux études « La paille, concurrences et complémentarités des usages du gisement agricole en Île-de-France » et « Le bois, concurrences et complémentarités des usages du gisements forestier en Île-de-France » :

Lilian Carpenè (ADEME), Pierre-Emmanuel Savatte (DRIAAF), Guillaume Derombise (Conseil Régional d'Île-de-France), Melpomène Delaune (Conseil Régional d'Île-de-France), Sylvain Ducroux (ONF), Guy Landmann (GIP ECOFOR), Alain Thivolle-Cazat (FCBA), Bruno Mary (INRA), Sabine Houot (INRA), Sylvain Marsac (Arvalis), Rémi Fortier (Chambre d'Agriculture de Seine-et-Marne), François Quagneaux (Chambre Interdépartementale d'Agriculture d'Île-de-France / CoforOuest), Luc Floissac (RFCP), Benoît Rougelot (COLLECTIF Paille), Stéphane Michel (Francilbois), Nermin Attia (Francilbois), Mathieu Gelan (Francilbois), Marie Loyaux (Pôle Industrie et Agro-Ressources), François Bourgeois (DRIEA), Marguerite Muhlhaus (DRIEE), Magali Castex (Grand Paris Aménagement), Laurence Lalanne (Conseil Départemental des Yvelines), Jean-Michel Portier (Conseil Départemental des Yvelines), Betty Houguet (Parc Naturel Régional de la Haute Vallée de Chevreuse), Annie Duparque (AgroTransfert), Marie-Laure Savouré-Guy (AgroTransfert), Tammouz Eñaut Helou (Fédération Nationale Entrepreneurs des Territoires).

Sommaire

Introduction	5
Pourquoi une étude sur les concurrences et complémentarités des usages de la ressource paille ?	5
La filière paille : présentation et enjeux	5
Objectifs de l'étude	6
Méthodologie	6
Surface de cultures : les données essentielles.....	7
1 - Des types de paille variés	7
2 - Les chiffres clés sur le territoire	7
Différents usages de la paille en Île-de-France et dynamiques d'évolution	9
1 - Valorisation agronomique des pailles	9
1.1 - Valeur organique et environnementale de la paille.....	9
1.2 - La mobilisation de la paille pour les besoins de l'élevage	9
1.3 - Quantifier le gisement supplémentaire durablement disponible de pailles.....	12
2 - Des usages en développement : valorisation matière et énergétique	12
2.1 - Valorisation matériau	12
2.2 - Chimie du végétal	14
2.3 - Valorisation énergétique de la biomasse	15
Mise en perspective des situations actuelles et tendances futures	18
Anticiper et prévenir les impacts du développement des filières.....	20
1 - Impacts environnementaux.....	20
1.1 – Qualité des sols	20
1.2 - Qualité de l'eau	22
1.3 – Biodiversité	23
1.4 - Qualité de l'air	24
2 - Concurrences potentielles avec les cultures alimentaires.....	24
3 - Pratiques et travail agricole	25
3.1 - Récolte des pailles	25
3.2 – Mobilisation des menues pailles	25
3.3 – Amendement organique	26
4 - Organisation des filières logistiques	26
Synthèse des enjeux et éléments de recommandations	28
1 - Disponibilité de la ressource	28
2 - Valorisation de la paille dans la construction.....	29
3 - Valorisation énergétique de la paille (agrocombustibles et méthanisation)	30

4 - Anticiper et prévenir les impacts du développement des filières sur le travail agricole et les filières logistiques	31
4.1 - Impacts environnementaux	31
4.2 - Pratiques et travail agricole.....	31
4.3 - Organisation des filières logistiques	31
Pistes de recommandations	31
Conclusion	32
Sigles et acronymes	33
Bibliographie	33
Liste des interlocuteurs sollicités	33

Introduction

Pourquoi une étude sur les concurrences et complémentarités des usages de la ressource paille ?



Ballots de paille
Crédit photo : IAU ÎdF / ARENE

La ressource en paille est aujourd'hui de plus en plus sollicitée dans les programmations territoriales.

Que ce soit pour la production d'énergie, via notamment le développement de la méthanisation, ou pour la construction en tant que matériau biosourcé, **la paille fait aujourd'hui l'objet de nombreuses réflexions au-delà de son usage agronomique et agricole.**

Le développement de ces différentes filières a une incidence sur les territoires et leur organisation mais aussi sur la gestion des ressources agricoles en elles-mêmes. Par ailleurs, chaque usage de la paille induit un certain nombre d'enjeux et d'impacts sur la conduite d'exploitation, les pratiques culturelles ainsi que sur la charge de travail de l'agriculteur.

Afin d'éviter un développement en silos de ces différentes filières, cette étude propose de faire un **panorama des usages actuels de la paille, des programmations existantes ainsi que des impacts du développement des filières énergétiques et matériaux biosourcés sur l'environnement** (qualité de l'eau, de l'air, des sols, biodiversité, etc.) **et sur le travail agricole** (gestion du temps, équipement, formation, pratiques culturelles, etc.). Elle vise notamment à mieux appréhender les impacts de ces filières à moyen-

long terme et à **davantage considérer la pression globale sur la ressource** avant de se lancer localement dans le développement d'une filière plutôt qu'une autre.

Par ailleurs, des recommandations à destination des collectivités y sont également formulées : ces dernières visent à indiquer **les leviers par lesquels les collectivités peuvent participer au développement concomitant de ces différentes filières en Île-de-France** aujourd'hui.

La filière paille : présentation et enjeux

La paille est un coproduit de la culture de certaines graminées **dites céréales** (blé, orge, avoine, seigle, etc.), **coupé lors de la moisson**. En 2013, la région Île-de-France comptait plus de 365 000 hectares de cultures de céréales, soit 30 % de sa superficie totale¹.

La paille est actuellement mise à profit pour différents usages, tels que **l'entretien des sols arables** (par l'enfouissement de la paille), **l'alimentation animale et le paillage**, **la valorisation sous forme de matériaux de construction et la valorisation énergétique.**

Si le marché de la construction paille est encore relativement limité, il connaît toutefois un engouement croissant, et tend aujourd'hui à devenir un système constructif courant. Jusque-là réalisées principalement en auto-construction et lors de chantiers participatifs, les constructions en paille sont de plus en plus proposées par les professionnels du bâtiment, une avancée notamment due à la parution des règles professionnelles de la construction paille. Les évolutions des techniques constructives et la réalisation de tests de résistance aux termites et au



Chaumes de blé après la récolte
Crédit photo : Stéphane Rossi / IAU ÎdF

¹ Agreste Île-de-France, 2015. Memento de la statistique agricole.

feu² ont également permis un emploi de la paille pour des Etablissements Recevant du Public (ERP).

Par ailleurs, les évolutions récentes du cadre réglementaire et stratégique relatif à la valorisation de la biomasse à des fins énergétiques font entrevoir **un potentiel d'accroissement de la mobilisation de la paille au cours des prochaines années**. Le Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie (SRCAE) de l'Île-de-France préconise ainsi de « procéder à l'identification des potentiels de développement de la filière biomasse »³, notamment concernant la paille, et de « soutenir les projets de chaufferie fonctionnant aux combustibles paille et culture énergétique en milieu rural, de manière raisonnable »⁴. Le SRCAE attribue de plus un rôle important à la ressource paille dans le développement de la filière régionale biomasse énergie, en soulignant que la paille pourrait constituer 26 % des ressources biomasse disponibles en Île-de-France à horizon 2015-2020, soit 223 kt/an⁵.

Objectifs de l'étude

Le développement des filières paille a une incidence sur la gestion des ressources agricoles en amont. Au vu des usages multiples des ressources paille en Île-de-France et de leurs évolutions à court et moyen terme, la coordination des différentes stratégies de valorisation de la biomasse représente un enjeu important afin d'assurer un développement des capacités et une gestion optimale des ressources, tout en prévenant les concurrences d'usages potentielles.

Méthodologie

Les informations restituées dans le présent rapport s'appuient sur une revue bibliographique approfondie (voir la liste des ressources bibliographiques) et sur la conduite d'entretiens qualitatifs auprès d'un panel d'experts et d'observateurs pertinents (cf. liste des interlocuteurs sollicités).

Les échanges avec les acteurs ont pris la forme d'entretiens semi-directifs. Des guides d'entretien adaptés en fonction des catégories d'acteurs ont été utilisés pour structurer les discussions. Le format d'entretien permettait donc d'aborder des sujets ciblés auprès de chaque catégorie d'acteur, tout en laissant aux interlocuteurs la liberté de réagir spontanément aux questions, ainsi que d'ajouter tout élément qui leur paraissait pertinent dans le contexte de l'étude. Il en a résulté une vraie richesse dans les



Blé

Crédit photo : Philippe Halle / IAU ÎdF / ARENE

points de vue exprimés et dans les analyses proposées.

² Le CSTB a notamment réalisé un essai incendie en 2009, et l'Institut Technologique Forêt Cellulose-Bois Ameublement (FCBA) de Bordeaux a réalisé un essai sur l'appétence vis-à-vis des termites en 2010.

³ Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie (SRCAE) de l'Île-de-France, p209

⁴ Ibid., p208

⁵ Ibid., p174

Surface de cultures : les données essentielles

1 - Des types de paille variés

La paille est un co-produit de la culture de céréales, oléagineux, et protéagineux, coupé lors de la récolte des grains. Différents types de paille peuvent être distingués :

- **Les pailles de céréales** : les cultures de céréales à pailles sont essentiellement du blé dur, du blé tendre, de l'orge, de l'avoine et du triticale ;
- **Les pailles d'oléagineux** : les cultures d'oléagineux sont essentiellement du colza et du tournesol ;
- **Les cannes de maïs** : les cannes de maïs sont le co-produit de la culture du maïs grain, constitué de la tige, des feuilles et des spathes⁶ de la plante récoltée ;
- **Les pailles de protéagineux** : les pailles de protéagineux proviennent essentiellement de la culture des féveroles et des pois.

Après le passage de la moissonneuse-batteuse, une fraction de la paille, difficilement mobilisable, est fréquemment laissée au champ :

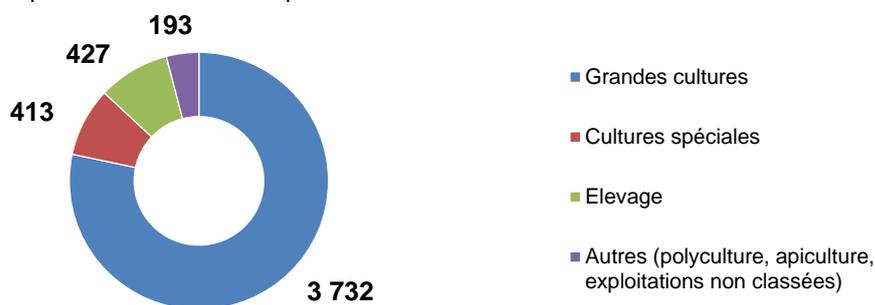
- **Les chaumes** : parties basses des tiges de paille, non coupées ;
- **La menue paille** : la menue paille est composée des débris des céréales à paille formés lors de la récolte (pailles hachées, balles, barbes, etc.) ainsi que les adventices présentes dans le champ. Des

projets tendent à se structurer autour de la valorisation des menues pailles. La rentabilité de la valorisation de cette ressource tend en effet à s'accroître, en lien avec la baisse du prix des outils de récupération, et la démonstration d'aménités positives liées à leur exportation de la parcelle (diminution du stock d'adventices, diminution du salissement des cultures et de l'utilisation de produits herbicides, voire d'autres produits phytosanitaires)⁷.

2 - Les chiffres clés sur le territoire

La surface agricole utile (SAU) occupe environ 49 % de la superficie de l'Île-de-France. Elle s'étend presque exclusivement dans les départements de la grande couronne, en Seine-et-Marne notamment. Chaque année près de 2 000 hectares de terres agricoles sont perdus du fait des pressions urbaines et de l'artificialisation des terres. Pour contrer les effets d'une trop forte urbanisation, **le Schéma directeur de la Région Île-de-France (SDRIF), adopté en 2012 prévoit de rendre inconstructibles 400 ha de terrains par an au profit de l'agriculture⁸.**

Selon le dernier recensement agricole de 2010, **la région a perdu plus d'une exploitation sur 5 en 10 ans** (5 000 exploitations étaient recensées en 2010, contre 6 500 en 2000). Le mouvement de



Répartition des exploitations agricoles par orientation technico-économique

Source : AGRESTE – Esea 2013.

Cultures spéciales : légumes, fleurs, pépinières

⁶ Les spathes de maïs sont des feuilles modifiées qui enveloppent et protègent l'épi du maïs.

⁷ Source : Entretien réalisé avec Arvalis.

⁸ Conseil Régional d'Île-de-France. Agriculture et espaces ruraux. Juillet 2016.

	Seine-et-Marne	Yvelines	Essonne	Val-d'Oise	Île-de-France
Total céréales	217 715	55 860	54 955	35 465	365 040
<i>dont blé tendre</i>	<i>139 620</i>	<i>38 830</i>	<i>34 410</i>	<i>25 520</i>	<i>239 230</i>
<i>blé dur</i>	<i>730</i>	<i>540</i>	<i>1 150</i>	<i>10</i>	<i>2 430</i>
<i>orge d'hiver</i>	<i>22 900</i>	<i>7 500</i>	<i>6 200</i>	<i>2 715</i>	<i>39 350</i>
<i>orge de printemps</i>	<i>23 000</i>	<i>2 680</i>	<i>8 900</i>	<i>1 080</i>	<i>35 740</i>
<i>maïs</i>	<i>28 600</i>	<i>5 470</i>	<i>3 510</i>	<i>5 815</i>	<i>43 470</i>
<i>avoine</i>	<i>1 840</i>	<i>340</i>	<i>130</i>	<i>225</i>	<i>2 540</i>
Total oléagineux	43 855	15 835	13 960	6 780	80 640
<i>dont colza</i>	<i>41 900</i>	<i>15 620</i>	<i>13 160</i>	<i>6 740</i>	<i>76 877</i>
<i>tournesol</i>	<i>1 550</i>	<i>150</i>	<i>660</i>	<i>10</i>	<i>2 370</i>
Total protéagineux	14 200	2 175	2 370	1 310	20 055
<i>dont féveroles</i>	<i>11 670</i>	<i>940</i>	<i>515</i>	<i>750</i>	<i>13 875</i>
<i>pois</i>	<i>2 530</i>	<i>1 230</i>	<i>1 840</i>	<i>560</i>	<i>6 160</i>
Total grandes cultures (avec betteraves et pommes de terre)	307 341	75 551	77 358	50 079	511 799
Surfaces agricoles utiles des exploitations agricoles d'Île-de-France	336 100	88 660	84 170	57 470	568 320

Surfaces de culture de céréales, oléagineux, et protéagineux en Île-de-France en 2014.

Source : Agreste, Mémento de la statistique agricole, Décembre 2016.

baisse des exploitations s'est cependant ralenti entre 2000 et 2010 (-28 %) par rapport à la période 1988 – 2000 (-33 %).

La forte baisse du nombre d'exploitations et le relatif maintien de la surface agricole utile (SAU) s'explique par la **forte augmentation de la taille des exploitations** (la surface moyenne est aujourd'hui de 112 ha, soit une hausse de 26 % en 10 ans).

Le paysage agricole francilien est dominé par les grandes cultures (78 % des exploitations et 90 % de la SAU).

La culture des céréales mobilise une grande partie de la SAU francilienne (environ 64 % en 2014). Le **blé tendre** représente près de 42 % de la SAU, viennent ensuite le **colza** (14 %) et le **maïs** (8 %).

Le **département de la Seine-et-Marne** a un poids particulièrement important puisqu'il correspond à près de 60 % de la SAU des exploitations agricoles d'Île-de-France.



Crédit photo : Stéphane Rossi / IAU ÎdF

Différents usages de la paille en Île-de-France et dynamiques d'évolution

1 - Valorisation agronomique des pailles

1.1 - Valeur organique et environnementale de la paille

Les pailles sont aujourd'hui majoritairement restituées au sol afin de préserver la fertilité des sols, directement ou sous forme de fumier (de manière marginale en Île-de-France)⁹. En effet, la restitution des résidus de cultures est une source importante de matière organique pour les sols. Or de nombreuses fonctionnalités des sols reposent sur leurs statuts organiques (quantité de matière organique, répartition, nature, etc.).

1.1.1 - Le rôle agronomique des matières organiques¹⁰ (MO)

Les matières organiques jouent un rôle très important sur le plan agronomique. Dans le sol, elles connaissent une transformation biologique qui conduit à leur minéralisation. Cette réaction, réalisée par des micro-organismes décomposeurs (bactéries et champignons), libère des éléments minéraux nutritifs comme l'azote, le phosphore ou le soufre. Les matières organiques participent également au maintien de la fertilité physique des sols en améliorant leur structure et leur stabilité. Leur statut hydrique est également renforcé par les matières organiques qui augmentent la macroporosité et favorisent l'infiltration de l'eau. Enfin, elles sont la ressource trophique des organismes vivants du sol et soutiennent l'activité biologique.

1.1.2 - Les atouts environnementaux des matières organiques¹¹

Les matières organiques apportent également de nombreux bénéfices environnementaux. Elles préviennent les risques d'érosion des sols en diminuant la sensibilité à la battance. De plus, la matière organique permet aux sols de stocker une

grande quantité de carbone (deux à trois fois plus que dans l'atmosphère).

1.1.3 - Différents facteurs impactent le statut organique des sols¹²

La quantité de résidus de culture restitués n'est pas le seul levier pouvant contribuer à stocker de la matière organique dans le sol. Il est possible d'augmenter les entrées de carbone via des produits exogènes, tels que le fumier ou le compost.

L'évolution du stock de carbone organique des sols provient de l'équilibre entre le flux d'entrée (les apports de MO fraîches au sol) et le flux de sortie par minéralisation. La vitesse de la transformation biologique de la matière organique joue donc un rôle conséquent sur les flux de sortie. Or, elle dépend largement des facteurs suivants :

- Les types de sols ;
- Les conditions pédoclimatiques ;
- Les systèmes de cultures et d'exploitation (types de cultures, rotations culturales, travail du sol, etc.).

Certaines pratiques issues de l'agriculture productiviste, notamment dans les zones de grandes cultures (majoritaires en Île-de-France), ont contribué à la perte de la matière organique et à l'appauvrissement de la diversité biologique. Même si ces pratiques ne sont pas forcément liées à la gestion des résidus de culture, l'exportation de la paille est à envisager avec précaution et doit être définie au cas par cas.

1.2 - La mobilisation de la paille pour les besoins de l'élevage

Lorsqu'elle est récoltée, la paille est mise en **andains (petits amas de paille)**. Ensuite, selon l'usage et le matériel dont l'agriculteur dispose, la **paille peut être formée en balles rondes ou**

⁹ Panorama des coproduits et résidus biomasse à usage des filières chimie et matériaux biosourcés en France – Septembre 2015 – Etude réalisée pour le compte de l'ADEME par Tech2Market, FRD et CVG.

¹⁰ Retour au sol des matières organiques nécessaires à leur maintien en état en sols agricoles – GIE Arvalis/Onidol – Juillet 2007

¹¹ Carbone organique des sols – L'énergie de l'agro-écologie, une solution pour le climat - ADEME

¹² Chenu C., Klumpp K., Bispo A., Angers D., Colenne C., Metay A. Stocker du carbone dans les sols agricoles : évaluation de leviers d'action pour la France.

Cheptels	2011	2012	2013	2014
Bovins	29 602	29 412	29 112	28 416
Ovins	11 489	11 251	10 918	10 814
Caprins	2 262	2 140	2 117	2 111
Porcins	7 824	7 724	7 527	7 428
Total	51 177	50 527	49 674	48 769

Évolution du cheptel francilien entre 2011 et 2014

Source : Agreste, statistiques agricoles annuelles.

travaillée par pressage pour former des balles rectangulaires très denses, qui sont plus adaptées au stockage et au transport. Certaines expériences de granulation de la paille au champ commencent également à se structurer¹³.

1.2.1 - Les besoins de paille pour l'élevage

Actuellement, la paille qui n'est pas laissée au sol et qui est récoltée est majoritairement destinée aux besoins de l'élevage et **transformée en litière animale**. Il s'agit pratiquement exclusivement de pailles de céréale, les pailles de colza ou de protéagineux étant valorisées plus ponctuellement¹⁴.

La restitution au sol peut tout de même avoir lieu sous forme de fumier, qui permet d'ailleurs un apport plus conséquent de matières organiques en combinant pailles et déjections animales. La valeur agronomique du fumier est cependant très variable en fonction des cheptels exploités, du logement des animaux, du niveau du paillage, de la durée du stockage, etc.¹⁵

D'après le recensement agricole de 2010, le cheptel francilien ne représentait que 0,2 % du cheptel français. Il était constitué principalement de bovins et de volailles. Le cheptel francilien a reculé entre 2000 et 2010, une dynamique qui s'est poursuivie entre 2011 et 2014 (cf. Tableau précédent). En parallèle, une dynamique de concentration des cheptels dans les grandes exploitations a également été observée.

Avec un peu **plus de 8 000 têtes, le cheptel équin** des exploitations agricoles d'Île-de-France a légèrement progressé entre 2000 et 2010 (+ 5 %)¹⁶.

D'après l'Institut Français du Cheval et de l'Équitation, la quantité moyenne de fumier est

d'environ 12 tonnes par an et par cheval, la paille étant la matière première la plus utilisée pour les litières¹⁷. Un cheval adulte utiliserait ainsi entre 13 et 17 kilos de paille par jour.¹⁸ **La filière équine est donc une filière non négligeable de valorisation de la paille en Île-de-France.** Dans cette région, les centres équestres sont très concentrés autour des pôles urbanisés, ce qui limite les opportunités de retour des fumiers aux champs. Auparavant, le principal débouché trouvé pour le fumier de cheval dans les milieux urbain était la valorisation en champignonnières. Or, cette filière connaît une forte régression depuis une dizaine d'années. Les charges des centres pour l'élimination du fumier ont, par conséquent, considérablement augmenté. De plus, le stockage du fumier peut être à l'origine de nuisances pour le voisinage. Le Conseil du Cheval francilien identifie ainsi que de nouvelles voies de valorisation comme le compostage, la combustion ou la méthanisation des fumiers permettraient d'apporter des solutions à ces difficultés¹⁹.

1.2.2 - Les échanges paille-fumier

Comme l'élevage est minoritaire en Île-de-France, les systèmes céréaliers ne bénéficient pas forcément des effluents pour l'amendement de leur sol. **Un échange paille-fumier est donc envisageable entre éleveurs et céréaliers.** Les collectivités mettent d'ailleurs à disposition des agriculteurs de la documentation pour encourager ce commerce gagnant-gagnant. Des contraintes logistiques, administratives ou économiques (distance des zones excédentaires, coût du transport, réglementation, etc.) peuvent toutefois constituer des freins au développement de ces échanges.

¹³ RMT Biomasse et Territoire, Janvier 2017. Actes du colloque. Optimiser les filières biomasse : Quels outils pour réduire les charges logistiques ?

¹⁴ Panorama des coproduits et résidus biomasse à usage des filières chimie et matériaux biosourcés en France – Septembre 2015 – Etude réalisée pour le compte de l'ADEME par Tech2Market, FRD et CVG.

¹⁵ Chambre d'agriculture des Deux Sèvres, 2010. Comment mettre en place un échange paille-fumier (ou autres déjections) ?

¹⁶ Agri'Conjoncture Île-de-France, Octobre 2013. *Élevage en Île-de-France : bovins et volailles représentent les trois-quarts du cheptel.*

¹⁷ Il est à noter que certains centres équestres commencent à se tourner vers le miscanthus, qui présente certains avantages vis-à-vis de la paille (faible appétence, moindre production de poussières notamment).

¹⁸ CETIAT, 2008. *Faisabilité de la combustion du fumier de cheval.*

¹⁹ Conseil du Cheval, Île-de-France, Mars 2016. *Étude économique de la filière équine en Île de France.*

La calculette d'échange Paille – Fumier d'Arvalis

Arvalis - Institut du végétal a développé un outil simple et gratuit pour calculer les équivalences entre la paille et le fumier et faciliter les échanges entre les éleveurs et les céréaliers. Grâce à cet outil, les deux parties peuvent mener une négociation objective et équilibrée. La calculette mesure non seulement la valeur fertilisante des coproduits mais propose également une approche économique globale qui prend en compte les charges de mécanisation, de transport et de main-d'œuvre.

Pour plus d'information : <http://www.paille-fumier.arvalis-infos.fr/index.php>

Compte tenu de l'évolution du cheptel francilien, l'usage de la paille pour la litière animale ne devrait pas progresser dans les années à venir. Il est très difficile cependant d'évaluer les flux d'échanges paille-fumier avec d'autres zones excédentaires, ce qui pourrait quelque peu compenser cette tendance.

En 2014, l'ADEME et FranceAgrimer ont initié une étude pour que l'évaluation des flux interrégionaux et même internationaux de biomasse soit prise en compte dans la quantification réalisée par l'Observatoire National des Ressources en Biomasse²⁰. Selon cette étude, les données actuellement disponibles ne permettent pas l'évaluation précise des flux interrégionaux de biomasse agricole et notamment des résidus de culture.

1.2.3 - L'utilisation de la paille pour l'alimentation animale

Les pailles sont composées essentiellement de parois végétales (entre 60 et 85 % de la matière sèche), et sont donc peu digestibles²¹. De plus, elles sont très carencées en éléments minéraux (notamment en soufre et en oligo-éléments) et sont pauvres en vitamines. La valeur nutritive des pailles est, par conséquent, très faible et variable. C'est pourquoi elles sont utilisées de façon très marginale pour l'alimentation animale (en période de sécheresse notamment).



Crédit photo : Christian Lebon / IAU ÎdF

Présentation de deux outils de simulation à long terme de l'évolution des teneurs et stocks de carbone dans les sols

L'outil SIMEOS-AMG : guider les décisions des agriculteurs pour une meilleure gestion de l'état organique des sols à long terme

L'outil SIMEOS-AMG (SIMuler l'évolution de l'Etat Organique des Sols) a été développé afin de simuler l'évolution des teneurs et stocks en matière organique du sol sous l'effet des pratiques culturales et des conditions pédoclimatiques et de visualiser rapidement l'effet d'un changement de pratiques sur le statut organique du sol, à moyen ou long terme.

Cet outil est proposé aux agriculteurs, conseillers et techniciens agricoles, en vue d'un accompagnement individuel ou en groupes. Une version de démonstration de l'outil est accessible librement à l'adresse suivante : www.simeos-amg.org.

L'outil Cartofa - Cartographie dynamique par département des gisements français de biomasse forestière et agricole

Cartofa est un outil d'évaluation des ressources en pailles et des cultures agricoles dédiées réalisé par le GIE GAO. L'outil Cartofa évalue :

- Le gisement total de biomasse sur pied, en couplant surfaces et rendement ;
- Le gisement techniquement récoltable, en tenant compte des pertes à la récolte (menues pailles, chaumes, racines, etc.) ;
- Le gisement techniquement récoltable durablement disponible, en prenant en compte :

* Les besoins de l'élevage - paramètres définis en concertation avec l'Institut de l'élevage ;

* La fréquence d'exportation des pailles pour maintenir la fertilité des sols. Ce périmètre est défini à l'échelle du canton, en fonction du type de sol considéré, et de l'historique des successions culturales.

Concrètement, Cartofa aboutit à la réalisation de cartes de disponibilité agricole (à l'échelle du canton). Le fait que certains gisements soient estimés négatifs dans certaines régions (reflétant des besoins supplémentaires aux disponibilités) n'exclut pas la présence d'opportunités plus locales de mobilisation de la paille. Il est par ailleurs à noter que le projet Cartofa ne tient pas compte des échanges de paille entre exploitations agricoles.

²⁰ ADEME, FranceAgrimer, Janvier 2014. *Étude de faisabilité pour l'évaluation des flux de matière de biomasse.*

²¹ Fiche n°1 : Coproduits riches en ligno-cellulose / Pailles de céréale - Comité national des Coproduits, ADEME

1.3 - Quantifier le gisement supplémentaire durablement disponible de pailles

Plusieurs modèles ont été développés afin de simuler à long terme l'évolution des teneurs et stocks de carbone dans les sols en fonction de l'occupation du sol et des pratiques culturales appliquées, en fixant notamment des hypothèses relatives à l'exportation des pailles de la parcelle.

Le modèle de calcul de bilan humique AMG (du nom de ses auteurs : Andriulo, Mary, Guérif), mis au point en 1999 par l'INRA de Laon a notamment servi de base au développement de deux outils informatisés d'aide à la décision :

- **L'outil SIMEOS-AMG**, développé dans le cadre du projet régional GCEOS par Agro-Transfert Ressources et Territoires et l'INRA, en partenariat avec le Laboratoire Départemental d'Analyses et de Recherche et d'autres organismes partenaires en région Picardie ;
- **L'outil CARTOFA**, développé par le GIE GAO (constitué de Terres Univia, ARVALIS – Institut du végétal, et Terres Inovia) pour la cartographie dynamique par département des gisements français de biomasse forestière et agricole.

2 - Des usages en développement : valorisation matière et énergétique

2.1 - Valorisation matériau

La paille est un matériau de construction très ancien, historiquement mis en œuvre sous forme de torchis



Bâtiment agricole destiné aux ânes avec ossature bois et ballots de paille à Saint-Fargeau-Ponthierry

Crédit photo : Bruno Raoux / IAU ÎdF

pour les murs, ou de chaume pour les toitures. Depuis, de nombreuses techniques se sont développées, et la paille est aujourd'hui valorisable dans la construction sous différentes formes : **bottes de paille** (construction de murs autoporteurs ou remplissage d'une structure porteuse en bois), **torchis** (enduit isolant), **mélange terre-paille** (pour un rôle structurel en remplissage de banches²² ou sous forme d'enduit isolant) ou encore **panneaux de paille compressés** (fabrication de cloisons d'intérieur ou de doublage).

Si le marché de la construction paille est encore relativement limité, il connaît toutefois un engouement croissant, et tend aujourd'hui à devenir un système constructif courant.

Associations de soutien à la filière aux échelles nationale et régionale

Le Réseau Français de la Construction Paille (RFCP)

Le Réseau Français de la Construction Paille (RFCP) est une association créée en 2006 dans le but de fédérer les acteurs de la construction en bottes de paille pour mener des actions de reconnaissance auprès des pouvoirs publics, de promotion auprès des maîtres d'ouvrage et plus généralement de développement de la filière.

Le COLLECT'IF Paille francilien

Le RFCP porte depuis quelques années une politique de régionalisation de ses activités. C'est dans ce cadre que s'est structurée l'association COLLECT'IF Paille, qui vise à promouvoir et démocratiser l'emploi de la paille dans la construction à l'échelle de la région francilienne. L'association s'est structurée en 2015 et réunit aujourd'hui une vingtaine de membres. La spécificité de cette association francilienne est de réunir une forte proportion de concepteurs et d'architectes, contrairement aux autres structures régionales qui réunissent une plus forte part d'entreprises du bâtiment.

En janvier 2012, le Réseau Français de la Construction Paille a publié les **Règles Professionnelles de la Construction Paille** (règles CP 2012), validées par la C2P (Commission Prévention Produit) de l'Agence Qualité Construction (AQC). Des formations aux règles CP 2012 (formations dites « Pro-paille ») accompagnent cette démarche, et sont organisées par le COLLECT'IF Paille en région Île-de-France. Si les pailles de l'ensemble des céréales (hors maïs) peuvent être utilisées dans la construction,

²² Les banches sont des éléments de coffrage généralement réalisés en bois.

réglementairement, seule la paille de blé entre en considération dans le cadre des règles CP 2012.

Jusqu'à-là réalisées principalement en auto-construction et lors de chantiers participatifs, les constructions paille sont de plus en plus proposées par les professionnels du bâtiment, une avancée notamment due à la parution des règles professionnelles de la construction paille. Les évolutions des techniques constructives et la réalisation de tests de résistance aux termites et au feu²³ ont également permis un emploi de la paille pour des Etablissements Recevant du Public (ERP). Le RFCP estime qu'environ **280 tonnes de pailles** ont été valorisées dans la construction en Île-de-France en 2016, contre 4 600 tonnes à l'échelle nationale²⁴. Selon le RFCP, ce volume est globalement en augmentation à l'échelle de la région francilienne ces dernières années.

Vingt constructions paille ont été référencées en région francilienne, et 10 constructions supplémentaires ont été identifiées comme intégrant vraisemblablement de la paille (une analyse du COLLECTIF Paille francilien est en cours pour qualifier plus précisément ces projets).

Cinq ERP construits en paille (caissons préfabriqués) ont notamment été recensés en région francilienne :

- École Victor-Schoelcher, à Épinay-sur-Seine, livrée en septembre 2016, et labélisée Passivhaus ;
- École Louise Michel, au sein de l'éco-quartier Fort d'Issy, à Issy-les-Moulineaux²⁵ ; Groupe scolaire Hessel-Zéfirottes à Montreuil²⁶ ;
- Eco-école maternelle les Boutours à Rosny-sous-Bois²⁷ ;
- Cantine scolaire de la commune de Saint-Chéron.



Groupe scolaire Hessel – Zéfirottes à Montreuil

Crédit photo : Luc Boegly / IAU ÎdF - ARENE

Le contexte politique et réglementaire actuel offre de réelles perspectives de développement à l'utilisation des matériaux biosourcés, tant pour la construction neuve que pour la rénovation énergétique de l'habitat. Bénéficiant d'atouts environnementaux intrinsèques reconnus dans la Loi de transition énergétique (l'article 14 stipule que « l'utilisation des matériaux biosourcés concourt significativement au stockage de carbone atmosphérique et à la préservation des ressources naturelles »), les matériaux de construction biosourcés peuvent apporter des réponses aux attentes d'un secteur particulièrement consommateur de matières premières et émetteur de gaz à effet de serre, tout en s'appuyant sur des filières économiques locales à fort potentiel de croissance.

Démarche initiée par la DREAL Centre-Val de Loire pour l'accompagnement de la maîtrise d'ouvrage publique dans ses travaux de construction / rénovation biosourcée

Démarré en 2012, le projet de la DREAL Centre vise à soutenir le **développement de l'utilisation des matériaux biosourcés dans la commande publique**. Trois objectifs caractérisent ce projet :

- Assurer une information des acteurs locaux sur les avancées nationales ;
- Favoriser l'implication des décideurs publics sur la filière « matériaux et produits biosourcés » ;
- Permettre un véritable accompagnement des porteurs de projets publics biosourcés au travers de la création d'**outils méthodologiques et de la structuration d'un réseau d'acteurs**.

Parmi les actions déployées par la DREAL pour accompagner les projets, on recense :

- La réalisation d'un outil numérique « Qui Fait Quoi en Région Centre » sur le thème des matériaux biosourcés ;
- La création d'un réseau d'ambassadeurs de la construction biosourcée volontaires et formés pour la Région Centre ;
- La mise en place d'une Foire aux Questions ;
- La réalisation de fiches pratiques sous forme d'entrées thématiques (ex. commande publique, matériaux, réglementation, etc.) ;
- Des actions de sensibilisation de courte durée sur chantiers ;
- La réalisation d'une formation à destination des ambassadeurs et maîtres d'ouvrage.

²³ Le CSTB a notamment réalisé un essai incendie en 2009, et l'Institut Technologique Forêt Cellulose-Bois Ameublement (FCBA) de Bordeaux a réalisé un essai sur l'appétence vis-à-vis des termites en 2010.

²⁴ Source : entretien réalisé avec le RFCP (Luc Floissac). Ce volume a été estimé sur la base de l'étude des volumes de paille mis en œuvre dans les constructions paille recensées sur le

territoire, et d'hypothèses complémentaires fixées sur la base du nombre d'adhérents au RFCP recensés dans chaque région.

²⁵ www.batiactu.com/edito/ecole-paille-35971.php

²⁶ www.ARENEidf.org/action/construction-de-paille-et-de-bois-pour-le-groupe-scolaire-hessel-z%C3%A9firottes-%C3%A0-montreuil-93

²⁷ www.caue93.fr/L-eco-ecole-maternelle-les.html

La Direction de l'Habitat, de l'Urbanisme et des Paysages (DHUP) du Ministère de la Transition écologique et solidaire, travaille depuis 2009 aux côtés des organisations professionnelles et d'organismes scientifiques et techniques pour lever les obstacles pouvant limiter l'usage des matériaux biosourcés dans la construction (animation des **plans d'action « matériaux de construction biosourcés » I et II** depuis 2010). Les services déconcentrés de l'État, et en particulier les Directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL), se sont progressivement emparés de la **démarche « filières vertes »**, en application de la circulaire du 31 décembre 2012 relative à la territorialisation de la démarche filières vertes dans le champ de la qualité de la construction²⁸, en proposant des **plans d'action régionaux, et en accompagnant des projets économiques locaux**. Ainsi, on peut citer l'exemple de l'action mise en place au niveau local par la DREAL Centre-Val de Loire pour l'accompagnement de la maîtrise d'ouvrage publique dans ses travaux de construction utilisant des matériaux biosourcés.

2.2 - Chimie du végétal

L'industrie chimique est aujourd'hui fortement dépendante des ressources fossiles, dont elle tire la majorité de ses produits. La raréfaction de ces ressources, la variabilité de leur coût et les enjeux géopolitiques associés poussent les acteurs à envisager des matières premières de substitution, renouvelables, telles que la biomasse. La chimie du végétal constitue ainsi l'un des 12 principes de la chimie verte²⁹. La **Feuille de route de sur la chimie du végétal** identifie que, selon les cas, « *les molécules biosourcées pourraient soit se substituer aux molécules d'origine pétrochimique, en les reproduisant à l'identique ou en reproduisant leurs fonctions, soit permettre de concevoir des produits innovants présentant de nouvelles fonctionnalités* ».

De nombreuses agro-industries produisent déjà, à partir d'organes végétaux spécifiques (grains, racines, tiges, etc.), des produits plus ou moins raffinés. Les filières céréalières, betteravières et oléagineuses apparaissent aujourd'hui structurées (industries de l'amidon pour la fabrication de papiers et carton, ou encore de plastiques biodégradables, industries de la valorisation des huiles végétales pour la fabrication de biodiésel, lubrifiants, peintures, laques ou encore vernis). A noter également que les plantes entières de maïs, broyées et additionnées d'amidon et de glycérol, sont par exemple utilisées pour la production d'un bioplastique composite biodégradable le « Vegemat », commercialisé par la société Vegeplast (Haute Garonne)³⁰.

Les développements en cours de **bioraffineries dites de « seconde génération »**, qui reposent sur

²⁸ L'objet de cette circulaire est de structurer l'action des DREAL en matière de filières vertes dans le champ de la construction. Après avoir rappelé le contexte, elle fait état de la nécessité de la territorialisation de la démarche et précise les objectifs des DREAL ainsi que les leviers d'actions dont elles disposent.

Deux projets démonstrateurs pour les filières « lignocellulosiques »

Le projet BioTfuel

BioTfuel, lancé en 2010, est le fruit de la collaboration entre des acteurs publics (Ademe, Conseil Régional de Picardie), des organismes de R&D (IFP Energies nouvelles, CEA) et des industriels (Axens, Sofiprotéol, Total, ThyssenKrupp Industrial Solutions). Une des spécificités de ce programme est le développement d'un procédé qui permette de traiter simultanément des ressources fossiles et de la biomasse pour remédier à la saisonnalité de la ressource et garantir la continuité de l'approvisionnement. Le prétraitement de la biomasse est prévu à Venette, sur le site de Sofiprotéol, près de Compiègne, tandis que la gazéification doit avoir lieu sur le site de Total à Dunkerque. Après plus de 5 ans de R&D, la plateforme de démonstration du projet BioTfuel a été inaugurée en décembre 2016. Plusieurs types de biomasse pourront être traités : pailles de céréales et d'oléagineux mais aussi plaquettes forestières, cultures dédiées, etc.

Le projet Futurol

Initié en 2008 et réunissant 11 partenaires de la R&D, de l'industrie et de la finance, le projet FUTUROL a pour objectif de produire du bioéthanol à partir de coproduits agricoles forestiers et autres biomasses lignocellulosiques. Ce projet est soutenu par OSEO et labellisé par le Pôle de Compétitivité Industries et Agro-Ressources. Il dispose d'un budget de plus de 76,4 millions d'Euros. En 8 ans, le projet FUTUROL devrait passer d'une installation pilote, située sur le site agro-industriel de Pomacle-Bazancourt (Marne), à un prototype pour ensuite être développé à l'échelle industrielle.

l'utilisation des plantes entières, ouvrent de **nouveaux débouchés aux filières dites « lignocellulosiques »** (bois, paille, cultures dédiées, mais également déchets d'origine végétale au sens large) pour la valorisation des **parois végétales** riches en celluloses, hémicelluloses et lignines en biocarburants et intermédiaires de synthèse.

Les différentes pistes explorées concernent essentiellement les voies thermochimiques et biochimiques. La première démonstration en France de procédé de valorisation par voie thermochimique, le projet **BioTFuel**, devrait conduire à une production

²⁹ Source : [Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture](#)

³⁰ ADEME, Octobre 2010. *Panorama et potentiel de développement des bioraffineries.*

	Paille hachée	Balles cylindriques	Balles parallélépipédiques	Granulés de paille
Dimensions	2-5 cm	1,5*2,5 m	1,2*1,3*2,4 m	6-40*100 mm
Densité de stockage (kg/m ³)	65-80	110-150	150-200	400-600
Aptitude à être transporté	Près	-	++	++
	Loin	--	+	++
Type de chauffage	Foyer à propulsion 1) inférieure 2) supérieure	1) Chauffage avec diviseur à disques 2) Carburateur à paille	1) Brûleur à cigares 2) Chauffage avec diviseur à disques	Installations pour granulés
Gamme de puissance	1) ? 1MW 2) tous secteurs	1) > 500 kW 2) 85 - 400 kW	> 3 MW	? 500 kW
Alimentation du secteur de combustion	Continue	En charges	1) Continue 2) En charges	Continue

Caractéristiques des combustibles paille

Source : ADEME, Étude bibliographique sur la combustion de produits issus de cultures annuelles, 2006

d'environ 200 000 litres/an de biocarburants d'ici 2019. Le projet Futurol vise la production d'éthanol carburant à partir d'une grande diversité de biomasse par voie biochimique³¹.

2.3 – Valorisation énergétique de la biomasse

Les évolutions récentes du cadre réglementaire et stratégique relatif à la valorisation de la biomasse à des fins énergétiques font entrevoir un **potentiel d'accroissement de la mobilisation de la paille au cours des prochaines années**. Le Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie (SRCAE) de l'Île-de-France préconise ainsi de « procéder à l'identification des potentiels de développement de la filière biomasse »³², notamment concernant la paille, et de « soutenir les projets de chaufferie fonctionnant aux combustibles paille et culture énergétique en milieu rural, de manière raisonnable »³³.

2.3.1 – Agro-combustibles

La paille peut être brûlée sous différentes formes : balles cylindriques, balles parallélépipédiques, paille hachée, granulés de paille. Cette particularité influe sur le type d'installation à laquelle la paille est destinée.

Trois grandes problématiques doivent être prises en compte pour une utilisation optimale des céréales en tant que combustibles³⁴ :

- **Brûler des céréales produit plus de cendres que brûler des pellets de bois** (la quantité de cendres peut s'élever jusqu'à 7 % avec la paille alors qu'elle est inférieure à 1 % pour les pellets de bois). La **formation de mâchefer** peut également être observée du fait d'une faible température de fusion des cendres. Ces blocs risquent d'étouffer la combustion et de boucher l'évacuation des cendres s'ils s'accumulent. Ces problématiques peuvent nécessiter d'adapter les réglages des chaudières pour faciliter la récupération des cendres, limiter la production de poussières (décendrage automatique par exemple), prévenir la formation de mâchefers et permettre leur bonne évacuation le cas échéant (par exemple : diminution de la température de combustion, ajout d'additifs lors du stockage afin d'augmenter le point de fusion des cendres, mélange régulier des cendres, etc.) ;
- La **composition acide des fumées de combustion** (plus forte concentration en acide chlorhydrique et oxydes de soufre que ce qui est observé lors de la combustion de bois notamment) peut entraîner la corrosion des éléments constitutifs de la chaudière et de la cheminée ;
- La combustion des pailles peut engendrer des **rejets atmosphériques**, notamment d'oxydes d'azote (NOx) et de poussières importants.

L'utilisation de balles entières demande des équipements adaptés, tant pour le transport, le stockage, le système d'alimentation que pour la

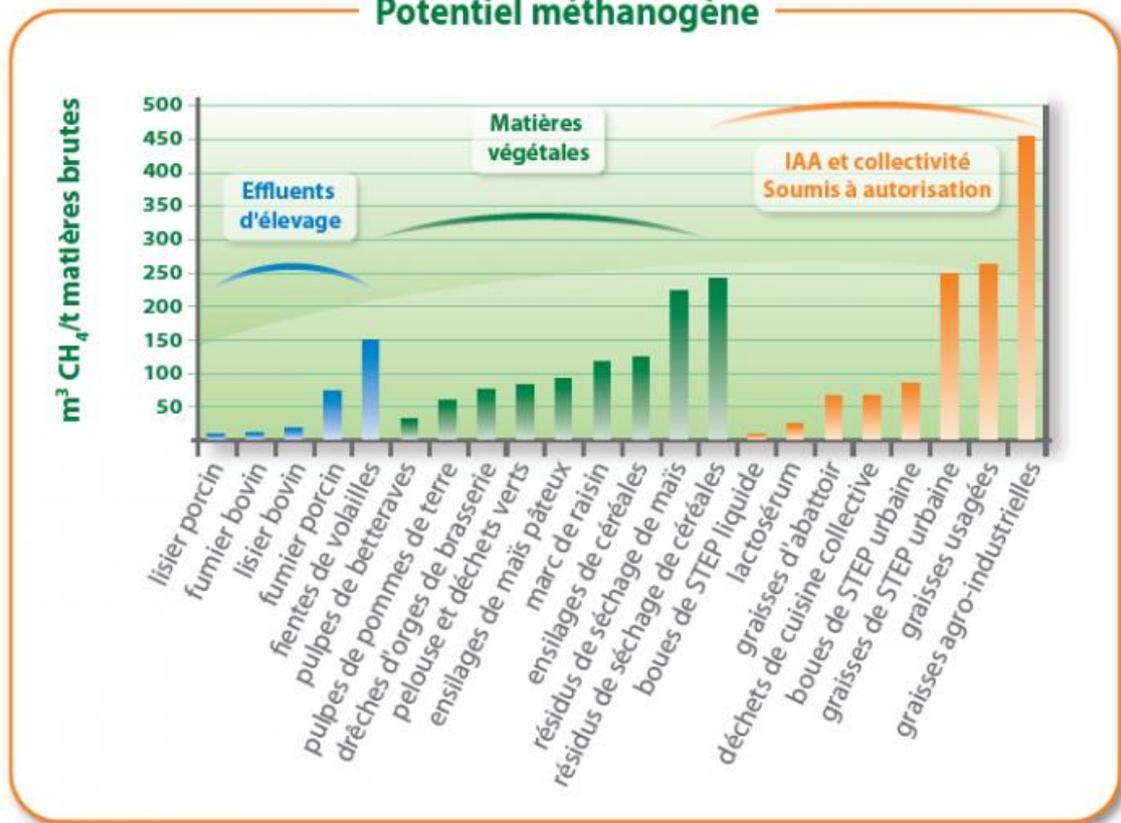
³¹ IFP Energies Nouvelles, Juillet 2015. *La bioraffinerie*.

³² Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie (SRCAE) de l'Île-de-France, p209

³³ *Ibid*, p208

³⁴ ADEME, 2006. *Étude bibliographique sur la combustion de produits issus de cultures annuelles (blé, paille, maïs)*.

Potentiel méthanogène



Potentiel méthanogène de différents substrats

Source : ADEME – Solagro – Aile – Trame / Methasin 2010

chaudière dont les dimensions doivent être importantes. L'utilisation de paille hachée suppose quant à elle d'acquies un matériel dédié. Du fait de ces raisons, les balles de pailles et la paille hachée sont majoritairement utilisées dans des installations de grande puissance. L'ADEME note également que la cinétique de combustion des pailles entières est moins rapide que celle des pailles hachées et des granulés et engendre davantage d'émissions atmosphériques.

Afin de limiter les problèmes de gestion des volumes lors de la combustion de la paille, la transformation de la paille en granulés peut s'avérer pertinente.

Il est à noter que la seule chaufferie paille que comptait l'Île-de-France, à Villeparisis, est actuellement à l'arrêt.

Enfin, l'émergence de projets de valorisation d'issues de silos (coproduits du travail du grain) peut également être relevée. Depuis 2011, une chaufferie aux issues et poussières de céréales alimente notamment deux malteries à Nogent-sur-Seine dans le département de l'Aube.

Il est enfin à noter que des procédés de pyrolyse, de gazéification ou de pyrogazéification émergent progressivement en France comme des alternatives à l'incinération et la combustion classique de la biomasse.

Deux malteries chauffées aux issues et poussières de céréales à Nogent-sur-Seine

Depuis 2011, le Groupe Soufflet alimente ses deux malteries de Nogent-sur-Seine grâce à une chaufferie aux issues et poussières de céréales. Près de 12 000 tonnes de poussières d'orge sont ainsi brûlées par an. Ce nouveau processus permet de réduire d'environ 75 % la consommation de gaz naturel et de réaliser une économie de 9 700 tonnes de CO₂.

Dans le cadre de l'appel à projets de 2009 du Fonds chaleur, le projet a bénéficié du soutien financier de l'ADEME à hauteur de 1,6 millions sur les 4 millions d'euros nécessaires à sa réalisation.

T'AIR ENERGIES - Un projet de valorisation énergétique de la paille de céréales grâce au procédé de pyrogazéification

L'entreprise T'Air Energies prévoit de s'implanter à Baralle d'ici 2019 pour construire une centrale de génération d'électricité et de chaleur par pyrogazéification de paille. Ce procédé permet de convertir la matière en biogaz mais également de produire un résidu solide, le biochar.

Une autre innovation du projet T'air Energies réside dans la distribution de la chaleur qui sera stockée dans des conteneurs et transportée par voie terrestre. Cette technologie inédite en France a déjà été expérimentée dans d'autres pays.

fonctionnement. Cette étude met en exergue une massification de projets d'unités dédiées au traitement des déchets des gros producteurs - grandes et moyennes surfaces, commerces et restauration (une dynamique spécifique à la région Île-de-France du fait principalement d'une concentration des productions de déchets et de contraintes logistiques fortes) - et des projets portés par les stations d'épuration urbaines pour la valorisation des boues.

Plusieurs projets de méthanisation basés sur un gisement exclusivement agricole (essentiellement de biomasse végétale, CIVE³⁶) étaient également recensés en Île-de-France en 2012. Il est à noter que le **Plan Énergie Méthanisation Autonomie Azote (EMAA)**, lancé conjointement par le Ministère du Développement durable et le ministère de l'Agriculture en mars 2013 a fixé l'objectif de développer en France, à l'horizon 2020, 1 000 méthaniseurs à la ferme, contre 90 à fin 2012.

2.3.2 - Méthanisation

La méthanisation est un procédé biologique consistant à valoriser des matières organiques pour produire à la fois une énergie renouvelable (le biogaz) et un digestat pouvant être valorisé en amendement sur les terres agricoles. Le biogaz peut être valorisé dans une unité de cogénération pour produire de la chaleur et de l'électricité ou bien être épuré pour donner du biométhane, qui peut être injecté dans le réseau de gaz naturel ou être utilisé comme carburant.

La méthanisation concerne plus particulièrement les déchets organiques riches en eau et à fort pouvoir fermentescible, notamment les déchets organiques issus de l'agriculture, de l'industrie agro-alimentaire mais aussi les biodéchets et les boues de stations d'épuration. Le choix des substrats de méthanisation dépend des **contraintes de mobilisation** et du **potentiel méthanogène des différents substrats** (quantité maximale de méthane produite lors de la dégradation anaérobie).

Actuellement quatre filières de méthanisation coexistent en France³⁵ :

- La méthanisation des ordures ménagères ;
- La méthanisation des boues des stations d'épuration urbaines ;
- La méthanisation des effluents industriels (industries agro-alimentaires, grande distribution, restauration collective, etc.) ;
- La co-digestion, ou méthanisation à la ferme.

Un recensement des projets de méthanisation réalisé fin 2016 fait état de **24 unités de méthanisation** en Île-de-France, dont **17 en**

Depuis le décret n° 2011-190 du 19 février 2011, la méthanisation est reconnue comme une activité agricole à part entière, ce qui entraîne des simplifications d'un point de vue fiscal pour les agriculteurs. Ces conditions permettent notamment aux **exploitants méthaniseurs de pouvoir commercialiser de l'énergie**, sous forme d'électricité, chaleur ou biogaz, dans le cadre de leur exploitation agricole ou d'une société dont ils détiennent la majorité du capital. Il faut néanmoins que les matières premières méthanisées proviennent pour 50 % au moins de produits ou sous-produits agricoles.



Unité de méthanisation de la ferme de la Tremblaye
Potentiel méthanogène de différents substrats

Crédit photo : Christophe Bertolin / IAU IdF - ARENE

³⁵ FranceAgriMer, Avril 2012. [La méthanisation : état des lieux et perspectives de développement.](#)

³⁶ Les Cultures Intermédiaires à Vocation Énergétique (CIVE) sont des cultures intermédiaires dont l'objectif principal est la production de biomasse. Elles s'implantent donc à l'interculture, entre la récolte d'une culture principale et le semis de la suivante.

Mise en perspective des situations actuelles et tendances futures

Les Chambres d'Agriculture d'Île-de-France ont estimé à **150 000 t/an** la ressource francilienne en paille disponible pour des usages énergétiques et matériaux³⁷, tandis que le SRCAE (2012) estime la disponibilité de biomasse en « paille énergie » (combustion et méthanisation) à **223 000 t/an** aux horizons 2030 - 2050.

Les auteurs de l'étude TERRACREA « *Disponibilités en terres arables métropolitaines pour une production soutenable de matériaux biosourcés pour la construction / réhabilitation de bâtiments compatibles avec les objectifs Grenelle* » estiment quant à eux que **290 000 t / an** de paille devraient être disponibles en Île-de-France entre 2010 et 2050, une fois satisfaits les besoins de l'élevage et de retour au sol (les auteurs fixent l'hypothèse d'une capacité d'export de 10 % de la paille entière produite, étant entendu que ces 10 % sont à partager entre les différents usages de la paille).

Afin d'évaluer de potentiels conflits d'usage concernant la ressource paille, les auteurs du rapport ont modélisé **plusieurs scénarios de développement de la filière construction-paille**, afin d'évaluer les quantités qui seraient requises dans chaque scénario, notamment :

- **Un scénario « Biosourcé ++ »**, correspondant aux objectifs de construction et de réhabilitation du SRCAE de la Région, et où la part de marché des matériaux biosourcés dans les projets de construction / réhabilitation augmente fortement par rapport à la dynamique tendancielle³⁸. Dans ce scénario, les besoins en pailles sont estimés à environ **2 100 tonnes / an** (soit 1 % du gisement identifié) ;
- **Un scénario « Paille ++ »**, correspondant aux objectifs de construction et de réhabilitation du SRCAE de la Région, et où la part de marché des matériaux biosourcés dans les projets de construction / réhabilitation augmente fortement par rapport à la dynamique tendancielle (dans une dynamique similaire au scénario « Biosourcé ++ »), et où la répartition actuelle des parts de marché des biosourcés (prépondérance actuelle de ouate de cellulose et de la laine de bois) a été modifiée pour **donner une place prépondérante au matériau paille**. Dans ce scénario, les besoins en bottes et panneaux de paille ont été estimés à **81 000 tonnes pour 2030** (28 % du gisement), et



Maison ossature bois et parois en ballots de paille à Mézières-sur-Seine

Crédit photo : Bruno Raoux / IAU ÎdF

146 000 tonnes pour 2050 (50 % du gisement).

Le rapport TERRACREA met ainsi en exergue le fait que la ressource régionale serait théoriquement disponible pour satisfaire ces usages, à **condition qu'elle ne soit pas captée par la demande en énergie**.

Différentes hypothèses de mobilisation de la paille et des CIVE (Cultures Intermédiaires à Vocation Énergétique) pour **alimenter des projets de méthanisation** ont par ailleurs été fixées dans l'étude réalisée par Solagro en 2012³⁹. Un taux maximum d'export de paille de 30 % a été fixé (export pour la méthanisation), avec retour au sol des digestats de méthanisation, afin de garantir une restitution au sol de 50 % de la matière organique⁴⁰. En 2012, les taux de mobilisation des pailles et des CIVE pour alimenter des projets de méthanisation étaient nuls, et amenés à atteindre 2 % du gisement disponible en cas de concrétisation des projets en cours en 2012. Ces taux pourraient toutefois augmenter fortement, en lien avec le développement des projets de méthanisation. 20 % du gisement pourrait ainsi être capté à l'horizon 2025, selon un scénario tendanciel (Cf. tableau page suivante). A l'horizon 2050, Solagro a fixé l'hypothèse d'une mobilisation généralisée des CIVE (scénario fondé sur une hypothèse de production annuelle de CIVE de 1 250 kt/an).

³⁷ Chambre d'Agriculture d'Île-de-France – FRCA, 2009. *Cartographie et quantification de la biomasse en Île-de-France*.

³⁸ Ce scénario se distingue du scénario tendanciel par une forte augmentation de la pénétration du marché de la construction et de la réhabilitation par les matériaux biosourcés. Celle-ci est (tous secteurs confondus) en moyenne supérieure à celle du scénario tendanciel de 6% en 2030 et 15% en 2050.

³⁹ Solagro, Juin 2013. *Développement de la méthanisation en Île-de-France*.

⁴⁰ Solagro fixe l'hypothèse d'une dégradation de la matière organique de 50 % en moyenne au cours du procédé de méthanisation.

	État des lieux 2012	État des lieux 2012 + Projets	Scénario tendanciel 2025	Scénario volontariste 2025	Scénario Horizon 2050
Résidus de culture	0 %	1 %	9 %	20 %	30 %
CIVE	0 %	1 %	10 %	30 %	100 %

Hypothèses relatives aux taux de mobilisation des résidus de culture et des CIVE pour chaque scénario proposé

Source : Solagro, Juin 2013. Développement de la méthanisation en Île-de-France.

- Ces différents modèles mettent en exergue le fait que, si elles ne sont pas coordonnées, de potentiels conflits d'usage peuvent intervenir entre les filières paille-construction et méthanisation, en cas de développement fort de ces dernières. Alors que les politiques publiques ont stimulé depuis une quinzaine d'années un démarrage rapide de la filière biomasse énergie, les auteurs du rapport TERRACREA rappellent que la filière paille-construction « n'a pas la capacité de développement rapide de la filière énergie », et que son développement se heurte actuellement à différents freins qui ne pourront être levés que dans la durée. Les investissements conséquents dans les unités de valorisation énergétique de la biomasse introduisant un facteur de rigidité important pour la filière paille dans son ensemble, les auteurs du rapport TERRACREA insistent sur l'importance d'anticiper le développement de la filière construction-paille en lui réservant des gisements suffisants.



Champ de maïs à Avrainville

Crédit photo : IAU ÎdF / Bruno Raoux

Anticiper et prévenir les impacts du développement des filières

1 - Impacts environnementaux

1.1 – Qualité des sols

Les sols franciliens sont sensibles à l'appauvrissement en matière organique. L'évolution des pratiques culturales (utilisation d'éléments fertilisants minéraux, absence de fertilisation organique en relation avec la disparition de l'élevage dans la région, exportations importantes des résidus de culture, mécanisation importante) ont progressivement réduit les teneurs en matière organique des sols, entraînant une dégradation de ces derniers⁴¹. Avec la crainte de voir disparaître le potentiel de fertilité des sols, **la matière organique fait l'objet d'une préoccupation forte de la part des agriculteurs.**

Sur la scène internationale, l'initiative « 4 pour 1000 » engage les acteurs du monde agricole vers une transition agro-écologique, en proposant d'améliorer la teneur en matières organiques des sols pour favoriser la séquestration de carbone. **L'enjeu actuel est bien de préserver voire d'améliorer l'état des sols agricoles.**



Champ de blé

Crédit photo : Philippe Halle / IAU ÎdF

La capacité de mobilisation des pailles des parcelles dépend du type de sol et du mode de conduite culturale des parcelles. L'exportation des pailles doit de fait être raisonnée à la parcelle ou par grand type

de parcelle (combinaison type de sol – itinéraire technique) représenté au sein de l'exploitation.

L'initiative « 4 pour 1 000 »

L'initiative « 4 pour 1 000 » a pour objectif d'améliorer les stocks de matière organique des sols de 4 pour 1000 par an et d'encourager la séquestration de carbone dans les sols à travers la mise en œuvre au niveau local de pratiques agricoles et de gestion des milieux favorables à la protection et à la restauration des sols (développement de l'agro-écologie, de l'agroforesterie, de l'agriculture de conservation, etc.). L'initiative « 4 pour 1000 » vise à montrer que sécurité alimentaire et lutte contre les dérèglements climatiques sont complémentaires et à faire en sorte que l'agriculture apporte des solutions.

Cette initiative multi partenariale s'inscrit dans le Plan mondial d'action pour le climat (GCAA), et est construite autour de deux grands volets d'actions :

- **Un programme d'actions multi-acteurs pour une meilleure gestion du carbone des sols** : mise en œuvre de pratiques adaptées au niveau local ; mise en place de programmes de formations et de diffusion des connaissances pour favoriser ces pratiques ; financement de projets de restauration, d'amélioration et/ou préservation des stocks de carbone dans les sols ; élaboration et mise en œuvre de politiques publiques et outils adaptés, etc. ;
- **Un programme international de recherche et de coopération scientifique.**

L'initiative 4 pour 1000 a été lancée le 1^{er} décembre 2015 pendant la COP21. Depuis son lancement, plus de 170 organisations ont apporté leur soutien à l'initiative en signant la déclaration de Paris qui en fixe les objectifs.

Pour plus d'information :

<https://www.4p1000.org/>

Des modifications des itinéraires techniques pratiqués peuvent par ailleurs permettre de compenser les exportations, les stratégies à adopter variant selon le type de sol et son statut organique

⁴¹ IAU. Juillet 2016. Du terroir au hors-sol : quels rôles de la qualité des sols ?

initial. Plusieurs stratégies sont détaillées dans les paragraphes ci-après.

1.1.1 - Mode de travail des sols

Le travail du sol influence la vitesse de minéralisation des matières organiques et donc l'évolution à long terme du stock de carbone organique du sol. En tendance, plus le travail du sol est profond et fréquent, plus il favorise la minéralisation des matières organiques humifiées et donc le déstockage de carbone organique.

1.1.2 - Pratiques de cultures intermédiaires

Les cultures intermédiaires prennent place entre deux cultures récoltées. Généralement implantées en hiver, avant une culture de printemps, elles permettent d'accroître la durée d'occupation des sols.

Les cultures intermédiaires prélèvent les éléments nutritifs résiduels, évitant ainsi leur lessivage. Les « Cultures Intermédiaires Pièges à Nitrates » (CIPAN) visent en particulier à éviter la perte de nitrate par le lessivage du sol et le ruissellement des eaux superficielles, afin de préserver la qualité des eaux souterraines et de surface. Il est à noter que les CIPAN, contrairement aux CIVE, n'ont pas vocation à être exportées de la parcelle, mais à être enfouies.

Les cultures intermédiaires permettent également de limiter l'érosion, le ruissellement et la battance et améliorer la structure des sols en profondeur *via* leur système racinaire. En fonction des espèces implantées, les cultures intermédiaires peuvent également rompre le cycle de certains parasites.

Le choix des espèces doit être réalisé en fonction des impacts agronomiques attendus, et doit être raisonné en fonction des rotations et des itinéraires techniques.

1.1.3 - Restitution au sol des digestats de méthanisation

La qualité physico-chimique des digestats dépend étroitement des types de déchets et effluents entrants utilisés pour alimenter les méthaniseurs (fumiers, lisiers, résidus de culture, cultures intermédiaires, effluents agro-industriels, etc.). Elle dépend également des procédés de méthanisation utilisés, et d'un éventuel traitement complémentaire des digestats (séparation de phases, compostage, etc.). Ces processus fourniront des produits différents du point de vue des teneurs en minéraux et en matière sèche.

Au cours de la méthanisation, le carbone facilement minéralisable est transformé en CO₂ et CH₄. Le digestat ramené au champ restitue la part de

carbone plus difficile à minéraliser et participe donc positivement au bilan humique de la parcelle. Les pailles introduites dans le méthaniseur, sous forme brute ou de fumier, produisent un digestat dont l'effet sur la matière organique du sol est légèrement inférieur aux pailles restituées⁴².

L'azote, comme les autres minéraux (P, K...), est totalement conservé lors de la méthanisation. Ce dernier est partiellement minéralisé au cours du processus, et est retrouvé sous forme d'ammoniac dans le digestat. L'ammoniac est une forme d'azote plus facilement assimilable par les plantes, mais très volatil, et facilement lessivable. Sa valorisation doit donc se faire au plus proche des besoins des plantes et les techniques de stockage et d'épandage doivent permettre de limiter les pertes par volatilisation.

Il est à noter que les digestats de méthanisation sont actuellement considérés comme des déchets par le code de l'environnement en raison de leur provenance d'installations classées au titre de la réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Leur utilisation en tant que fertilisant n'est possible que dans le cadre de **plans d'épandages contrôlés** (sauf lorsque le digestat est composté et qu'il répond à la norme NF U 44-051 – respect de critères de composition en éléments fertilisants et d'innocuité), le statut de déchet en interdisant la commercialisation. Des démarches pour homologuer des digestats sont en cours et pourraient conduire à la création d'une norme spécifique.

1.1.4 - Valorisation d'autres produits résiduels organiques

Les produits résiduels organiques sont des produits organiques utilisables en agriculture, retournés au sol pour leurs propriétés fertilisantes et/ou amendantes⁴³. Ces produits ont des origines diverses :

- **Agricoles** : fumiers, lisiers ;
- **Urbaines** : boues urbaines provenant du traitement des eaux usées, composts urbains résultants du compostage de déchets verts ou de certaines fractions des ordures ménagères ;
- **Agro-industrielles** : boues de papeteries, mélasse de sucrerie, marcs vinicoles, etc.

L'épandage de matières fertilisantes d'origine résiduelles sur sols agricoles ou forestiers pour améliorer la fertilité et les propriétés du sol ne peut être envisagé que si les risques associés sont acceptables. Afin de maîtriser au mieux et de réguler, si nécessaire, l'utilisation des produits résiduels organiques, les ministères français en charge de l'agriculture et de l'écologie ont demandé à l'INRA, au CNRS et à Irstea de réaliser une expertise scientifique collective (ESCo) sur les bénéfices agronomiques de ces produits, ainsi que

⁴² Arvalis. Septembre 2015. [L'exportation des pailles peut-elle être compensée par des apports externes ?](#)

⁴³ Définition : Arvalis, Institut du végétal.

sur les impacts environnementaux de leur épandage (incluant les contaminations potentielles), en tenant compte des intérêts, contraintes et conséquences économiques et sociales de cette pratique⁴⁴. L'évaluation des risques sanitaires potentiels associés à l'épandage de ces produits a par ailleurs fait l'objet d'une saisine de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation (Anses), dont l'avis a été remis en octobre 2016⁴⁵.

Des outils ont été déployés ou sont en cours de déploiement afin d'accompagner les agriculteurs et/ou les conseillers agricoles à modéliser les impacts associés à une modification des itinéraires techniques. Le projet SOLÉBIOM⁴⁶ a ainsi récemment été déployé afin de faire évoluer le modèle de calcul de bilan humique AMG, pour l'intégration dans le modèle de la valeur agronomique carbone des produits résiduels organiques. Le projet PROLEG vise quant à lui à optimiser l'insertion de deux pratiques culturales dans les systèmes de culture : l'insertion de légumineuses dans les rotations d'une part, et la valorisation de matières fertilisantes d'origine résiduelles d'autre part.

1.2 - Qualité de l'eau

La fertilisation azotée est strictement encadrée en France par la réglementation « nitrates ». Dans le cadre de la réforme de la réglementation nitrate, les programmes d'actions départementaux ont été remplacés par un programme d'actions national, complété par des mesures régionales applicables soit sur l'ensemble de la région Île-de-France, soit dans les Zones d'Actions Renforcées (zones où les captages d'eau potable dépassent régulièrement 50 mg/l de nitrates).

1.2.1 - Raisonnement de la fertilisation azotée

La réalisation d'un **plan prévisionnel azoté** basé sur la méthode du bilan azoté et la réalisation de mesures de reliquats d'azote (mesure de la quantité d'azote disponible dans le sol) est obligatoire pour certaines cultures (colza, céréales, tournesol, maïs, betterave, pommes de terre et sorgho), tandis que des doses plafond sont définies dans le référentiel régional d'Île-de-France pour les autres cultures⁴⁷. Les potentielles pertes par volatilisation ou lessivage (cas de la valorisation de digestats de méthanisation par exemple) doivent également être prises en compte selon les règles définies dans le référentiel régional.

L'épandage des fertilisants azotés est strictement encadré (les épandages de fertilisants azotés sont interdits pendant certaines périodes, qui varient

selon le type de culture et le type de fertilisants azotés) et interdit sur les sols en forte pente, enneigés, gelés, inondés ou détrempés.

Le Programme PROLEG - Ecologisation de l'agriculture via les produits résiduels et les légumineuses pour améliorer les services écosystémiques

D'une durée de quatre ans (2016-2020), PROLEG propose de tester deux pratiques culturales importantes pour les fonctions d'alimentation en azote des cultures et de maîtrise de la fertilité des sols, en prenant en compte leurs interactions :

- **L'insertion de légumineuses** dans les rotations ;
- **L'usage de matières fertilisantes d'origine résiduelle** (déchets urbains, effluents d'élevage, digestats, cendres de biomasse bois...).

L'objectif du projet est la co-construction avec les acteurs d'un **outil d'évaluation des services écosystémiques** associés à ces pratiques culturales.

A partir de l'identification des fonctions des sols à favoriser, le projet a vocation à produire un outil logiciel d'aide à la gestion des systèmes de culture, à destination des agriculteurs et/ou des conseillers agricoles, permettant d'optimiser l'insertion des deux pratiques dans les systèmes de culture.

En pratique, PROLEG s'appuie sur des expérimentations complétées par un travail bibliographique et l'analyse de données statistiques relevées sur la plaine de Versailles. Le plateau de Saclay servira de territoire d'application aux outils développés.

Pour plus d'informations : <http://www.versailles-grignon.inra.fr/Toutes-les-actualites/201509-ProLeg>

1.2.2 - Gestion de l'interculture

Les risques de fuites de nitrates sont particulièrement élevés pendant les périodes pluvieuses à l'automne. La couverture des sols à la fin de l'été et à l'automne contribue à limiter les fuites de nitrates en immobilisant temporairement l'azote minéral sous forme organique.

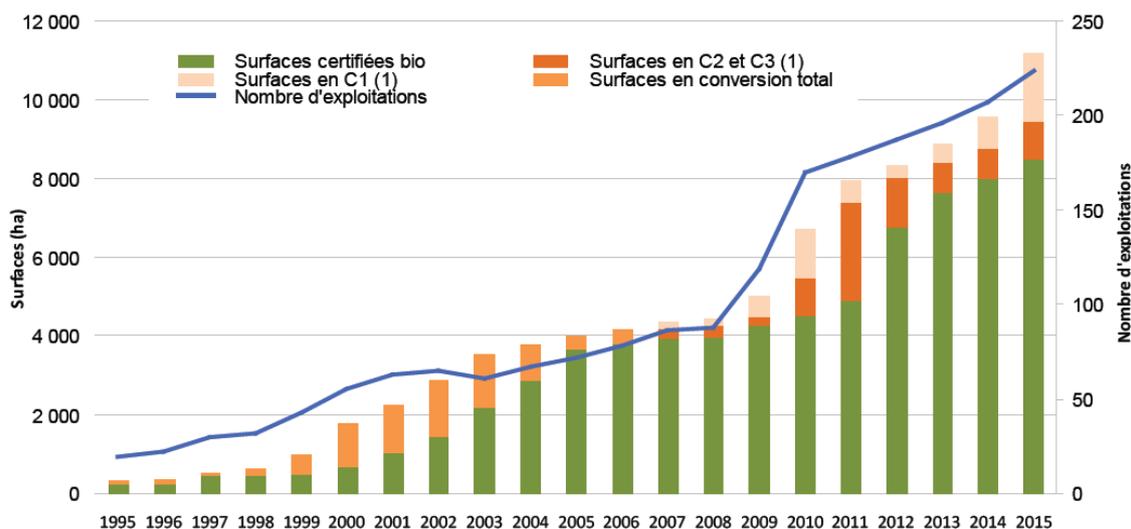
Comme précédemment mentionné, **les cultures intermédiaires** ont vocation à **prélever les**

⁴⁴ INRA, Juillet 2014. [Valorisation agricole des effluents, boues et déchets organiques](#).

⁴⁵ ANSES. Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à une demande d'appui scientifique et technique concernant le projet de cahier des charges digestats agricoles. Octobre 2016.

⁴⁶ Présentation du projet : www.agro-transfert-rt.org/projets/solebiom-evaluation-de-prototypes-de-systemes-de-grande-culture-orientes-vers-la-production-de-biomasse-vis-a-vis-de-la-preservation-du-bilan-de-carbone-organique-des-sols-a-long-terme/

⁴⁷ <http://www.ile-de-france.chambagri.fr/pro77/reglementation-directive-nitrates>



Évolution du nombre d'exploitations et des surfaces en agriculture biologique jusqu'en 2015

(1) : C1 - C2 - C3 : première, deuxième et troisième années de conversion à l'agriculture biologique
Sources : Agreste 2016, d'après l'Agence Bio et les organismes certificateurs

éléments nutritifs résiduels, évitant ainsi leur lessivage.

Les cultures intermédiaires permettent également de **réduire les écoulements d'eau en surface**, donc les risques de ruissellements, coulées boueuses et turbidité⁴⁸.

Dans le cadre du 5^{ème} programme d'actions nitrates, il est à noter **que la couverture des sols est rendue obligatoire : pendant les intercultures courtes** entre une culture de colza et une culture semée à l'automne ; **pendant les intercultures longues** (la couverture des sols est obligatoire pendant au moins deux mois).

1.3 – Biodiversité

Les pratiques agricoles agissent sur la biodiversité directement en modifiant le milieu (labour par exemple) et/ou la biocénose⁴⁹ (par l'utilisation de pesticides notamment). Dans le cas des grandes cultures, les labours profonds et répétés, l'usage de produits phytosanitaires ou encore la fertilisation apparaissent comme des facteurs majeurs du déclin de la richesse spécifique et de l'abondance de nombreux organismes (microorganismes du sol, faune du sol, insectes, plantes, amphibiens, oiseaux)⁵⁰.

Ces enjeux incitent un nombre croissant d'acteurs à se tourner vers une **agriculture plus « durable »**, d'une part au niveau de la conduite des systèmes de

culture (diversification des rotations, simplification du travail du sol, mise en place de méthodes de protection intégrée, implantation de couverts intermédiaires et de cultures dérobées, etc.) et d'autre part à travers l'aménagement des espaces agricoles (répartition adaptée des cultures dans les territoires, restauration d'éléments non productifs – haies, bandes enherbées, etc.).

Encouragée par les politiques publiques (« projet agro-écologique pour la France » lancé en décembre 2012 par le Ministère de l'Agriculture⁵¹, dispositif de verdissement de la Politique Agricole Commune arrêté en Janvier 2015), l'adoption de pratiques agricoles favorables à la biodiversité se heurte toutefois à trois types de freins⁵² :

- **Freins techniques** : les problèmes les plus fréquemment rencontrés concernent : l'organisation du travail sur les exploitations, l'adéquation du matériel disponible avec les nouvelles pratiques et la modification de la structure spatiale de l'exploitation (installation de haies, taille des parcelles, etc.).
- **Freins économiques** : le coût de l'adoption de changements techniques qui permettraient de mieux concilier objectifs de production et objectifs de biodiversité est bien évidemment un élément déterminant de leur insertion dans les systèmes de production agricole.
- **Freins sociaux** : la sensibilité des agriculteurs à l'égard des problématiques environnementales est également un élément à prendre en compte

⁴⁸ Il s'agit de la teneur en particules fines, elle est positivement corrélée à la quantité d'éléments pathogènes et constitue de ce fait un facteur d'altération de la qualité de l'eau.

⁴⁹ La biocénose correspond à l'ensemble des êtres vivants qui occupent un milieu donné.

⁵⁰ Synthèse de l'expertise scientifique collective « Agriculture et biodiversité : valoriser les synergies » réalisée par l'INRA à la demande du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche et du

Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire, Juillet 2008.

⁵¹ Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer, Agriculture durable, 2011

⁵² Synthèse de l'expertise scientifique collective « Agriculture et biodiversité : valoriser les synergies » réalisée par l'INRA à la demande du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche et du Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire, Juillet 2008.

	Seine-et-Marne	Yvelines	Essonne	Val d'Oise	Île-de-France
Nombre d'exploitations	99	47	54	12	224
SAU (ha)	4 794	2 876	2 613	627	11 202
dont SAU en conversion	1 134	896	477	8	2 697
Part dans la SAU totale (%)	1,4	3,2	3,1	1,1	2,0
Évolution SAU 2015 / 2014 (%)	15,9	22,7	10,2	2,7	17,0
Principales productions végétales (ha)					
Céréales	2 163	1 355	1 313	166	5 025
Protéagineux	222	347	222	36	837
Légumes frais	187	105	122	42	463
Surface toujours en herbe (STH)	389	196	34	116	954
Cultures fourragères	1 196	555	637	173	2 580

Agriculture biologique – Données chiffrées en 2015

Sources : Agreste 2016, d'après l'Agence Bio et les organismes certificateurs

pour expliquer le niveau d'acceptabilité de pratiques culturales ou d'aménagement du territoire favorables à la biodiversité.

Bien que son cahier des charges n'y fasse pas explicitement référence, l'agriculture biologique apparaît comme un mode de production favorable à la biodiversité. Une forte progression du nombre d'exploitations agricoles franciliennes en agriculture biologique a été enregistrée au cours des 20 dernières années, tandis que la SAU en agriculture biologique a augmenté de 17 % entre 2014 et 2015 à l'échelle régionale.

1.4 - Qualité de l'air

La teneur initiale des combustibles paille en azote, soufre et chlore a un impact sur la formation d'oxydes d'azote NOx, d'oxydes de soufre SOx et d'acide chlorhydrique HCl, qui peuvent entraîner des émissions polluantes.

Le Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) de l'Île-de-France fixe des valeurs limites d'émission pour les installations de combustion, notamment de biomasse. Plus particulièrement, il impose des valeurs limites d'émissions (VLE) de NOx et de poussières pour les installations fixes de combustion jusqu'à 2 MW dans les chaufferies collectives⁵³ et renforce les VLE existantes pour les installations de 2 MW à 20 MW.

Les émissions gazeuses et de particules doivent par ailleurs être contrôlées afin de minimiser la pollution émise lors des étapes de stockage, de manipulation de la matière ou pendant les procédés de combustion.

2 - Concurrences potentielles avec les cultures alimentaires

La paille est un co-produit de la culture de céréales, oléagineux, et protéagineux, coupé lors de la récolte des grains. Sa culture n'entre de fait pas en concurrence avec les cultures alimentaires, les différentes parties des plantes (grains, tiges) pouvant être valorisées de façon complémentaire à différentes fins. La problématique est toute autre pour **les cultures dédiées à la production de biomasse** (chanvre, miscanthus, etc.), les concurrences étant pour autant difficiles à observer et à quantifier, du fait de la multitude de paramètres à prendre en compte pour l'analyse (intégration possible dans les rotations culturales et augmentation potentielle des rendements à l'hectare pour la culture alimentaire principale, cultures mises

⁵³ Seules des valeurs indicatives d'émissions sont proposées à l'échelle nationale

en œuvre sur des surfaces actuellement mal valorisées ou sur des surfaces de régulation, etc.)⁵⁴.

Dans un objectif d'accroissement du rendement, il est toutefois à noter que le raccourcissement des pailles peut être recherché. En effet, la diminution de la taille de la tige permet d'améliorer la résistance à la verse et donc d'autoriser des grains plus lourds et une teneur en azote de la tige plus élevée, ce qui joue indirectement sur le rendement. Depuis les années 1970, l'introduction de gènes de nanisme ainsi que la sélection d'autres gènes impliqués dans la réduction de la taille des pailles ont eu un impact significatif sur la taille de ces dernières. Des raccourcisseurs de pailles ou des régulateurs de croissance peuvent être également utilisés dans la lutte antiverse, ce qui pourrait réduire sur le long terme le volume de paille effectivement mobilisable.

3 - Pratiques et travail agricole

Une fois le travail de moisson réalisé et le grain récolté, la paille est le plus fréquemment broyée et enfouie.

La récolte de la paille en vue de sa valorisation supposerait de fait pour les agriculteurs d'**investir dans du matériel adapté** (formation de balles rondes, de balles rectangulaires, voire granulation au champ).

Certains agriculteurs récoltent toutefois d'ores et déjà cette paille, parfois vendue dans des régions limitrophes davantage orientées vers l'élevage.

La mobilisation des pailles en vue de leur valorisation impacte la charge de travail des agriculteurs, de même que l'export de la paille hors du champ (temps de travail supplémentaire en période haute d'activité agricole) ou encore l'épandage du digestat pour les projets de méthanisation.

3.1 - Récolte des pailles

La récolte de la paille nécessite une grande flexibilité pour être réalisée dans des conditions optimales, afin de limiter les impacts sur les sols de l'étape de récolte, et de préserver la qualité de la ressource. La collecte de la paille occasionne également un trafic supplémentaire et souvent lourd dans les parcelles, qui, selon les conditions climatiques, peut entraîner des compactations nécessitant des reprises mécaniques pour les cultures suivantes.



Moisson d'un champ de colza au Clos Fontaine

Crédit photo : Bruno Raoux / IAU ÎdF

3.2 – Mobilisation des menues pailles

S'ils sont pour l'heure très peu développés, il est à noter que deux systèmes co-existent actuellement pour récupérer les menues pailles à la parcelle⁵⁵ :

- Les systèmes intégrés ou adaptables dotés de turbines qui envoient la menue paille soit sur l'andain, soit directement dans une remorque ;
- Les systèmes adaptables dotés d'un caisson spécifique situé à l'arrière de la moissonneuse-batteuse. Les systèmes avec caisson permettent de séparer la menue paille de la paille, mais nécessitent une étape de reprise des tas de menue paille déposés en bout de parcelles.

Une enquête réalisée par Arvalis en 2015 auprès de 18 agriculteurs qui récoltent la menue paille sur leur exploitation depuis plusieurs années a permis d'évaluer les conséquences de cette activité sur l'organisation des chantiers de moisson et sur le temps de travail.

Les quatre agriculteurs qui déposent la menue paille directement sur l'andain n'ont pas noté d'évolution du débit de leur chantier de moisson, mais ont toutefois noté une légère hausse du temps de pressage dû à un plus gros volume traité. La majorité des agriculteurs qui exportent la menue paille séparément ont constaté un ralentissement du débit de chantier à la moisson (10 producteurs sur 14) : + 3 à 10 % de temps de travail en plus. La reprise des tas de menue paille après la moisson représente une difficulté et un travail supplémentaire pour plus de la moitié des agriculteurs qui déposent la menue paille en bout de parcelle, les débits de chantiers étant très variables selon les techniques employées. Plusieurs agriculteurs notent par ailleurs une complexification des chantiers de moisson du fait de l'encombrement représenté par le caisson ou la remorque permettant la collecte de la menue paille.

⁵⁴ RMT Biomasse, Décembre 2012. Biomasse énergie : le point sur 15 idées reçues. Eléments d'expertise sur la valorisation énergétique de la biomasse agricole. *Idee reçue n°8 « Les*

cultures dédiées à la production de biomasse sont en concurrence avec les cultures alimentaires »

⁵⁵ Perspectives agricoles, Mars 2016. [Récupération des menues pailles : un outil complémentaire pour gérer la flore adventice.](#)

3.3 – Amendement organique

Dans le cas où l'exportation de paille nécessite un apport d'amendement organique, notamment sous forme de compost de déchets verts, celui-ci nécessite d'être épandu sur les champs pendant la courte période courant de la fin de la récolte au début des semis suivants. Alors que les agriculteurs possèdent généralement le matériel nécessaire à l'épandage, la main d'œuvre peut manquer à cette période de l'année. **Une organisation collective voire une sous-traitance de cette opération d'épandage pourrait être envisagée pour permettre le bon déroulement de ces opérations.**

4 - Organisation des filières logistiques

La paille est détenue par les cultivateurs de céréales. Tout projet de valorisation (énergétique ou matière) de la paille doit évaluer en amont **la disposition des agriculteurs à céder / vendre leur co-produit**. Ce facteur sociologique a un impact déterminant sur la disponibilité réelle des ressources en paille. En 2010, l'Agence Nationale de la Recherche et l'ADEME ont financé le projet ECOBIOM dont le but était d'évaluer la propension des agriculteurs champardennais à céder leurs pailles. Les résultats de l'enquête⁵⁶ montrent que 60 % des sondés récoltent la paille plutôt que de l'enfourer et que les agriculteurs – éleveurs le font davantage que les autres profils. 36 % de la paille produite est réservée à leur consommation personnelle tandis que le reste est échangé ou vendu. L'enquête a également permis de mettre en exergue **les deux principaux freins exprimés par les agriculteurs à la mobilisation de leur paille** :

- **La crainte d'un appauvrissement des sols en matières organiques ;**
- **Le prix d'achat de la paille**, qui se situe actuellement entre 15 et 20 euros la tonne en andains (sans pressage – l'opération de pressage pouvant être réalisée par l'agriculteur ou par un tiers), **jugé actuellement peu incitatif**. Pour être suffisamment incitatif, ce prix doit permettre de justifier le surplus de travail au champ pour l'export des pailles et la perte d'amendement organique pour les sols (AgroTransfert a estimé qu'un prix plus équitable devrait plutôt se situer autour de 25 euros la tonne en andains).

Les chaînes d'approvisionnement des projets de valorisation de la biomasse doivent être structurées de façon à répondre aux exigences fixées par les porteurs de projets en termes de **qualité** (les étapes de transport, de manutention et de traitement affectant les propriétés finales de la biomasse,

notamment le taux d'humidité et le taux de cendres pour les combustibles), mais également de **disponibilité** et d'**accessibilité**, en tenant compte de la saisonnalité de production de la ressource⁵⁷.

L'approvisionnement en paille est de fait un paramètre à intégrer très en amont des projets, tant pour des projets de valorisation matériau que combustible. Pour satisfaire aux règles professionnelles de la construction paille, les bottes de paille doivent répondre à certaines contraintes techniques, en termes d'humidité ou de compression. Les agriculteurs qui produisent des bottes pour la construction doivent ainsi adapter leur processus de récolte et de mise en botte de la paille afin de répondre aux exigences de qualité du matériau (règles CP 2012). Les moyens logistiques utilisés pour l'approvisionnement des projets de chaufferie biomasse et la qualité des combustibles doivent être compatibles avec les contraintes propres à chaque chaufferie. Les méthodes de récolte (passage unique, multiple) peuvent notamment impacter la qualité de la ressource mobilisée (incorporation de particules du sol, lessivage).

La saisonnalité d'approvisionnement constitue un enjeu fort. Des zones de stockage peuvent être installées afin d'amortir la saisonnalité de la production et assurer un approvisionnement régulier en biomasse.

Le choix des systèmes de transport (et de chargement) dépend du format de la biomasse (vrac, balles etc.), de la densité après traitement, mais également des infrastructures et équipements existants. La faible densité de la paille impactant fortement les coûts de transport de la ressource, les schémas d'approvisionnement doivent être analysés précisément, afin de limiter les ruptures de charge et les goulots d'étranglement⁵⁸. Ces coûts de transport importants pourraient imposer à certains agriculteurs souhaitant valoriser leur co-produit d'investir dans du matériel permettant la compression de la paille.

Afin d'accompagner la structuration des filières de production / stockage de biomasse énergie, le projet européen Sucellog accompagne la création de centres logistiques de la biomasse au sein d'agro-industries présentes sur le territoire.

Parallèlement aux programmes de quantification stratégique et théorique de la biomasse, des outils opérationnels ont été développés pour aider les porteurs de projets à concevoir un plan d'approvisionnement en biomasse et proposer des solutions sur mesure (exemple du projet OPTABIOM).

⁵⁶ Socio-economical aspects of the straw removal at the farmer level, 18th European Biomass Conference, 3 - 7 May 2010, Lyon, France, Sylvain MARSAC, Françoise LABALETTE, Claude JACQUIN, Charlotte BORDET, Marie-Laure SAVOURE, Sarah BRIAND

⁵⁷ Projet Sucellog, 2015. [Guide pour la production d'agro-combustibles à destination des agro-industries.](#)

⁵⁸ Ibid.

Le projet SUCELLOG - *SUCCEssful LOGistic* - Favoriser la participation du secteur agricole à l’approvisionnement durable en biocombustibles

SUCELLOG est un projet européen de 3 ans financé par le programme Énergie Intelligente pour l'Europe. Cinq pays sont concernés dans ce projet : l'Espagne, la France, l'Italie, l'Autriche et l'Allemagne.

L'objectif opérationnel de ce projet est la création de centres logistiques de biocombustibles solides (granulés, plaquettes etc.) autour d'installations agro-industrielles déjà en place. Ainsi certaines installations pourraient être utilisées au cours de leur période d'inactivité pour la production et le stockage de biocombustibles solides (en tirant profit de la présence de granulateurs, de séchoirs, de convoyeurs, etc.). Le projet SUCELLOG se concentre sur la production de bioénergie issue de biomasse sèche en combustion (bois, co-produits de cultures annuelles, haies de bocages, etc.), qu'elle soit directe ou après un prétraitement, pour la production de chaleur ou d'énergie.

Dans le cadre de ce projet, des associations nationales et régionales (pour la France : Services Coop de France, Coopénergie, Coop de France Rhône-Alpes-Auvergne et l'UCFF) apportent un appui technique aux entreprises qui souhaitent devenir des plateformes de production, et fournissent également un service de conseil au lancement de cette nouvelle activité.

Pour plus d'informations : <http://www.sucellog.eu/fr/>



Champ, Parc Naturel Régional du Vexin Français

Crédit photo : Alexandre Sargos / Réservoir photo / IAU ÎdF

Le projet OPTABIOM – Accompagner les acteurs des filières de valorisation de la biomasse agricole

Entre 2008 et 2014, le projet OPTABIOM a développé une méthodologie à destination des acteurs des filières de valorisation de la biomasse agricole : porteurs de projets, exploitants agricoles et collectivités locales. La démarche OPTABIOM comprend une méthode éprouvée, un panel d'indicateurs, des outils et des données adaptés à la production de biomasse, et des exemples d'application.

Appliquée à une initiative locale, la démarche OPTABIOM permet de :

- Caractériser un territoire (enjeux du milieu, filières existantes, acteurs, etc.) ;
- Proposer des scénarii d'approvisionnement pour le projet.

En 2014, le Consortium OPTABIOM, a été créé pour diffuser la méthode OPTABIOM auprès des porteurs de projet biomasse et les accompagner dans leur déploiement opérationnel. OPTABIOM a bénéficié de financements du FEDER, de FranceAgriMer, du Conseil Régional de Picardie et est soutenu par le Pôle de compétitivité Industries et Agro-Ressources (IAR) ainsi que par le RMT Biomasse, Énergie, Environnement et Territoire.

Le projet « Réseau de sites démonstrateurs IAR », initié par le Pôle IAR en 2015, a pour finalité de mettre en œuvre la méthode OPTABIOM sur trois territoires pilotes dans les Hauts-de-France dont les sites de Novhisol et Calira qui valorisent des coproduits agricoles pour la fabrication de matériaux biosourcés.

Pour plus d'information : <http://www.agro-transfert-rt.org/projets/consortium-optabiom/>

Synthèse des enjeux et éléments de recommandations

1 - Disponibilité de la ressource

La culture des céréales mobilise une grande partie de la SAU francilienne (environ 64 % en 2014). Le blé tendre représente près de 42 % de la SAU. Viennent ensuite le colza (14 %) et le maïs (8 %).

Il est à noter que la sélection de graines aux tiges moins longues pour réduire la sensibilité à la verse, voire l'utilisation de raccourcisseurs de paille pourrait réduire sur le long terme le volume de paille effectivement mobilisable.

De plus, une analyse du gisement de paille techniquement récoltable et durablement disponible (tenant compte des besoins de l'élevage et des besoins de retour au sol pour l'amendement organique) permettrait de connaître le gisement de paille a priori disponible pour alimenter des filières de valorisation matière ou énergétique de la biomasse. Toutefois, un paramètre essentiel à évaluer en amont de tout projet est la disposition des agriculteurs à céder / vendre leur co-produit.

Par ailleurs, les coûts de la paille ne sont pas stabilisés, et ne sont pas négligeables, en raison de la concurrence avec des usages agricoles et de sa faible densité qui entraîne des coûts logistiques élevés.

Secteur	Situation 2006 (ktep)	Objectifs 2020 (ktep)
Chauffage domestique	7400 (5,75 millions de logements)	7400 (9 millions de logements)
Collectif / tertiaire	200	2000 (+1800)
Industrie	1200	3200 (+2000)
Cogénération (chaleur)	0	2400 (+2400)

Les ressources mobilisées par les filières « bois bûche » et « bois énergie industriel et collectif »

Source : Nomadéis

Pistes de recommandations

- Organiser des campagnes de communication et de sensibilisation des agriculteurs.

La stratégie de communication / sensibilisation pourra être préfigurée par la Chambre d'Agriculture régionale, en lien avec la DRIAAF, les Instituts techniques agricoles et le COLLECT'IF Paille.

Différents relais pourront être mobilisés par les collectivités territoriales pour la diffusion de ces messages : Agence des espaces verts, Agence régionale pour la biodiversité, parcs naturels régionaux, établissements d'enseignement, associations environnementales, etc.

- Recenser les agriculteurs franciliens prêts à vendre leur paille.

Les collectivités territoriales peuvent apporter un appui au COLLECT'IF Paille qui a d'ores et déjà entrepris de recenser les agriculteurs franciliens prêts à vendre leur co-produit.

- Accompagner la mise en place de contrats de production entre les industriels et les agriculteurs, afin de stabiliser le prix d'achat des pailles.

Cette action pourrait être portée par les Chambres d'agriculture.

- Accompagner les porteurs de projets à concevoir et évaluer leur plan d'approvisionnement en biomasse agricole avec des outils opérationnels (ex : OPTABIOM).

Un consortium de partenaires pourrait être constitué afin de diffuser la méthode OPTABIOM auprès des porteurs de projet biomasse et les accompagner dans sa mise en œuvre.

2 - Valorisation de la paille dans la construction

Si le marché de la construction paille est encore relativement limité, il connaît toutefois un engouement croissant, et tend aujourd'hui à devenir un système constructif courant, en lien notamment avec la parution des règles professionnelles de la construction paille en janvier 2012. Les évolutions des techniques constructives et la réalisation de tests de résistance aux termites et au feu⁵⁹ ont également permis un emploi de la paille dans des ERP.

Par ailleurs, en Île-de-France, le COLLECT'IF Paille s'est récemment structuré afin de développer et promouvoir les actions de la filière construction paille à l'échelle régionale.

Le RFCP estime qu'environ **280 tonnes de pailles** ont été valorisées dans la construction en Île-de-France en 2016, contre 4 600 tonnes à l'échelle nationale⁶⁰. Selon le RFCP, ce volume est globalement en augmentation à l'échelle de la région francilienne ces dernières années.

Deux principaux enjeux peuvent être identifiés :

- La demande en construction paille reste relativement faible de la part de la maîtrise d'ouvrage, du fait de différentes idées reçues⁶¹ :
 - La filière paille souffre de clichés solidement ancrés : non résistance au feu, aux rongeurs ou aux insectes ;
 - La mise en œuvre de la paille est rarement envisagée en région francilienne, une autre idée reçue étant que le matériau serait peu disponible en contexte urbain ;
 - Certains maîtres d'ouvrage craignent également des parois trop épaisses dans un contexte de mise en œuvre de bottes de paille.
- Peu d'entreprises franciliennes sont formées à la mise en œuvre de matériaux paille, le public le plus fréquemment rencontré dans le cadre des formations Pro'Paille en Île-de-France étant des concepteurs.

Pistes de recommandations

- **Mettre en place des actions de communication / sensibilisation** à destination des donneurs d'ordre publics et privés (renforcer notamment la promotion du label « bâtiment biosourcé » en Île-de-France), et axer la communication sur la notion de performance globale (environnementale mais également socio-économique) des matériaux biosourcés.

La stratégie de communication / sensibilisation pourra être préfigurée en partenariat avec l'ensemble des parties prenantes pertinentes (donneurs d'ordre ayant valorisé de la paille dans un projet constructif, maîtres d'œuvre, entreprises du bâtiment formées à la mise en œuvre de la paille, etc.).

Les collectivités territoriales pourront relayer ces messages à l'ensemble des donneurs d'ordre publics et privés.

- **Prescrire la paille dans les constructions publiques** et valoriser les réalisations abouties (action en cours via le COLLECT'IF Paille) ;

- **Assurer la visibilité des « ambassadeurs de la construction biosourcée » franciliens** (acteurs volontaires qui, dans le cadre de leur activité quotidienne agissent comme aide à l'émergence de projet, en éclairant et rassurant leurs interlocuteurs sur les potentialités des matériaux biosourcés et l'identification des personnes ressources), et encourager la formation de nouveaux ambassadeurs ;

- **Proposer un bonus de constructibilité** aux constructions respectant certains critères de performance environnementale.

Les Communes ou EPCI peuvent autoriser, via leurs documents d'urbanisme, un dépassement des règles de constructibilité au maximum de 30 % pour les constructions neuves faisant preuve d'exemplarité énergétique ou environnementale ou étant à énergie positive (tel que défini par le Décret n°2016-856 du 28.6.16 : JO du 29.6.16).

⁵⁹ Le CSTB a notamment réalisé un essai incendie en 2009, et l'Institut Technologique Forêt Cellulose-Bois Ameublement (FCBA) de Bordeaux a réalisé un essai sur l'appétence vis-à-vis des termites en 2010.

⁶⁰ Source : entretien réalisé avec le RFCP (Luc Floissac). Ce volume a été estimé sur la base de l'étude des volumes de paille

mis en œuvre dans les constructions paille recensées sur le territoire, et d'hypothèses complémentaires fixées sur la base du nombre d'adhérents au RFCP recensés dans chaque région.

⁶¹ Source : Entretien avec le RFCP (Luc Floissac).

3 - Valorisation énergétique de la paille (agrocombustibles et méthanisation)

Les évolutions récentes du cadre réglementaire et stratégique relatif à la valorisation de la biomasse à des fins énergétiques font entrevoir **un potentiel d'accroissement de la mobilisation de la paille au cours des prochaines années** (objectif de mobilisation de 223 000 t/an de paille affiché dans le SRCAE aux horizons 2030 – 2050).

3.1 - Agro-combustibles :

- Trois grandes problématiques doivent être prises en compte pour une utilisation optimale des céréales en tant que combustibles⁶² : (1) la forte production de **cendres** et de **mâchefer** ; (2) la **composition acide des fumées de combustion**, qui peut entraîner la corrosion des éléments constitutifs de la chaudière et de la cheminée ; et (3) la teneur initiale des combustibles paille en azote, soufre et chlore a un impact sur la formation d'oxydes d'azote NOx, d'oxydes de soufre SOx et d'acide chlorhydrique HCl, qui peuvent entraîner des émissions polluantes.
- La seule chaufferie paille que comptait l'Île-de-France, à Villeparisis, est actuellement à l'arrêt.

3.2 - Méthanisation :

- 6 projets de méthanisation basés sur un gisement agricole (dont de la biomasse végétale et des CIVE) ont été recensés en Île-de-France en 2016 sur les 17 projets alors en fonctionnement.
- Le Plan Énergie Méthanisation Autonomie Azote (EMAA), lancé conjointement par le ministère de la Transition Écologique et Solidaire et le ministère de l'Agriculture en mars 2013 a fixé l'objectif de développer en France, à l'horizon 2020, 1 000 méthaniseurs à la ferme, contre 90 à fin 2012.
- La méthanisation, à la différence des autres filières de valorisation de la biomasse agricole, peut permettre le retour au sol d'une partie de la matière organique. Il est toutefois à noter que la qualité physico-chimique des digestats dépend étroitement des types de déchets et effluents entrants utilisés pour alimenter les méthaniseurs (fumiers, lisiers, résidus de culture, cultures intermédiaires, effluents agro-industriels, etc.). Elle dépend également des procédés de méthanisation utilisés, et d'un éventuel traitement complémentaire des digestats (séparation de phases, compostage, etc.).

62 ADEME. Étude bibliographique sur la combustion de produits issus de cultures annuelles (blé, paille, maïs). 2006.

63 Les Amis de la Terre France, Laboratoire de Recherche en Architecture, Août 2014. *Projet de recherche TERRACREA : Disponibilités en terres arables métropolitaines pour une production soutenable de matériaux biosourcés pour la*

3.3 - Enjeux de concurrences

- Les différentes projections sur les besoins en ressources paille pour la construction (projet TERRACREA, 2014⁶³) et la méthanisation (étude Solagro, 2012⁶⁴) mettent en exergue le fait que, si elles ne sont pas coordonnées, de potentiels conflits d'usage peuvent intervenir entre les filières paille-construction et méthanisation, en cas de développement fort de ces filières.
- Selon les auteurs du rapport TERRACREA, les investissements conséquents dans les unités de valorisation énergétique de la biomasse introduisent un facteur de rigidité important pour la filière paille. Ces derniers insistent sur l'importance d'anticiper le développement de la filière construction-paille afin de lui réserver des gisements suffisants.

Pistes de recommandations

- **Encourager les acteurs engagés dans des filières de méthanisation à réaliser des analyses d'échantillons**, afin d'évaluer la qualité des digestats retournés aux agriculteurs (cette dernière étant très variable en fonction des types de déchets et effluents entrants) et assurer un échange équitable.

- **Encourager les industries de séchage du grain** (coopératives agricoles concentrées à la frontière avec l'Yonne et le Loiret et dans l'est de la Seine-et-Marne) et **les industries sucrières** de la région parisienne à **devenir des centres logistiques de biocombustibles solides** (production / stockage de biocombustibles solides) (cf. analyse d'opportunité du projet SUCELLOG).

Ces actions pourraient être portées par les Chambres d'agriculture, avec le soutien des collectivités territoriales.



Alimentation du digesteur avec le fumier, ferme de la Tremblaye

Crédit photo : Sophie Dolivet / IAU ÎdF - ARENE

construction / réhabilitation de bâtiments compatibles avec les objectifs « Grenelle ».

64 Solagro, Juin 2013. *Développement de la méthanisation en Île-de-France.*

4 - Anticiper et prévenir les impacts du développement des filières sur le travail agricole et les filières logistiques

4.1 - Impacts environnementaux

Depuis une dizaine d'années, de nombreux travaux (Cartopailles, Regix, etc.) ont montré qu'il est possible d'exporter, sous certaines conditions, **1/3 des pailles récoltables sans qu'il y ait de diminution du stock de carbone stable dans le sol**⁶⁵. La capacité de mobilisation des pailles des parcelles dépend du type de sol et du mode de conduite culturale des parcelles.

Pistes de recommandations

Accompagner les porteurs de projets à **contrôler les émissions gazeuses et de particules** des agro-combustibles afin de minimiser la pollution émise lors des étapes de stockage, de manipulation de la matière ou pendant les procédés de combustion.

Accompagner les agriculteurs dans le diagnostic technique de leurs exploitations, et l'**estimation des volumes de paille potentiellement mobilisables**, tout en assurant un retour au sol suffisant. La capacité et les modalités d'exportation des pailles doivent en effet être raisonnées à la parcelle ou par grand type de parcelle (combinaison type de sol – itinéraire technique). Dans le contexte de l'initiative internationale « 4 pour 1000 », l'exportation de la paille doit par ailleurs **être compensée par des techniques substitutives**, (simplification du travail du sol, mise en place de cultures intermédiaires, restitution au sol des digestats de méthanisation, valorisation d'autres produits résiduels organiques, etc.) qui doivent être envisagées au cas par cas.

4.2 - Pratiques et travail agricole

- La mobilisation des menues pailles impacte la charge de travail des agriculteurs, de même que l'export de la paille hors du champ (temps de travail supplémentaire en période haute d'activité agricole) ou encore l'épandage du digestat dans les projets de méthanisation.
- Le premier frein à l'export de la paille de la parcelle est économique. Le prix de la paille se situe actuellement entre **15 et 20 euros la tonne** en

⁶⁵ FRCA Picardie, COOPENERGIE® Picardie, Mai 2008. *Exporter des pailles sans risque pour l'état organique des sols. Guide de décision à la parcelle.*

andains (sans pressage). Or, les simulations réalisées par Agro-Transfert montrent que le prix de la paille devrait atteindre les **25 euros la tonne** pour être incitatif.

Pistes de recommandations

Renforcer la formation continue des agriculteurs, notamment sur les techniques substitutives à l'enfouissement des pailles (simplification du travail du sol, mise en place de cultures intermédiaires, restitution au sol des digestats de méthanisation, valorisation d'autres produits résiduels organiques, etc.).

4.3 - Organisation des filières logistiques

Les chaînes d'approvisionnement des projets de valorisation de la biomasse doivent être structurées de façon à répondre aux exigences fixées par les porteurs de projets en termes de **qualité** mais également de **disponibilité** et d'**accessibilité**, en tenant compte de la saisonnalité de production de la ressource. **L'approvisionnement en paille est de fait un paramètre à intégrer très en amont des projets.**

Pistes de recommandations

Compiler et diffuser un guide d'équipements appropriés pour la collecte et la compaction des pailles, avec leurs principales caractéristiques techniques, économiques, etc.

Certaines de ces actions pourraient être portées par les Chambres d'agriculture, avec le soutien des collectivités territoriales. Les EPCI pourront notamment renforcer l'intégration de ces enjeux au sein de leurs plans climat-air-énergie territorial (PCAET).



Moisson et fenaison à Neufmoutiers-en-Brie

Crédit photo : Corinne Legenne / IAU ÎdF

Conclusion

La paille est une ressource aux multiples usages possibles - en dehors de l'usage agricole et agronomique - dont les filières sont encore peu développées.

Les développements des filières énergétiques et de construction utilisant la paille seront complémentaires à condition de prendre en compte les temporalités de développement de ces usages. En effet, **le développement de l'utilisation de la paille comme matériau biosourcé est plus lent que celui de son usage énergétique**. Une attention doit donc être portée à maintenir le développement futur de la filière matériau. Par ailleurs, **la question des pratiques agricoles et du travail de l'agriculteur associés à ces filières est essentielle pour évaluer l'impact réel du développement de ces filières**. De même doit être prise en compte, pour développer ces filières, la **disposition des agriculteurs à céder leur paille** : le prix de la paille, aujourd'hui encore trop faible, est en ce sens un élément primordial.

Les recommandations formulées dans ce rapport **présentent aux collectivités des pistes de réflexion sur la manière dont elles peuvent s'engager** dans les différentes filières afin d'assurer leurs développements respectifs.

Aujourd'hui les questions de concurrence d'usages sont encore trop peu étudiées ou trop partielles lors de la mise en place des filières sur les territoires. Néanmoins, étant donné **l'interconnexion des enjeux et les divers impacts de l'exploitation** – qu'ils soient environnementaux (impacts sur le sol, sur la biodiversité ou encore sur la ressource en eau), logistiques ou sur le travail agricole - la question de **l'élaboration de diagnostics globaux interfilières** doit se poser avant de privilégier un usage au niveau local, ceci afin d'assurer un développement cohérent du territoire.

Les collectivités, en tant qu'acteur territorial de premier plan, ont en ce sens un **rôle fort à jouer afin de sortir d'un fonctionnement des filières encore trop souvent en silos et d'éviter des effets d'opportunisme momentanés**.



Maison aux parois en ballots de paille à Mézières-sur-Seine

Crédit photo : Bruno Raoux / IAU ÎdF

Sigles et acronymes

ADEME

Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

AGRESTE (site dédié)

Statistique agricole du service de la statistique et de la prospective du Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt

ANSES

Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation

CGDD

Commissariat général au développement durable

CIPAN

Centre National de la Propriété Forestière

CIVE

Culture intermédiaire à vocation énergétique

CNRS

Centre national de la recherche scientifique

CSTB

Centre scientifique et technique du bâtiment

DREAL

Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement

DRIAAF

Direction régionale interdépartementale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt d'Île-de-France

ERP

Établissement recevant du public

ESCo

Expertise scientifique collective

FCBA

Institut technologique forêt cellulose, bois construction et ameublement

ICPE

Installations classées pour la protection de l'environnement

INRA

Institut national de la recherche agronomique

PNR

Parc Naturel Régional

PPA

Plan de Protection de l'Atmosphère

Règles CP 2012

Règles professionnelles de la construction paille

RFCP

Réseau français de la construction paille

SAU

Surface agricole utile

SDRIF

Schéma directeur de la Région Île-de-France

SRCAE

Schéma régional du climat, de l'air et de l'énergie

VLE

Valeurs limites d'émissions

Bibliographie

BIBLIOGRAPHIE:

ADEME, Avril 2013. *Estimation des gisements potentiels de substrats utilisables en méthanisation.*

ADEME, 2015. *Panorama des coproduits et résidus biomasse à usage des filières chimie et matériaux biosourcés en France.*

ADEME, 2006. *Etude bibliographique sur la combustion de produits issus de cultures annuelles (blé, paille, maïs).*

ADEME, FranceAgriMer, Janvier 2014. *Etude de faisabilité pour l'évaluation des flux de matière de biomasse.*

AGRESTE Île-de-France, Décembre 2016. *Mémento de la statistique agricole.*

ARENE Île-de-France, 2013. *Les filières franciliennes des matériaux et produits biosourcés pour la construction.*

Association Alter'Energies, 2011. *Filière construction en botes de paille : étude sur la structuration de l'offre.*

Centres d'Etudes Techniques de l'Équipement (CETE) Île-de-France, 2010. *Les écomatériaux dans l'aménagement et la construction en Île-de-France, Contribution à leur caractérisation, catalogue et potentialités de développement de filières.*

CETIAT, 2008. *Faisabilité de la combustion du fumier de cheval.*

Chambre d'Agriculture d'Île-de-France – FRCA, 2009. *Cartographie et quantification de la biomasse en Île-de-France.*

Commissariat Général au Développement Durable (CGDD), 2013. *Les filières industrielles stratégiques de l'économie verte : enjeux et perspectives.*

Conseil du Cheval, Île-de-France, Mars 2016. *Étude économique de la filière équine en Île de France.*

DHUP, 2012. *Etude sur le secteur et les filières de production des matériaux et produits biosourcés utilisés dans la construction (à l'exception du bois).*

FRCA Picardie, COOPÉNERGIE Picardie, Mai 2008. *Exporter des pailles sans risque pour l'état organique des sols. Guide de décision à la parcelle.*

FranceAgriMer, Avril 2012. *La méthanisation : état des lieux et perspectives de développement.*

FranceAgriMer, Décembre 2015. *L'observatoire national des ressources en biomasse. Évaluation des ressources disponibles en France.*

Indiggo, 2012. *Etude préalable au volet combustion de biomasse en filière collective.* SRCAE Île-de-France.

Les Amis de la Terre France, Laboratoire de Recherche en Architecture, Août 2014. *Projet de recherche TERRACREA : Disponibilités en terres arables métropolitaines pour une production soutenable de matériaux biosourcés pour la construction / réhabilitation de bâtiments compatibles avec les objectifs « Grenelle ».*

Région Île-de-France, Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie (SRCAE) de l'Île-de-France approuvé le 23 novembre 2012.

Région Île-de-France. Schéma Directeur de la Région Île-de-France (SDRIF) approuvé par le conseil d'État le 27 décembre 2013

RMT Biomasse et Territoire, Janvier 2017. *Actes du colloque. Optimiser les filières biomasse : Quels outils pour réduire les charges logistiques ?*

Solagro, Juin 2013. *Développement de la méthanisation en Île-de-France.*

IAU Île-de-France, Juillet 2013. *L'agriculture et la sylviculture.*

WEBOGRAPHIE :

Agreste - Agreste (statistique, évaluation et prospective agricole)

<http://agreste.agriculture.gouv.fr/en-region/ile-de-france/>

Ressources de l'étude Optimiser la chaîne d'approvisionnement de la biomasse agricole au travers d'une capitalisation d'expériences éprouvées, RMT Biomasse et Territoires, 2016 : www.biomasse-territoire.info/menus-horizontaux/projets/biomasse-et-logistique.html

Site de la **biomasse énergie en Île-de-France** porté par l'ARENE et l'ADEME www.biomasse-energie-idf.fr/

Direction Régionale Interdépartementale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt d'Île-de-France (DRIAAF) <http://driaaf.ile-de-france.agriculture.gouv.fr>

Collect'IF Paille

<http://iledefrance.constructionpaille.fr/>

Réseau Français de la Construction Paille - <https://rfcp.fr/>

Programme Sucellog (participation du secteur agricole à l'approvisionnement durable en

biocombustibles solides en Europe) -
www.sucellog.eu/fr/



Blé

Crédit photo : Philippe Halle / IAU ÎdF - ARENE

Liste des interlocuteurs sollicités

Deux études analysant les complémentarités et concurrences des usages vis-à-vis des ressources biomasse ont été réalisées parallèlement, l'une concernant le bois d'origine forestière et l'autre la paille agricole.

Dans le cadre de ces études, un certain nombre d'acteurs ont été sollicités en 2017 que ce soit pour l'une ou les deux études.

En voici la liste.

Organisation	NOM
ADEME Île-de-France	Lilian CARPENE, Ingénieur énergie – référent biomasse énergie
DRIAAF (Direction Régionale et Interdépartementale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt d'Île-de-France)	Pierre-Emmanuel SAVATTE, Chef du service régional de la forêt et du bois, de la biomasse et des territoires
Conseil Régional d'Île-de-France	Guillaume DEROMBISE, Chef du service « forêt, énergie et matériaux biosourcés » Melpomène DELAUNE, Chargée de mission matériaux biosourcés
Office National des Forêts (ONF) Île-de-France	Sylvain DUCROUX, Directeur du projet « Forêts périurbaines »
GIP ECOFOR	Guy LANDMANN, Coordinateur du projet GERBOISE - Gestion raisonnée de la Récolte de BOIS Energie
Institut technologique Forêt Cellulose Bois-construction Ameublement (FCBA)	Alain THIVOLLE-CAZAT, Chargé d'Etudes Ressources
Institut National de la Recherche Agronomique - INRA	Bruno MARY, Directeur de recherche au sein de l'unité de recherche AgrolImpact (Agroressources et impacts environnementaux) Sabine HOUOT, Directrice de Recherche : Produits résiduaux organiques, compostage, matières organiques
Institut technique des cultures agricoles ARVALIS	Sylvain MARSAC, Ingénieur chargé d'études agricoles en économie et valorisations non alimentaires
Chambres d'Agriculture	Rémi FORTIER, Chargé de mission énergie à la Chambre d'Agriculture de Seine-et-Marne François QUAGNEAUX, conseiller forestier à la Chambre Interdépartementale d'Agriculture d'Île-de-France et directeur de l'Agence Île-de-France chez CoforOuest
RFCP - Réseau Français de la Construction Paille	Luc FLOISSAC, Porte-parole du RFCP
COLLECT'IF Paille	Benoît ROUGELOT - Responsable du COLLECT'IF Paille
Francilbois	Stéphane MICHEL, Délégué général Nermine ATTIA, Chargée de mission bois énergie Mathieu GELAN, Chargé de mission

Pôle Industrie et Agro-Ressources	Marie LOYAUX, Responsable projets Agromatériaux
DRIEA - Direction régionale et interdépartementale de l'équipement et de l'aménagement	François BOURGEOIS, Chargé de mission matériaux
DRIEE - Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie	Marguerite MUHLHAUS, Service énergie, climat, véhicules
Grand Paris Aménagement	Magali CASTEX, chef de projet Urbanisme Durable, Direction de l'Ingénierie Stratégique des Territoires et des Etudes Urbaines
Département des Yvelines	Laurence LALANNE, Direction du développement, Département des Yvelines Jean-Michel PORTIER, Technicien forestier, Direction de l'Environnement, Service du Patrimoine Naturel, Département des Yvelines
Parc Naturel Régional de la Haute Vallée de Chevreuse	Betty HOUGUET, Chargée de mission énergie
AgroTransfert	Annie DUPARQUE, Chargée de Mission - Direction de l'Unité sols et agro-systèmes Marie-Laure SAVOURÉ-GUY, Chargée de mission « Bioéconomie sur les territoires »
FNEDT - Fédération Nationale Entrepreneurs Des Territoires	Tammouz Eñaut HELOU, Chargé des travaux et services forestiers et ruraux



**L'ARENE EST UN DÉPARTEMENT DE L'INSTITUT D'AMÉNAGEMENT ET D'URBANISME DE LA RÉGION D'ÎLE-DE-FRANCE,
UNE FONDATION RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR DÉCRET DU 2 AOÛT 1960.**

15, RUE FALGUIÈRE - 75740 PARIS CEDEX 15 - TÉL. : 01 77 49 77 49