

LES CULTURES FRANCILIENNES POUR FABRIQUER LES MATÉRIAUX ET PRODUITS DE DEMAIN

ARGUMENTAIRE AGRONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTAL



MARS 2023

8.20.020

ISBN 978 27371 2353 5

Région
île de France

L'INSTITUT
PARIS
RÉGION

Les cultures franciliennes pour fabriquer les produits et matériaux de demain

Argumentaire agronomique et environnemental

Mars 2023

L'INSTITUT PARIS REGION

15, rue Falguière 75740 Paris cedex 15
Tél. : + 33 (1) 77 49 77 49 - Fax : + 33 (1) 77 49 76 02
www.institutparisregion.fr

Directeur général : Nicolas Bauquet

Directeur général adjoint, coordination des études : Sébastien Alavoine

Département Environnement : Christian Thibault, directeur de département

Étude réalisée par Marie Carles et Julie Missonnier

Avec la collaboration de Cécile Mauclair, Jean Benet, Thomas Hemmerdinger, Madeleine Noeuvéglise

Crédits photos de couverture : Pierre-Yves Brunaud, Pierre-Marie Tricaud, Julie Missonnier / L'Institut Paris Region ; JLLH / AdobeStock.com

N° d'ordonnancement : 8.20.020

Remerciements :

Nous tenons à remercier chaleureusement l'ensemble des professionnels qui nous ont consacré du temps, au cours d'entretiens ou de réunions, pour mieux comprendre le contexte, les avantages ou les contraintes de ces cultures et leurs usages :

- Agence de l'eau Seine-Normandie : Jennifer Druais
- Chambre d'agriculture : Elise Le Marchand et Rémi Baudoin sur l'ensemble des filières, avec un zoom sur la filière chanvre ; Bertrand Bacle, Eric Ruiz, conseillers agricoles dans le 77.
- Collectif Paille : Charlotte Leuvar, Charlotte Picard, Julie Turpin, Volker Ehrlich
- Interchanvre, Planète Chanvre : Franck Barbier, Eric Grange, Anne-Marie Nuyttens
- Société nouvelle Gâtichanvre : Ronald Beauvu
- Epamarne : Alejandro Alvaro, Mélanie Siebert
- BES / Polybiom : Isabelle Billard
- Ets Devogèle : Manon Delétain
- Région Île-de-France, service Ruralité et bioéconomie : Marie Chevillotte, Melpomène Delaune.

Sommaire

Introduction	3
Céréales à paille et paille	5
La paille en Île-de-France	5
Généralités sur la paille	5
Surfaces cultivées	5
Transformation et valorisation de la paille.....	6
Bilan des atouts et points de vigilance de la paille	9
Bilan agronomique	9
Bilan technique.....	10
Bilan économique.....	11
Bilan environnemental.....	11
Le chanvre	13
Le chanvre en Île-de-France.....	13
Généralités sur le chanvre	13
Surfaces cultivées	13
Transformation et valorisation du chanvre	14
Bilan des atouts et points de vigilance du chanvre.....	17
Bilan agronomique	17
Bilan technique	18
Bilan économique.....	19
Bilan environnemental.....	20
Le lin.....	21
Le lin en Île-de-France	21
Généralités sur le lin.....	21
Surfaces cultivées	21
Transformation et valorisation du lin	22
Bilan des atouts et points de vigilance du lin	26
Bilan agronomique	26
Bilan technique	27
Bilan économique.....	28
Bilan environnemental.....	28
Le miscanthus	29
Le miscanthus en Île-de-France.....	29
Généralités sur le miscanthus	29
Surfaces cultivées	29
Transformation et valorisation du miscanthus.....	31

Bilan des atouts et points de vigilance du miscanthus	33
Bilan agronomique	33
Bilan technique	34
Bilan économique	34
Bilan environnemental	35
Synthèse	36
Bibliographie	38
Glossaire	38

Introduction

Portés par une réglementation favorable, les matériaux ou produits biosourcés prennent aujourd'hui une place croissante au côté des matériaux conventionnels pour divers usages, en particulier la construction, mais aussi le textile, la fabrication de bioplastiques... Ainsi, la construction à partir de matériaux biosourcés, comme le bois, la paille ou le chanvre se développe en Île-de-France, mais pas nécessairement à partir d'une ressource francilienne. Les filières de matériaux ou produits biosourcés existent dans la région, mais elles sont encore économiquement fragiles et peinent à trouver un débouché sur le marché francilien.

Dans le cadre de l'accompagnement de la stratégie régionale pour l'essor des filières des matériaux et produits biosourcés en Île-de-France, cette note présente un argumentaire agronomique et environnemental des cultures concernées, afin de les faire connaître et d'inciter à leur développement à l'échelle régionale, en fonction des contextes locaux. Les cultures étudiées ici sont les céréales à paille, le chanvre, le lin et le miscanthus : pour chacune de ces cultures sont explorés les atouts mais aussi les points de vigilance, en termes agronomique, technique ou économique (du point de vue essentiellement de l'exploitation agricole), et plus largement en termes environnementaux. Le bilan des atouts et contraintes est assorti d'une rapide présentation de la culture et de la filière actuelle en Île-de-France, avec une mise en perspective des surfaces cultivées dans les régions voisines du Bassin parisien.

Cette note à caractère général n'a pas vocation à remplacer les guides techniques spécialisés ou les études approfondies de filières. Elle vise à rassembler, au sein d'un même document, un panorama général et des clés de compréhension des principales cultures et de leur valorisation, à destination des acteurs susceptibles d'intervenir dans la consolidation des filières des matériaux et produits biosourcés (élus et techniciens, agriculteurs...).

Cette étude a été réalisée, en collaboration avec la Chambre d'agriculture d'Île-de-France et l'Agence de l'eau Seine-Normandie, à partir d'une synthèse de guides techniques agricoles ou d'études existants sur le sujet. L'analyse bibliographique a été complétée par une série d'entretiens menés auprès d'acteurs impliqués dans ces filières.

Céréales à paille et paille

La paille en Île-de-France

Généralités sur la paille

La paille correspond à la tige d'un certain nombre de cultures, coupée lors de la récolte des grains : elle est issue de céréales (blé, orge, avoine et triticale, maïs), mais aussi d'oléagineux (colza et tournesol) ou de protéagineux (féveroles et pois). Une fraction de la paille difficilement mobilisable est fréquemment laissée au champ : il s'agit des chaumes (parties basses des tiges de paille, non coupées) et de la menue paille (débris des céréales à paille formés lors de la récolte ainsi qu'adventices présentes dans le champ).

L'utilisation de la paille en construction, sous forme de torchis pour les murs ou en chaume pour les toitures est très ancienne. L'utilisation de bottes de paille dans la construction d'un bâtiment est apparue aux Etats-Unis à la fin du XIX^{ème} siècle, et la première maison française en ossature bois et remplissage en paille date de 1921 (Montargis). La valorisation en matériaux privilégie l'utilisation de la paille de céréales, et en particulier la paille de blé, la seule à disposer de certifications techniques. Les pailles d'orge ou de triticale, de structure et composition assez proches, pourraient également être envisagées pour ce débouché.

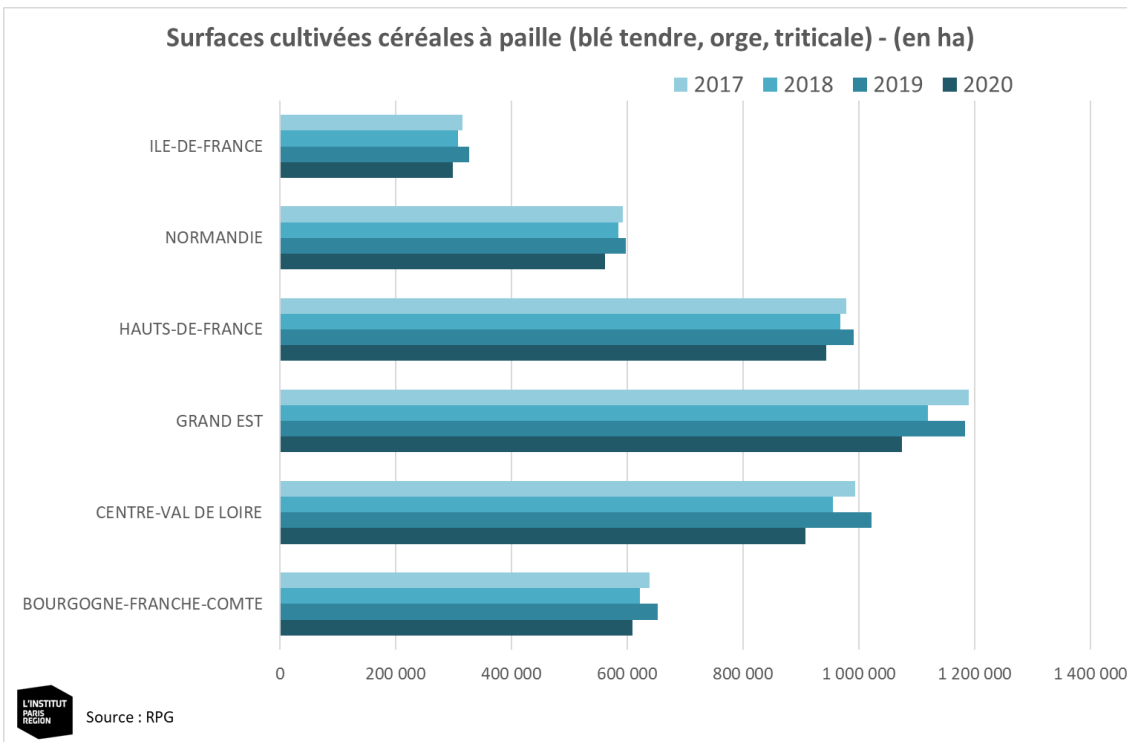
Concernant la culture du blé, qui est celle du blé tendre en Île-de-France transformé en farine pour le pain et la biscuiterie – contrairement au blé dur cultivé dans les régions plus chaudes et sèches et transformé en semoule ou en pâtes, le semis a lieu à l'automne (octobre - novembre) pour le blé d'hiver ou à la fin de l'hiver (février - mars) pour le blé de printemps. La période de récolte s'étale de mi-juillet jusqu'à septembre. La récolte peut être réalisée par une moissonneuse-batteuse traditionnelle ou par un batteur axial (de l'ordre de 40% des pailles battues en mode axial en Île-de-France).



Champs d'orge et de blé dans le Parc naturel régional du Gâtinais français (Pierre-Yves Brunaud / L'Institut Paris Region)

Surfaces cultivées

Le bassin parisien est un territoire traditionnellement tourné vers la culture de céréales, oléagineux et protéagineux, et ces grandes cultures représentent plus de 80% des surfaces cultivées en Île-de-France. Dans la région, entre 2017 et 2020, les surfaces cumulées ayant pour culture principale le blé tendre, l'orge et le triticale sont en moyenne de 311 900 ha (d'après les données du RPG 2017, 2018, 2019, 2020). Avec un rendement moyen de 3 à 4 t de paille/ha en Ile-de-France, et en considérant un retour au sol minimum de 40% du volume récolté, on peut estimer que la production de paille mobilisable pour différentes valorisations autres qu'agronomiques (élevage, matière ou énergie) s'établit entre 280 et 750 000 tonnes par an environ.



Surfaces cultivées en céréales à paille en Île-de-France et dans les régions limitrophes du Bassin parisien

Transformation et valorisation de la paille

La paille coupée lors de la récolte peut-être soit laissée dans le champ puis enfouie dans le sol, soit exportée pour divers usages. 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 travaillée par pressage pour former des balles rectangulaires très denses, qui sont plus adaptées au stockage et au transport.



Andains de paille de céréales après récolte (all themes/ Shutterstock.com)

- Valorisation agronomique : aujourd'hui, la paille coupée est majoritairement restituée au sol, afin de l'enrichir en matières organiques, améliorant ainsi de nombreuses propriétés du sol et sa fertilité (enrichissement en éléments nutritifs par décomposition par les microorganismes du sol, amélioration de la structure et de la stabilité des sols, aération, infiltration et meilleur stockage de l'eau, soutien à l'activité biologique des sols). La restitution au sol peut également se faire sous forme de fumier (assez marginal en Île-de-France), mélange de paille et de déjections animales, ou sous forme de digestat¹ de méthanisation.
- Valorisation en élevage : la paille est principalement utilisée comme litière pour les animaux (préférentiellement des pailles de céréales). Le cheptel francilien reste très modeste à l'échelle nationale, seul le cheptel équin (chevaux) progresse. Un cheval adulte utiliserait entre 13 et 17 kilos de paille par jour. La valeur nutritive des pailles étant très faible et variable, elles sont utilisées de façon très marginale pour l'alimentation animale (en période de sécheresse notamment).
- Valorisation matière : la paille est aujourd'hui valorisable dans la construction sous différentes formes (bottes de paille, torchis, mélange terre-paille ou encore panneaux de paille comprimés).

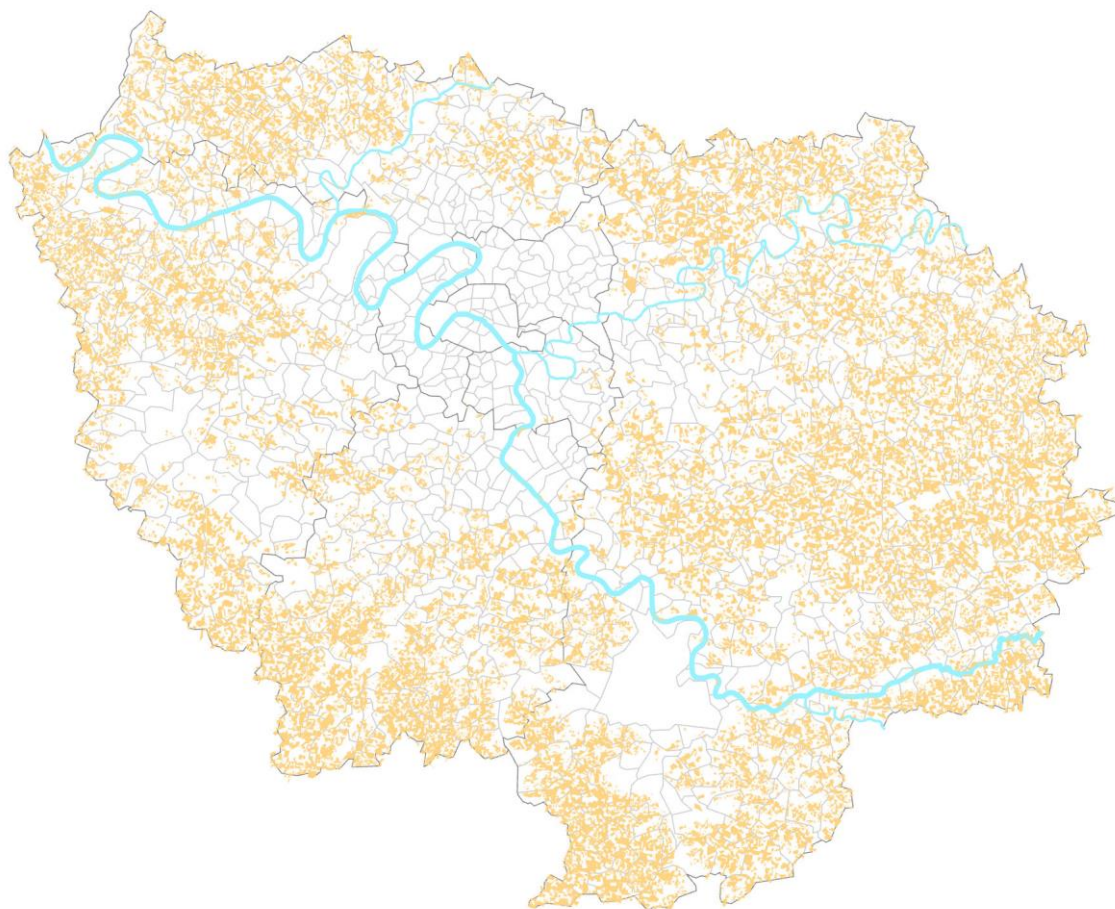
A l'origine la construction en bottes de paille était mise en oeuvre principalement dans des projets d'auto-construction et de chantiers participatifs, mais un nombre croissant d'architectes et d'entreprises du bâtiment s'intéressent à cette technique, et depuis 2006, une offre professionnelle se met en place dans la plupart des régions de France. Le marché de la construction en paille reste aujourd'hui anecdotique en Île-de-France, mais tend à se développer : on recense environ 30 constructions en botte de paille ou intégrant de la paille à l'échelle régionale, dont 5 établissements recevant du public (3 500 constructions en France). Environ 280 tonnes de paille ont été mises en oeuvre dans la construction en Île-de-France en 2016 (4 600 tonnes en France). Le réseau français de la construction paille (RFCP) assure l'écriture des règles professionnelles – permettant aujourd'hui à la construction paille d'appartenir aux « techniques courantes ». L'association Collect'IF paille, antenne régionale du RFCP, porte la dynamique de la construction paille en Île-de-France depuis 2015. L'usage d'une mixité de matériaux, notamment de bois, terre et paille, est expérimenté dans un nombre croissant de projets, souvent des équipements (une trentaine dans la région). Les principaux systèmes constructifs en paille sont des systèmes de remplissage d'ossature porteuses ou de caissons avec des bottes de paille, et dans une moindre mesure les systèmes de paille porteuse, où la paille assure à la fois structure et isolation.

La paille est également recherchée pour fournir de la matière première à la production industrielle (chimie du végétal) : 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. Des bioraffineries dites de « seconde génération » sont en cours de développement. Elles reposent sur 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.

- Valorisation en énergie : utilisation comme combustible pour chaufferies paille ou bien comme intrants en méthanisation pour la production de biogaz (utilisé en chauffage, en production d'électricité par cogénération, ou éventuellement comme carburant pour le transport).

¹ Résidu du processus de méthanisation

Cultures de blé tendre, orge et triticale (2020)



Parcelles cultivées en 2020

 parcelles de blé tendre -
orge - triticale

 0 20km

© L'INSTITUT PARIS REGION, 2022
Sources : L'Institut Paris Region, RPG 2020



Bilan des atouts et points de vigilance de la paille

Il s'agit ici des atouts et points de vigilance de la paille, et non des céréales à paille (contrairement aux cultures de chanvre, lin et miscanthus)

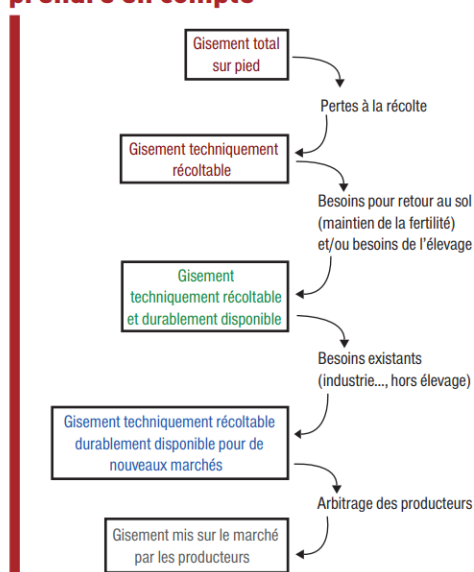
Bilan agronomique

Atouts

- Grande disponibilité de la paille

La capacité de mobilisation des pailles des parcelles dépend du type de sol et du mode de conduite culturale des parcelles.

QUANTIFICATION DES RESSOURCES : de nombreux paramètres sont à prendre en compte



Les grandes étapes d'évaluation de la disponibilité en paille (source : Perspectives agricoles 2015)

Pour les céréales, pour un volume de pailles produit au champ d'environ 6 à 10 tMS par hectare selon l'espèce, seulement 3 à 4 t/ha est récolté en moyenne en Île-de-France. Il est considéré que le retour au sol minimum permettant le maintien du potentiel agronomique est de 40 % du volume récoltable, incluant la paille contenue dans le fumier². Dans le cadre des réflexions récentes sur la valorisation énergétique de la biomasse agricole, notamment le schéma régional biomasse francilien, la prise en compte du retour au sol de la matière organique a incité à fixer le niveau de retour au sol de la paille à 70 %.

Il faut ensuite déduire les usages pour l'élevage (litière animale) ou d'autres valorisations comme l'énergie (méthanisation). Selon l'observatoire national de la biomasse, le gisement de paille mobilisable, en prenant en compte les besoins agronomiques (retour au sol) et les utilisations pour le paillage, s'élève à 1,7 millions de tonnes par an sur le territoire français³.

Pour l'Île-de-France, avec les trois céréales mentionnées, compte-tenu d'un retour au sol allant de 40 à 70 %, la quantité de paille mobilisable pour l'ensemble des filières de valorisation, autres qu'agronomiques s'élève de 280 à 750 000 tonnes par an⁴, équivalant à la construction de 28 000 à 75 000 maisons en paille de 100 m²⁵.

² Etude Nomadéis 2017, Chambre d'agriculture d'Île-de-France, 2020

³ Etude Nomadéis 2017

⁴ Détail du calcul : $(311\ 900\ \text{ha} \times [3\ \text{à}\ 4\ \text{t/MS}] \times [30\ \text{à}\ 60\%]) = 280\ 700\ \text{t}\ \text{à}\ 748\ 560\ \text{t}$

⁵ Etude Nomadéis 2017

- Spécificité de l'Île-de-France : les céréales à paille sont des cultures traditionnelles du bassin parisien.

Points de vigilance

- Risque de diminution du taux de matière organique du sol à long terme : l'exportation des pailles doit de fait être raisonné à la parcelle ou par grand type de parcelle, afin d'éviter les risques de diminution du taux de matière organique des sols à long terme.
- Risque de moindre disponibilité de la paille du fait de l'essor de l'agriculture biologique : les agriculteurs qui pratiquent l'agriculture biologique sont moins enclins à exporter leurs pailles, pour mieux piloter la fertilisation de la parcelle (potasse) et maintenir un bon taux de matière organique. Ils peuvent y être ponctuellement favorables dans le cas par exemple de cultures de luzerne suivant la culture des céréales. Ainsi une montée en puissance de l'agriculture biologique en Île-de-France pourrait limiter à terme la disponibilité de la paille pour la construction.
- L'usage de raccourcisseurs de paille, pratique aujourd'hui très répandue, peut être à requestionner pour optimiser la production de paille⁶.

Bilan technique

Atouts

- Utilisation de matériel standard : les presses agricoles standard détenues par les céréaliers sont adaptées à la production des bottes valorisées dans la construction, à condition de présenter une masse volumique et une humidité relative conforme aux prescriptions des règles professionnelles⁷.
- Les critères pour les bottes de paille pour un usage construction ne sont pas contraignants. Le taux d'humidité des bottes doit être de 16 % maximum sinon il existe un risque d'inflammation. La densité doit être de 80 kg/m³, mais peut être supérieure suivant les besoins pour la construction⁸.

Points de vigilance

- Moindre qualité des pailles dans le cas de récolte par batteur axial : la récolte avec une moissonneuse-batteuse équipée d'un batteur axial (de l'ordre de 40% des surfaces de céréales à paille en Île-de-France) provoque un battage plus agressif de la paille, avec des pailles abîmées, aux brins plus courts, avec davantage de poussières et de menues pailles.
- Pour un usage construction en paille porteuse, les grosses bottes de paille peuvent être difficiles à manier. Certains agriculteurs ont adapté leurs presses pour fournir des demi-bottes (bottes de 22 cm de large). D'autres solutions envisageables sont de couper les bottes en deux, ou encore de se procurer une presse pour petites bottes⁹.

⁶ Source : entretien Collect'if Paille

⁷ Etude Nomadéis 2017

⁸ Source : entretien Collect'if Paille

⁹ Source : entretien Collect'if Paille



Ramassage de petites bottes de paille – Neufmoutiers-en-Brie - 77 (Corinne Legenne / L'Institut Paris Region)

Bilan économique

Atouts

- Complément de revenus : les prix des bottes de paille fluctuent moins que celui du grain. Les bottes de paille sont rémunérées entre 80 et 120 € HT/t en fonction de la taille de la botte, de sa densité, et de la proposition ou non d'une étape de stockage et/ou de livraison. La plus-value sur chiffre d'affaires liée à la commercialisation de la paille a ainsi été estimée à 30 % du produit de la vente de grain¹⁰.
- Utilisation locale, dans un rayon de 50 km maximum autour de l'exploitation
- Vente directe auprès des utilisateurs
- Remarque : le projet d'une unité territoriale de production standardisée et de stockage de bottes de paille en Normandie, lauréat de l'AMI 2018 pour une économie circulaire en Normandie, vise à la création d'un outil logistique pour sécuriser l'amont (débouché des agriculteurs) et l'aval (sécurité d'approvisionnement tout au long de l'année pour les maîtres d'ouvrages et maîtres d'œuvres) de la production.¹¹

Points de vigilance

- Possible concurrence d'usage

La paille est visée aussi pour une valorisation énergétique en méthanisation, tout en respectant le retour au sol de quantités de paille suffisante pour entretenir et enrichir les sols. Dans le cadre des études sur le schéma régional biomasse, la paille, associée aux autres résidus de cultures (paille d'oléagineux, cannes de maïs et de tournesol, collets et fanes de betteraves) a été identifiée comme une des quatre principales sources d'énergie primaire issue de biomasse, aux côtés des CIVE¹², des déchets de bois et du bois-énergie.

Bilan environnemental

Atouts

- Stockage de CO₂ : environ 1 teqCO₂/ha/an, sur la base d'un rendement de 3 t paille/ha/an¹³.

¹⁰ Etude Nomadéis 2017

¹¹ Projet porté par la Communauté de communes Cingal Suisse Normande, en partenariat avec l'association régionale pour l'éco-construction ARPE, ainsi que les associations Accord Paille et Eco-Pertica

¹² Cultures Intermédiaires à Valorisation Énergétique

¹³ Source : Arene, janvier 2014

Points de vigilance

- Atteintes à la biodiversité, à la qualité des sols et des eaux

Les cultures céréalières étant pour la plupart cultivées en utilisant des produits phytosanitaires, la conduite de ces cultures a des impacts sur les sols et les eaux. L'usage des produits phytosanitaires entraîne des atteintes à la biodiversité et une pollution des nappes phréatiques, ainsi qu'un appauvrissement des sols. Le développement de l'agriculture biologique pour les cultures de céréales est une des solutions pour limiter ces impacts. L'agriculture biologique s'est beaucoup développée en Île-de-France, mais reste encore anecdotique en termes de surfaces.

En cas de fortes sécheresses, amenées à augmenter en fréquence et en intensité avec le changement climatique, les pailles peuvent être plus courtes. Elles peuvent être récoltées et envoyées vers des éleveurs en manque de paillage ou de nourriture.

Le chanvre

Le chanvre en Île-de-France

Généralités sur le chanvre

Originaire d'Asie centrale, le Chanvre (*Cannabis sativa* L.) est cultivé depuis plus de 8 000 ans pour sa fibre textile, sa graine oléagineuse (le chènevis) et également la chènevotte (bois de chanvre).

Il s'agit d'une culture de printemps : semée de début avril à début mai, elle est récoltée sur une période pouvant aller de mi-août à début octobre.



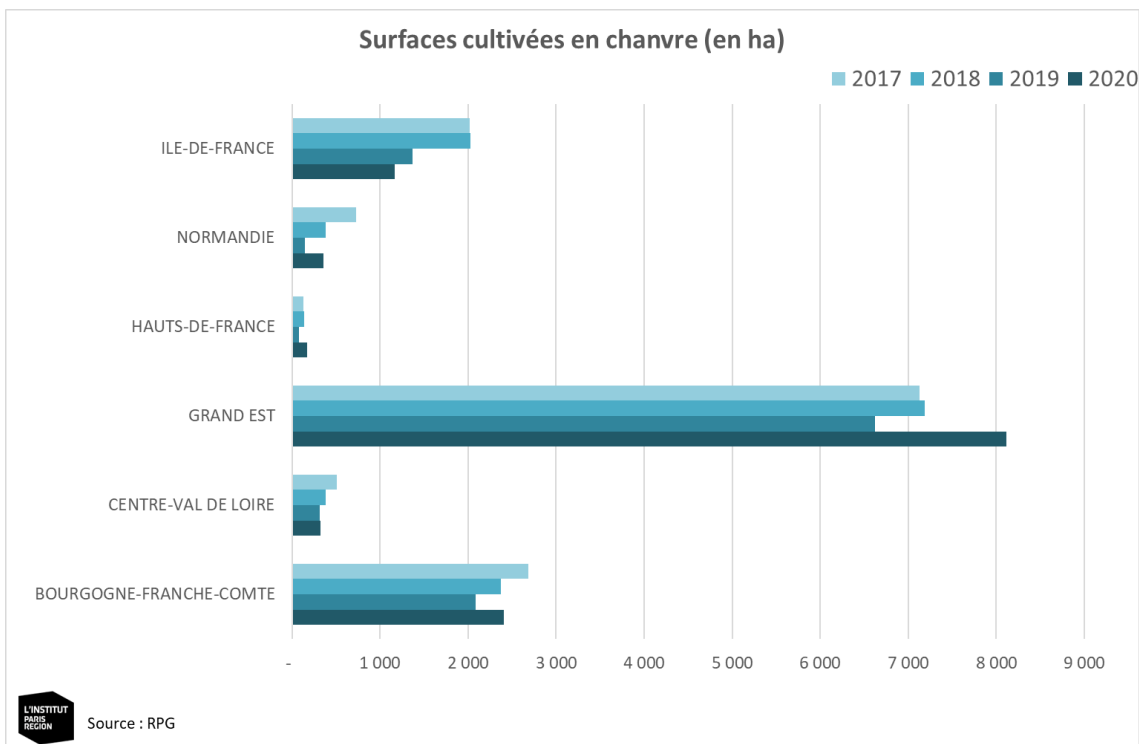
Parcelle de chanvre dans le Parc naturel régional du Gâtinais français (Julie Missonnier / L'Institut Paris Region)

Surfaces cultivées

Après une quasi-disparition du chanvre des surfaces cultivées de France, cette plante connaît un regain d'intérêt depuis les années 1970, pour des usages diversifiés, d'abord pour les marchés papetiers, puis pour des marchés émergents comme la plasturgie ou le bâtiment.

La relance de la culture du chanvre en Île-de-France est récente : en 2008 et 2009, des initiatives locales se développent, l'une portée par un groupe d'agriculteurs au nord de la Seine-et-Marne (Planète Chanvre) et l'autre initiée par le Parc naturel régional du Gâtinais français, entre Seine-et-Marne sud et Essonne (Gâtichanvre et depuis 2021 Société Nouvelle Gâtichanvre). A ces deux principaux bassins de production franciliens s'ajoutent des producteurs de chanvre dans les Yvelines, qui alimentent la chanvrière Agrochanvre située dans la Manche.

Avec 2 000 ha environ de surface cultivée en 2017 et 2018 d'après les données du RPG (1 000 ha en 2015), l'Île-de-France est l'une des principales régions productrices de chanvre de France, concentrant de l'ordre de 13% des surfaces cultivées (15 200 ha en 2019 à l'échelle de la France). La surface semble marquer une tendance à la baisse en 2019 et 2020 (respectivement 1 370 et 1 165 ha), du fait de difficultés techniques et financières rencontrées par la chanvrière Gâtichanvre. Avec la reprise de l'activité par la Société nouvelle Gâtichanvre, la surface devrait progressivement remonter à partir de 2022, pour atteindre 2 500 à 3 000 ha environ.



Surfaces cultivées en chanvre en Île-de-France et dans les régions limitrophes du Bassin parisien

Transformation et valorisation du chanvre

Suite à la récolte, la paille de chanvre est retournée et mise en andains, au cours de laquelle elle va subir un "rouissage" : l'eau et les micro-organismes du sol agissent sur les ciments pectiques qui lient la fibre extérieure au cœur de la paille de chanvre appelé "chènevotte".



Les différents produits issus du chanvre (Marie Carles / L'Institut Paris Region)

La première transformation du chanvre consiste en un défibrage, et permet de séparer la fibre de la chènevotte.

La fibre est principalement utilisée pour confectionner des pâtes pour papiers spéciaux, des plastiques et des matériaux de construction, mais la demande est croissante pour le marché textile. La chènevotte est valorisée seule comme litière animale ou paillage horticole, ou en mélange comme matériau de construction (béton de chanvre, association de chaux et de chènevotte). Le chènevis (graine) est utilisé pour l'alimentation des oiseaux ou la fabrication d'appâts pour la pêche, mais le marché de l'alimentation humaine est en fort développement, la graine ayant des vertus de "super aliment".

Les deux bassins de production franciliens comptent chacun leur propre usine de défibrage de paille de chanvre, à Aulnoy pour Planète Chanvre (77) et à Prunay-sur-Essonne pour la SN Gâtichanvre (91). Par ailleurs, une unité de production d'éléments constructifs préfabriqués à base de bois et béton de chanvre, située à Aulnoy, est opérationnelle depuis 2021 (projet "Wall'Up", soutenu financièrement par l'Etat et la Région Île-de-France dans le cadre de l'appel à projets « structuration des filières agricoles et forestières franciliennes »). Elle vise à réaliser 50 000 m²/an de parois isolées, pour répondre à une demande de 1 500 logements / an.

Pour Planète Chanvre, la production de paille de chanvre est de l'ordre de 5 000 t/an, dont 50 % de chènevotte (valorisation en paillis, litière pour animaux et matériaux de construction pour 10% environ), 25% de fibre (valorisation en matériaux composites dans l'automobile pour 30%, en matériaux isolants pour la construction pour 30%, en textile pour 10%) et 25% de poussières (valorisation en compostage, méthanisation...).



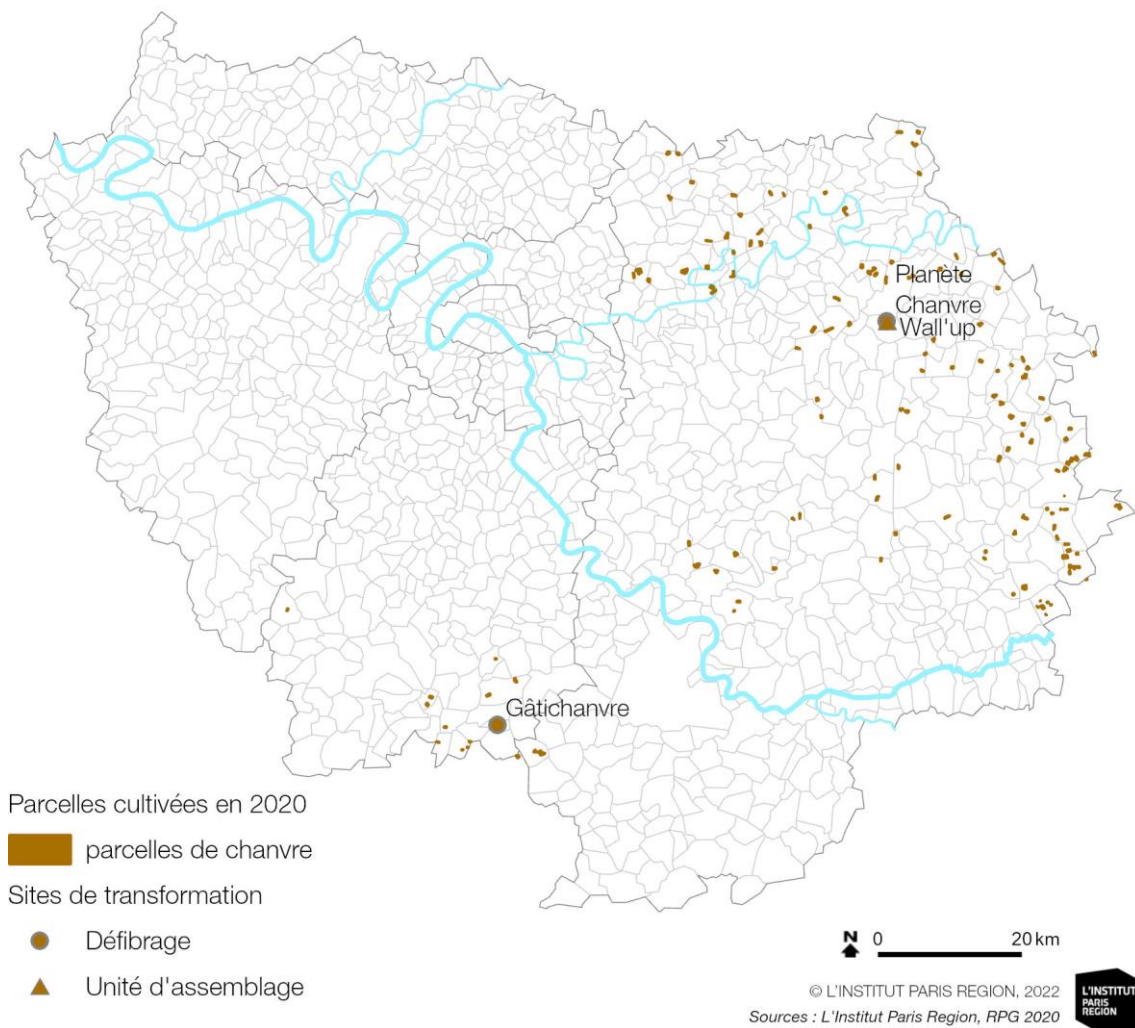
Entrée du site de Planète Chanvre – Aulnoy – 77 (Marie Carles / L'Institut Paris Region)

Pour la SN Gâtichanvre, la production, à l'arrêt en 2021 et 2022 (activité limitée à du négoce de matériaux), devrait être relancée dès 2023, après des travaux de mise aux normes de la ligne de défibrage. La chanvrière envisage une diversification des débouchés : valorisation de la graine (alimentaire et cosmétique, en production biologique), de la fibre (matière première pour la fabrication de panneaux de fibre, de bioplastiques pour l'automobile, production de papier, travaux publics...), de la chènevotte (matière première pour la fabrication de blocs de béton de chanvre, paillage et litière), de la poussière de chanvre (méthanisation, séchage des graines de chanvre). Les productions franciliennes peinent encore à trouver leurs débouchés dans la région, où les besoins en termes de construction sont pourtant considérables. Ces produits sont aujourd'hui essentiellement exportés, ou utilisés dans un périmètre local autour du bassin de production. Depuis l'émergence du « béton de chanvre » il y a environ 30 ans, on estime qu'entre 50 et 100 bâtiments ont été construits avec une structure bois et béton de chanvre en Île-de-France en 2019. Toutefois, le marché francilien semble prendre un nouvel essor et un certain nombre d'acteurs de l'aménagement intègrent désormais des produits biosourcés à base de chanvre dans leurs projets (EPA Marne, EPA Saclay, EPA Sénart notamment).



Aire de stockage de paille de chanvre – SN Gâtichanvre à Prunay-sur-Essonne – 91 (Marie Carles / L'Institut Paris Region)

Cultures et transformation du chanvre (2020)



Nota : le contour des parcelles a été épaissi pour permettre une meilleure visibilité

Bilan des atouts et points de vigilance du chanvre

Bilan agronomique

Atouts

- Très bonne tête d'assolement.

Cette culture de printemps au cycle végétatif relativement court (compris entre 120 et 150 jours), permet de diversifier les assolements à base de cultures d'automne et de libérer rapidement les sols. Elle favorise des gains sur les rendements de la céréale suivante (de 8 à 10 %).

La croissance rapide du chanvre lui confère un caractère de plante "étouffante", permettant de laisser un sol "propre", dépourvu d'adventices. Grâce à son système racinaire en pivot, elle améliore la structure du sol.

Entre la récolte du précédent et le semis du chanvre, il est important de pratiquer une culture intermédiaire (par exemple association phacélie, avoine, vesce, féverole - à noter que la moutarde diminue le rendement du chanvre qui suit).

- Rusticité de la plante, vis-à-vis des ravageurs et en termes de besoins

Les variétés actuelles de chanvre étant issues de "populations" et présentant une forte diversité génétique, elles présentent une grande rusticité et une grande résistance aux attaques de ravageurs et pathogènes. Les maladies et ravageurs entraînent actuellement peu de dégâts et de faibles pertes de rendement. Une seule adventice est problématique, l'Orobanche rameuse, plante parasite pouvant entraîner de fortes baisses de rendement. Ainsi la culture du chanvre ne nécessite aucun traitement phytosanitaire en végétation.

- Peu d'engrais, peu d'eau

Le chanvre nécessite relativement peu d'engrais. Avec en moyenne 100 u/ha d'azote, les besoins du chanvre sont couverts. C'est également une excellente pompe à nitrates. Grâce à son système racinaire en pivot, le chanvre peut s'alimenter en eau en profondeur, ne nécessite pas de recours à l'irrigation, et peut absorber plus facilement les fortes pluies. L'itinéraire technique permet de valoriser le chanvre en agriculture biologique¹⁴.

Points de vigilance

- Plante relativement sensible aux défauts de structure (compaction des sols, battance), et à l'acidité des sols. La culture du chanvre est exigeante en potassium (K) et en calcium (Ca). Une impasse sur la fertilisation azotée peut entraîner une perte de rendement jusqu'à 40 %, tandis qu'une sur-fertilisation peut entraîner des difficultés de séchage et défibrage. Une technique de mycorhization est en cours d'évaluation.
- L'Orobanche rameuse, plante parasite non chlorophyllienne, nécessite une attention particulière pour limiter sa dissémination. Il n'existe aucun traitement efficace contre cette plante à ce jour, qui peut entraîner de fortes baisses de rendement. Des travaux de sélection ont conduit à l'obtention de souches tolérantes¹⁵. Il est également noté une progression de la présence de punaises, s'attaquant aux inflorescences.
- La variabilité des rendements peut être forte au sein d'un même bassin de production. Pour les deux bassins de production franciliens, le rendement moyen semble légèrement plus faible que celui observé au niveau France : respectivement 4,5 tMS/ha et 4,8 tMS/ha pour Planète Chanvre et Gâtichanvre pour la paille de chanvre ; respectivement 7,8 q/ha et 7,3 q/ha pour Planète Chanvre et Gâtichanvre en ce qui concerne le chènevis¹⁶.
- Utilisation obligatoire de semences certifiées afin de pouvoir justifier de l'origine des semences, seules les variétés dosant moins de 0,2 % de THC - Delta9 - TetraHydroCannabidol, étant autorisées à la culture au sein de l'Union Européenne¹⁷.

¹⁴ Source : entretien AM Nuytens Planète Chanvre; étude Nomadéis, guide de cultures Terres Inovia 2020

¹⁵ Source : guide de culture Terres Inovia 2020

¹⁶ Source : Etude Nomadéis 2017

¹⁷ Source : guide de culture Terres Inovia 2020

Bilan technique

Atouts

- Bonne intégration dans la gestion du travail

Le chanvre s'intègre bien dans la gestion du travail sur une exploitation car sa culture nécessite peu d'interventions entre le semis et la récolte, et les pointes de travail (notamment la récolte, en septembre et en octobre) ne coïncident pas avec celles des cultures céréalières.

Points de vigilance

- Etape de la récolte et du rouissage sensibles

Le chanvre demande une organisation de chantier importante à la récolte. L'étape du "rouissage" est sensible. Deux types de récolte sont possibles : soit une coupe de la plante entière sans récolter les graines, soit un fauchage des graines et coupe de la paille, en deux voire en un seul passage. Dans ce dernier cas, les investissements sont lourds et impliquent une gestion collective de la récolte. Dans la majorité des bassins, le matériel utilisé est une moissonneuse modifiée avec un bec Kemper. Toute la matière transite à l'intérieur de la machine. Le taux d'humidité de la paille doit être de 15 % au maximum.

Au moment du rouissage, les pailles virent du vert foncé au vert clair, puis au jaune (idéal pour l'usage papetier) et enfin au gris (privilégiées pour les usages techniques comme la plasturgie). Il est difficile de qualifier au champ une bonne qualité de rouissage mais des outils sont en développement pour accompagner cette étape.

Le chènevis est une graine fragile, qui nécessite d'ajuster au mieux, la date de récolte, le matériel de récolte et les conditions de stockage. Des souffleries équipant les bennes de transport et des séchoirs peuvent être nécessaires pour éviter une dégradation de la matière.

Les balles de chanvre doivent être entreposées dans un hangar à l'abri des intempéries et isolées de l'humidité du sol.

- Balle ronde ou carrée selon les débouchés

La paille peut être pressée en balles rondes ou carrées, en fonction des marchés visés par l'industriel de 1^{ère} transformation et selon la longueur des brins : balles rondes pour l'industrie papetière ou si la paille est en brins longs ; balles rondes ou carrées si la paille est en brins courts.

Planète Chanvre et SN Gâtichanvre ont fait le choix de balles de paille rectangulaires, qui nécessitent l'utilisation d'une moissonneuse batteuse modifiée avec bec Kemper. Planète chanvre s'est équipé des outils de récolte, pour éviter de faire appel à un prestataire extérieur et réduire les coûts. La chanvrière de l'Aube travaille quant à elle avec des balles rondes, qui permettent une autonomie des agriculteurs sur la récolte, mais nécessite l'emploi d'une machine de coupe supplémentaire à l'entrée de l'usine.

- De nombreux plans locaux d'urbanisme interdisent la construction d'aires de stockage agricoles¹⁸.
- La culture du chanvre peut se faire dans un rayon de 50 km maximum autour de la chanvrière.

¹⁸ Source : entretien Planète Chanvre

Bilan économique

Atouts

- Diversification des revenus

Toutes les composantes de la plante sont valorisées : la paille de chanvre, la chènevotte et le chenevis (graine). La fibre représente 24 % du poids mais 50 % de la valeur économique. La chènevotte représente 44 % du poids et 27 % de la valeur économique. Le chènevis représente 11 % du poids de la plante et 21 % de la valeur économique. La poudre fine représente 21 % du poids de la plante et 2 % de la valeur économique.

Le marché de la construction représente un poids important et en croissance, avec respectivement 14 % de la valeur pour la chènevotte (béton de chanvre), et 29 % de la valeur pour la fibre (laine de chanvre). D'autres débouchés sont à fort potentiel, tel que le textile pour la paille de chanvre, et l'alimentation humaine pour le chènevis.

Le prix de vente de la paille de chanvre aux transformateurs est compris entre 90 et 100 €/t pour les balles rondes en bord de champs, et 120 à 140 €/t pour les balles rectangulaires en bord de champs.

Les charges opérationnelles de la culture du chanvre sont comprises entre 330 et 400 €/ha. Pour un prix de vente de la paille de 110 €/t et de 800 €/ha pour le chènevis et une aide couplée de 140 €/ha (base 2015), une marge brute supérieure ou égale à 1000 €/ha est obtenue à partir de 6,1 t/ha de paille et 0,7 t/ha de chènevis¹⁹.

Une marge brute de 1000 €/ha est obtenue dès lors que le rendement est de 6,4 t/ha de paille et 0,9 t/ha de chènevis, en prenant une moyenne sur 5 ans sur l'ensemble des chanvrières. Une aide couplée à la surface pour la production de chanvre était validée jusqu'en 2021. En 2019, le montant de l'aide était de 112 €/ha²⁰. La marge brute en Île-de-France est a priori légèrement inférieure, étant donné les rendements moindres sur la paille de chanvre.

La contractualisation entre producteurs et entreprises de fabrication garantit une stabilité des prix d'achats et d'approvisionnement.

Points de vigilance

- Contractualisation obligatoire : il est obligatoire pour tout producteur de contractualiser avec une chanvrière (loi EGALim, janvier 2019). Un cahier des charges peut spécifier certains modes de conduite de la culture (densité, mode de pressage, contrat de rouissage). Cela impose la proximité de ce transformateur qui est ensuite chargé de collecter la production (paille et chènevis).
- Marge très contenue : le coût des semences et de la récolte sont élevés, du fait d'une mécanisation importante (récolte, fannage, andainage, pressage). Il faut compter environ 240 €/ha pour le coût de la prestation de la récolte.
- Débouchés à consolider : la filière reste relativement fragile. La chanvrière Gâtichanvre a connu des difficultés techniques et financières importantes qui ont entraîné son rachat en 2021 par la société Plantes et fruits, et son changement de raison sociale (Société nouvelle Gâtichanvre).
- La plupart des producteurs étant des céréaliers, la production de chanvre est très dépendante des stratégies individuelles des agriculteurs, fortement influencée par la variation des cours de céréales. Cette production est donc très fluctuante d'une année sur l'autre.

¹⁹ Source : étude Nomadéis 2017

²⁰ Source : guide de culture Terres Inovia 2020

Bilan environnemental

Atouts

- Réservoir de biodiversité : le chanvre est une plante intéressante pour le développement de la biodiversité "utile". Son couvert haut et dense et la litière de feuilles au sol sont favorables aux espèces prédatrices de "ravageurs" (araignées, carabidés...).
- Respect des ressources, air, eau (pas d'irrigation), et sol : La plante est intéressante pour son effet puits de carbone : le stockage de carbone s'élève à environ 15 teqCO₂/ha/an. Moins consommatrice d'azote que les cultures traditionnelles, la culture du chanvre est aussi moins émettrice de protoxyde d'azote (au pouvoir de réchauffement global 310 fois supérieur à celui du CO₂), et donc moins impactante pour le climat.
- Zéro déchet : toutes les composantes de la plante sont valorisées
- Le chanvre peut permettre de faire passer l'exploitation en Haute Valeur Environnementale (HVE), niveau 2 ou 3.

Le lin

Le lin en Île-de-France

Généralités sur le lin

Certaines variétés de lin ont pour principale production la graine (lin graine), et d'autres la fibre (lin fibre). Le lin fibre (*Linum usitatissimum*) est cultivé depuis probablement 10 000 ans environ pour sa fibre textile et son histoire se confond avec celles des premières civilisations en Mésopotamie, Assyrie et Egypte. La plante peut atteindre un mètre de haut ; sa racine pivotante peut quant à elle descendre à un mètre de profondeur. Il s'agit d'une plante de printemps, à croissance rapide : semée en mars, elle est récoltée en juillet.

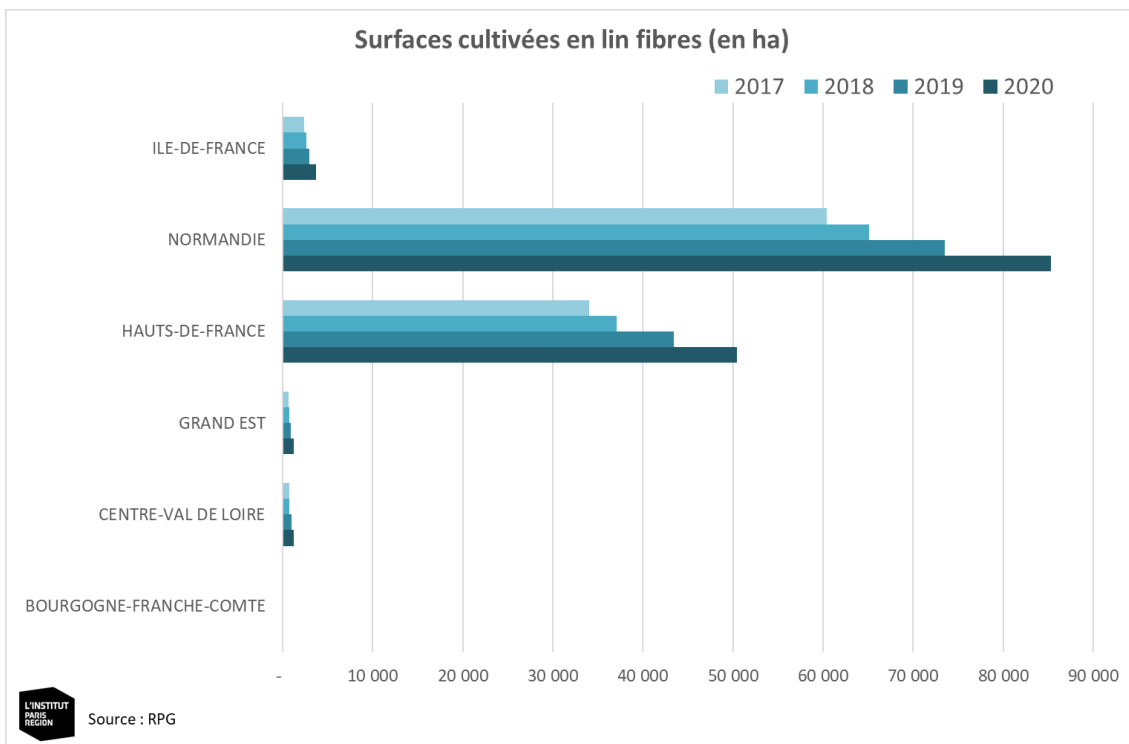


Champ de lin à Chevru -77 (Entreprise Devogèle)

Surfaces cultivées

En France, la culture du lin a atteint son apogée au XVII^{ème} siècle avec 300 000 hectares cultivés, avant de décliner du fait notamment de la concurrence du coton (20 000 ha avant 1945). Elle a ensuite progressivement augmenté. Aujourd'hui, avec 55 000 à 75 000 ha cultivés selon les années, la France produit 75 % du lin mondial.

L'Île-de-France compte environ 2 900 ha de lin fibre cultivé, en moyenne entre 2017 et 2020 d'après les données du RPG (RPG 2017-2018-2019-2020), avec une tendance à la hausse en 2019 (2 980 ha), qui se confirme en 2020 (3 690 ha). Le principal bassin de production francilien est situé en Seine-et-Marne autour du teillage Devogèle situé à Chailly-en-Brie (proche de Coulommiers), avec environ 80 agriculteurs partenaires. Quelques producteurs situés dans les Yvelines approvisionnent l'unité de teillage Le Neubourg située dans l'Eure. Si la région cumule une surface de culture de lin fibre en conventionnel relativement modeste à l'échelle française, comparés aux 66 000 ha en Normandie, elle est en revanche la première région française en termes de surface de lin fibre en agriculture biologique, avec 230 ha de lin bio en 2019 - 2020 (800 ha au niveau national). En prenant un rendement global de 7 tMS/ha, on arrive à 20 000 t/an environ de paille de lin au niveau régional. Le bassin de Seine-et-Marne autour du teillage Devogèle compte 1 200 ha de lin et 108 ha de lin bio en 2020.



Surfaces cultivées en lin en Île-de-France et dans les régions voisines du Bassin parisien

Transformation et valorisation du lin

La récolte se déroule en trois étapes : l'arrachage, le retournage et l'enroulage. Les tiges arrachées sont déposées en bandes continues au sol (andains), où elles subissent un "rouissage" (action des micro-organismes du sol sur les tiges), nécessaire à une bonne séparation ultérieure des fibres de lin. Les andains sont retournés pour exposer à la lumière leur face tournée contre terre. Lors de l'enroulage les andains sont enroulés pour former des balles de pailles rondes (entre 200 et 280 kg). Elles sont stockées avant première transformation. Le rendement moyen en paille est de 7,5 t paille/ha.



Andains de lin en cours de rouissage (S. Leitenberger / Stock.adobe.com)



Arracheuse à lin, commune de Coulommiers (Semae-Joao de Moura / Entreprise Devogèle)

Le teillage, étape clé de la production linière correspondant à la première transformation des pailles récoltées consiste à broyer et à battre les pailles pour séparer les fibres de la partie ligneuse de la tige (qui se délite en petits fragments, les anas de lin). Les "fibres longues" correspondent à la partie la plus noble de la plante, les mieux valorisées. Les fibres courtes ou étoupes (produites lors de l'arrachage), les anas de lin, les graines et les poussières sont considérés comme des co-produits.

Les fibres longues et étoupes sont destinées au marché textile, qui absorbe 95% des fibres longues et 70% des étoupes. Les étoupes peuvent également être utilisées pour produire des matériaux pour le bâtiment (laine de lin) ou l'automobile, ou encore pour produire des matériaux composites. Les anas de lin sont utilisés quant à eux dans la fabrication de panneaux de particules, comme litière animale ou paillage horticole, ou encore comme combustible²¹.

La région Île-de-France compte une installation de teillage de lin, à Chailly-en-Brie (société Devogèle). Cette société a changé de dirigeant en 2018, et un projet de modernisation de l'usine est en cours, avec déménagement du site sur la commune d'Amillis (projet bénéficiant du soutien du Conseil régional). L'entreprise comptant 18 salariés fournit les semences, apporte des conseils et gère la récolte auprès des agriculteurs. Elle possède une vingtaine de machines pour la récolte et investit pour le renouvellement du parc, qui est spécifique au lin. La production de lin de Seine-et-Marne est essentiellement traitée par le teillage Devogèle, mais une petite partie est exportée en Belgique, ainsi qu'en Normandie (groupe De Pestel).

²¹ Source : guide Arvalis 2013

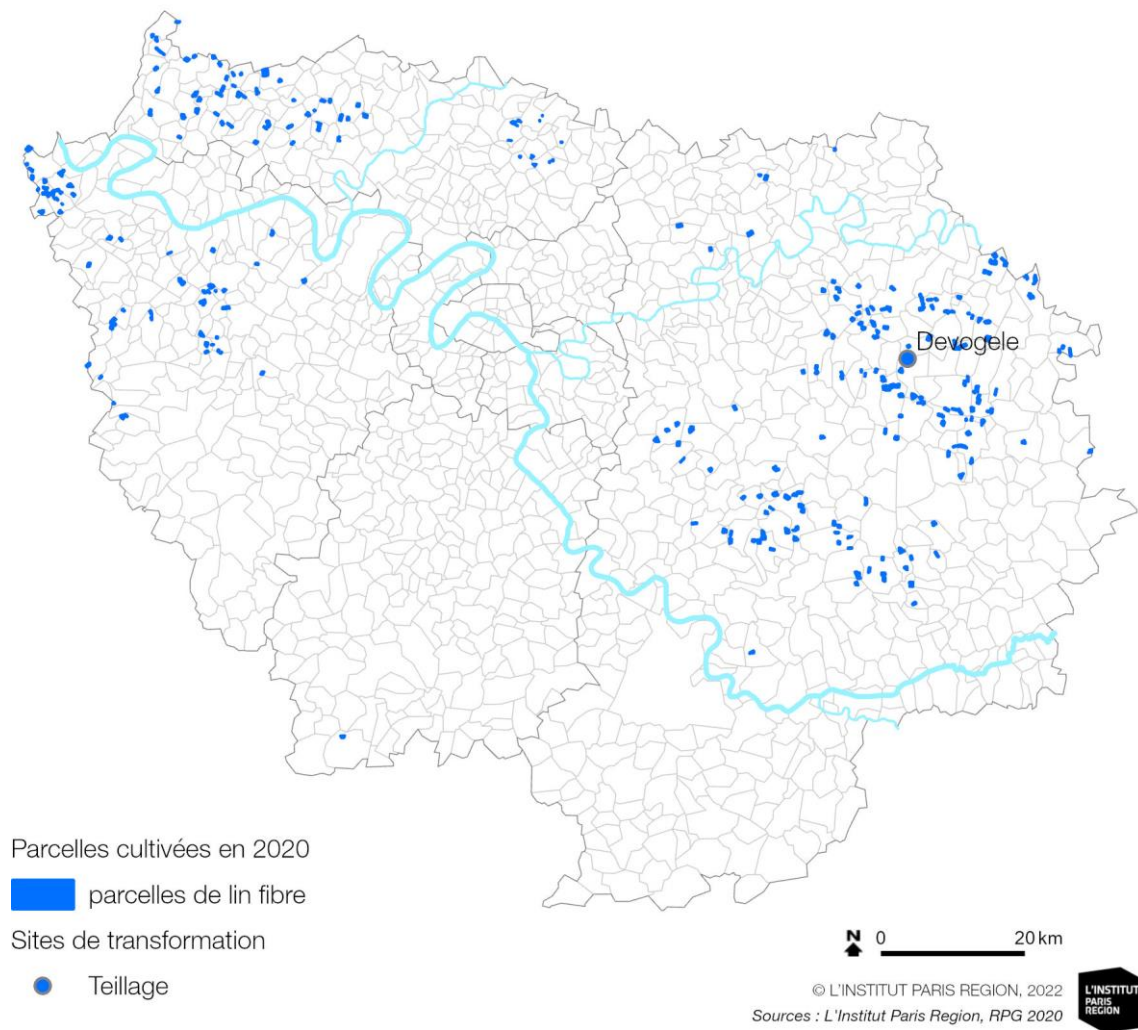


Ligne de teillage du lin des Etablissements Devogèle à Chailly-en-Brie (77) – Filasse de lin sortant de la teilleuse (Semae-Joao de Moura/ Entreprise Devogèle)

Les produits issus du lin ont divers débouchés : la filasse ou fibre longue (17 à 25 % de la MS) est utilisée pour le textile de grande qualité, les fibres courtes et étoupes (13 à 20 % de la MS) pour le textile et la papeterie, les anas de lin (50 % de la MS) pour de la litière animale en filière équine ou du paillis, mais surtout pour de l'ameublement (90 % de panneaux de contreplaqués, entreprise Inex en Seine Maritime), les graines (4 à 7 % de la MS) pour la multiplication de semences mais aussi pour l'alimentation animale (label BBC), les poussières (10 %) pour le compost.

La production du lin pour le textile est vendue à des négociants (pas de contacts directs avec les filateurs) et est exportée en Chine ou en Inde pour être tissée et revenir sous forme de produit fini. La demande en lin fibre bio a explosé, et la filière s'organise à l'échelle européenne, avec une étape de filature en Pologne, et de peinture au Portugal (Safilin). Un projet d'identification géographique protégée sur le lin textile est en cours. Avec la nouvelle usine, la production va pouvoir augmenter mais elle ne pourra pas doubler (une seule ligne de production envisagée). Il y a beaucoup de demandes d'agriculteurs pour se lancer dans la culture du lin. Le développement est envisagé plutôt sur le sud Seine-et-Marne (secteur de Nangis), où le terroir reste convenable pour cultiver du lin.

Cultures et transformation du lin (2020)



Nota : le contour des parcelles a été épaissi pour permettre une meilleure visibilité

Bilan des atouts et points de vigilance du lin

Bilan agronomique

Atouts

- Très bonne tête d'assolement : le lin fibre peut avoir des effets bénéfiques sur les autres cultures en structurant les terres et en diminuant certaines pressions exercées par les bio-agresseurs. L'effet bénéfique se traduit le plus souvent par une hausse moyenne du rendement de 5 % de la culture suivante.
- Pas de variétés OGM au catalogue officiel français : le lin fibre a bénéficié, au cours des 10 dernières années, d'un progrès génétique conséquent.
- Grâce à son système racinaire pivotant le lin fibre montre une grande capacité à prélever les éléments minéraux du sol pour assurer sa croissance, son développement et pour produire des fibres et des graines. De ce fait, les apports d'azote, de phosphore et de potassium peuvent être modérés (azote 90 u/ha; phosphore 40 u/ha; potassium 140 u/ha)²².
- Le lin d'hiver (semé début automne) peut constituer une alternative intéressante au lin de printemps. En finissant son cycle plus tôt, il répond aux problématiques de stress hydrique de fin de printemps. La phase sensible du remplissage des fibres subit moins les aléas climatiques, la période propice au rouissage est allongée. Cette culture fait de plus en plus d'adeptes dans les secteurs géographiques exposés à des périodes chaudes et sèches au printemps.
- Le lin fibre convient parfaitement en système de production biologique, à condition de gérer parfaitement les fournitures d'azote et les adventices à l'échelle de la rotation (allongement de la rotation à 9 ans, intégration de la luzerne), d'assurer un démarrage rapide de la végétation pour lui permettre de résister aux attaques de ravageurs (altises). Le désherbage mécanique peut être pratiqué en complément du "désherbage préventif" (rotation, déchaumage, faux-semis). La structuration de la filière "lin bio" aux plans national et européen est en marche, à l'initiative d'Inter Bio Normandie et de la Confédération Européenne du Lin et du Chanvre (CELC) en collaboration avec des producteurs de lin bio, des tailleurs et des acteurs de l'aval de la filière.
- L'Île-de-France, dans sa partie Est, fait partie du "terroir lin" français, avec la Normandie et les Hauts-de-France, qui concentre 99 % des parcelles.

Points de vigilance

- Culture exigeante au niveau du terroir : le lin aime les sols profonds dans lesquels les limons prédominent, avec une bonne réserve hydrique, bien structurés, si possible légèrement acides ; la plante a besoin d'apports d'eau réguliers, des températures qui n'excèdent pas 25°C durant toute la croissance.
- L'utilisation de ficelles en polypropylène pour le pressage des pailles de céréales en balles carrées entraîne une pollution des terres agricoles par le plastique très préjudiciable à la qualité des futures fibres de lin et est à proscrire.
- Plante sensible aux défauts de structure du sol (compaction, battance).
- Sensibilité aux adventices car peu couvrant : le lin est sensible aux adventices tout au long de sa culture car il est peu couvrant. Les exigences qualitatives des filateurs et des tisseurs incitent à combiner moyens agronomiques (réduction du stock semencier en jouant sur l'état du sol, travail du sol et alternance des cultures) et moyens mécaniques pour compléter l'action des solutions herbicides. La période d'intervention du désherbage mécanique est courte.
- Sensibilité aux ravageurs, notamment aux altises : certains insectes (altises, thrips) sont des ravageurs fréquents et peuvent provoquer des dégâts considérables. La lutte contre ces ravageurs passe par des solutions agronomiques (techniques culturales, successions culturales) mais aussi par l'utilisation de produits phytosanitaires. D'autres insectes ou nématodes se manifestent épisodiquement sous certaines conditions.
- Vigilance par rapport aux maladies : les attaques des champignons pathogènes, souvent liées à un état dépressif des plantes, peuvent être limitées en mettant en place de bonnes pratiques culturales (6 ans entre deux lins, nettoyage des matériels, variétés tolérantes). L'utilisation de fongicides peut être nécessaire mais peut avoir des conséquences néfastes sur le rouissage.

²² Source : guide Arvalis 2013

- Le respect d'une durée de 6 à 7 ans entre deux lins est conseillée. Si le meilleur précédent du lin est une céréale à paille, il faut veiller à une bonne décomposition des pailles dans le sol pour ne pas entraver l'enracinement du lin. La culture intermédiaire avant implantation d'un lin peut être un mélange de plusieurs espèces et doit être bien raisonnée.
- L'apport de zinc - intervenant sans doute dans la mise en place et le développement des fibres - est indispensable, et peut être partiellement couvert par l'emploi de semences pelliculées avec du zinc.
- Le lin est relativement sensible à la verse (souvent liée à une conduite inadaptée), et de manière générale sensible aux intempéries, mais cette plante possède des capacités importantes de récupération et compensation.
- Période de la levée délicate : la levée doit être la plus homogène possible. Il y a parfois la nécessité de réguler la croissance du lin vers le mois de juin (utilisation d'un produit de type raccourcisseur de paille).



Champ de lin en train d'être arraché à Coulommiers (Semae-Joao de Moura/ Entreprise Devogèle)

Bilan technique

Atouts

- Facilité d'intégration dans la gestion du travail ;
- Un lin récolté bien sec et stocké dans de bonnes conditions se conserve de nombreuses années ;
- Les conditions pédoclimatiques de l'Île-de-France s'avèrent favorables pour une production de lin semence (la récolte nécessitant l'utilisation d'un « stripper » ne prélevant que les graines encapsulées, opération rendue efficace avec du soleil, des températures élevées et un sol sec).

Points de vigilance

- Plante qui requiert une grande technicité de la part du liniculteur.
- L'étape du "rouissage" est sensible : la récolte - arrachage, retournage, enroulage - doit être réalisée avec le plus grand soin de manière à réduire le temps nécessaire à l'extraction des fibres et à ne pas dégrader les qualités intrinsèques des fibres. L'arrachage et retournage mobilisent des machines spécifiques, auto-motrices (arracheuses, retourneuses simples/doubles). L'enroulage peut être réalisé avec des enrouleuses auto-motrices ou tractées (possibilité de transformation de roundballers utilisés pour le pressage des pailles de céréales) et permet l'obtention de balles rondes. Le rouissage qui commence après l'arrachage est une étape empirique qui dépend énormément du climat. Les pailles doivent être rapidement stockées (idéalement stockage sous hangar bardé et sur sol bétonné).
- Le teillage, première transformation des pailles récoltées, met en oeuvre des machines spécifiques et requiert des compétences d'experts pour préserver au mieux les qualités des fibres.
- Stockage : il est nécessaire d'avoir une capacité de stockage sur l'exploitation.

Bilan économique

Atouts

- Diversification des revenus : le lin est une culture à haute valeur ajoutée qui génère 2 000 à 3 000 € CA/ha
- Bonne image de marque : les fibres représentent moins de 1 % des fibres textiles consommées dans le monde, mais elles portent une très bonne image de qualité, d'élégance et de confort
- Valorisation de toutes les composantes de la plante : le rendement des fibres longues est de 1,6 t/ha. Elles constituent 22 % de la masse des pailles, mais 70 % de la valeur. Les étoupes, avec 15 % de la masse des pailles, représentent 20 % de la valeur. Les anas de lin représentent 50 % de la masse des pailles, mais seulement 6 % de la valeur. Enfin, les graines, avec 5 % de la masse des pailles, constituent 4 % du résultat²³. Du fait d'une demande croissante en graines oléagineuses, les graines issues du lin fibre pourraient être davantage valorisées (étape écapsulage à mettre en place). Les anas de lin sont quant à eux très recherchés comme compost pour le maraichage, mais d'autres débouchés se développent ces dernières années (matériau composite pour l'ameublement). Il est à noter que les producteurs de lin graine ne valorisent pas la fibre car ils ne disposent pas des outils adéquats.
- Marché du lin bio en essor : la demande en lin textile bio a fortement augmenté.

Points de vigilance

- Obligation pour tout producteur de contractualiser avec un teillage
- Coût de récolte important : 200 à 300 €/ha
- Le rayon de récolte autour du teillage est de 30 km maximum. En Seine-et-Marne, l'entreprise de teillage Devogèle gère les chantiers de récolte.

Bilan environnemental

Atouts

- Culture réservoir de biodiversité
- Production biologique possible et ainsi respect des ressources, moyennant une bonne maîtrise de l'itinéraire technique.
- Puits de carbone : stockage de carbone à hauteur de 16 teqCO₂/ha/an²⁴
- Zéro déchet : toutes les composantes de la plante sont valorisées
- Paysage : participe à créer des paysages agricoles très esthétiques
- Plante intéressante pour les pollinisateurs

Points de vigilance

- Pollution potentielle de l'eau si emploi de produits phytosanitaires. Cette plante étant sensible aux pressions (adventices, insectes, champignons), des solutions chimiques peuvent être utilisées, pour pouvoir répondre aux exigences des tailleurs de lin, ce qui exclut le lin des cultures à bas niveau d'intrants soutenues par l'Agence de l'eau Seine Normandie.
- Plante relativement fragile dans un contexte où les accidents climatiques sont de plus en plus fréquents.
- Des risques liés au changement climatique : l'arrachage peut être réalisé assez tôt, la quantité de degrés jours est souvent atteinte plus précocément. En revanche, il y a davantage de problèmes de rouissage : il faut attendre pour bénéficier de pluies qui s'avèrent plus tardives. Dès le 15 octobre, la récolte est compromise car les pluies automnales sont importantes et le lin pourrit. Entre mi-septembre et mi-octobre, si le lin n'est pas ramassé, cela devient compliqué et il faut réussir à le ramasser à temps. Cela peut se jouer en 24 à 48 h. Avant, cette étape de rouissage pouvait être achevée dès le 15 août.

²³ Source : guide Arvalis 2013

²⁴ Source : rapport Arene 2014

Le miscanthus

Le miscanthus en Île-de-France

Généralités sur le miscanthus

Le miscanthus est une graminée rhizomateuse pérenne originaire d'Asie, cultivée sur une période minimale de 15 ans. Cette plante, présentant une photosynthèse en C4²⁵ comme le maïs, développe une biomasse importante, et est cultivée à des fins non alimentaires (bioénergie, biomatériaux). La variété utilisée, *Miscanthus giganteus*, est une variété hybride, au caractère stérile et de ce fait non invasive, contrairement aux variétés dont elle est issue.

Les rhizomes de miscanthus sont plantés fin mars, avec une densité de 20 000 rhizomes/ha. Les jeunes pousses se développent et évoluent en tiges qui atteignent un à deux mètres de hauteur, puis 2,5 à 3 m à partir de la 2^{ème} année. A partir de la 3^{ème} année, la récolte s'effectue chaque année en mars-avril, avant la reprise de la végétation : les tiges sont alors dépourvues de feuilles et desséchées²⁶. Au bout de 25 ans, la culture s'épuise : on peut densifier la plantation ou retourner la parcelle et planter de nouveaux rhizomes.



Un champ de miscanthus en fleur, en Ile-de-France (Polybiom)

Surfaces cultivées

La France comptait environ 2 000 ha de miscanthus en 2013, implantés majoritairement à partir de 2009²⁷. En Île-de-France, la surface cultivée de miscanthus atteint en moyenne 340 ha entre 2017 et 2020 (d'après les données du RPG, années 2017, 2018, 2019, 2020). Ainsi, avec 12 tMS/ha, on peut estimer la production annuelle de miscanthus à 4000 - 4500 t.

Biomasse Environnement Systemes (BES), entreprise de type SAS²⁸ créée en 2009, a contractualisé avec 45 agriculteurs (contrats de 10 ans), sur 250 ha environ (dans un rayon de 25 km maximum par rapport aux usines). Il s'agit de petites parcelles, généralement de "mauvaises terres" (3-4 ha). La production oscille selon les années entre 850 à 1 500 t. Des agriculteurs contactent régulièrement BES car sont intéressés pour planter du miscanthus sur leurs terres.

²⁵ La fixation du carbone en C4 est l'un des trois modes de fixation du carbone des êtres vivants. On l'appelle ainsi en référence à l'oxaloacétate, molécule comportant quatre atomes de carbone, formée dès la première étape du processus chez un petit groupe de plantes souvent désignées collectivement comme « plantes en C4 ».

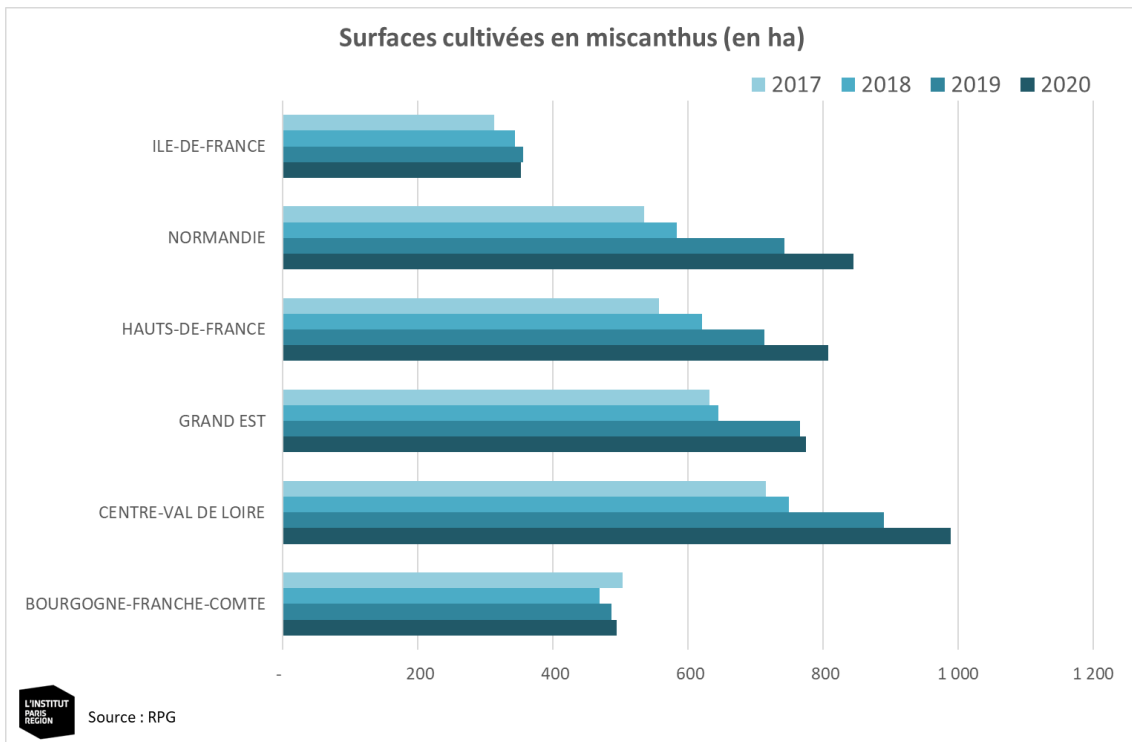
²⁶ Source : guide Valbiom 2013, entretien BES 2022

²⁷ Source : guide Valbiom 2013

²⁸ Société par actions simplifiées



Petite parcelle cultivée en miscanthus, Marne-et-Gondoire 77 (Thomas Umiastowski / Communauté d'agglomération de Marne-et-Gondoire)



Surfaces cultivées en miscanthus en Île-de-France et dans les régions limitrophes du Bassin parisien

Transformation et valorisation du miscanthus

La récolte "en sec" (80% de MS) est privilégiée par rapport à une récolte "en vert", pour la valorisation énergétique notamment. La récolte en vrac est adaptée à la filière courte, c'est-à-dire à une valorisation proche du lieu de récolte. La mise en ballots ronds ou carrés permet de densifier le produit et d'optimiser l'aspect logistique. Les ballots sont réalisés à partir de copeaux ou à partir des tiges fauchées comme pour les céréales.

Il existe différentes techniques de récolte, la plus courante étant une récolte avec une ensileuse, éventuellement suivie d'un ballotage. D'autres techniques de récolte consistent en une fauche suivie d'un fagotage ou encore le passage d'une machine dédiée à la biomasse (bio-laber, permettant de réaliser des balles rondes en un seul passage). Avec l'opération de ballotage, les densités du produit peuvent être fortement réduites, de 100 kgMS/m³ à 140 voire 300 kgMS/m³ selon les machines employées. Le miscanthus ensilé peut être stocké en vrac mais ne peut pas être tassé comme le maïs. Le stockage en ballots se fait comme celui des ballots de céréales. En fin de vie, la parcelle de miscanthus peut être détruite, soit par l'application d'un herbicide, une tonte continue, ou par un épuisement suscité par plusieurs récoltes successives dans une même année.

Le miscanthus présente plusieurs valorisations potentielles, que ce soit en tant que matériau ou combustible. Si la valorisation énergétique et comme litière et paillage horticole sont prédominantes, d'autres valorisations tendent à se développer, notamment comme les matériaux de construction, ou encore les bioplastiques, mais aussi la chimie verte (fabrication d'émulsifiants).

Pour la construction, le miscanthus peut être utilisé en mélange avec de la chaux ou du ciment pour faire des bétons allégés ou des enduits ; seul transformé pour faire des blocs d'isolation ou seul non transformé en couverture de toit (paille résistant bien à la putréfaction). Un hectare de miscanthus et 30 m³ de bois résineux suffiraient pour la construction d'une maison²⁹.

Le paillis de miscanthus ne présente pas de graines, il n'y a donc pas de risques de repousses d'adventices. La litière de miscanthus retient très bien l'eau, et peut donc être changée moins fréquemment qu'une litière classique de paille.

La société BES implante et commercialise la récolte de miscanthus sous forme brute pour une valorisation comme paillis, litière (équins), ou combustible pour les chaudières biomasse. L'usine BES, située à la Brosse-Montceaux en Seine-et-Marne, est actuellement à son niveau de capacité maximum.

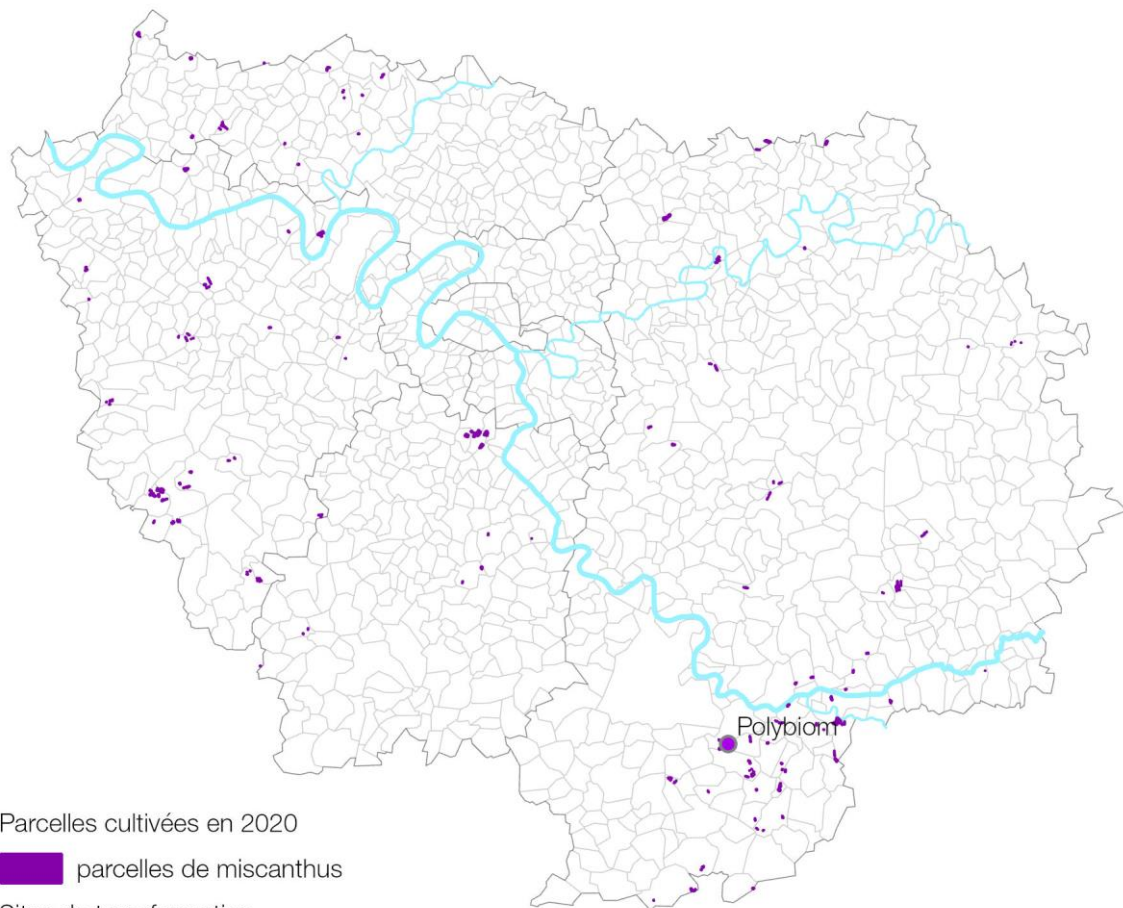
Une deuxième société, Polybiom, a été créée par les mêmes actionnaires que BES, en 2017, et se spécialise dans la fabrication de polymères à base de miscanthus ou d'autres matières végétales ou animales. Elle a été créée avec l'université d'Amiens et la Communauté de communes de Moret-Seine-et-Loing, grâce à des financements du Conseil régional (Innov'up), de l'Ademe, de l'AADI (Association agri-développement Île-de-France). Polybiom s'est associée à trois designers pour la création de mobilier. La production de matériaux de construction à base de miscanthus n'est pas envisagée (faible valeur ajoutée). Une dizaine de produits à base de miscanthus sont disponibles, tous étant totalement biodégradables (compostables dans un compost domestique). Les polymères appartiennent à trois familles de produits, les résines, les colles et les enduits, pouvant être utilisés dans de nombreux domaines, notamment celui du BTP. Les demandes pour de nouveaux développements sont nombreuses, mais il faut compter un an de R&D pour aboutir à un produit adéquat et répondant aux exigences. L'usine de Polybiom, située à Moret-Loing-et-Orvanne, utilise pour le moment entre 100 et 150 t de miscanthus/an (1 kg de miscanthus pour 15 kg de matière), et pourrait atteindre une utilisation de 320 t/an à terme (en 8 h/j). Les clients sont souvent d'autres pays européens, rarement français. L'implantation des rhizomes est effectuée par BES, la récolte est réalisée par l'agriculteur au bout de 3 ans ; les tiges sont coupées à 10 - 15 cm de hauteur. Le miscanthus est stocké chez les agriculteurs comme des ballots de paille et la société garantit l'enlèvement avant les moissons d'été. A l'usine, le miscanthus est broyé selon trois modes : grossier pour la chaufferie, plus fin pour le paillis ou la litière et très fin pour la chimie verte.

²⁹ Source : guide Valbiom 2013



Usine Polybiom à Moret-Loing-Orvanne – 77 (Polybiom)

Cultures et transformation du miscanthus



Parcelles cultivées en 2020

parcelles de miscanthus

Sites de transformation

Transformation bioplastiques

N 0 20 km

© L'INSTITUT PARIS REGION, 2022
Sources : L'Institut Paris Region, RPG 2020



Nota : le contour des parcelles a été épaissi pour permettre une meilleure visibilité

Bilan des atouts et points de vigilance du miscanthus

Bilan agronomique

Atouts

- Pas de problème d'invasivité malgré la présence de rhizomes.
- Faible utilisation d'intrants : la demande de la culture en fertilisants est faible. Ceci est dû à l'utilisation efficace des nutriments et à la capacité de la plante à remobiliser les nutriments dans le rhizome à la fin de la saison de croissance. Les apports d'azote, phosphore et potassium sont à réaliser si un appauvrissement est constaté à partir de la 4^{ème} année d'implantation (de l'ordre de 50 unités de phosphore et 100 unités de potassium tous les 5 ans). Ainsi un traitement herbicide est nécessaire l'année d'implantation puis les deux années suivantes, mais pas par la suite. A partir de la 3^{ème} année, la compétition avec les adventices n'est plus problématique, du fait de la litière de feuilles formée à la surface du sol et de la fermeture de la canopée.
- La culture de miscanthus ne demande pas d'irrigation.

- Peu de maladies et ravageurs : les maladies affectant le feuillage ont été peu observées, mais il existe des maladies affectant les tiges à partir de leur base, réduisant leur robustesse. Il y a peu de ravageurs du miscanthus qui font significativement baisser le rendement. Cependant, des dégâts liés à la larve du Taupin ont été observés, en particulier après une prairie ou des jachères herbacées et lorsque les conditions climatiques sont humides. Une fois la culture bien implantée, le miscanthus est capable de compenser les pertes grâce à une bonne capacité de rattrapage.
- Rendement important : non exploitable la première année, le plant étant encore sensible au froid (notamment aux gelées de printemps), la culture entre en production au bout de 2 à 3 ans et ne présente pas a priori de baisse de la productivité, avec des rendements en paille de l'ordre de 11 tMS/ha, chaque année pendant 20 ans³⁰.
- Les feuilles, laissées au sol après récolte, permettent de limiter l'érosion des sols sur la parcelle et d'enrichir les sols en matière organique.

Points de vigilance

- "Blocage" de la parcelle par une culture pérenne : le miscanthus mobilise durablement des parcelles sans rotation possible, pendant 10 à 20 ans.
- Sensibilité de la culture au stress hydrique de juin à septembre et aussi aux excès d'eau en hiver ; par conséquent plante inadaptée aux sols légers, superficiels ou inondables ; les sols les plus adaptés sont des sols profonds avec une bonne réserve en eau.
- Une bonne portance du sol en hiver est nécessaire afin de pouvoir mécaniser la récolte.
- L'utilisation de rhizomes de qualité est essentielle pour obtenir une bonne implantation³¹. Une densité de rhizomes après reprise d'environ 10 000 pieds/ha est recommandée pour obtenir de bons rendements à partir de la 3^{ème} année et pour une suppression efficace des adventices par compétition. Les rhizomes sont très sensibles à l'air et difficiles à stocker (stockage de trois semaines maximum).
- Après la plantation, le miscanthus est extrêmement sensible à la concurrence des adventices et il est nécessaire d'effectuer un traitement herbicide avant implantation, puis les deux premières années d'implantation.
- Du fait d'éventuels dégâts provoqués par les larves de Taupin, il est recommandé de ne pas planter de miscanthus après une prairie. Lapins et sangliers peuvent également occasionner des dégâts lors de l'implantation ou de la première année.

³⁰ Source : entretien BES 2022 - 15 à 20 t MS/ha selon le guide Valbiom 2013

³¹ Source : guide Valbiom 2013



Récolte de miscanthus en Seine-et-Marne (S. Leitenberger/ Stock.adobe.com)

Bilan technique

Atouts

- Facilité de récolte réalisée avec du matériel standard (matériel d'ensilage type bec maïs Kemper).

Points de vigilance

- La période de récolte est relativement courte entre le moment où la plante est la plus sèche possible et où elle recommence à pousser (3 semaines).
- Stockage volumineux : la faible densité du produit en vrac (environ 100 - 120 kg/m³) génère des frais de transport élevés et peut poser des problèmes de stockage (besoin de disposer d'une aire couverte et sèche). Par conséquent, sous cette forme, l'utilisation locale est la plus adéquate. Un camion d'une capacité de 100 m³ ne transporte que 12 t ! Le miscanthus peut être compressé dans des sacs pour le transport mais cela reste volumineux. On ne sait mettre que les copeaux de longs brins de miscanthus en balle haute pression (630 kg pour une balle de 2,6 m³) et ils ne peuvent servir que pour la litière.
- La récolte concerne uniquement les tiges, les feuilles contenant en effet du chlore, pénalisant pour un usage en combustible, le chlore étant très corrosif pour les chaudières et les cheminées.

Bilan économique

Atouts

- Plante éligible au droit à paiement unique (DPU) de la PAC. Cela permet un revenu régulier et peut contribuer à un équilibre financier au sein des exploitations. Le prix à la tonne est de 92 €/t pour une valorisation sous forme de paillis, litière, chauffage ; le prix est bien supérieur pour une valorisation en polymères pour la chimie verte³².
- Possibilité de valorisation de "petites terres", de terres marginales au sein de l'exploitation.
- Développement de voies de valorisation prometteuses, du fait de ses qualités (teneur élevée en MS lors de la récolte en sec, taux de cendres réduit). Actuellement la valorisation énergétique ou en litière constituent les voies de valorisation principale du miscanthus³³, mais d'autres valorisations sont en voie de développement, et notamment celle des matériaux de construction, des bioplastiques, émulsifiants ou chimie verte.

³² Source : entretien BES 2022

³³ Source : guide Valbiom 2013

Points de vigilance

- Culture qui a été un peu oubliée dans le cadre de la nouvelle PAC, on ne la trouve plus aux mêmes critères que précédemment.
- Cette culture nécessite un investissement initial important : environ 2 800 à 3 000 €/ha pour la fourniture des rhizomes et l'implantation³⁴ et 300 €/ha par an pour la récolte³⁵. Ceci est notamment dû à la nécessité d'utiliser un matériel agricole adapté au moment de l'implantation : planteuse automatique ou planteuse de pomme de terre ou maraîchère adaptée. Cet investissement peut néanmoins être rentabilisé en quelques années. Pour l'implantation, deux personnes sont nécessaires (réalisation de 2 ha/j).
- L'utilisation comme litière peut être freinée par le fait que la paille de miscanthus génère plus de poussières et est plus difficile à étendre que la paille de blé.

Bilan environnemental

Atouts

- Faible utilisation d'intrants : le miscanthus ne nécessite que très peu de produits phytosanitaires par rapport aux cultures classiques. L'usage d'intrants autres que les herbicides et les fertilisants n'est pas recommandé. L'érosion et les perturbations au niveau du sol sont réduites après l'implantation de la culture. Les parcelles de miscanthus plantées à proximité des rivières ou des points de captage peuvent constituer des zones tampon permettant de limiter le ruissellement des produits phytosanitaires vers les eaux et zones d'infiltrations. Le miscanthus est ainsi reconnu comme culture à bas niveau d'intrants par l'Agence de l'eau Seine Normandie.
- La récolte "en sec", privilégiée pour la valorisation énergétique notamment, permet de limiter les quantités de produits phytosanitaires et d'engrais.
- Le miscanthus constitue un habitat pour une faune diversifiée (certains oiseaux nidifiant dans les roseaux, vers de terre, araignées, mammifères) et un couvert durant l'hiver. La récolte s'effectue en dehors des périodes de nidification et ne perturbe donc pas l'établissement des oiseaux. Il peut constituer un lieu de mise bas pour les sangliers et les chevreuils.
- Moindres émissions de CO₂ par hectare par rapport à la culture du blé (290 kg CO₂/ha par rapport à 930 kg CO₂/ha). Le REU, ratio énergétique utile, rapport entre l'énergie produite par la plante et l'énergie nécessaire à sa croissance est de 68 pour le miscanthus contre 9 pour le blé.
- Potentiel de valorisation de terrains pollués : le miscanthus concentrerait les éléments traces dans ses parties aériennes et pourrait ainsi être utilisé en phyto-extraction. Il réduirait aussi la biodisponibilité des éléments traces, ce qui permettrait une utilisation en phyto-stabilisation.

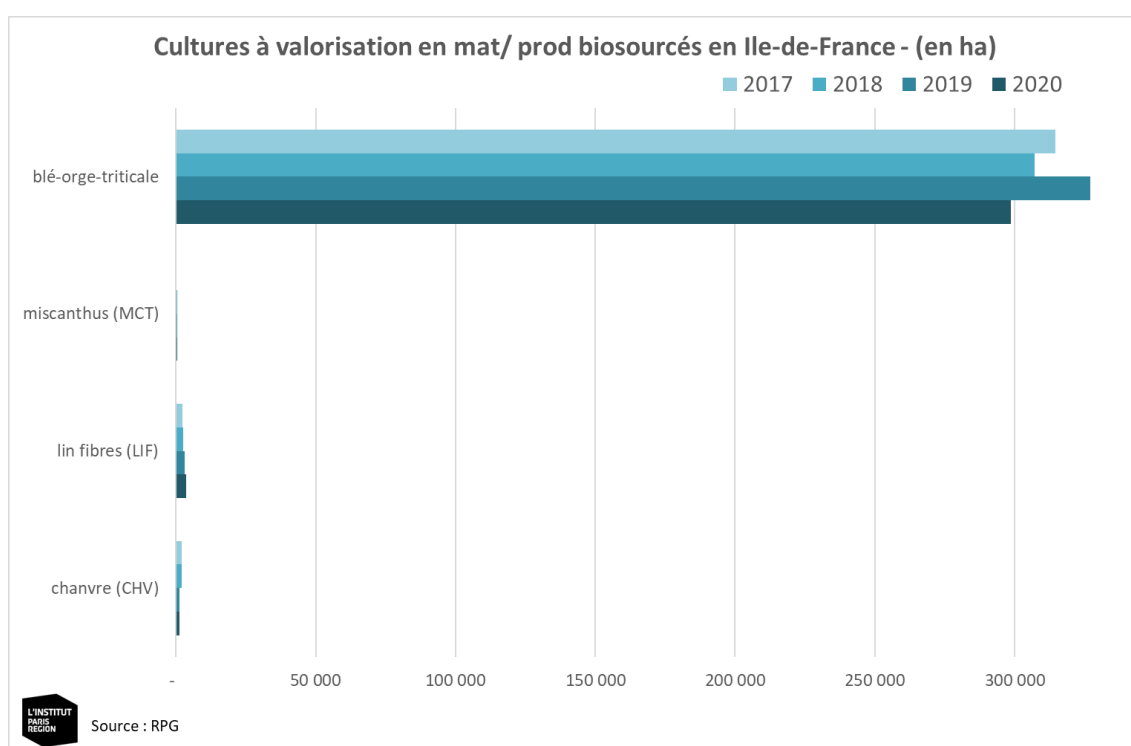
³⁴ Source : entretien BES 2022

³⁵ Source : rapport Arene 2014

Synthèse

Les cultures à valorisation en matériaux ou produits biosourcés étudiées dans le cadre de ce travail présentent divers atouts en termes agronomiques, technico-économiques et environnementaux.

La paille, issue des cultures de céréales – principalement blé, orge et triticale - est présente en abondance. Sa valorisation sous forme de matériau de construction est intéressante économiquement et se pratique en circuit court. La vente directe est en effet le mode de commercialisation principal. Des regroupements d'agriculteurs pour la vente de paille comme matériau de construction se font jour, notamment en Normandie, permettant une massification de l'offre. La disponibilité de la paille doit néanmoins être évaluée en prenant en compte une part importante de retour au sol, indispensable pour le maintien du taux de matière organique et en prenant en compte les autres filières de valorisation de la paille (litière, méthanisation...). Elle pourrait aussi être revue à la baisse compte tenu du développement de l'agriculture biologique, qui mise sur un enrichissement des sols par de la matière organique plutôt que par des engrais chimiques.



Surfaces cultivées en céréales à paille, miscanthus, lin fibre et chanvre en Île-de-France

Les cultures de lin fibre et de chanvre participent à la diversification des cultures et à l'allongement des rotations. Elles permettent de casser le cycle des adventices propres aux céréales, de structurer le sol. Elles impliquent néanmoins la proximité d'une unité de transformation ou le regroupement d'agriculteurs pour un projet commun.

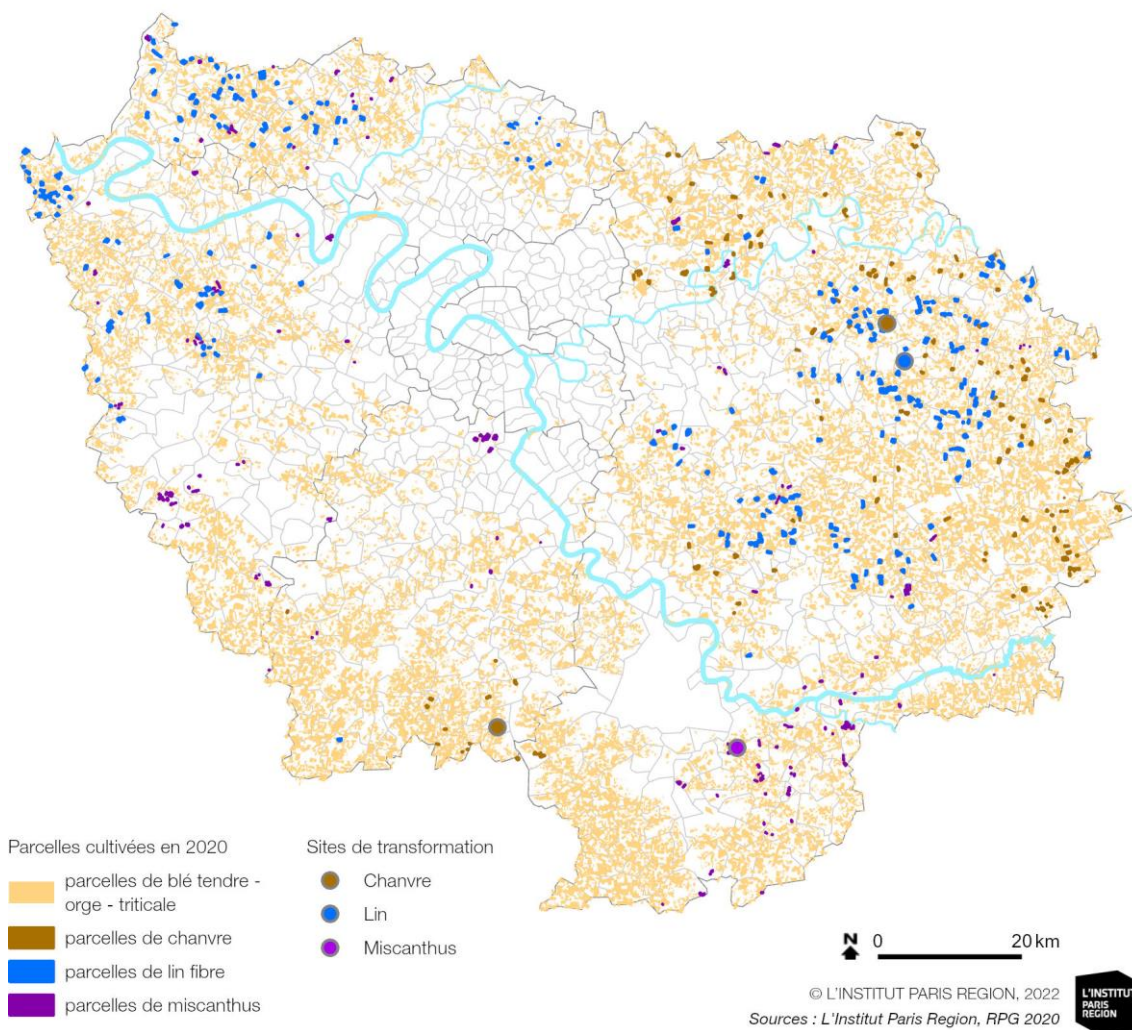
Le chanvre nécessite très peu d'intrants et présente de ce fait un avantage certain du point de vue de l'environnement. Sa culture est techniquement relativement simple, en dehors des étapes de récolte et de rouissage qui sont sensibles mais qui peuvent être gérées directement par l'entreprise de transformation. Toutefois, la marge du chanvre s'avère relativement contenue et la filière chanvre reste fragile économiquement.

Le lin nécessite relativement peu d'intrants et présente une haute valeur ajoutée. L'évolution de la surface du lin en Île-de-France (+ 53 % d'augmentation de la surface entre 2017 et 2020 – source RPG) semble montrer un véritable engouement pour le retour de cette culture. Sa culture requiert toutefois une grande technicité, et le lin s'avère exigeant en termes de sol et de climat, pour lesquels une vigilance accrue sera nécessaire en fonction des évolutions climatiques.

La culture du miscanthus est souvent perçue de manière négative du fait de son caractère pérenne qui bloque des parcelles sur une vingtaine d'années. Toutefois, cette plante s'avère intéressante pour la mise en culture de « petites » terres (parcelles petites, mal situées ou peu fertiles). Sa valorisation en chimie verte dégage une meilleure valeur ajoutée que les débouchés classiques de paillis ou litière et offre des débouchés prometteurs et en pleine expansion.

Le regroupement d'agriculteurs autour de projets communs semble être un facteur important pour le développement des filières de valorisation des cultures en produits et matériaux biosourcés. Mais il doit être porté par les agriculteurs eux-mêmes pour être gage de réussite. Pour la paille, la vente directe est possible mais peut freiner la réalisation de projets de construction paille à plus grande échelle. L'existence d'un site de vente de paille bien identifié peut permettre une massification de l'offre et faciliter la réalisation de projets. Pour les filières lin ou chanvre, la proximité avec un transformateur est requise et il s'agit donc de fait d'un regroupement d'agriculteurs. Pour la filière miscanthus, la proximité avec un transformateur semble également intéressante en particulier si des débouchés à plus haute valeur ajoutée que le paillis ou la litière sont visés.

Cultures valorisées en matériaux et produits biosourcés (2020)



Nota : le contour des parcelles de chanvre, lin fibre et blé a été épaissi pour permettre une meilleure visibilité

Bibliographie

Etude sur le secteur et les filières de production des matériaux et produits biosourcés utilisés dans la construction (à l'exception du bois) Etat des lieux économique du secteur et des filières - Mise à jour 2017, Ministère de la Transition écologique et solidaire, Ministère de la cohésion des territoires, Nomadéis

Les produits biosourcés, De la bioéconomie circulaire aux produits biosourcés, Focus sur une évolution actuelle, Août 2017

Guide de culture chanvre 2020, Terres Inovia, l'Institut technique de la filière des huiles et protéines végétales et de la filière chanvre, en collaboration avec Interchanvre

Lin fibre, culture et transformation, 2013, Arvalis, Institut du végétal, en partenariat avec Cipalin

Guide pratique de la culture de miscanthus, Septembre 2013, Gilles Gauthier - Laurent Somer, Valbiom valorisation de la biomasse

Étude sur la formation des prix dans la filière française de production du miscanthus, Rapport final, 2020, France Agri Mer, Agrex consulting

Les filières franciliennes des matériaux et produits biosourcés pour la construction, rapport d'étude, Arene, janvier 2014

Glossaire

Adventice : mauvaise herbe, qui concurrence la culture

AMI : appel à manifestation d'intérêt

BES : Biomasse Environnement Systemes

CIVE : culture intermédiaire à vocation énergétique

Collectif Paille : réseau francilien de la construction paille

DPU : droit à paiement unique

MS : matière sèche

PAC : politique agricole commune

RFCP : réseau français de la construction paille

RPG : registre parcellaire graphique



L'INSTITUT PARIS REGION
ASSOCIATION LOI 1901.

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