



# **Les clés de réussite de pour la production de CIVE d'hiver**

—

**Arthur Quennesson  
Agro-Transfert Ressources et Territoires**

# Sommaire

## Produire un maximum de biomasse

- Quels sont les rendements que l'on peut obtenir en Hauts-de-France ?
- Comment peut-on les maximiser ? Retour sur le choix des espèces et la date de récolte

## Produire un maximum de méthane pour la valorisation énergétique

- Quelles quantités de méthane peuvent être obtenues ?
- Comment peut-on les maximiser ?

*Résultats issus des 4  
plateformes en Hauts-de-France*

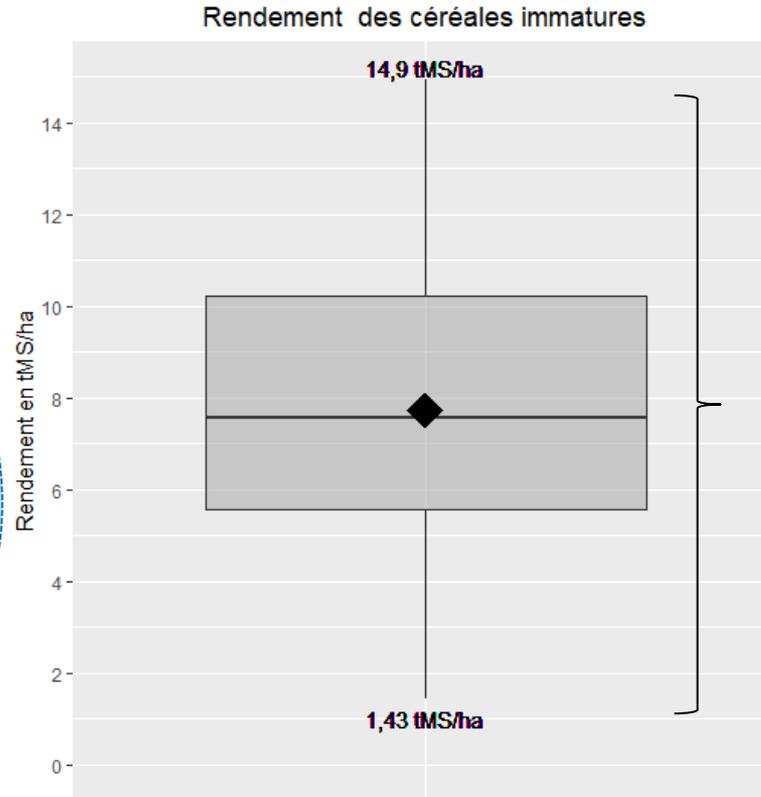


# Productivité des CIVE d'hiver en Hauts-de-France

**48 parcelles**  
 22 en essais pluriannuels  
 26 en essais annuels

**5 localisations différentes**  
 Oise : Catenoy et Beauvais  
 Somme : Aizecourt le Haut  
 Aisne : Le Hérie la Viéville et Monceau-sur-Oise

**4 années de récolte**  
 2016 à 2019



forte variabilité !

Rendement moyen 8 tMS/ha  
 Taux de matière sèche moyen de 23%  
 50% des valeurs comprises entre 5 et 10 tMS/ha  
 Rendement en matière brute : 50% des valeurs comprises entre 27 et 38 tMB/ha

Comment expliquer cette variabilité ?  
 Comment optimiser la production de biomasse ?

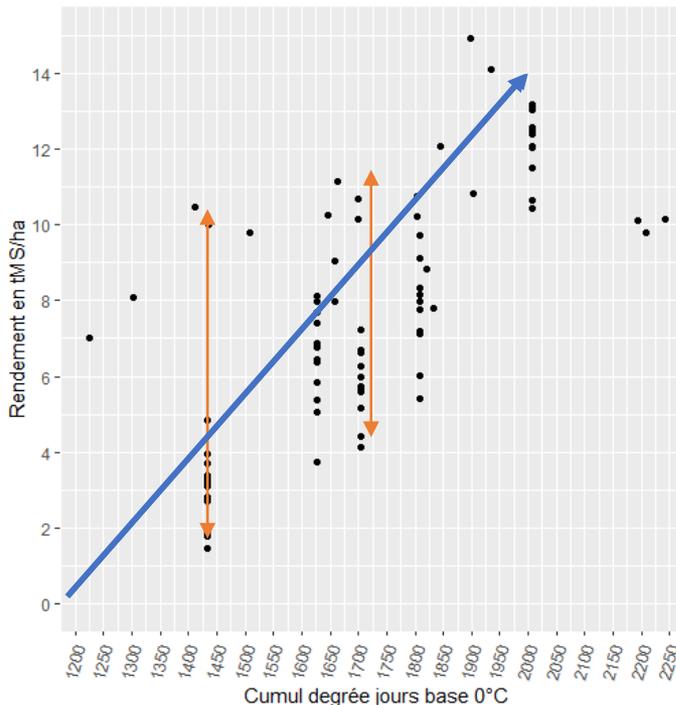


# Maximiser la production de biomasse

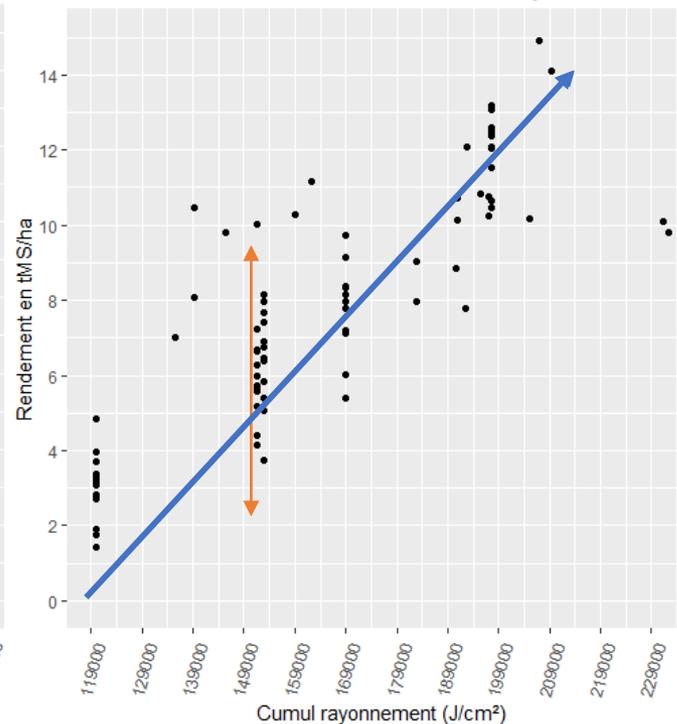
Croissance et développement directement influencés par l'accumulation de températures et de rayonnements

- La température influence la croissance des végétaux
- Le rayonnement influence le gain en poids sec

Rendement des céréales immatures toutes espèces confondues en fonction du cumul de degré jour



Rendement des céréales immatures toutes espèces confondues en fonction du cumul de rayonnement

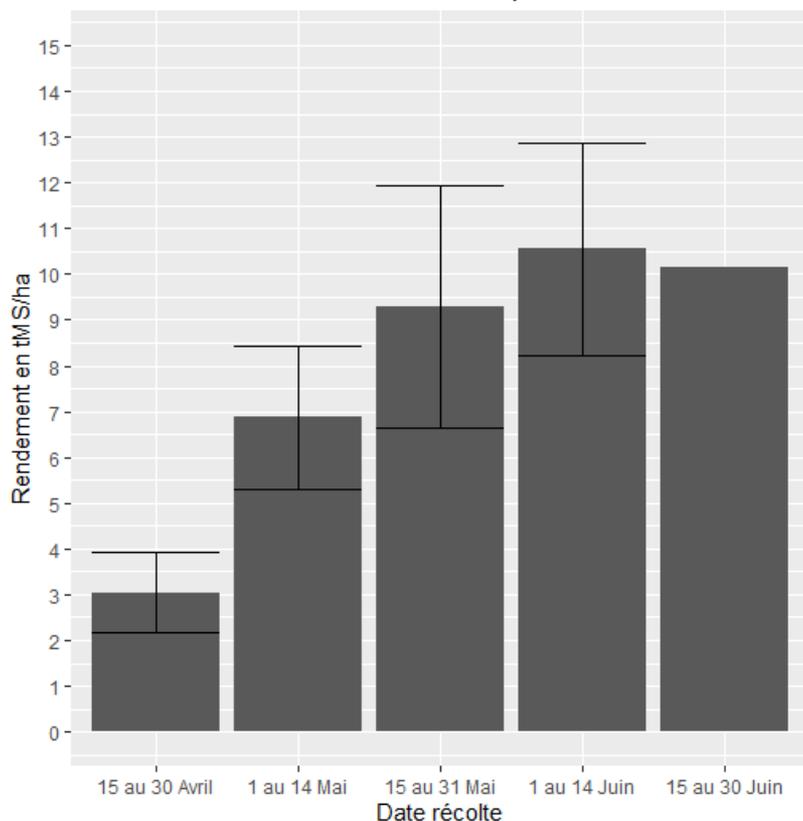


Augmentation du rendement avec l'accumulation de températures et de rayonnements  
 → Il faut jouer sur la durée du cycle culturale :  
 ▪ Soit par la date de semis  
 ▪ Soit par la **date de récolte**

Forte variabilité pour un cumul donné :  
 → Il y a d'autres facteurs qui influencent fortement le rendement

# La date de récolte : un levier clé

Rendement des céréales immatures toutes espèces confondues en fonction de la période de récolte



## Rendements moyens

- Fin avril : 3 tMS/ha
- Début mai : 7 tMS/ha
- Fin Mai : 9 tMS/ha
- Début Juin : 10,5 tMS/ha

Adapter la date de récolte au besoin de la culture suivante et des objectifs :

Pour des implantations précoces, tel que les PDT, récolte précoce fin avril  
 → Rendement de 2 à 4 tMS/ha

Pour des implantations tardives (tel que maïs, sorgho), récolte en mai  
 → Rendement entre 5 et 12 tMS/ha

Dans le cadre d'une double culture dédiée à la biomasse, je souhaite planter une 2<sup>ème</sup> culture biomasse après ma CIVE d'hiver.

**A quelle date récolter ma CIVE ?**



# Choisir sa date de récolte : cas de la double culture biomasse

- Plateforme d'essai à Catenoy (60)

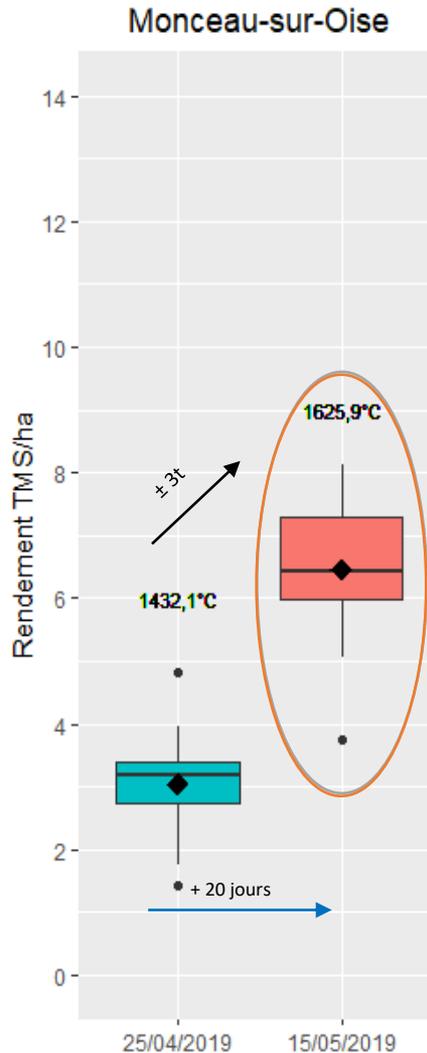
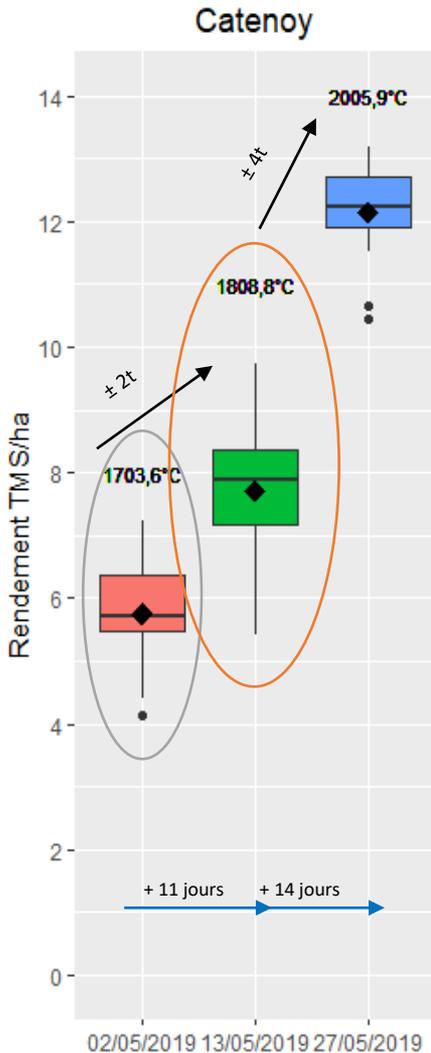


- Parcelle d'essai à Monceau sur Oise (02)



- 14 modalités :
- Blé
  - Escourgeon
  - Triticale
  - 3 x Seigle
  - 6 x (Triticale + légumineuse)
  - 2 x (Seigle + légumineuse)

# Un gain moyen de 3 tMS/ha en 15 jours au mois de Mai



✓ ± même rendements  
 ✓ ± même  $\Sigma$  de températures et de rayonnements  
 Mais à des dates de récolte différentes (15j d'écart ici) !

Pour une date de récolte équivalente, des valeurs de rendements bien différentes car conditions climatiques différentes !

Une récolte mi mai est un bon compromis entre la production de la CIVE et l'implantation de la culture biomasse suivante.

Adapter sa date de récolte aux conditions climatiques (précocité) de son territoire et à la culture suivante !

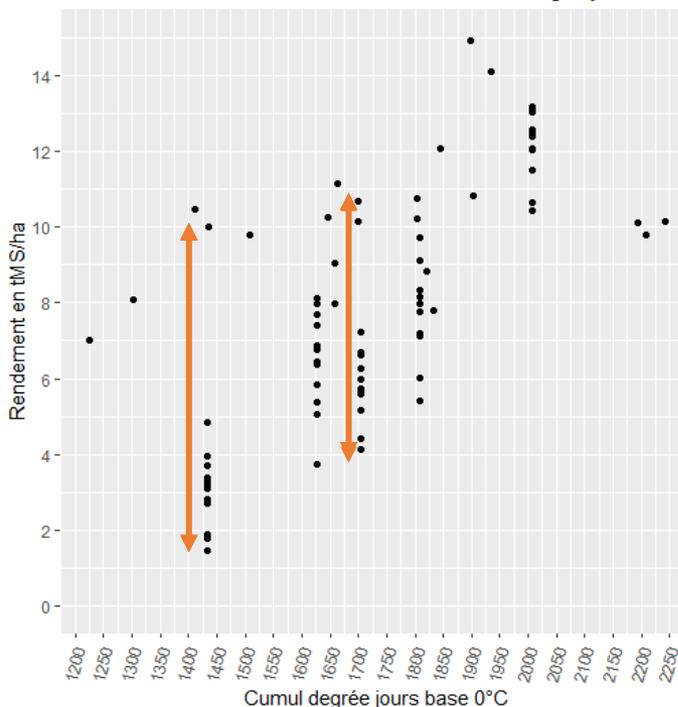


# Maximiser la production de biomasse

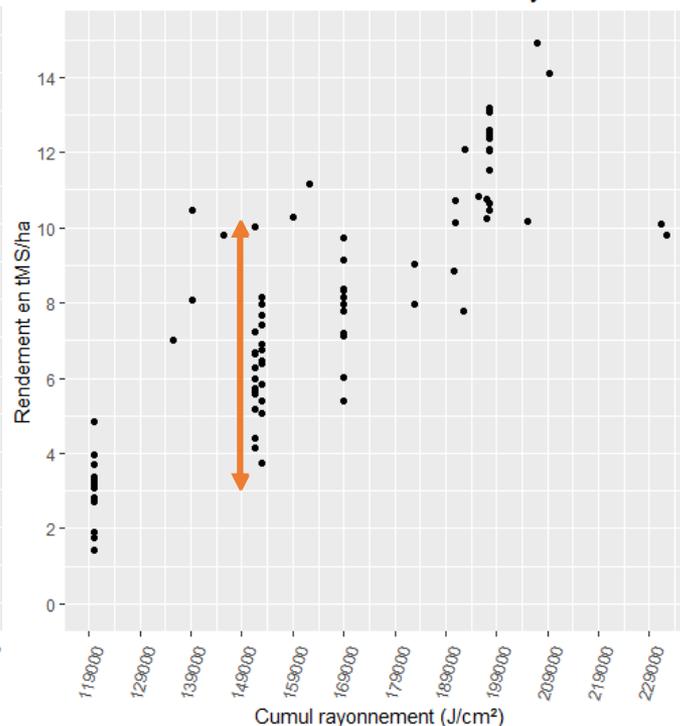
○ Croissance et développement directement influencés par l'accumulation de températures et de rayonnements

- La température influence la croissance des végétaux 
- Le rayonnement influence le gain en poids sec 

Rendement des céréales immatures toutes espèces confondues en fonction du cumul de degré jour



Rendement des céréales immatures toutes espèces confondues en fonction du cumul de rayonnement



Augmentation du rendement avec l'accumulation de températures et de rayonnements  
 → Il faut jouer sur la durée du cycle culturale :

- Soit par la date de semis
- Soit par **la date de récolte**

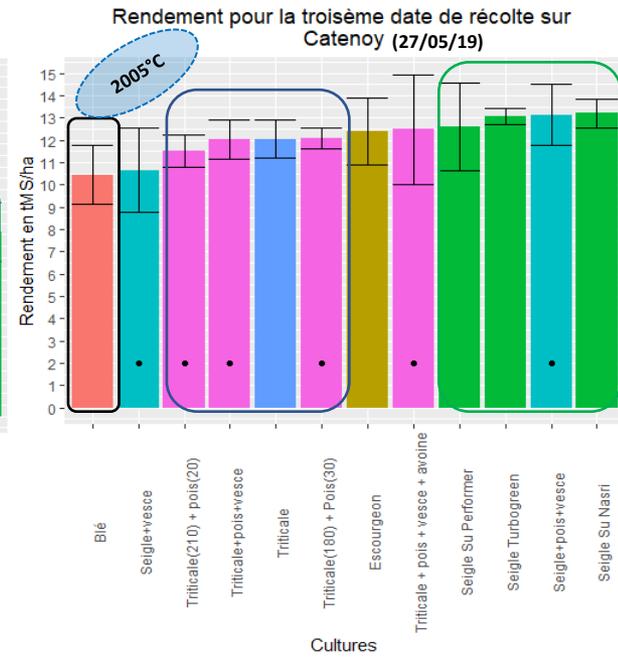
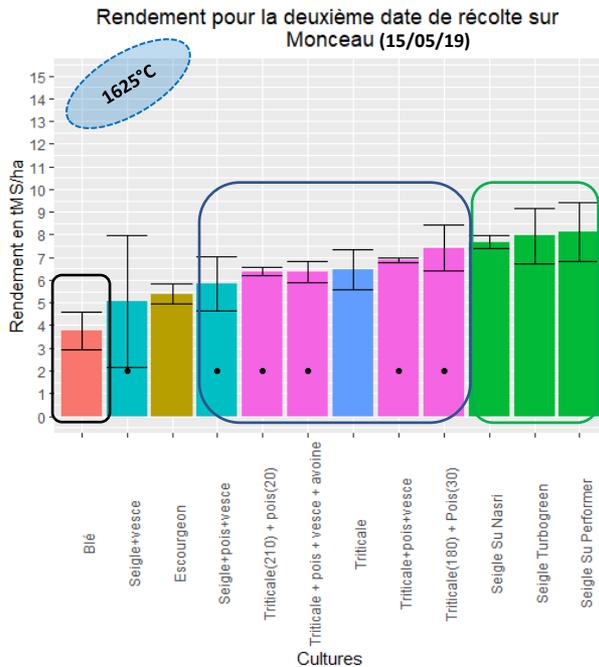
Forte variabilité pour un cumul donné :  
 → Il y a d'autres facteurs qui influencent fortement le rendement

# Choisir les espèces pour maximiser la biomasse

- Sur les 2 essais, c'est le même gradient de production de biomasse :
  - ✓ Les 3 variétés de seigle
  - ✓ Suivi du triticale, des mélanges de céréales + légumineuses et de l'escourgeon
  - ✓ Enfin le blé



Pour chaque localisation  
 Pour chaque date de récolte  
 Pour des cumuls de température et de rayonnements différents  
 → Espèce produisant le plus de biomasse le seigle



# Associer des légumineuses aux céréales

- Augmentation progressive de la biomasse des légumineuses
- Mais ne pénalise pas le rendement de la céréale !
- Intérêts :
  - ✓ Autonomie azotée
  - ✓ Structuration du sol
  - ✓ Diversité spécifique

Au semis :

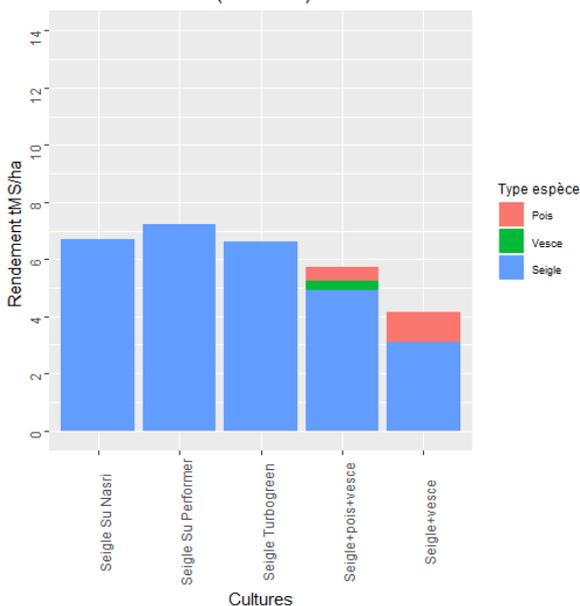
- 20% de légumineuse  
Seigle+Vesce
- 16% de légumineuse  
Seigle+Pois+Vesce

Catenoy – 27/05/2019  
Seigle + vesce

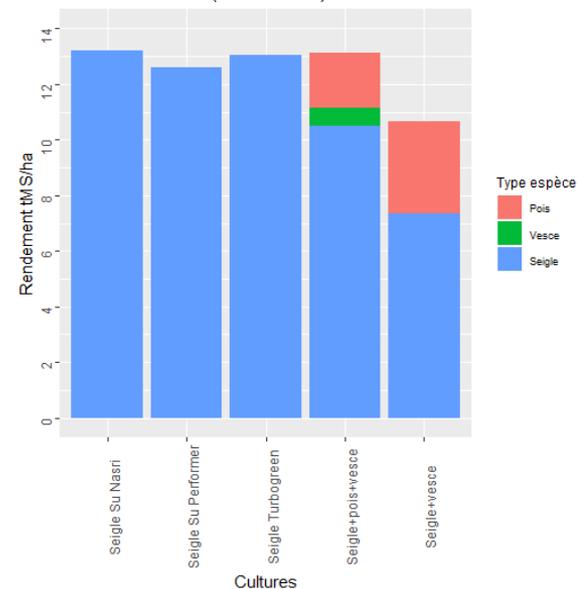


Chambre d'agriculture de l'Oise

Part des espèces dans la composition du rendement  
(02/05/19)



Part des espèces dans la composition du rendement  
(27/05/2019)



# Les clés de réussite pour optimiser la production de biomasse

Niveau de biomasse atteignable en fonction des besoins d'implantation de la culture suivante :

- Pour des récoltes précoces (fin avril) : niveau de rendement de 3 tMS/ha en moyenne
- Pour des récoltes tardives (fin mai) : niveau de rendement de 10-12 tMS/ha
- Décaler la récolte de **15 jours** permet un gain moyen de 3 tMS/ha

 **Adapter** son cycle (durée, date de récolte) selon sa localisation et la culture suivante

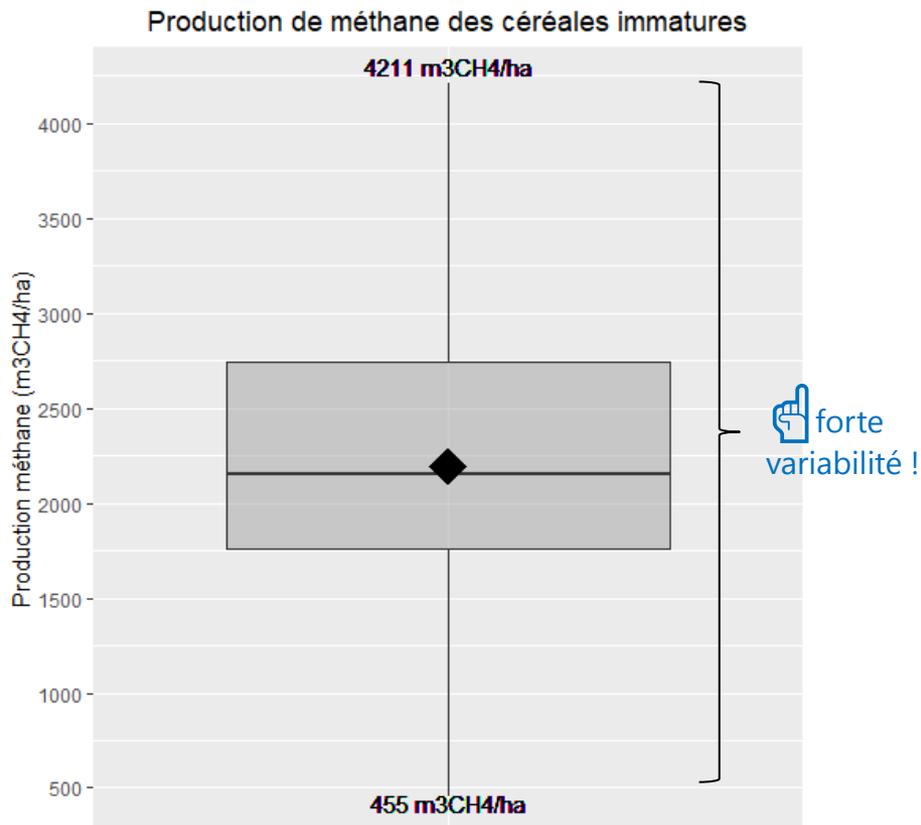
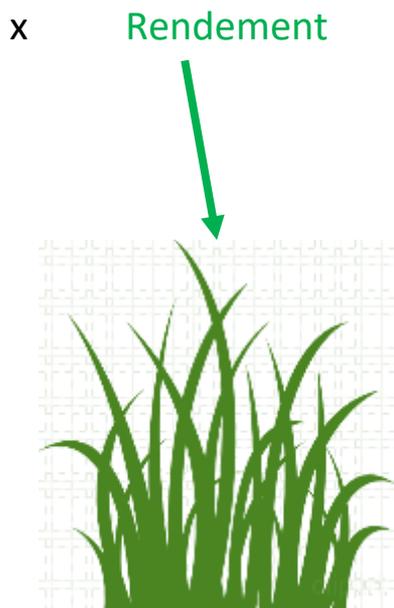
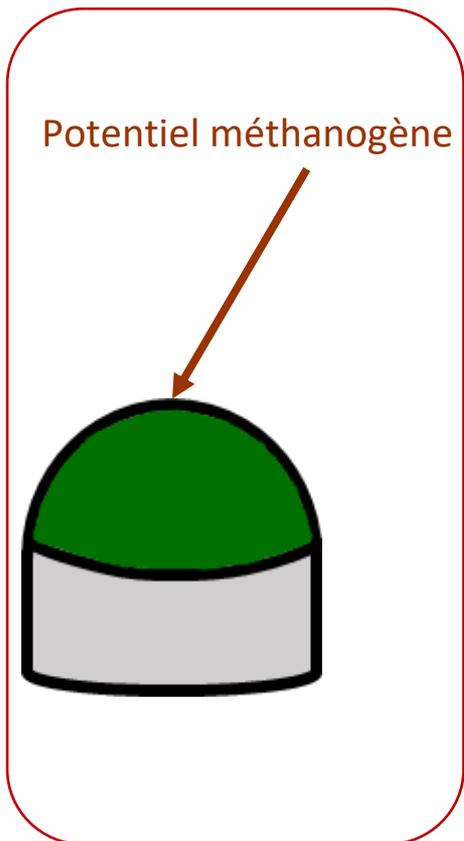
Concernant le choix des espèces :

 Intérêt des **mélanges avec légumineuses** pour des récoltes plus tardives (fin Mai – début Juin)

 Pour toutes conditions climatiques, sur ces périodes de récolte, c'est **le seigle** qui, seul ou en mélange, permet d'obtenir une meilleure production de biomasse

 En double culture dédiée à la biomasse : une **récolte mi mai est un bon compromis** pour optimiser la production de la 1<sup>ère</sup> culture (céréale immature 8 tMS/ha) et de la 2<sup>ème</sup> culture biomasse (maïs ou sorgho) atteignant des rendements de 10-15 tMS/ha.

# Production de méthane avec les CIVE en Hauts-de-France



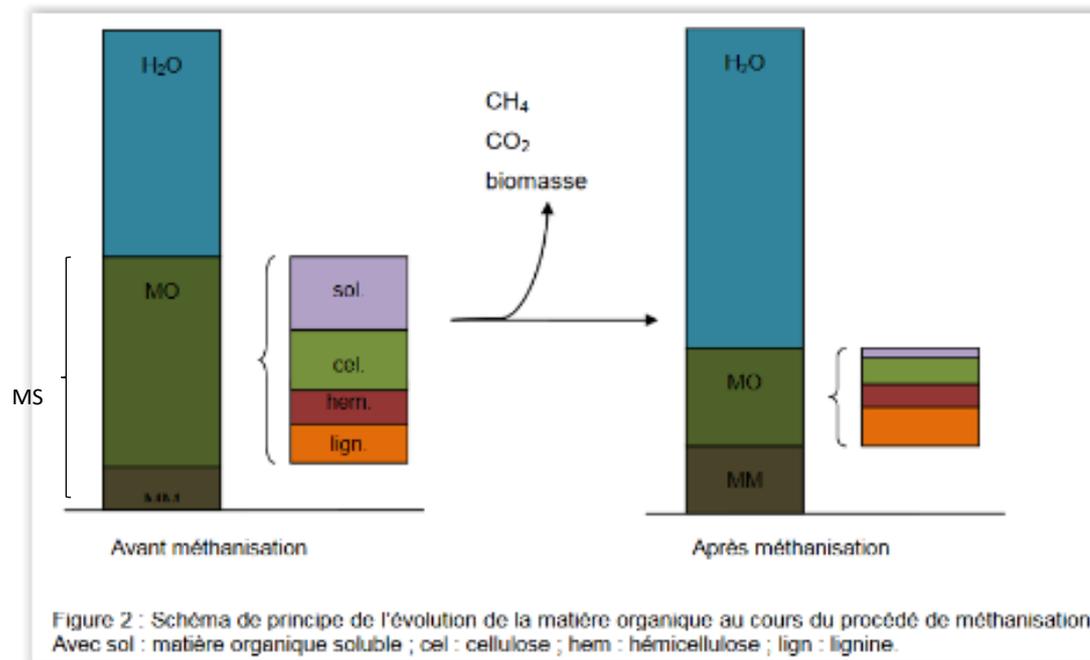
Comment expliquer cette variabilité ?  
 Comment optimiser la production de méthane ?

- Production moyenne de 2196 m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/ha
- 50% des valeurs comprises entre 1755 et 2743 m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/ha

# Le potentiel méthanogène

## ■ Potentiel méthanogène

- ✓ Mesure faite en laboratoire
- ✓ Biodégradation bactérienne anaérobie des végétaux produisant du biogaz dont le méthane
- ✓ Dépend de la composition biochimique de la plante (peut varier selon le stade, l'espèce, la variété, ...)



Source : ADEME, 2009

# Le choix des espèces pour optimiser le potentiel méthanogène

- Exemple au 13/05 sur l'essai de Catenoy (valeurs de potentiel méthanogène les plus élevées)

Valeur minimale = 305 LCH<sub>4</sub>/kgMS

Valeur maximale = 355 LCH<sub>4</sub>/kgMS

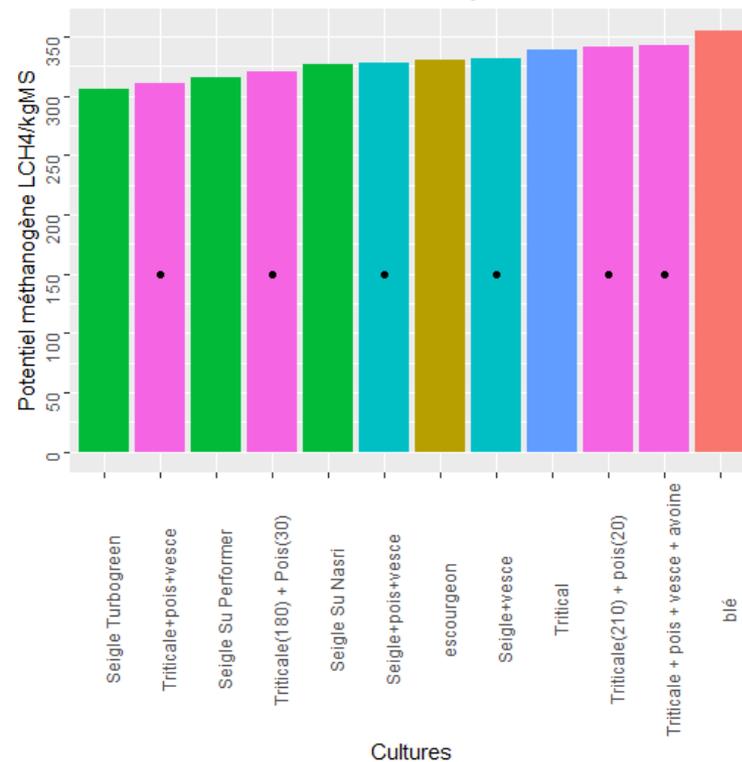
→ Peu de différences entre les espèces pour un même stade

Il y a très peu de différences entre les espèces pour un même stade de récolte !

Le choix de l'espèce semble peu influencer le potentiel méthanogène



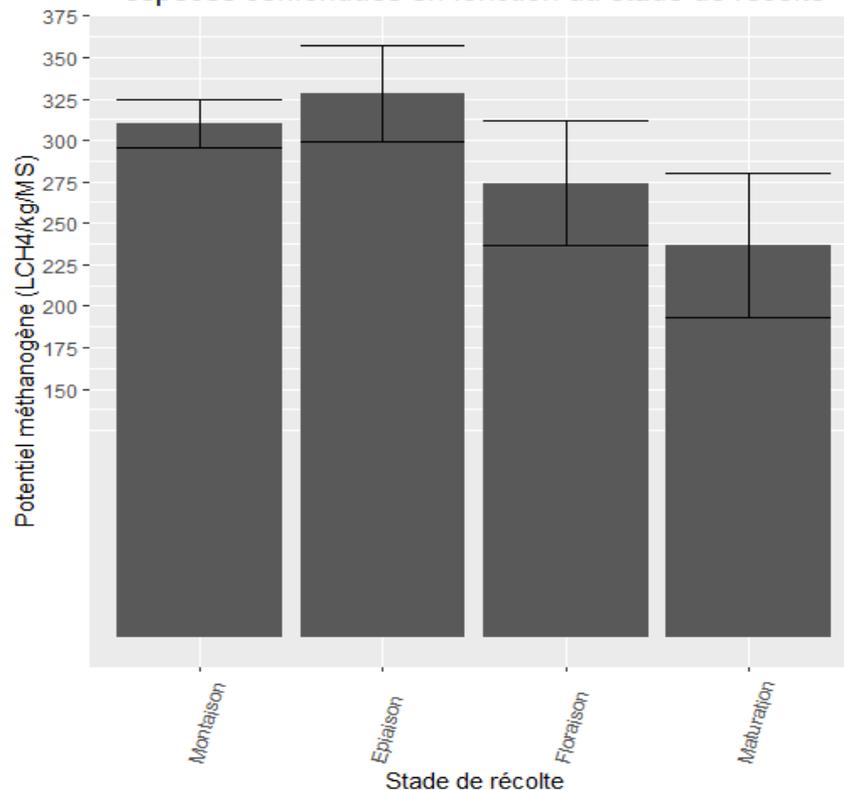
Potentiel méthanogène pour la deuxième date de récolte sur Catenoy (13/05/19)



# Le stade physiologique influence le potentiel méthanogène

Culture	Stade végétal (plante ou grain)	Potentiel méthanogène (Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /kgMO)	Références
Trèfle	Végétatif	380	Pouech, 1998
	Bourgeonnant	550	
	Floraison	560	
Ray Gras	Végétatif	420	
	Bourgeonnant	620	
	Floraison	630	
Blé	Floraison	420	
	Laiteux	390	
	Pâteux	380	
Orge	Floraison	440	
	Laiteux	500	
	Pâteux	350	
Seigle	Floraison	370	Heiermann, 2002
	Laiteux	410	
	Pâteux	280	
Triticale	Floraison	530	
	Laiteux	460	
	Pâteux	340	
Maïs	Laiteux	334	Amon, 2007b
	Pâteux	283	
	Vitreux	280	

Potentiel méthanogène des céréales immatures toutes espèces confondues en fonction du stade de récolte



Source : ADEME, 2009



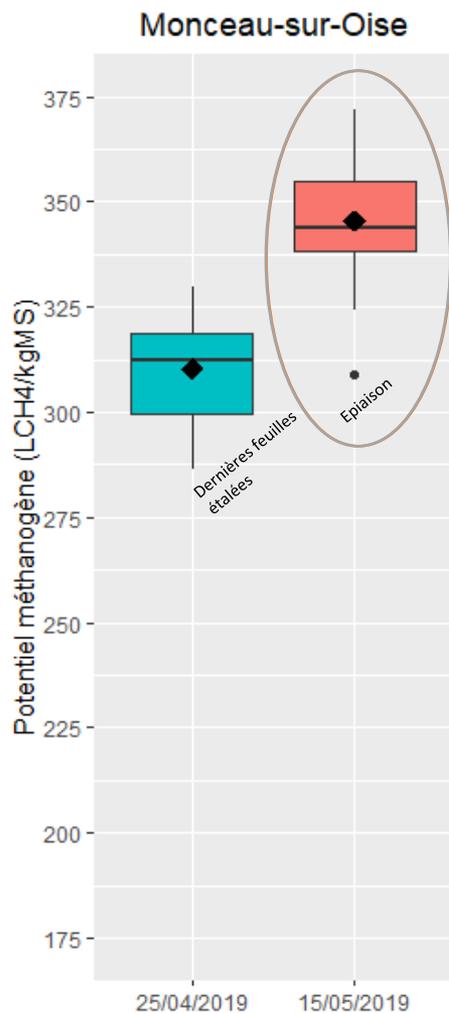
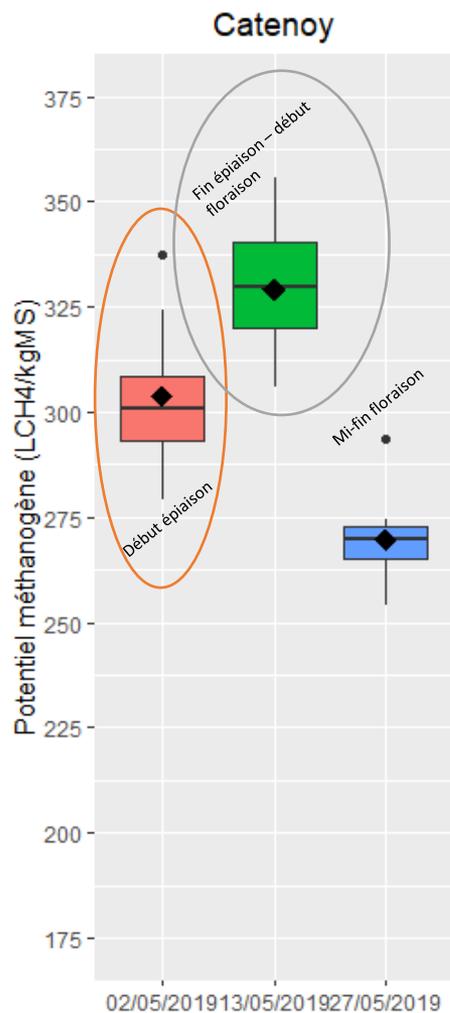
Les potentiels méthanogènes évoluent avec le stade !

Ils décroissent avec la maturité des cultures.

### En moyenne

- Montaison : 310 LCH<sub>4</sub>/kgMS
- Epiaison : 328 LCH<sub>4</sub>/kgMS
- Floraison : 274 LCH<sub>4</sub>/kgMS
- Maturation : 236 LCH<sub>4</sub>/kgMS

# Le stade de récolte pour optimiser le potentiel méthanogène



Il semble bien y avoir un effet du stade sur le potentiel méthanogène :

- ✓ Pic autour du stade épiaison
- ✓ Décroissance du potentiel avec la maturité

Cependant, entre les 2 essais, il y a des écarts de potentiels méthanogènes pour un même stade

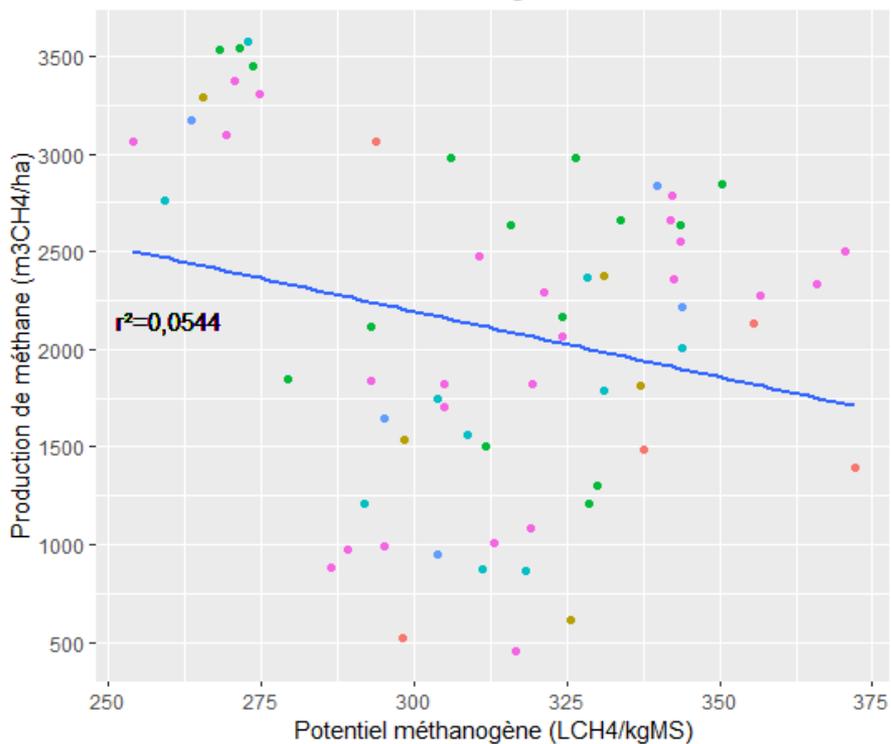
→ il y a donc d'autres facteurs qui l'influencent

Le stade de récolte est important mais d'autres facteurs influencent le potentiel méthanogène



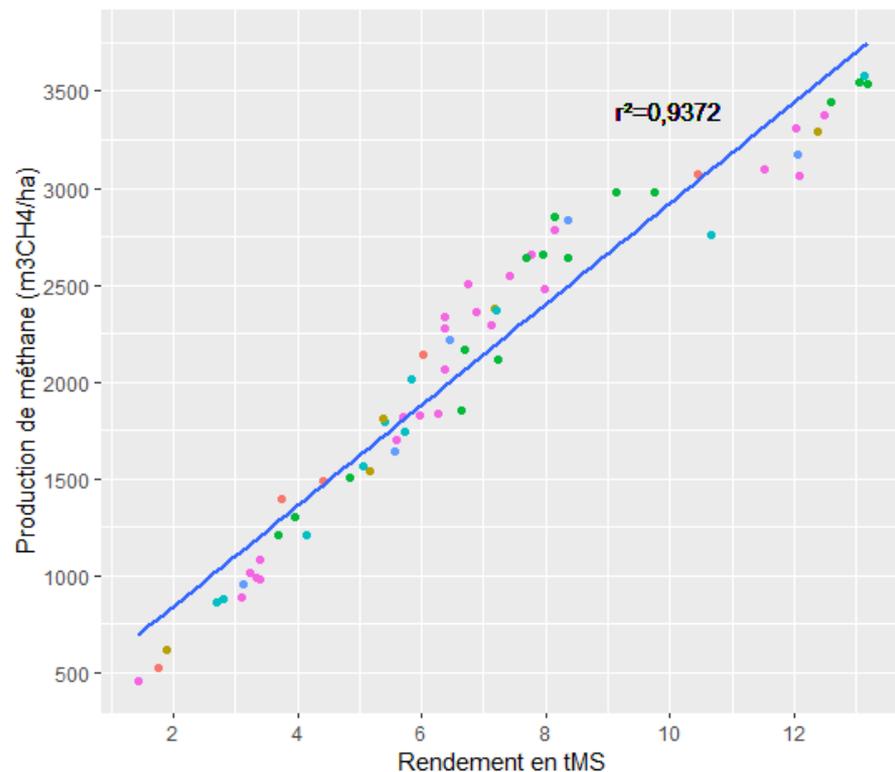
# Le rendement détermine la production de méthane

Production de méthane en fonction des potentiels méthanogènes



- Culture
- Blé
  - Escourgeon
  - Seigle
  - Seigle + légumineuses
  - Triticale
  - Triticale + légumineuses

Production de méthane en fonction des rendements



- Culture
- Blé
  - Escourgeon
  - Seigle
  - Seigle + légumineuses
  - Triticale
  - Triticale + légumineuses



C'est le rendement qui détermine la production de méthane !

# Les clés de réussite pour optimiser la production de méthane

**Le stade de récolte** est un facteur important pour optimiser le potentiel méthanogène.

Tandis que **les espèces** montrent peu de différences entre elles et influencent peu les valeurs de potentiel méthanogène.

**D'autres facteurs influencent** ces potentiels et restent difficiles à maîtriser.

 La production de méthane par hectare est déterminée par **le rendement**. Il faut donc plutôt se concentrer sur les leviers qui permettent de maximiser le rendement (choix de l'espèce et la date/stade de récolte pour optimiser la biomasse)

 Le choix d'une espèce pour la production de méthane se fera davantage pour sa productivité en biomasse et ses caractéristiques agronomiques plutôt que pour son potentiel méthanogène.

# De nombreux autres résultats à venir

2020 est l'année de fin du projet Réseau de sites démonstrateurs IAR, de nombreux résultats sur les essais sont à venir !!!

- ① Des résultats techniques, économiques et environnementaux sur la production de CIVE d'été, CIVE longues, sur les « doubles cultures dédiées à la biomasse »
- ① Des résultats sur concilier exportation de biomasse et stockage de carbone
- ① Les résultats des essais *systèmes de cultures* : systèmes céréaliers, systèmes betteraviers, systèmes fourragers avec différents gradients de production de biomasse
  - Retour sur la faisabilité technique des leviers de production de biomasse agricole
  - Quel niveau de production maximale de biomasse peut-on atteindre dans ces différents systèmes ?
  - Quels sont les effets de la production et l'exportation de biomasse sur les performances agronomiques, environnementales et économiques ?

Développer la bioéconomie ↘ sur les territoires des Hauts-de-France

Vous êtes agriculteur, conseiller, porteur de projet, acteur public ou tout simplement intéressé par :

# **BIOÉCONOMIE** CARBONE **FILIÈRES**  
**AGRONOMIE** DÉROBÉES **ACCOMPAGNEMENT** ÉCONOMIE  
 BIODIVERSITÉ **PERFORMANCES TERRITOIRES**  
 ENVIRONNEMENT **BIOMASSE** MÉTHANISATION #

## Retenez ces dates !

### Journées techniques production de biomasse

- 17 septembre 2020  
Le Hérie-la-Viéville (02)
- 24 septembre 2020  
Beauvais (60)
- 7 octobre 2020  
Aizecourt le Haut (80)



### Journée Bioéconomie territoriale

- 6 octobre 2020  
Méaulte (80)

Pour aller plus loin, retrouvez les vidéos suivantes sur la chaîne Youtube Agro-Transfert RT



La démarche FILABIOM a été construite dans le cadre du projet Réseau de sites démonstrateurs IAR. Ce projet est soutenu financièrement de 2015 à 2020 par le FEDER, le FNADT au titre de l'Initiative «Territoires catalyseurs d'innovation» et la Région Hauts-de-France.

Projet coordonné par Agro-Transfert Ressources et Territoires avec comme partenaires :



Pour nous suivre



S'abonner à notre newsletter

