



# GESTION DE LA FERTILITÉ DU SOL

- 167** Essai ROTALEG : optimiser l'intégration des légumineuses dans des rotations de grandes cultures biologiques conduites sans apport de matières organiques





### Gestion de la fertilité du sol

## Essai ROTALEG : optimiser l'intégration des légumineuses dans des rotations de grandes cultures biologiques conduites sans apport de matières organiques

**Contexte** Dans des systèmes spécialisés en grandes cultures biologiques, maintenir la fertilité des sols, support de productivité et donc de rentabilité du système, est un objectif premier. Avec la maîtrise du salissement par les adventices, la gestion de la fertilité azotée fait partie des principales problématiques rencontrées par les agriculteurs dans ces systèmes. Ces facteurs expliquent aussi les moindres rendements obtenus en AB par rapport au conventionnel et peuvent donc représenter un frein à la conversion à l'agriculture biologique. En termes de fertilité du sol, les difficultés d'entretien sont d'autant plus grandes dans les systèmes sans élevage. L'utilisation d'intrants organiques est possible mais plusieurs limites subsistent aux apports de matières

organiques extérieurs en système spécialisé en grandes cultures : le prix, la rentabilité ou encore la disponibilité des matières organiques (le cahier des charges bio évolue et la liste d'intrants organiques autorisés se restreint progressivement).

Face à ce constat, **l'insertion des légumineuses au sein des rotations apparaît comme un levier agronomique** permettant de diminuer le recours aux engrais organiques extérieurs. Leur nutrition azotée, assurée en grande partie par la fixation de l'azote atmosphérique, leur confère une autonomie vis-à-vis de l'azote et permet de participer à l'entretien du stock en azote du sol. En couvert d'interculture, elles participent aussi à maîtriser le salissement en adventices et à la protection du sol.



13 juillet 2019 : trèfle blanc nain semé à l'automne avec le blé et présent à la récolte de la céréale

## Objectifs de l'essai

L'essai ROTALEG a été mis en place en 2011 sur la ferme expérimentale de Thorigné-d'Anjou de manière à tester 5 rotations conduites en grandes cultures biologiques sans apport exogène de matières organiques. L'essai est mis en place sur une parcelle qui n'a reçu aucun intrant organique depuis 2008. L'objectif est de comprendre comment optimiser l'intégration des légumineuses dans les rotations afin de maximiser leurs bénéfices agronomiques pour permettre une gestion optimale de la fertilité, une maîtrise de l'enherbement et une rentabilité économique du système.

## Bilan après un premier cycle des rotations

Après 6 années d'essai, l'année 2017 marquait la fin du premier cycle de 4 des 5 rotations sur l'essai Rotaleg. Nous vous proposons alors un premier bilan des résultats obtenus sur ces rotations dans la synthèse précédente.

Bilan des 6 premières années de l'essai disponible sur le site de la Chambre d'agriculture des Pays de la Loire : [pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr](http://pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr) ou dans la synthèse des essais 2016-2017.

### Ce qu'il fallait retenir :

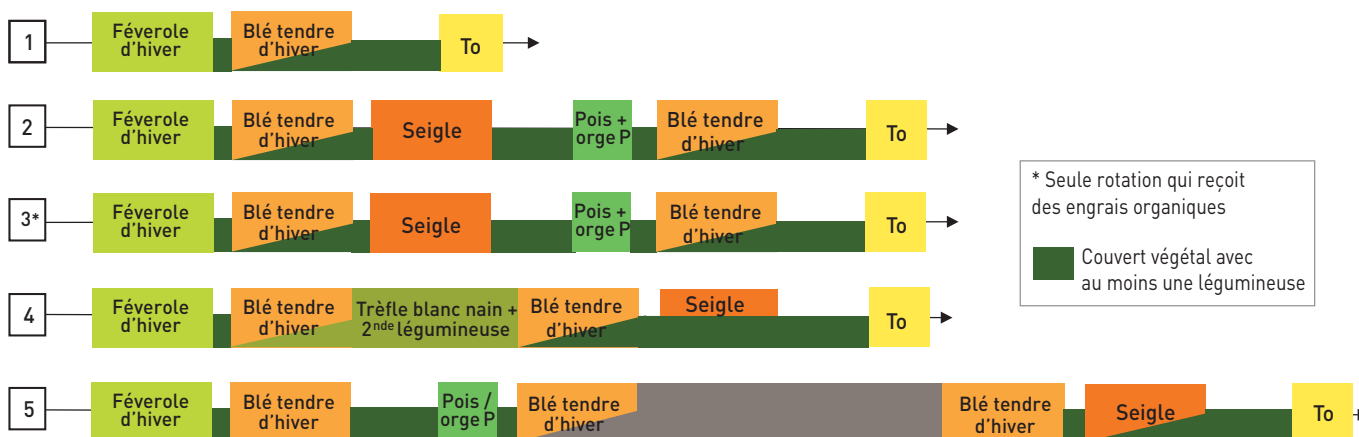
- Des apports en azote dans le sol différents selon les légumineuses.
- Un maintien des rendements dans les moyennes régionales.
- Sur certaines rotations, un bilan du stock en azote du sol négatif qui s'explique en partie par une mauvaise valorisation des périodes d'interculture.
- Malgré un contexte pédoclimatique peu propice aux stratégies de maîtrise des adventices par le travail du sol, une dynamique positive sur la maîtrise des adventices en multipliant les leviers d'action : alternance des dates de semis, couverture du sol par un couvert dense en interculture ou fauche répétée sur les rotations avec luzerne.

## Evolution des rotations

Au vu de ces résultats les rotations ont été repensées pour mieux répondre aux objectifs de l'essai dans le contexte de la parcelle. Les modifications réalisées sur l'ensemble des rotations sont les suivantes :

- Meilleure valorisation des périodes d'interculture (courtes et longues) pour la production de biomasse de légumineuse → maximiser les apports d'azote par les légumineuses.
- Couverture maximale du sol en période d'interculture → réduire l'utilisation du travail du sol et des outils de désherbage mécanique.

Une des rotations (rotation 4 : cf. synthèse 2016/2017), trop peu représentative des pratiques des agriculteurs a été entièrement repensée. L'objectif sur cette rotation est d'aller vers une diminution maximale du labour et une couverture quasi-permanente du sol.



## Cultures et itinéraire cultural sur la campagne 2018/2019

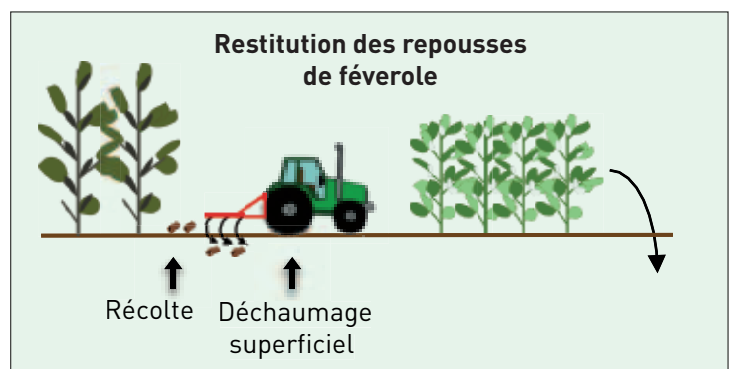
	Précédent →	Couvert d'interculture →	Culture	Fertilisation	
Rotation 1			Broyage	Aucune	
Rotation 2	Féverole d'hiver	2 passages croisés de déchaumeur à dents	2 passages croisés de déchaumeur à dents	Aucune	
Rotation 3		Semis trèfle d'Alexandrie au combiné + rouleau	Labour	120 uN poudre de viande, fientes, sang (12-3-0) le 26 février	
Rotation 4		(0,6 à 0,7 t MS/ha selon les rotations)	Semis (semoir combiné double caisson + rouleau)	Aucune	
Rotation 5		Blé tendre d'hiver	1 passage de déchaumeur à dents	Broyage	Aucune
		Semis couvert multi-espèces au combiné + rouleau	2 passages croisés de déchaumeur à dents	2 passages croisés de déchaumeur à dents	
		Trèfle d'Alexandrie + Colza fourrager + Sarrasin	Labour	Labour	
		(2,5 t MS/ha)	Semis (semoir combiné double caisson + rouleau) seigle + trèfle blanc nain	Seigle d'hiver + trèfle blanc nain	

### Implantation des couverts d'interculture

La dernière campagne culturale a été l'occasion de mettre en place 2 types d'implantation de couverts d'intercultures. L'objectif est de valoriser ces périodes pour produire et enfouir de la biomasse de légumineuses.

#### 1 - Gérer les repousses de féverole

L'objectif est de valoriser les pertes de graines à la récolte grâce à un passage de déchaumage superficiel pour installer un couvert végétal de féverole. Sur l'essai, un semis de trèfle d'Alexandrie a été réalisé en complément.



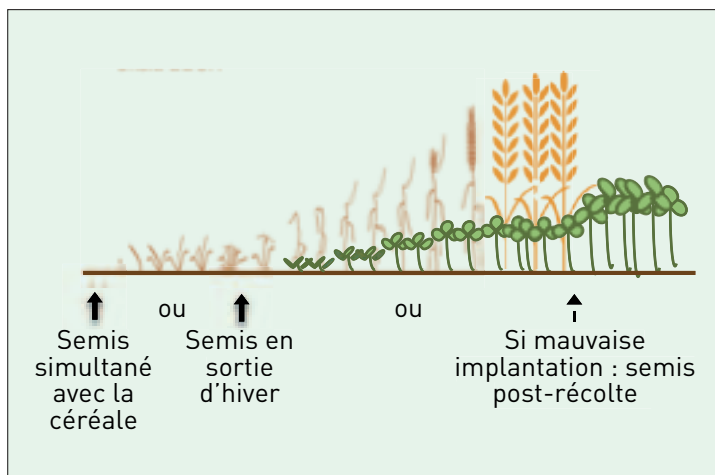
Sur l'essai, cette année, une violente averse au semis (27 mm) a compacté le sol, la météo a été particulièrement sèche par la suite. Ces conditions n'ont pas permis d'obtenir un bon développement du couvert (0,7 t MS/ha en moyenne).



## 2 - Planter un trèfle sous couvert d'une céréale

Plus il sera semé tôt, plus sa biomasse sera importante. Il convient donc d'essayer de le semer sous couvert d'une céréale, soit en simultané (au semis de la céréale) ou sous couvert (avant le stade 1 nœud de la céréale). Le semis du trèfle après la récolte de la céréale peut s'avérer plus risqué en cas d'absence prolongée de pluviométrie.

Sur l'essai, le trèfle a été implanté en simultané avec la céréale avec un semoir combiné double caisson. A la récolte de la céréale, le trèfle était bien implanté sous les blés, de façon un peu moins homogène sous le seigle.



### Suivi en image de l'implantation d'un couvert de trèfle blanc nain par semis simultané avec du blé tendre d'hiver sur l'essai ROTALEG : du semis en 2018 à quelques semaines avant la destruction en 2020

09/11/2018



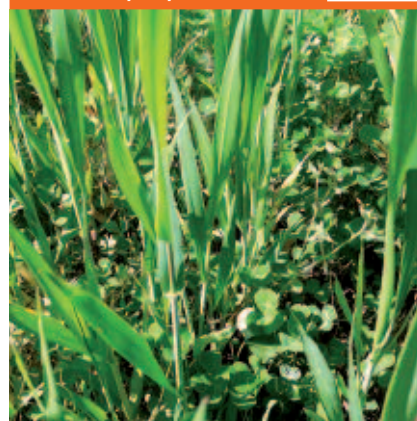
Semis simultanée trèfle blanc nain + blé tendre d'hiver avec un semoir double caisson

19/02/2019



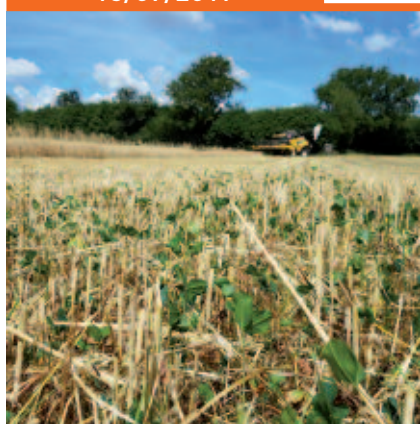
Levée du trèfle

26/04/2019



Développement du trèfle

13/07/2019



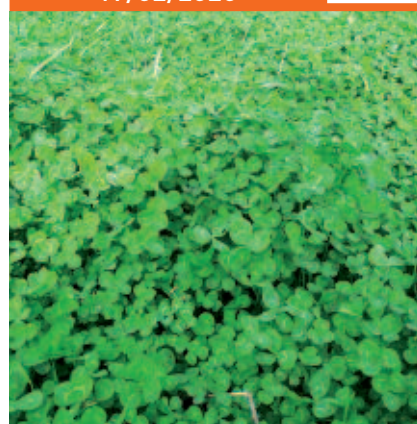
Récolte du blé

6/08/2019



3 semaines après la récolte du blé  
Un broyage a été réalisé mi-septembre.

19/02/2020



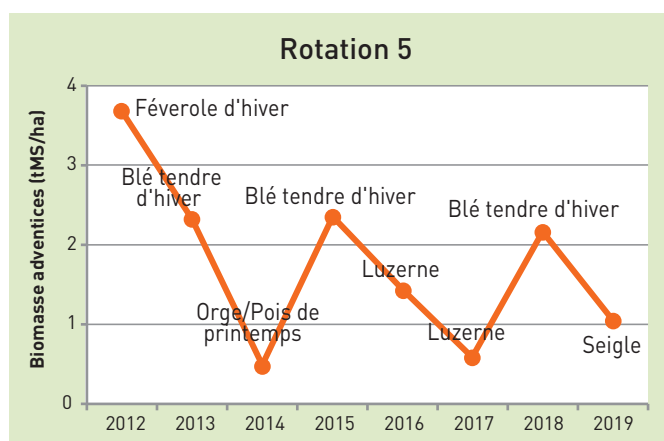
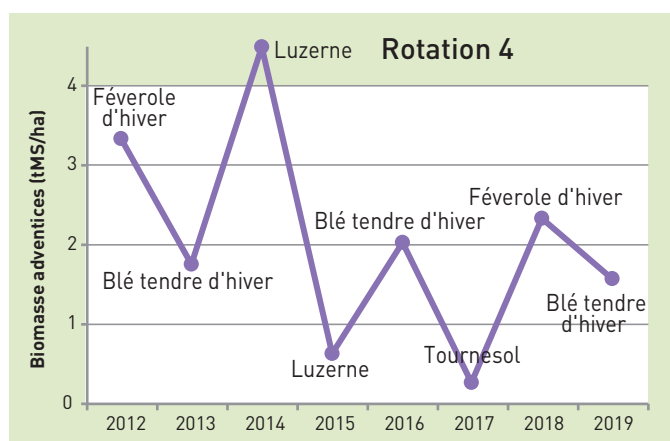
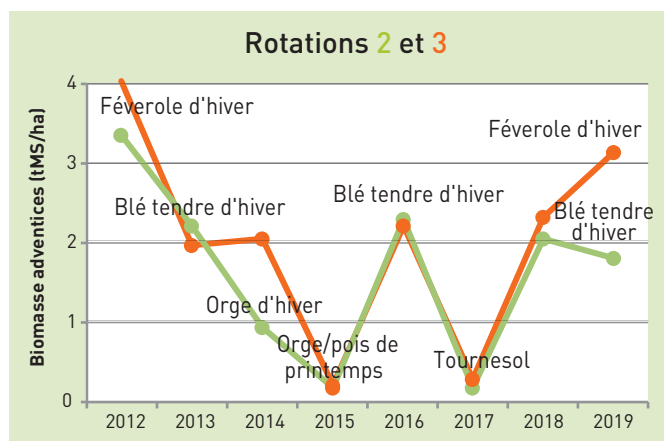
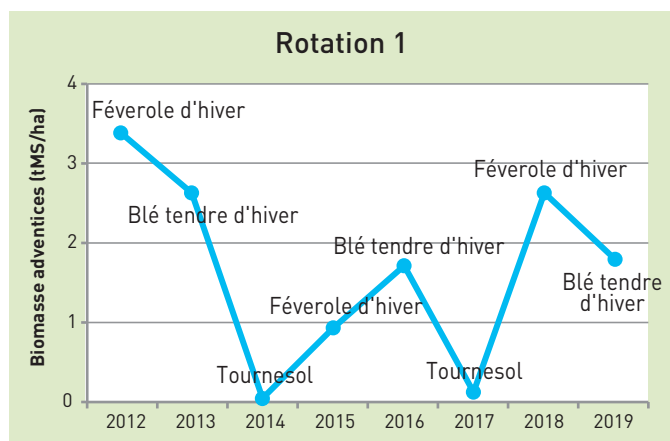
Couvert de trèfle blanc quelques semaines avant destruction (1,7 tMS/ha à destruction)

## Maîtrise des adventices

### Evolution de la biomasse en adventices

(mesurée au stade floraison de la culture, ou à la 1<sup>re</sup> fauche de l'année 1 et à destruction de l'année 2 pour la luzerne)

En 2012, au début de l'essai, le salissement en adventices était très important sur l'ensemble des rotations (présence forte de matricaire).



Le contexte pédoclimatique de l'essai (sol hydromorphe à structure fragile) est très peu propice aux stratégies de maîtrise des adventices par le travail du sol (faux semis) et le désherbage mécanique en cultures d'hiver (herse étrille ou houe rotative). De ce fait, d'autres leviers ont été mobilisés. L'évolution de la biomasse en adventices sur les cultures des rotations permet d'apprécier l'impact des systèmes de cultures sur la flore adventices.

#### Bonne gestion des adventices

##### Cultures de printemps/été

- Permettent une alternance des dates de semis.
- Possibilité de passer des outils de désherbage mécanique (herse étrille, houe rotative, bineuse).
- Généralement précédées par un couvert végétal dense, limitant le développement des adventices.

**Luzerne** : grâce à l'effet des fauches répétées.

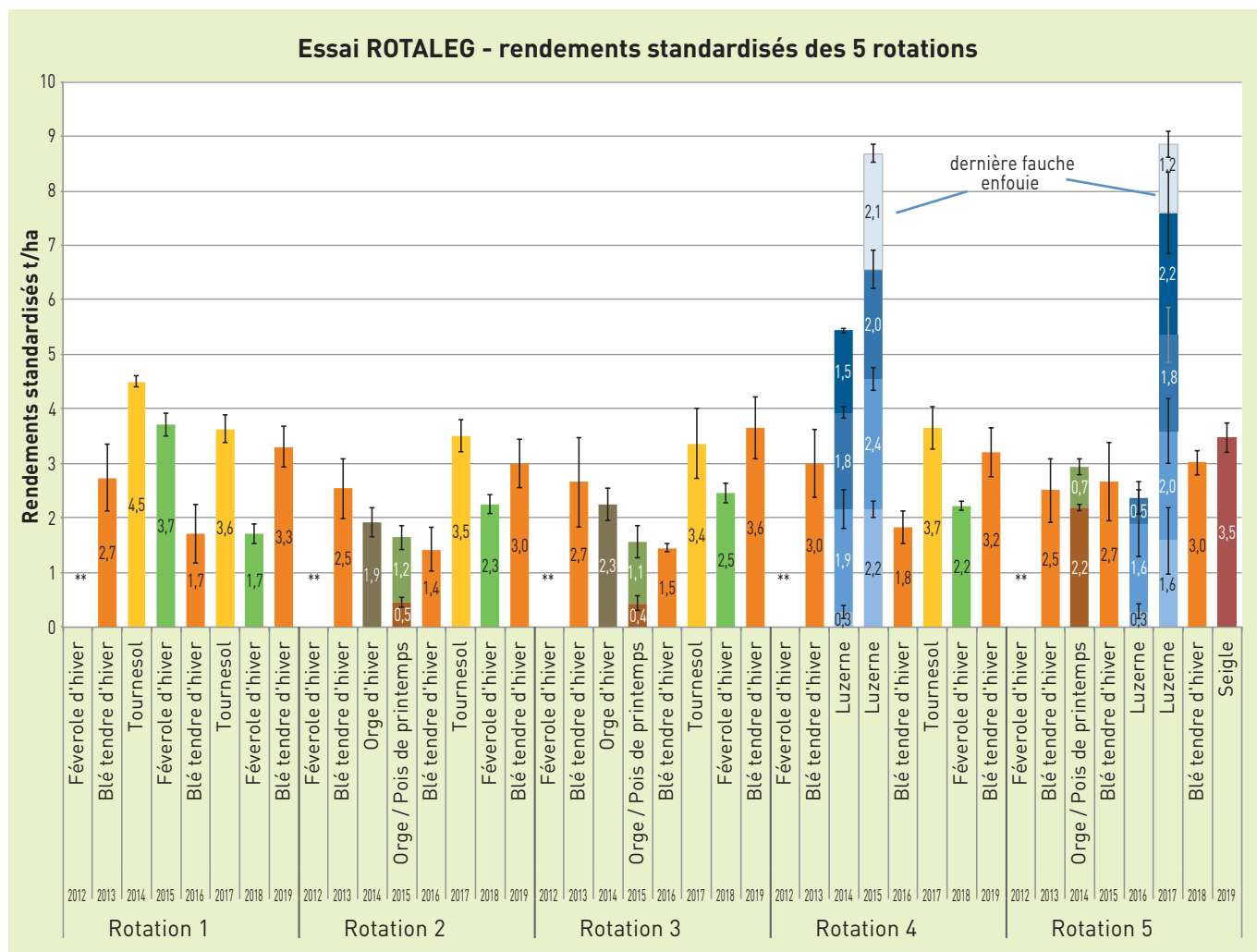
**Seigle d'hiver** : avec son fort pouvoir couvrant en début de cycle, il a permis une bonne maîtrise des adventices l'année passée sur la rotation 5.

#### Mauvaise gestion des adventices

##### Cultures d'hiver

- La féverole d'hiver est la culture la plus impactée par le salissement en adventices : avec un démarrage lent et une faible couverture du sol en fin de cycle, elle n'est pas suffisamment concurrentielle vis-à-vis des adventices.
- Le blé tendre d'hiver : plusieurs leviers sont mis en place pour maîtriser les adventices au sein de cette culture (semis tardif, choix de variétés à fort pouvoir couvrant) mais restent insuffisant pour une bonne maîtrise.

**Rotation 3** : la rotation fertilisée est globalement plus impactée par le salissement en adventices que la même rotation (2), non fertilisée. L'effet était net cette dernière année avec plus d'1 t MS/ha de différence entre les rotations.



\*Rendements standardisés aux normes de chaque culture : céréales et protéagineux à 15 % d'humidité, tournesol à 9 % d'humidité et luzerne à 0 % d'humidité.

\*\*Récolte de la féverole 2012 non réalisée en raison d'un salissement important en matricaire.

La campagne 2018/2019 représente la 8<sup>e</sup> campagne de l'essai et la 11<sup>e</sup> année sans apport de matières organiques sur la parcelle de l'essai. Pour autant, les performances des cultures ne diminuent pas. Les rendements obtenus sur les céréales (blé et seigle) cette campagne, toute rotation confondue, sont tous supérieurs à 30 q/ha (objectif de rendement en céréales de l'essai). Ce sont même les meilleurs rendements en céréales obtenus jusqu'ici sur la parcelle de l'essai.

A noter que les 120 uN apportées sur le blé de la rotation 3 ont permis de gagner uniquement 6 q/ha par rapport au blé de la rotation 2 (même rotation, non fertilisée).

➤ Rédactrices :  
Gaëlle FOREST  
Virginie RIOU

➤ Contact : Gaëlle FOREST - 02 41 18 60 36 - 07 63 79 45 33 - gaelle.forest@pl.chambagri.fr

Programme piloté par : AGRICULTURES & TERRITOIRES CHAMBRE D'AGRICULTURE PAYS DE LA LOIRE

En partenariat avec : FERME EXPÉRIMENTALE DE THORIGNÉ D'ANJOU

Terres Inovia l'agronomie en mouvement

AGRO CAMPUS OUEST

itab l'Institut de l'agriculture et de l'alimentation biologiques

esa

Financé par : LE MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION

AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

Région PAYS de la LOIRE

ÉCOPHYTO RÉDUIRE ET AMÉLIORER L'UTILISATION DES PHYTOS

A l'instar de l'année passée, la récolte 2019 a également été impactée par des épisodes de stress climatiques. Cette année se caractérise par un démarrage lent dans le froid suivi de périodes de fortes sécheresses et de canicule.

### Automne : un début de campagne favorable

A la suite d'un été relativement sec, se prolongeant jusqu'en septembre, la campagne culturale débute par l'apparition de pluie courant octobre permettant de réhumecter les sols juste avant les semis. L'essentiel des implantations s'effectue durant les deux premières décades de novembre. Les températures proches des médianes saisonnières ainsi que les précipitations facilitent les levées. Les parcelles ne souffrent pas particulièrement de l'excès d'eau et l'enracinement des cultures est satisfaisant. Quelques gelées sont à noter courant novembre mais trop éphémères pour impacter les cultures. En ce qui concerne les protéagineux, quelques parcelles restent à semer courant novembre mais une accalmie dans les précipitations permettront le semis dans de bonnes conditions.

Concernant les ravageurs, la douceur continue favorise une présence modérée bien que prolongée des pucerons sur céréales.

### Hiver : des conditions climatiques relativement sèches et douces

Les pluies de décembre laissent place à des mois de janvier et de février relativement secs. Quelques périodes pluvieuses s'installent de fin janvier à mi-février empêchant toute intervention dans les parcelles. Cette période hivernale est aussi caractérisée par des températures exceptionnellement douces. Cette douceur a pour effet d'accélérer le développement des cultures. Aucun épisode de gel significatif n'est observé durant cette période.

Des attaques de taupins sont signalées plus précocement et plus fréquemment que d'habitude. Comme l'an passé, des foyers d'attaque de mouche *geomyza* sont observés dans les parcelles de céréales affectant le tallage. La douceur favorise aussi la levée tardive des adventices.

### Printemps : une saison jalonnée de périodes pluvieuses et sèches

La fin d'hiver et le printemps sont marqués par des amplitudes thermiques souvent élevées. Des périodes très pluvieuses s'installent de fin mars à fin avril. La pression des maladies foliaires reste modérée exceptée en rouille jaune, les variétés sensibles présentent des symptômes. Courant avril, de nombreux pucerons sont signalés sur les variétés les plus précoces. Ces populations n'ont cependant pas d'impact sur les cultures en raison de la forte présence d'auxiliaires.

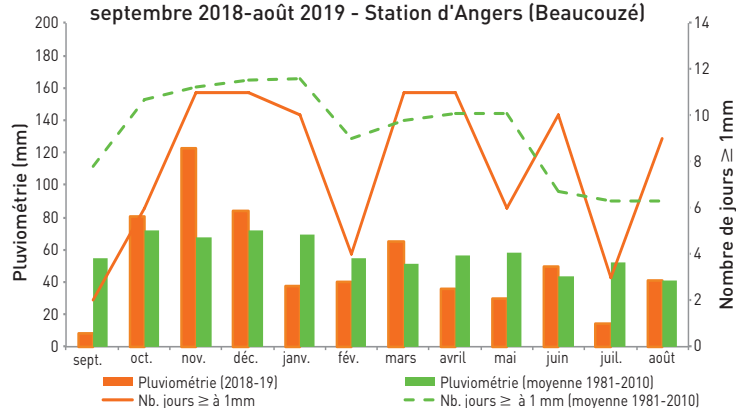
Les mois d'avril et de mai sont caractérisés par une relative fraîcheur avec l'enregistrement de quelques gelées, réduisant l'avance prise en sortie d'hiver et ralentissant les semis des cultures d'été. Durant les deux dernières décades de mai, une période de sécheresse s'installe. Celle-ci est rattrapée début juin pendant le remplissage des grains par le retour des pluies.

### Été : des épisodes caniculaires et secs néfastes pour les maïs

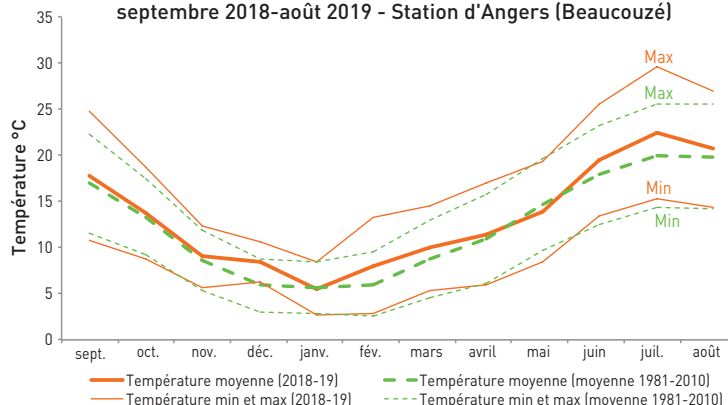
Les conditions estivales sont marquées par de très fortes chaleurs avec des pics à plus de 40 °C fin juin et début juillet. Cependant cet épisode caniculaire n'affecte pas ou peu les céréales dont la maturité physiologique est atteinte. Il accentue néanmoins la dessiccation et entraîne une avancée des récoltes avec certaines parcelles de céréales récoltées dès fin juin. Les rendements en céréales sont très souvent supérieurs aux potentiels attendus.

Sur maïs, les deux épisodes caniculaires ont entraînés des cas de stress hydriques observés dès la fin du mois de juin au sein des parcelles où les systèmes racinaires sont insuffisamment développés. Le bon développement des grains est limité par des défauts de fécondation, conduisant à des absences d'épis sur certaines plantes. Le manque d'eau a également pénalisé l'absorption d'azote provoquant des symptômes de carences. Les premiers chantiers d'ensilage ont donc débuté dès début août. D'une manière générale, les rendements en maïs ensilage sont faibles avec de fortes hétérogénéités. Les récoltes en grain ont elles aussi été perturbées par les précipitations quasi-continues à partir de mi-septembre.

Pluviométrie moyenne mensuelle et nombre de jours avec une pluviométrie  $\geq$  à 1mm septembre 2018-août 2019 - Station d'Angers (Beaucouzé)



Température minimum - moyenne - maximum, mensuelle septembre 2018-août 2019 - Station d'Angers (Beaucouzé)





# Sites d'expérimentations



I - Variétés   II - Blé de qualité   III - Oléo-protéagineux   IV - Fourrages de qualité   V - Conservation   VI - Fertilité du sol

## 📍 Thorigné-d'Anjou (49)

- I.1 Variétés de blé tendre d'hiver
- I.3 Variétés de triticale
- I.4 Variétés de seigle
- I.5 Variétés d'épeautre
- VI.1 ROTALEG : optimiser l'intégration des légumineuses dans les rotations en grandes cultures biologiques

## 📍 Sainte-Hermine (85)

- I.1 Variétés de blé tendre d'hiver
- I.3 Variétés de triticale
- II.1 Associer le blé tendre d'hiver avec un protéagineux d'hiver

## 📍 Le Langon (85)

- II.5 Evaluation de produits biostimulant et de biocontrôle sur blé tendre d'hiver
- II.6 Binage du blé tendre d'hiver

## 📍 Villaines-sous-Lucé (72)

- II.1 Associer le blé tendre d'hiver avec un protéagineux d'hiver
- II.2 Fertilisation azotée de printemps du blé tendre d'hiver - résultats 2019
- IV.1 Ensiler un mélange précoce de qualité
- V.1 Semis direct de maïs

## 📍 Treize-Septiers (85)

- I.2 Variétés paysannes de blé

## 📍 Nieul-sur-l'Autise (85)

- I.8 Variétés de maïs grain

## 📍 Pétosse (85)

- I.8 Variétés de maïs grain

## 📍 Jaunay-Marigny (86)

- I.8 Variétés de maïs grain

## 📍 Verneuil-le-Château (37)

- I.8 Variétés de maïs grain

## 📍 Bouchemaine (49)

- I.2 Variétés paysannes de blé

## 📍 Courcité (53)

- I.9 Variétés de maïs ensilage
- IV.3 Fertiliser le maïs avec un engrais starter

## 📍 Assé-le-Boisne (72)

- IV.4 Cultiver de l'ortie

## 📍 Louvaines (49)

- I.9 Variétés de maïs ensilage

## 📍 Meigné-le-Vicomte (49)

- V.2 Semis de blé et orge dans couvert de vivant de trèfle ou luzerne

## 📍 Noyen-sur-Sarthe (72)

- V.3 Couverts végétaux d'été

## 📍 La Remaudière (44)

- V.1 Semis direct de maïs

# Équipe Grandes cultures biologiques

## CONTACTS



**Gaëlle FOREST**

Chargée de mission Grandes cultures biologiques

**Chambre d'agriculture Pays de la Loire**

9 rue André-Brouard – CS 70510  
49105 ANGERS Cedex 2  
02 41 18 60 36 - 07 63 79 45 33  
[gaelle.forest@pl.chambagri.fr](mailto:gaelle.forest@pl.chambagri.fr)



**Céline BOURLET**

Chargée de mission Expérimentation-Agronomie

**Chambre d'agriculture Pays de la Loire**

9 rue André-Brouard – CS 70510  
49105 ANGERS Cedex 2  
02 41 18 60 35 - 07 63 04 43 11  
[celine.bourlet@pl.chambagri.fr](mailto:celine.bourlet@pl.chambagri.fr)



**Agathe LEMOINE**

Conseillère Agronomie & Productions végétales

**Chambre d'agriculture de la Mayenne**

Parc technopole - Rue Albert-Einstein-Change  
BP 36135 - 53061 LAVAL Cedex 9  
02 43 67 38 68 – 06 31 27 82 14  
[agathe.lemoine@mayenne.chambagri.fr](mailto:agathe.lemoine@mayenne.chambagri.fr)



**Florence LETAILLEUR**

Chargée de mission Agriculture biologique

**Chambre d'agriculture Pays de la Loire**

15 rue Jean Grémillon  
72013 LE MANS Cedex 2  
02 43 29 24 57 - 06 71 22 26 55  
[florence.letailleur@pl.chambagri.fr](mailto:florence.letailleur@pl.chambagri.fr)



**Gilles LE GUELLAUT**

Chargé de mission Agriculture biologique

**Chambre d'agriculture Pays de la Loire**

Rue Pierre-Adolphe-Bobierre – La Géraudière  
44939 NANTES Cedex 9  
02 53 46 61 74 - 06 45 70 07 56  
[gilles.leguellaut@pl.chambagri.fr](mailto:gilles.leguellaut@pl.chambagri.fr)



**Virginie RIOU**

Conseillère spécialisée Sol

**Chambre d'agriculture Pays de la Loire**

Département Agronomie-Machinisme  
14 avenue Jean Joxé – CS 80646  
49006 ANGERS Cedex 01  
02 41 96 75 49 - 06 26 64 30 96  
[virginie.riou@pl.chambagri.fr](mailto:virginie.riou@pl.chambagri.fr)



**Florence LEON**

Conseillère spécialisée Agriculture biologique et Conservation des sols

**Chambre d'agriculture Pays de la Loire**

Service Agronomie  
9 rue André Brouard – CS 70510  
49105 ANGERS Cedex 2  
02 41 96 76 37 – 06 26 64 30 30  
[florence.leon@pl.chambagri.fr](mailto:florence.leon@pl.chambagri.fr)



**Dalya KADI**

Conseillère Agronomie-Productions végétales

**Chambre d'agriculture Pays de Loire**

LEGTA Luçon-Pétre - Route de la Rochelle  
85400 SAINTE-GEMME-LA-PLAINE  
02 51 36 81 60 - 06 30 77 78 95  
[dalya.kadi@pl.chambagri.fr](mailto:dalya.kadi@pl.chambagri.fr)

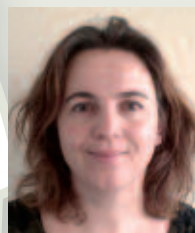


**Stéphane HANQUEZ**

Chargé de mission Agriculture biologique

**Chambre d'agriculture Pays de la Loire**

21 boulevard Réaumur  
85013 LA ROCHE-SUR-YON Cedex  
02 51 36 81 68 - 06 07 74 92 22  
[stephane.hanquez@pl.chambagri.fr](mailto:stephane.hanquez@pl.chambagri.fr)



**Cécile BROUILLARD**

Chargée de mission Agriculture biologique

**Chambre d'agriculture Pays de la Loire**

21 boulevard Réaumur  
85013 LA ROCHE-SUR-YON Cedex  
02 51 36 82 22 - 06 62 31 79 80  
[cecile.brouillard@pl.chambagri.fr](mailto:cecile.brouillard@pl.chambagri.fr)