

# & CHOISIR & DÉCIDER

SYNTHESE  
NATIONALE  
2021

**Maïs : variétés et fertilisation  
en agriculture biologique**

ARVALIS  
Institut du végétal

# Sommaire

<b>Avant-propos .....</b>	<b>2</b>
Qui a fait quoi ?.....	2
<b>Variétés de maïs en AB .....</b>	<b>3</b>
Le réseau de criblage variétal maïs en AB.....	3
Choisir une variété de maïs en AB .....	4
Résultats du réseau Nord-Centre.....	4
Résultats du réseau Sud .....	8
<b>Fertilisation azotée du maïs en AB .....</b>	<b>12</b>
Gérer l'azote en raisonnant à la rotation .....	12
Ne pas négliger les apports d'engrais organiques .....	13
Les essais engrais azotés organiques .....	13
Comparaison d'engrais azotés organiques et de stratégies d'apports .....	15
Effet de la fertilisation starter en AB .....	17
Rentabilité économique des apports d'engrais .....	20
Fertilisation du maïs en AB : Préconisations .....	23

# Avant-propos

Cette édition nationale du « Choisir et décider – Maïs en agriculture biologique » rassemble des résultats opérationnels afin de vous guider dans la conduite d'un système de culture en agriculture biologique (AB). Deux thématiques sont ici abordées :

- **Variétés de maïs** : Les résultats du réseau d'évaluation des variétés de maïs en AB en zone Sud et Nord-Centre vous aideront à choisir ou recommander une variété en AB adaptée à vos objectifs.
- **Fertilisation organique** : Les résultats du réseau d'essais fertilisation maïs bio vous seront présentés et vous orienteront sur la meilleure stratégie de fertilisation à mettre en place.

## QUI A FAIT QUOI ?

Coordination générale et montage du document : Amélie CARRIERE (ARVALIS)

CHAPITRES	IMPLICATIONS	
VARIETES DE MAÏS	Animation du réseau d'essais	Agnès TREGUIER (ARVALIS)
	Analyse de données et réalisation de la synthèse	Agnès TREGUIER et Bruno MARTIN (ARVALIS)
	Partenaires	CA40, CA HDF, CAPROGA La Meunière, CERESIA BIO, EURALIS Groupe Coopératif, LIDEA (Caussade Semences et Euralis Semences), MAS SEEDS, NATUP, OXYANE, SCAEL, UNEAL, VAL'EPI, VALFRANCE, VALSOLEIL
FERTILISATION ORGANIQUE	Animation du réseau d'essais	Grégory VERICEL (ARVALIS)
	Analyse de données et réalisation de la synthèse	Grégory VERICEL, Amélie CARRIERE et Clémence ALIAGA (ARVALIS)
	Partenaires expérimentateurs	ARVALIS, CA24, CA40

**ARVALIS REMERCIE VIVEMENT LES PARTENAIRES EXPERIMENTATEURS POUR LA FOURNITURE DES DONNEES, LES OBTENTEURS ET LEURS REPRESENTANTS POUR LA FOURNITURE DES SEMENCES, AINSI QUE LES AGRICULTEURS CHEZ QUI LES ESSAIS ONT ETE REALISES.**

**MERCI EGALEMENT A TOUTES LES EQUIPES REGIONALES D'ARVALIS – INSTITUT DU VEGETAL, AINSI QUE LES INGENIEURS SPECIALISTES QUI ONT CONTRIBUE A LA SYNTHESE DES ESSAIS ET A LA REDACTION DE CE DOCUMENT.**

Ce document est disponible uniquement sous format numérique en téléchargement gratuit via le site internet ARVALIS-Infos, rubrique BIO – Maïs/Sorgho : [www.arvalis-infos.fr](http://www.arvalis-infos.fr)

# Variétés de maïs en AB

Arvalis et ses partenaires (coopératives, des négoce, des Chambres d'Agriculture et des établissements de semences) poursuivent l'acquisition de références sur les variétés de maïs en agriculture biologique avec une nouvelle campagne d'essais en 2021. Les résultats obtenus viennent alimenter les connaissances sur les caractéristiques de quelques variétés disponibles pour l'AB.

Ce chapitre présente les résultats des variétés expérimentées en tronc commun dans les essais. Ils vous guideront à choisir ou recommander les variétés de maïs adaptées à une conduite en AB.

Le maïs est classé hors dérogation, ce qui signifie que l'agriculteur est dans l'obligation d'utiliser des semences issues de l'AB. La disponibilité en semences bio des variétés est accessible sur le site : [www.semences-biologiques.org](http://www.semences-biologiques.org)

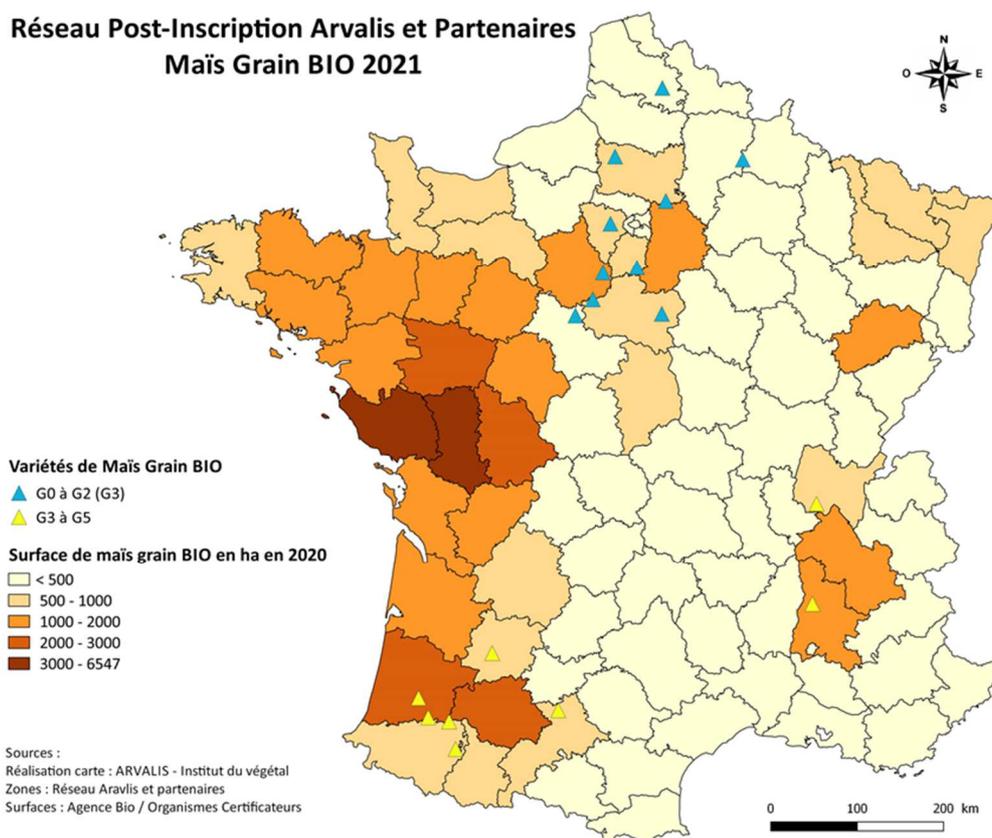
## LE RESEAU DE CRIBLAGE VARIETAL MAÏS EN AB

Le réseau d'essais variétés en Post-Inscription de maïs grain en AB a pour objectif de préciser et comparer les caractéristiques agronomiques de précocité, de rendement, de tenue de tige et de vigueur des variétés de maïs disponibles pour l'AB.

Le développement de la surface de production de maïs en agriculture biologique a entraîné une augmentation de l'offre des variétés. En considérant les deux zones d'évaluation, Sud et Nord-Centre, la gamme de

précocité des variétés comparées en 2021 par ARVALIS et ses partenaires est vaste puisqu'elle s'étend des groupes G0 à G5, avec les variétés très précoces (G0) à demi-précoces (G2) au nord et les demi-précoces à demi-tardives (G3) à tardives (G5) au sud. Les variétés expérimentées ont fait l'objet d'un consensus entre les expérimentateurs et les établissements de semences sur la base de résultats antérieurs, de critères d'intention de développement et d'effectifs compatibles avec la réussite des essais.

Figure 1 : Localisation des essais du réseau d'évaluation variétale post-inscription



## CHOISIR UNE VARIETE DE MAÏS EN AB

Le choix des variétés de maïs en bio tient compte de critères courants tels que la précocité, la régularité de rendement entre les essais et les années, le rendement et la tenue de tige.

La vigueur au départ est un critère apprécié. Des variétés avec un bon démarrage sont préférées pour, entre autres, limiter le développement des adventices (effet d'ombrage plus rapide) et mieux esquiver les dégâts de ravageurs de début de cycle.

La tolérance à la fonte des semis, à l'helminthosporiose et aux fusarioses des épis sont des attentes, comme en

cultures conventionnelles ; les conditions climatiques de 2021 n'ont pas été propices à l'observation de ces phénomènes.

Le choix de la précocité est à adapter aux dates de semis, souvent plus tardives en bio qu'en conventionnel, afin de favoriser le démarrage de la culture dans des conditions poussantes et de multiplier en amont les faux semis. Si la date de semis est reculée (ex : en cas de semis après une légumineuse implantée en septembre), le choix d'une variété plus précoce s'impose.

## RESULTATS DU RESEAU NORD-CENTRE

La gamme de précocité des variétés évaluées dans cette zone s'étend des groupes G0 (variétés très précoces) à G2 (variétés demi-précoces). Six essais parmi les dix mis en place, comprenant douze variétés communes, ont été retenus dans la synthèse, sur la base de leur validité agronomique et statistique. Malgré une précision statistique moyenne, liée à des interactions parfois importantes entre les variétés et les différents lieux d'essais, des différences significatives sont observées. Le comportement des variétés étant

très marqué par l'année climatique, il est préférable de l'apprécier sur plusieurs années lorsque c'est possible.

Caractériser avec précision la vigueur ou le comportement à la verse nécessite des observations dans plusieurs essais. Cette année, une synthèse des notes de verse à la récolte n'a pas pu être réalisée faute de données suffisantes. Concernant la vigueur, les résultats présentés sont à prendre avec précaution car ils ne sont issus que de deux essais.

**Les partenaires du Réseau Nord et Centre en 2021 : ARVALIS, CAPROGA La Meunière, Chambre d'agriculture de l'Oise, CERESIA, MAS SEEDS, NATUP, SCAEL, UNEAL, VAL'EPI**

**Tableau 1 : Description des essais variétés maïs en AB retenus – Réseau Nord-Centre (campagne 2021)**

Site d'essai	Dép.	Organismes expérimentateurs	Date de semis	Date de récolte	Type de sol	Profondeur exploitable par les racines (cm)	Précédent	Irrigation
PONT-SAINT-MARD	2	CERESIA	28/04/2021	26/10/2021	LIMON ARGILEUX PROFOND	70	BLE TENDRE	Non
GOUILLONS	28	SCAEL	16/04/2021	26/10/2021	LIMON ARGILEUX	120	/	Oui / 120mm
AUTAINVILLE	41	MAS SEEDS	30/04/2021	28/10/2021	ARGILO-CALCAIRE PROFOND	100	/	Oui/ 50mm
CORTRAT	45	CAPROGA	14/04/2021	17/11/2021	ARGILO-CALCAIRE SUPERFICIEL	60	ORGE DE PRINTEMPS	Oui / 120mm
PATAY	45	ARVALIS	20/04/2021	25/10/2021	LIMON ARGILEUX	120	LUZERNE	Oui / 155mm
ROUSSELOY	60	VAL'EPI	02/06/2021	22/11/2021	LIMON BATTANT SAIN	150	/	Non
LA NEUVILLE SUR OUDEUIL	60	CA60	07/05/2021	27/10/2021	LIMON BATTANT SAIN	150	FEVEROLE + AVOINE	Non
SAULTY	62	UNEAL	30/04/2021	02/12/2021	LIMON BATTANT SAIN	150	BLE TENDRE	Non
BOIGNEVILLE	91	ARVALIS	20/04/2021	20/10/2021	ARGILO-CALCAIRE MOYEN SUR CALCAIRE DUR	70	SARRAZIN	Oui/ 92mm

L'essai réalisé par NATUP à DAVRON (78) a été abandonné avant la récolte, en raison de dégâts de corbeaux et de problèmes liés à l'enherbement.

## Rendements et précocités

Figure 2 : Rendement des variétés de maïs (q/ha) : moyenne et écart type sur les 6 sites expérimentaux – Réseau Nord-Centre (Récolte 2021)

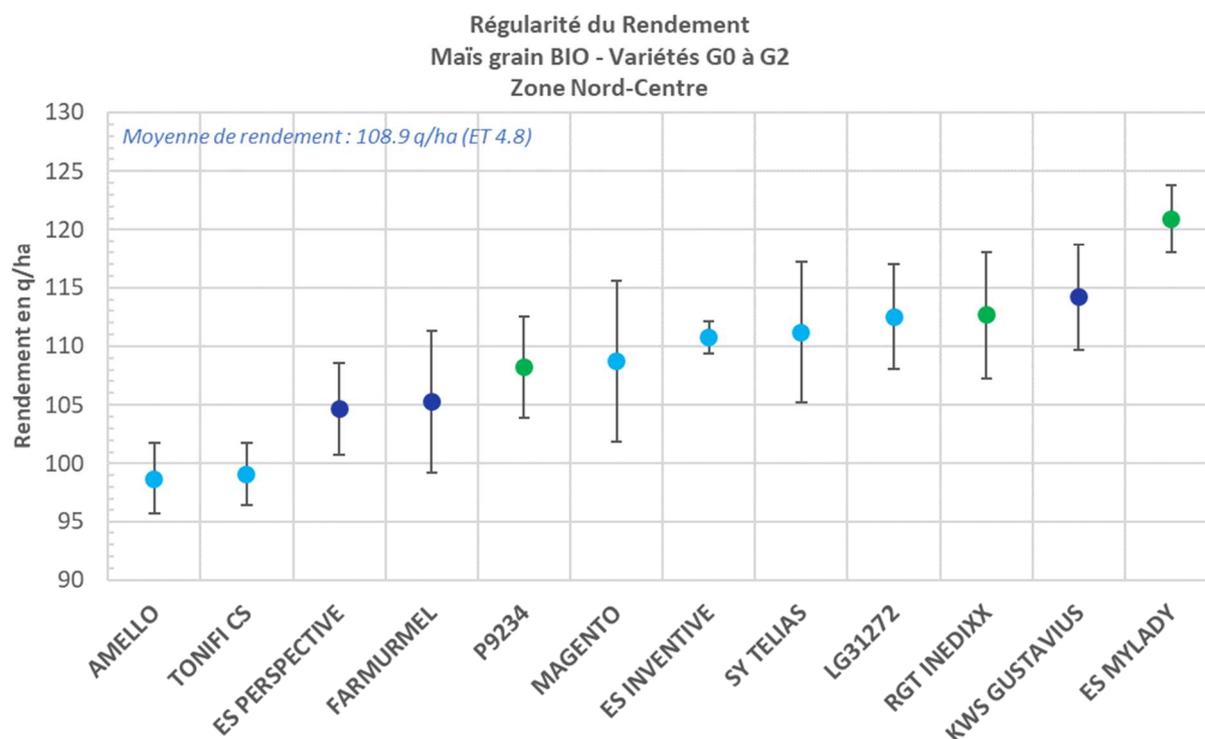
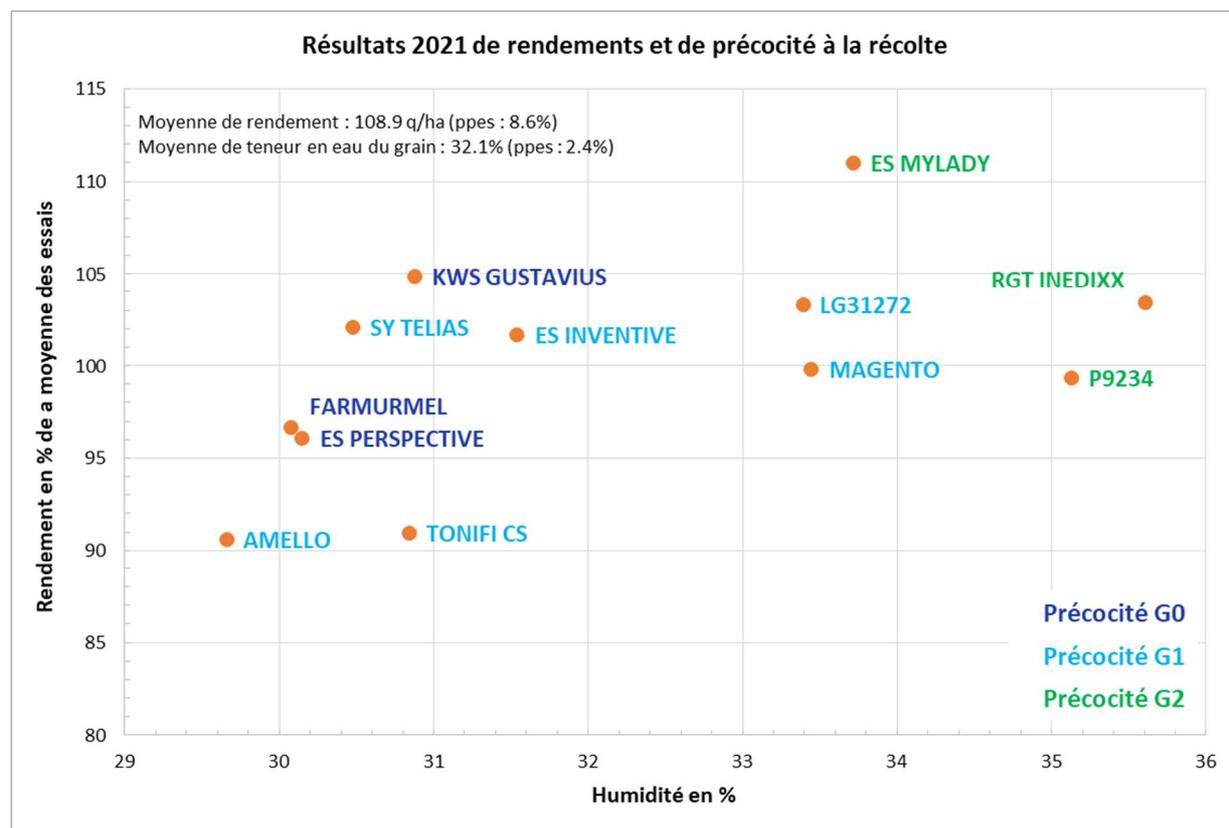


Figure 3 : Relation rendement (q/ha)– précocité à la récolte (taux d'humidité) – Réseau Nord-Centre (Récolte 2021 – 6 essais)



## Caractéristiques agronomiques

Le tableau ci-dessous présente les résultats des variétés communes aux essais retenus pour leur précision agronomique et statistique. De faibles valeurs d'écart-type (E.T.) entre les essais sont des points forts.

**Tableau 2 : Résultats des variétés expérimentées en tronc commun entre les essais – Réseau Nord+Centre (Récolte 2021)**

VARIETES en BIO Très précoces à Demi-précoces G0-G3  Variétés en étude	Groupe de précocité	Inscription	Représentant de la variété	Année d'inscription	Type d'hybride	Type de grain	Densité 1000 / ha		Rendement et Régularité en % de la moyenne des essais				Humidité récolte en %	Verse récolte en %	Vigueur au départ (note)	Hauteur de plante (cm)	Ecart de date de floraison en jours		
							2021	2020	2021	E.T.	2021	2021						2021	2021
ES PERSPECTIVE	G0	g	Lidea	2017	HS	cd	84.2	103.3	96.1	3.6	30.1	-	6.4	279	-1.9				
FARMURMEL	G0	c	Farmsaat AG	IT-2019	HS	cd	92.4	-	96.7	5.6	30.1	-	6.9	257	-4.9				
KWS GUSTAVIUS	G0	c	KWS Mais France	DE-2019	HS	d	92.7	-	104.9	4.2	30.9	-	7.0	244	-2.4				
AMELLO	G1/S1	c	Saatbau	AT-2017	HTV	cd	79.8	-	90.6	2.8	29.7	-	6.1	270	-2.4				
ES INVENTIVE	G1	g	Lidea	2017	HS	cd	91.3	102.6	101.7	1.3	31.5	-	7.3	271	-1.9				
LG31272	G1	g	LG/Limagrain	2020	HS	cd	90.6	99.1	103.3	4.1	33.4	-	6.6	273	-1.9				
MAGENTO	G1	g	Semences de France	2018	HS	cd.d	83.3	-	99.8	6.3	33.4	-	6.7	251	-2.4				
SY TELIAS	G1	g	Syngenta	2017	HS	cd.d	94.4	94.6	102.1	5.5	30.5	-	7.5	241	-4.4				
TONIFI CS	G1	g	Lidea	2017	HS	c.cd	83.1	100.4	91.0	2.5	30.8	-	6.1	252	-2.4				
ES MYLADY	G2	c	Lidea	HU-2020	HS	d	93.5	-	111.0	2.7	33.7	-	6.9	266	-0.9				
P9234	G2	c	Pioneer Semences	IT-2014	HS	d	83.4	-	99.4	4.0	35.1	-	6.3	256	-0.9				
RGT INEDIXX	G2	g	R.A.G.T. Semences	2019	HS	cd.d	86.3	-	103.4	4.9	35.6	-	5.4	252	-0.9				
<b>Moyenne des essais</b>							-	100 = 96.8 q/ha	100 = 108.9 q/ha		32.1%	di	6.6	259	27/7				
Nombre d'essais							5		6		6	di	2	3	2				
Analyse statistique P.P.E.S.							-				8.6%	-	2.4%	-	22	1.8			

### Origine des essais

\* Retenus pour Densité

28 GOUILLONS  
41 AUTAINVILLE  
45 PATAY  
60 LA NEUVILLE-SUR-OUDEUIL  
91 BOIGNEVILLE

\* Retenus pour Humidité et Rendement,

28 GOUILLONS  
41 AUTAINVILLE  
45 PATAY  
60 ROUSSELOY  
60 LA NEUVILLE-SUR-OUDEUIL  
91 BOIGNEVILLE

\* Retenus pour vigueur

28 GOUILLONS  
60 LA NEUVILLE-SUR-OUDEUIL

\* Retenus pour Hauteur de plante

28 GOUILLONS  
45 PATAY  
91 BOIGNEVILLE

\* Retenus pour Date de floraison

45 PATAY  
91 BOIGNEVILLE

\* Retenus pour Rendement 2020

28 GOUILLONS  
45 PATAY  
60 LA NEUVILLE-SUR-OUDEUIL

## Résultats définitifs du Réseau de variétés de maïs Post-Inscription 2021

Légende des données des tableaux:

- Inscription : catégorie d'inscription des variétés :
  - + g : variétés ayant satisfait avec succès uniquement les épreuves grain en France.
  - + f : variétés ayant satisfait avec succès uniquement les épreuves fourrage en France.
  - + gf : variétés ayant satisfait avec succès les épreuves grain et fourrage en France.
  - + c : variétés issues d'une inscription sur le catalogue européen dans un pays autre que la France.
- Représentant de la variété : Etablissement de semences qui représente la variété en France.
- Année d'inscription au catalogue officiel français, ou pays et année d'inscription en Europe.
- Type d'hybride :
  - + HS = hybride simple
  - + HTV = hybride trois voies
- Type de grain :
  - + cc = cornée
  - + c.cd = corné à corné denté
  - + cd = corné denté
  - + cd.d = corné denté à denté
  - + d = denté
- Rendement et Régularité en % de la moyenne des essais :
  - + Rendement exprimé en % de la moyenne des variétés, synthèse 2021.
  - + E.T. : indicateur de variabilité des rendements entre les essais de la synthèse 2021. Il est exprimé en % de la moyenne des rendements. Plus il est faible, plus la variété présente des résultats stables entre essais.
- Humidité récolte en %: teneur en eau du grain à la récolte en %
- Verse récolte en % : % de plantes versées à la récolte des essais avec symptômes de verse.
- Vigueur au départ exprimée en notes avec note de 1= très faible et de 10=très bonne.
- PMG : Poids de mille grains moyen à la récolte à densité de référence
- Ecart de date de floraison en jours : écart de date de floraison avec la moyenne des variétés en jours.

di : données insuffisantes pour effectuer une synthèse.

Lieux retenus : sont précisées les communes (départements) des essais retenus dans les synthèses pour (i) les rendements, teneurs en eau du grain à la récolte et densités de culture, (ii) la verse.

Les lieux retenus pour les synthèses sur les autres caractères ne sont pas précisés dans ce document.

## RESULTATS DU RESEAU SUD

Les précocités des 15 variétés communes évaluées en zone Sud cette année s'étendent des groupes G3 (variétés demi-précoces à demi-tardives) à G5 (variétés tardives). Quatre essais parmi les huit mis en place ont été retenus dans la synthèse, sur la base de leur validité agronomique et statistique. En bio, maîtriser la régularité de levée, l'enherbement, ou les dégâts liés aux ravageurs du sol est plus difficile qu'en conventionnel.

Tous ces facteurs peuvent engendrer des hétérogénéités au sein des essais et pénaliser leur précision. Avec peu d'essais retenus cette année, la synthèse ne permet pas de différencier statistiquement le potentiel des variétés. Leur observation en pluriannuel est donc indispensable pour discriminer leur niveau de productivité.

**Les partenaires du réseau Sud en 2021 : ARVALIS, Chambre d'agriculture des Landes, EURALIS COOP, LIDEA**

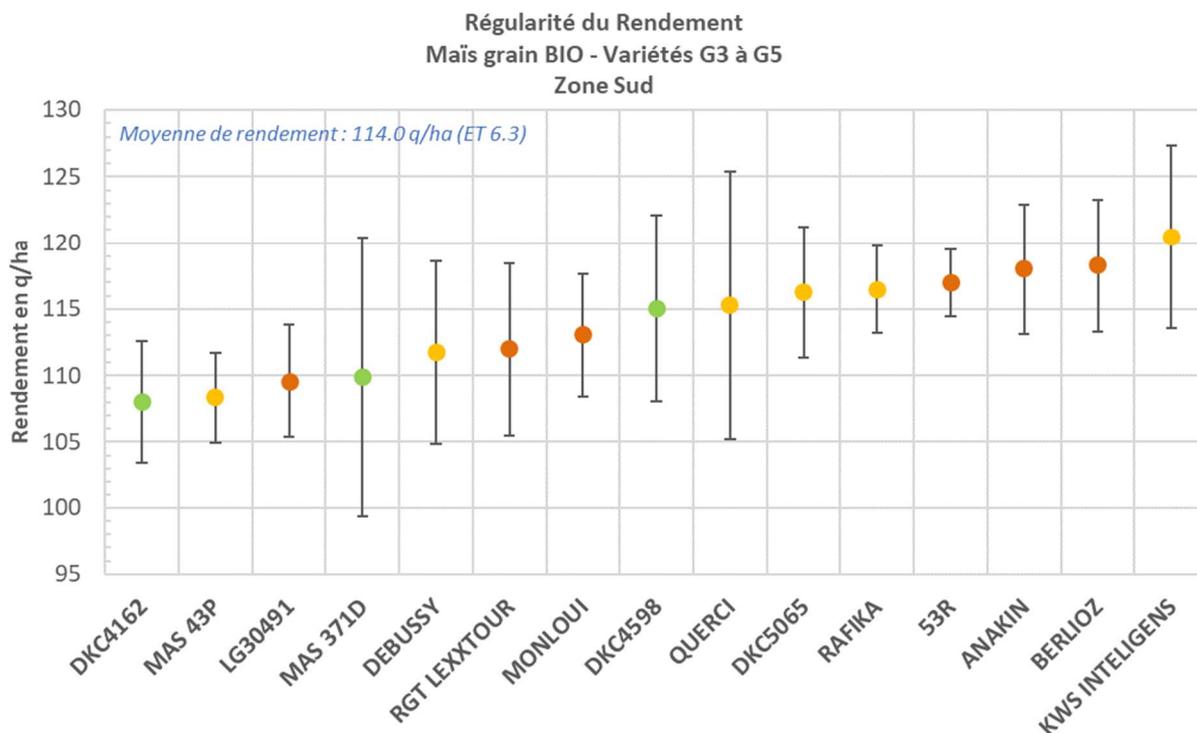
**Tableau 3 : Description des essais variétés maïs en AB retenus – Réseau Sud (campagne 2021)**

Site d'essai	Dép.	Organismes expérimentateurs	Date de semis	Date de récolte	Type de sol	Profondeur exploitable par les racines (cm)	Précédent	Irrigation
PIZAY	1	ARVALIS	01/06/2021		GRAVIERS PROFONDS	130		Oui
MONTMEYRAN	26	ARVALIS	22/04/2021	12/10/2021	ALLUVIONS LIMONO-SABLEUSES PROFONDES	90	BLE TENDRE	Oui / 140mm
MERVILLE	31	LIDEA	07/05/2021					
MORGANX	40	EURALIS COOP	12/04/2021	17/09/2021	TOUYAS (>30% ARGILE)	120	/	Non
SOUPROSSE	40	ARVALIS	06/05/2021	26/11/2021	BOULBENE SABLEUSE	60	SOJA	Oui/ 150mm
SAINT-LEGER	47	ARVALIS	02/04/2021	24/08/2021	ALLUVIONS LIMONO-SABLEUSES PROFONDES	90	SOJA	Oui / 70mm
GARLIN	64	LIDEA	05/05/2021	29/10/2021	TOUYAS (<18% ARGILE)	120	PRAIRIE PERMANENTE	Non
LOURENTIS	64	ARVALIS	11/06/2021		TOUYAS (<18% ARGILE)	120	/	Non

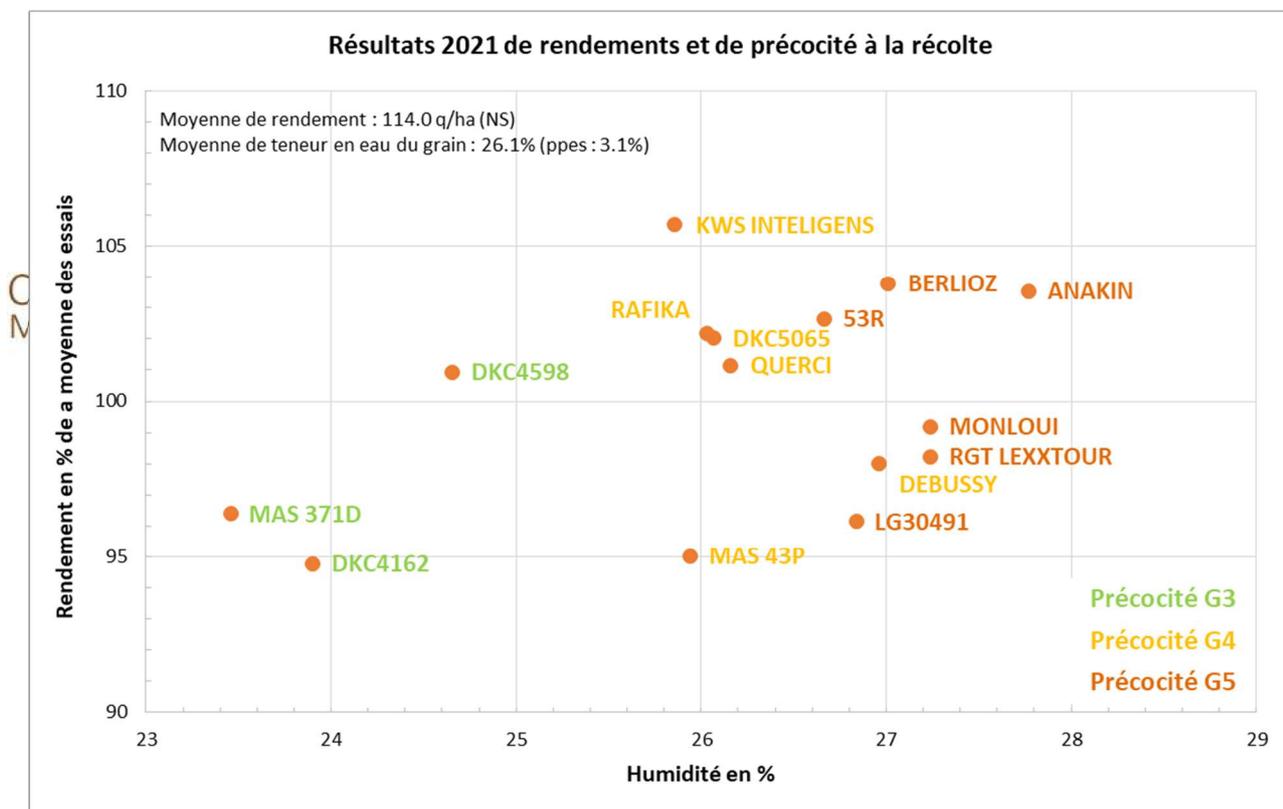
Les essais de Pizay (01), Rampieux (24), Merville (31) et Lourenties (64) ont été abandonnés avant la récolte en raison d'hétérogénéités de densités de plantes liées à des dégâts de corbeaux, et/ou de taupins, et/ou d'un passage de bineuse.

## Rendements et précocités

■ Figure 4 : Rendement des variétés de maïs (q/ha) : moyenne et écart type sur les 4 sites expérimentaux – Réseau Sud (Récolte 2021)



■ Figure 5 : Relation rendement (q/ha)– précocité à la récolte (taux d’humidité) – Réseau Sud (Récolte 2021 – 4 essais)



## Caractéristiques agronomiques

Le tableau ci-dessous présente les résultats des variétés communes aux essais retenus pour leur précision agronomique et statistique. De faibles valeurs d'écart-type (E.T.) entre les essais sont des points forts.

**Tableau 4 : Résultats des variétés expérimentées en tronc commun entre les essais – Réseau Sud (Récolte 2021)**

VARIETES en BIO Demi-Précoces à Tardives G3-G5  Variétés en étude	Groupe de précocité	Inscription	Représentant de la variété	Année inscription	Type d'hybride	Type de grain	Rendement et Régularité en % de la moyenne des essais				Humidité récolte en %	Verse Récolte en %	Vigueur au départ (note)	Hauteur de plante (cm)	Ecart de date de floraison en jours
							Densité 1000/ha								
							2021	2020	2021	E.T.					
DKC4162	G3	c	Dekalb/Bayer	IT-2015	HS	d	93.9	-	94.8	4.0	23.9	-	6.6	285	-3.0
DKC4598	G3	g	Dekalb/Bayer	2020	HS	d	91.9	-	101.0	6.2	24.7	-	6.3	284	-1.0
MAS 371D	G3	c	Mas Seeds	IT-2020	HS	-	91.4	-	96.4	9.2	23.5	-	6.2	296	-1.0
DEBUSSY	G4	c	Lidea	IT-2016	HS	d	83.1	100.1	98.0	6.0	27.0	-	5.6	278	-0.3
DKC5065	G4/S4	c	Dekalb/Bayer	IT-2015	HS	d	95.0	104.8	102.0	4.3	26.1	-	7.2	295	-1.3
KWS INTELIGENS	G4/S4	g	KWS Maïs France	2020	HS	d	95.3	-	105.7	6.0	25.9	-	6.6	304	-1.0
MAS 43P	G4	c	Mas Seeds	IT-2017	HS	d	91.3	94.2	95.0	3.0	25.9	-	7.0	274	-3.0
QUERCI	G4	c	Caussade Sem. Pro	IT-2017	HS	d	91.7	99.1	101.2	8.9	26.2	-	6.3	287	1.4
RAFIKA	G4	c	Semences de France	PT-2017	HS	d	89.4	103.2	102.2	2.9	26.0	-	6.3	284	-0.3
ANAKIN	G5/S4	g	Caussade Sem. Pro	2018	HS	cd.d	89.5	99.3	103.6	4.3	27.8	-	6.2	306	3.4
BERLIOZ	G5	c	Lidea	SK-2018	HS	d	93.2	-	103.8	4.4	27.0	-	6.7	295	1.7
LG30491	G5	g	LG/Limagrain	2011	HS	d	88.9	-	96.2	3.7	26.8	-	6.8	318	0.4
53R	G5	c	Mas Seeds	IT-2016	HS	d	92.9	99.3	102.7	2.2	26.7	-	7.3	310	2.7
MONLOUI	G5	c	Lidea	IT-2014	HS	d	89.2	-	99.2	4.1	27.2	-	7.1	291	0.0
RGT LEXXTOUR	G5	g	R.A.G.T. Semences	2014	HS	cd.d	92.2	-	98.2	5.7	27.2	-	6.9	295	1.0
<b>Moyenne des essais</b>							-	100 = 107.0	100 = 113.96 q/ha		26.1%	di	6.6	293	20/7
Nombre d'essais							4	6	4		4	di	4	2	3
Analyse statistique P.P.E.S.							-	-	-	-	3.1%	-	0.9	24	3.7

### Origine des essais

\* Retenus pour Densité, Humidité, Rendement, Vigueur au départ  
26 MONTMEYRAN  
40 SOUPROSSE  
40 MORGANX  
64 GARLIN

\* Retenus pour Hauteur de plante  
40 SOUPROSSE  
64 GARLIN

\* Retenus pour Date de floraison  
26 MONTMEYRAN  
40 SOUPROSSE  
64 GARLIN

\* Retenus pour Rendement 2020  
1 PIZAY  
26 MONTMEYRAN  
31 MERVILLE  
47 SAINT-LEGER  
64 GARLIN  
64 LOURENTIES

## Résultats définitifs du Réseau de variétés de maïs Post-Inscription 2021

Légende des données des tableaux:

- Inscription : catégorie d'inscription des variétés :
  - + g : variétés ayant satisfait avec succès uniquement les épreuves grain en France.
  - + f : variétés ayant satisfait avec succès uniquement les épreuves fourrage en France.
  - + gf : variétés ayant satisfait avec succès les épreuves grain et fourrage en France.
  - + c : variétés issues d'une inscription sur le catalogue européen dans un pays autre que la France.
- Représentant de la variété : Etablissement de semences qui représente la variété en France.
- Année d'inscription au catalogue officiel français, ou pays et année d'inscription en Europe.
- Type d'hybride :
  - + HS = hybride simple
  - + HTV = hybride trois voies
- Type de grain :
  - + cc = cornée
  - + c.cd = corné à corné denté
  - + cd = corné denté
  - + cd.d = corné denté à denté
  - + d = denté
- Rendement et Régularité en % de la moyenne des essais :
  - + Rendement exprimé en % de la moyenne des variétés, synthèse 2021.
  - + E.T. : indicateur de variabilité des rendements entre les essais de la synthèse 2021. Il est exprimé en % de la moyenne des rendements. Plus il est faible, plus la variété présente des résultats stables entre essais.
- Humidité récolte en %: teneur en eau du grain à la récolte en %
- Verse récolte en % : % de plantes versées à la récolte des essais avec symptômes de verse.
- Vigueur au départ exprimée en notes avec note de 1= très faible et de 10=très bonne.
- PMG : Poids de mille grains moyen à la récolte à densité de référence
- Ecart de date de floraison en jours : écart de date de floraison avec la moyenne des variétés en jours.

di : données insuffisantes pour effectuer une synthèse.

Lieux retenus : sont précisées les communes (départements) des essais retenus dans les synthèses pour (i) les rendements, teneurs en eau du grain à la récolte et densités de culture, (ii) la verse.

Les lieux retenus pour les synthèses sur les autres caractères ne sont pas précisés dans ce document.

# Fertilisation azotée du maïs en AB

En l'absence de recours aux engrais minéraux de synthèse, la nutrition des cultures en agriculture biologique (AB) repose principalement sur une approche système afin de maximiser les processus naturels tels que la fixation symbiotique d'azote atmosphérique par les légumineuses, et la minéralisation des matières organiques du sol susceptibles de leur fournir de l'azote

et d'autres éléments minéraux sous une forme qu'elles sont capables d'assimiler. Des apports de fertilisants organiques peuvent également être réalisés, lorsque, malgré une optimisation du système de culture, les besoins de la plantes en éléments nutritifs ne sont pas couverts, et que la fertilité à long terme du système est mise en péril.

## GERER L'AZOTE EN RAISONNANT A LA ROTATION

L'insertion de légumineuses dans les rotations demeure le principal levier mobilisable en AB pour introduire de l'azote dans les systèmes de culture d'autant plus qu'il provient d'une source gratuite et inépuisable : l'azote atmosphérique.

Les légumineuses pluriannuelles telles que les luzernes et certains trèfles sont les plus efficaces pour capter de grandes quantités d'azote de l'air grâce à leur symbiose avec les bactéries rhizobium présentes dans leurs nodosités racinaires, puis pour le restituer aux cultures suivantes après destruction. Toutefois, ces espèces consomment aussi des nutriments, notamment du potassium qu'elles exportent en grandes quantités lorsqu'elles sont récoltées en fourrage. De plus, en l'absence d'élevage ou de filière de déshydratation locale, leur valorisation économique n'est pas toujours possible.

Les légumineuses à graines telles que le pois, la féverole, le soja ou le haricot peuvent également constituer de bons précédents pour le maïs à condition

d'implanter une culture intermédiaire dès leur récolte pour éviter que l'azote minéral issu de la dégradation de leurs résidus ne soit perdu par lixiviation durant l'hiver.

Enfin, les cultures intermédiaires peuvent elles-mêmes représenter une bonne opportunité pour insérer des légumineuses dans la rotation d'autant plus que la longue période d'interculture qui précède le semis du maïs se prête bien à des productions de biomasses et des absorptions d'azote conséquentes. Pour les couverts végétaux composés de légumineuses pures (autorisés en AB dans la plupart des programmes d'actions régionaux de la Directive Nitrate), une destruction tardive en mars – avril est doublement recommandée : tout d'abord pour maximiser l'absorption d'azote par le couvert puis pour faire coïncider au mieux la minéralisation des résidus avec la période de forte absorption d'azote par le maïs. Toutefois, une destruction trop tardive peut s'avérer préjudiciable à la reconstitution de la réserve en eau du sol et à l'alimentation hydrique du maïs en particuliers sur les sols superficiels ou lors de printemps secs.

### ESTIMER L'AZOTE RESTITUE PAR LES COUVERTS AVEC LA METHODE MERCI

Pour apprécier plus précisément l'effet fertilisant des couverts végétaux, il est possible, juste avant leur destruction, d'utiliser la méthode MERCI (Méthode d'Estimation des Restitutions par les Cultures Intermédiaires). A partir d'une simple mesure de biomasse fraîche, elle permet d'estimer les restitutions en N, P, K et S et Mg des couverts à la culture suivante.

Simple à mettre en œuvre, cette méthode repose sur le couplage entre des références « terrain » permettant d'estimer les quantités d'éléments minéraux accumulées dans la biomasse des couverts pour la majorité des espèces utilisées comme cultures intermédiaires et des références obtenues par simulation avec le modèle de culture STICS de l'INRAE pour définir, après destruction, la quantité d'azote disponible pour la culture suivante dans différents contextes pédoclimatiques de France Métropolitaine.

L'utilisateur procède en 2 étapes :

- réalisation et pesée d'un prélèvement au champ
- saisie des informations dans l'application internet pour obtenir les résultats



<https://methode-merci.fr/>

## NE PAS NEGLIGER LES APPORTS D'ENGRAIS ORGANIQUES

En dehors des exploitations disposant d'un atelier d'élevage, la disponibilité des fertilisants organiques est souvent limitée et leur coût élevé. Cette tendance pourrait s'accroître dans les années à venir en raison des précisions apportées à la définition du terme « élevage industriel » du règlement de l'AB<sup>1</sup> et du développement des surfaces certifiées en AB. Pour autant, leur utilisation ne doit pas être négligée. En effet, s'il est relativement aisé d'augmenter les fournitures d'azote du sol en introduisant des légumineuses dans les rotations, il est plus difficile voire impossible de maintenir à moyen et long terme un niveau de fertilité à même de satisfaire les besoins des cultures pour les

autres nutriments sans avoir recours à des apports de matières fertilisantes. C'est le cas notamment du phosphore pour lequel des teneurs très faibles à l'analyse de sol sont fréquemment observées en AB, notamment en raison d'une compensation insuffisante des exportations de cet élément par les cultures.

De plus, les apports de matières organiques (engrais et amendements organiques, restitution des résidus de culture de vente et de couverts végétaux) contribuent à l'entretien du stock de matière organique du sol et permettent, entre autres, de maximiser la minéralisation.

## LES ESSAIS ENGRAIS AZOTES ORGANIQUES

L'utilisation des engrais organiques du commerce n'est pas aisée : en effet, l'azote qu'ils contiennent, principalement sous forme organique, doit d'abord être minéralisé avant d'être accessible à la plante. Plusieurs facteurs tels que la nature des produits, leur période d'apport ou la stratégie de fractionnement, en interaction avec les conditions de l'année, peuvent déterminer à partir de quand et à quelle vitesse va se produire cette minéralisation. La stratégie de fertilisation doit être, autant que possible, raisonnée de manière à ce que l'azote minéralisé soit disponible lorsque le maïs en a le plus besoin.

Afin d'évaluer l'efficacité de quelques engrais organiques du commerce et de savoir à quelles périodes les apporter sur maïs pour une valorisation optimale de l'azote, ARVALIS a mis en place un réseau de 6 essais entre 2018 et 2021, en partenariat avec la Chambre d'agriculture de Dordogne et la Chambre d'agriculture des Landes. Les principales caractéristiques de ces sites d'essais sont décrites dans le tableau 5, ci-après.

Dans ce document ne vous seront présentés que les résultats de l'essai de Souprosse en 2021 ; vous retrouverez les résultats des années antérieures en suivant ces liens : [Choisir et décider Maïs bio 2019](#) et [2020](#).

Dans tous les essais, une courbe de réponse à l'azote a été mise en place avec les doses d'azote croissantes suivantes : 0, 70, 150 et 230 kg de N/ha. Différents engrais ont été utilisés comme référence de 2018 à 2021 selon leur disponibilité. En **2021**, c'est l'engrais **AZOPRIL** qui a été testé, en 2 apports (4-6F et 8-10F) ou en un seul apport précoce (4-6F) ou en un seul apport tardif (8-10F) ; un apport tardif (8-10F) de **LABIN N 10** a également été testé.

Des stratégies de fertilisation avec utilisation d'engrais starter organiques au semis ont également été comparées à la référence.

---

<sup>1</sup> Le règlement européen de l'agriculture biologique exclue l'utilisation en agriculture biologique d'effluents provenant d'élevages "industriel". La définition de ce terme a été précisée en 2019 par le CNAB : sont concernés les effluents provenant d'élevages en cage, système caillebotis ou grilles intégral et dépassant les seuils de 60 000 poules pondeuses, 85 000 poulets, 3000 porcs (> 30 kg) et 900 emplacements truies. La majorité des engrais du commerce utilisables en AB contenant des fientes de volailles séchées ou du lisier de porc déshydraté sont donc considérés, d'après cette nouvelle définition, comme effluents d'élevages industriels. Cette nouvelle définition est entrée en application depuis le 1er janvier 2021.

Tableau 5 : Caractéristiques principales des expérimentations engrais organiques

ESSAIS	SAINT ETIENNE DE VILLEREAL – 2018 (ARVALIS – CA 24)	SOUPROSSE – 2018 (ARVALIS – CA 40)	SOUPROSSE – 2019 (ARVALIS – CA 40)	RAMPIEUX – 2019 (ARVALIS – CA 24)	SOUPROSSE – 2020 (ARVALIS – CA 40)	SOUPROSSE – 2021 (ARVALIS – CA40)
<b>Année</b>	2018	2018	2019	2019	2020	2021
<b>Commune (département)</b>	SAINT ETIENNE DE VILLEREAL (47)	SOUPROSSE (40)	SOUPROSSE (40)	RAMPIEUX (24)	SOUPROSSE (40)	SOUPROSSE (40)
<b>Type de sol</b>	Terrefort moyen	Sable limoneux Marsan	Alluvions limono-sableuses profondes	Alluvions limono- argileux	Sable limoneux Marsan	Sable limoneux Marsan
<b>% MO</b>	NA	1.41	1.38	NA	1.34	1.02
<b>pH eau</b>	8.4	7	6.5	7.2	6.5	6.7
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Olsen (ppm)</b>	17	22	87	21	87	101
<b>Reliquat au semis (kg N/ha)</b>	75	204	113	118	81	183
<b>Précédent</b>	Haricot sec	Soja	Soja	Orge + pois	Maïs grain	Soja
<b>Culture Intermédiaire</b>	Féverole de printemps	Trèfle incarnat	Féverole de printemps	Mélange – Graminées - légumineuses dominantes	Féverole de printemps	Féverole
<b>Travail du sol</b>	Superficiel	Profond avec retournement	Profond avec retournement	Superficiel	Profond avec retournement	Profond avec retournement
<b>Espèce / variété</b>	Maïs grain / ROBERI	Maïs grain / MAS 55N	Maïs grain / P0725	Maïs grain / FUTURIXX	Maïs grain / P0725	Maïs grain / P0725
<b>Date de semis</b>	19/04/2018	25/04/2018	01/06/2019	29/05/2019	08/05/2020	08/05/2021
<b>Date de récolte</b>	11/09/2018	03/10/2018	01/10/2019	30/10/2019	19/10/2020	26/11/2021
<b>Dose d'azote (kg N/ha)</b>	150	110	150	150	150	150
<b>Irrigation (mm)</b>	145	75	200	125	175	150
<b>Rendement du témoin non fertilisé</b>	57.5 q/ha	83.0 q/ha	70.6 q/ha	99.2 q/ha	78.7 q/ha	96.6 q/ha
<b>ETR</b>	7.21 q/ha	8.76 q/ha	4.69 q/ha	9.98 q/ha	12.42 q/ha	12.3 q/ha

## COMPARAISON D'ENGRAIS AZOTES ORGANIQUES ET DE STRATEGIES D'APPORTS

L'essai 2021 a permis de **comparer l'effet de la fertilisation de deux engrais azotés organiques : l'AZOPRIL**, avec différentes stratégies d'apport, **et le LABINOR N 10**.

**AZOPRIL** est un engrais végétal perlé 13-1-2 +  $\approx$  23 SO<sub>3</sub> obtenu en valorisant des résidus de fermentation de matières premières végétales produits lors de la fabrication de sels organiques. La moitié de l'azote qu'il contient se présente sous une forme ammoniacale

rapidement assimilable par les plantes. L'azote restant, sous forme organique, devient disponible de manière progressive, après avoir été minéralisé.

**LABINOR N 10** est un engrais granulé 10-4-2 issu de sous-produits animaux (farines de sang, de plumes et de poils) qui contient de l'azote essentiellement organique.

Les modalités testées sont présentées dans le tableau ci-dessous (Tableau 6).

**Tableau 6 : Modalités « formes et stratégies d'apports » mises en place dans l'essai de Souprosse 2021**

Traitement	N Total (kgN/ha)	Apport 6F (08/06/2021)			Apport 10F (25/06/2021)		
		Dose N (kg N/ha)	Produit	Modalité d'apport	Dose N (kg N/ha)	Produit	Modalité d'apport
Témoin 0N	0						
AZOPRIL/X-80	70	70	Azopril	en plein + binage et buttage		Azopril	en surface
AZOPRIL/X	150	70	Azopril	en plein + binage et buttage	80	Azopril	en surface
AZOPRIL/X+80	230	70	Azopril	en plein + binage et buttage	160	Azopril	en surface
LABIN N 10/X	150			en plein + binage et buttage	150	Labin N 10	en surface
AZOPRIL Précoce	150	150	Azopril	en plein + binage et buttage			
AZOPRIL Tardif	150				150	Azopril	en surface

Les résultats de rendement à 15% d'humidité montrent une forte variabilité ; seules les modalités Azopril X+80 (230 kgN/ha) en deux apports et Azopril X en apport précoce à 6 feuilles (150 kgN/ha), ont un gain de rendement significatif par rapport au témoin non fertilisé (Figure 6).

Il n'y a pas non plus de différence significative de rendement entre la modalité Labinor N 10 en un apport tardif et les modalités d'apports d'Azopril. Cependant, en tendance, on observe que le rendement en grain de l'Azopril en 2 apports est supérieur au Labinor N 10, lui-même supérieur à l'Azopril en 1 apport tardif. Pour la Matière Azotée Totale (MAT), le Labinor N 10 est équivalent à l'Azopril en 2 apports, tous deux inférieurs à l'Azopril en 1 apport tardif.

De plus, la courbe de réponse à l'azote (Figure 7) n'atteint pas de plateau dans cet essai, ce qui signifie que la dose d'azote optimale était supérieure à la dose maximale de l'essai de 230 kgN/ha.

Si on compare les modalités de fractionnement de l'Azopril, 150 kgN/ha en 1 apport précoce, 1 apport tardif, par rapport à la référence en 2 apports, il n'y a pas de différence significative sur le rendement grain même si une tendance positive pour l'apport précoce et une tendance négative pour l'apport tardif se dégagent. Il y a cependant un gain significatif de MAT pour les modalités Azopril en 1 apport précoce et Azopril en 1 apport tardif.

Les opérations de binage et de buttage après le premier apport ont peut-être pu favoriser la modalité 1 apport précoce.

Figure 6 : Rendements 2021 du maïs pour les modalités testées – Souprosse 2021 (en q/ha)

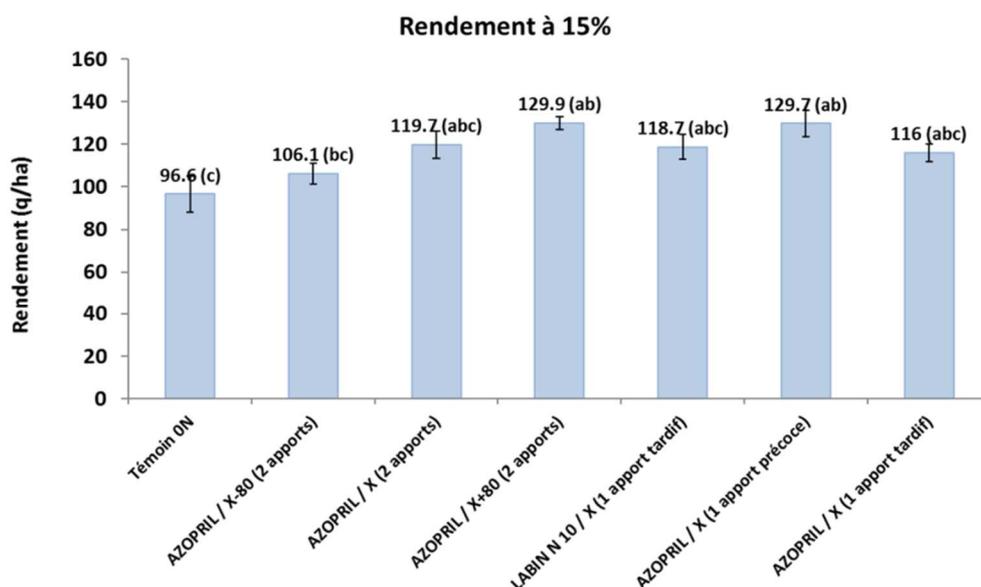
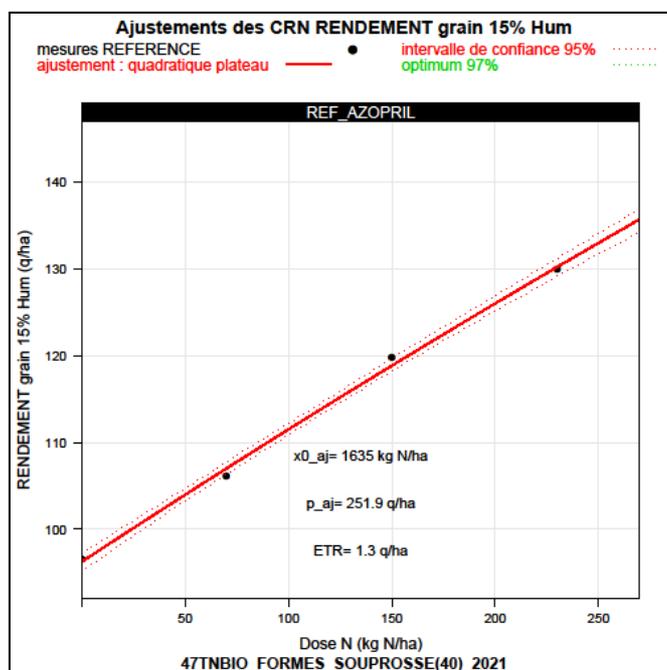


Figure 7 : Courbe de réponse à l'azote pour l'essai de Souprosse 2021



→ En AB, lorsque les fournitures d'azote par le sol (minéralisation de l'humus et des résidus de culture) sont déjà importantes, les modalités d'apports des produits organiques sur maïs (choix d'une forme d'engrais par rapport à une autre, date et nombre d'apports) ne semblent pas être aussi déterminantes qu'en conventionnel. La stratégie de fertilisation du maïs bio peut-être raisonnée de manière plus globale, en tenant compte d'autres facteurs que la seule nutrition azotée de la plante. **Le choix de la forme d'engrais sera avant tout dicté par son coût et les contraintes d'approvisionnement** telles que sa disponibilité locale. La **facilité d'épandage** (granulométrie) est également un facteur important.

Enfin, la **teneur en phosphore (et autres éléments) des engrais** peut constituer un critère dans le choix des produits afin d'entretenir la fertilité des sols à moyen et long terme vis-à-vis de cet élément.

Le fractionnement des apports organiques sur maïs ne semble pas présenter d'intérêt et n'est donc pas recommandé puisqu'il constitue un passage supplémentaire à moins d'être couplé à une autre opération culturale (binage par exemple). Il semble d'ailleurs judicieux de réaliser les apports d'engrais organiques juste avant un binage. Cette opération permettra d'une part de détruire les adventices et d'éviter qu'elles n'absorbent les éléments nutritifs de l'engrais destinés au maïs. D'autre part, le binage

assurera une incorporation partielle de l'engrais et favorisera ainsi sa minéralisation. A l'inverse, les apports d'engrais dans des situations où la pression

d'adventices est déjà forte sont à proscrire. En effet, cela risque de favoriser leur développement et d'accroître leur pouvoir compétitif sur le maïs.

## EFFET DE LA FERTILISATION STARTER EN AB

L'essai de Souprosse en 2021 a permis de comparer différentes stratégies de fertilisation dans l'objectif d'évaluer l'intérêt d'une fertilisation starter en AB. Plusieurs modalités détaillées dans le tableau 7, ont été

testées et comparées à la stratégie de référence avec deux apports de 150 kg N/ha d'Azopril en végétation et au témoin non fertilisé.

**Tableau 7 : Modalités « starter » mises en place dans l'essai de Souprosse 2021**

Traitement	N Total (kgN/ha)	Apport Semis (08/05/2021)			Apport 6F (08/06/2021)			Apport 10F (25/06/2021)		
		Dose N (kg N/ha)	Produit	Modalité d'apport	Dose N (kg N/ha)	Produit	Modalité d'apport	Dose N (kg N/ha)	Produit	Modalité d'apport
Témoin 0N	0									
AZOPRIL/X	150				70	Azopril	en plein + binage et buttage	80	Azopril	en surface
AZOPRIL Semis	150	20	AZOPRIL	localisé	50	Azopril	en plein + binage et buttage	80	Azopril	en surface
GUANITO	150	20	GUANITO (6-15-3)	localisé	50	Azopril	en plein + binage et buttage	80	Azopril	en surface
LABINOR 6-12-0	150	20	LABINOR 6-12-0	localisé	50	Azopril	en plein + binage et buttage	80	Azopril	en surface
MICROSYR	130.75	0.75	MICROSYR (25 kg/ha)	localisé	50	Azopril	en plein + binage et buttage	80	Azopril	en surface
SOLIZER	133.3	3.3	SOLIZER (80 kg/ha)	localisé	50	Azopril	en plein + binage et buttage	80	Azopril	en surface

**Azopril**, (13-1-2 + ≈ de SO<sub>3</sub>) n'est pas un engrais starter mais sert de témoin avec azote au semis. Il a été appliqué en 3 passages avec 20 kg N/ha localisé au semis puis 50 kg N/ha à 6 feuilles et 80 kg N/ha à 10 feuilles.

Quatre autres produits, le Guanito, le Labinor 6-12-0, le Microsyrr et le Solizer GR ont été appliqués en fertilisation starter selon les recommandations du fabricant puis la fertilisation a été complétée avec 130 kg N/ha sous forme d'Azopril.

**Guanito** (6-15-3) est un engrais organique sous forme de bouchons composé de fumiers de volailles déshydratées, de guano d'oiseaux marins du Pérou, de guano phosphaté, d'extrait de vinasse de betteraves et de kiésérite.

**Labinor 6-12-0** est un sous-produit d'origine animale à base de farine de viande, de farine de sang ainsi que de farine d'os. Cette dernière est riche en phosphore, mais sous formes peu solubles.

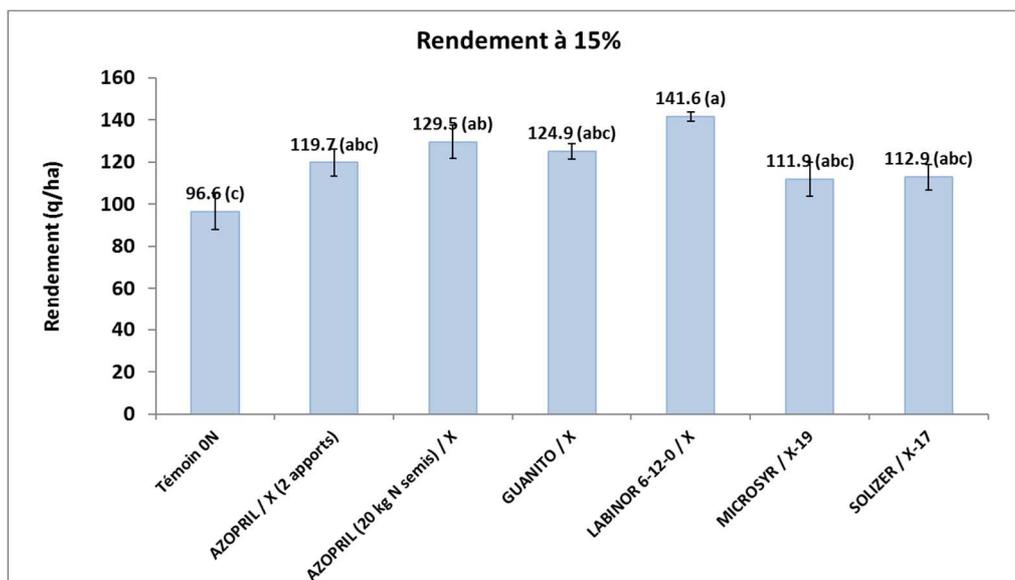
Microsyrr et Solizer GR sont deux engrais organiques additionnés d'Osyrr® (10% de la masse totale), un

stimulateur de croissance racinaire à base de lignosulfonates. Selon le fabricant cette substance assure un rôle de protection des auxines (hormones de croissance) et intervient dans les processus de lignification qui contribuent à l'épaississement des parois cellulaires et favoriserait la cicatrisation.

**Microsyrr** se présente sous forme de microgranulés de 1 à 2 mm à appliquer à 20 ou 25 kg /ha et contient 3% d'azote, 8.5 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 6% de SO<sub>3</sub>, 2% de MgO et du Zinc. Contrairement aux autres produits et au témoin Azopril, appliqués avec le localisateur d'engrais du semoir, Microsyrr a été positionné directement dans la raie de semis à l'aide d'un microgranulateur.

Hormis l'azote (4%), **Solizer GR** a la même composition mais est formulé en pellets de 3-4 mm et s'applique entre 60 et 80 kg /ha. Solizer GR a été apporté en localisé au semis avec le localisateur d'engrais à coudre à 5 cm en décalé, à la fois en dessous et à côté de la raie de semis. Le Solizer ne contenant que 4% d'azote total, cette stratégie apporte 17 unités d'azote en moins que l'apport de référence (Azopril au semis).

Figure 8 : Rendement du maïs en 2021 pour différentes stratégies de fertilisation starter versus une stratégie d'apport d'Azopril à 6 et 10 feuilles



La variabilité des résultats est forte entre répétitions cependant, les modalités starter Azopril avec 20 kgN/ha au semis et l'engrais starter Labinor 6-12-0 ont un rendement significativement supérieur au témoin non fertilisé, et supérieur, en tendance, à la modalité Azopril en 2 apports en végétation.

De plus, la modalité **Azopril conduite avec 20 kg N/ha au semis**, présente, en tendance, de meilleurs rendements grain et fourrage que toutes les autres modalités Azopril testées à dose d'azote équivalente dans cet essai (cf. Tableau 6). En revanche, cette tendance ne s'observe pas pour la teneur en MAT.

Il n'y a pas de différence significative entre **Labitor 6-12-0** au semis et Azopril au semis pour le rendement grains, et la teneur en MAT. Le rendement grain et la teneur en MAT du Labitor 6-12-0 sont cependant significativement supérieurs à Azopril en 2 apports. En tendance : Rendement grain et fourrage Labitor 6-12-0 > Azopril semis > Azopril en 2 apports ; et MAT Labitor 6-12-0 > Azopril semis ≈ Azopril en 2 apports.

Concernant **Guanito**, il n'y a aucune différence de rendement significative avec Azopril semis, Azopril en 2

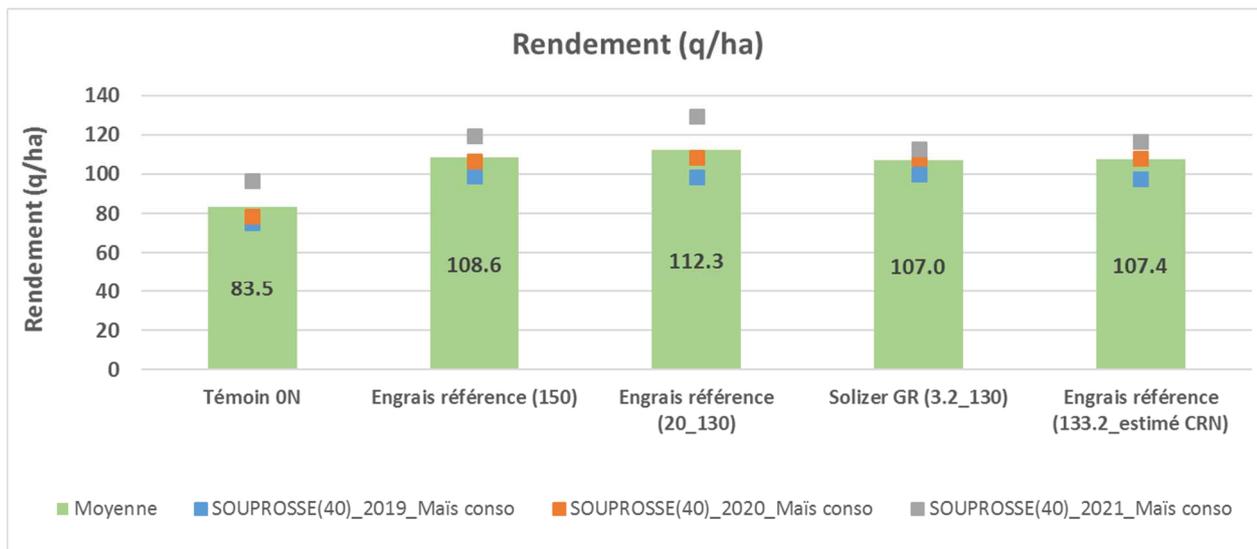
apports, et ce pour les différentes variables. En tendance : Rendement grain et fourrage Azopril semis > Guanito > Azopril en 2 apports ; et MAT Azopril semis ≈ Azopril en 2 apports ≈ Guanito.

Le rendement des modalités Microsyr et Solizer GR est en tendance inférieur à Azopril dose X en 2 apports en végétation, sachant que la dose N est réduite d'environ 20 kg/ha par rapport aux autres modalités.

Il n'y a pas d'effet significatif de **Microsyr** et de **Solizer GR** sur le rendement grain dans cet essai, d'autant plus que les rendements mesurés dans cet essai sont inférieurs aux rendements simulés sur la courbe de réponse à l'azote à dose équivalente. En pluriannuel, le rendement avec Microsyr est comparable à celui du témoin à dose d'azote équivalente et à celui du témoin recevant environ 20 kg N/ha de plus. En pluriannuel (Figure 9), il n'y a pas d'effet de Solizer GR par rapport à un témoin à dose d'azote équivalente et il y a une légère perte de rendement (-1.8q/ha) par rapport à un témoin recevant environ 20 kg N/ha de plus.

A dose N équivalente, le positionnement de 20 kg N/ha au semis semble bénéfique.

**Figure 9 : Rendement du maïs grain des essais de Souprosse entre 2019 et 2021 pour SOLIZER GR en comparaison à des engrais de références**

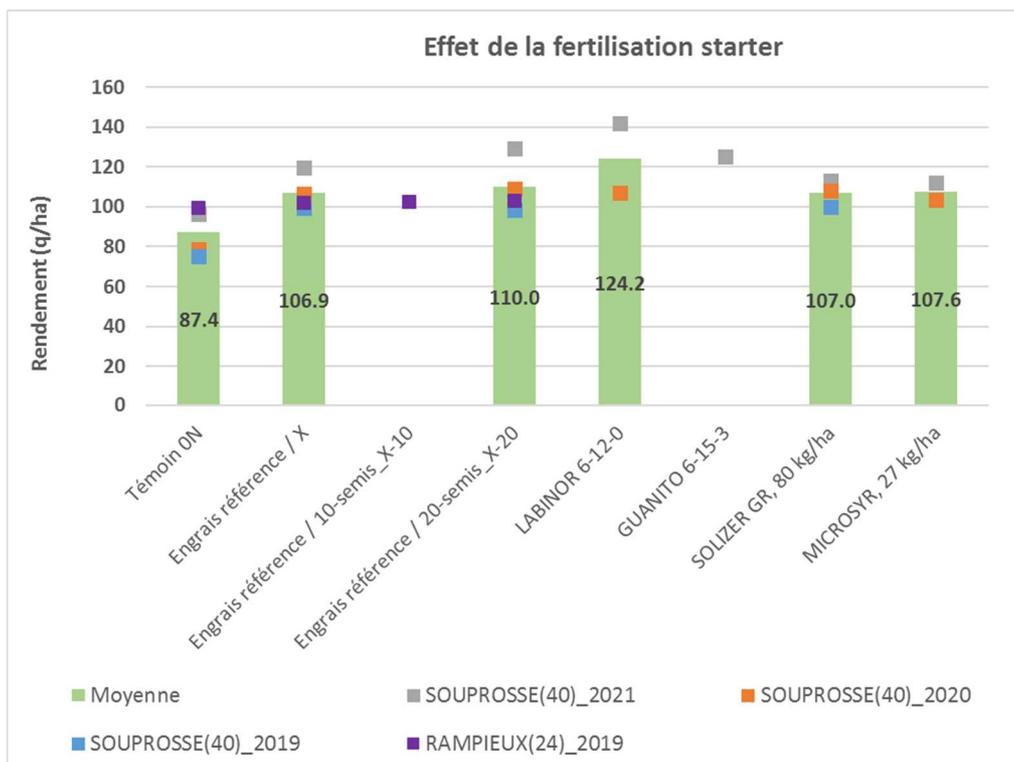


### Synthèse des essais starter en AB de 2019 à 2021

La fertilisation starter avait déjà été testée dans 2 essais en 2019 (Rampieux en Dordogne et Souprosse dans les Landes) avec l'engrais 10-6-0, apporté soit à 6 feuilles, soit en deux fois (20 kg N/ha localisé au semis puis 130 kg N/ha à 6F). Les produits starter ont également été testés dans l'essai de Souprosse avec un engrais 9-6-0

apporté selon les mêmes modalités qu'en 2019. En moyenne, sur ces 4 essais, la stratégie starter (20 kg N/ha au semis puis le reste en pot levée) permet un gain de rendement de 3.1 q/ha par rapport à la stratégie tout en post levée (figure 10).

**Figure 10 : Rendements 2019 et 2021 de maïs obtenus pour une stratégie d'apport de fertilisation starter au semis en comparaison à une stratégie d'apport à 6 feuilles, au semis et à 6 feuilles, et au témoin 0 apport**



Le gain de rendement de cette stratégie « starter », qui consiste à fractionner la dose d'azote totale en positionnant une petite quantité d'azote dès le semis à 5 cm sous et à côté de la ligne de semis, est faible. Cependant, si le semoir est déjà équipé d'un localisateur

d'engrais, ceci n'engendre ni d'investissement ni de passage ou de coût supplémentaire et cette stratégie peut s'avérer payante avec gain de marge de l'ordre de 20 à 30 €/ha (tableau 8).

Tableau 8 : Gain économique d'une stratégie starter selon différents scénarios de prix de vente du maïs

Scénario prix de vente maïs conso	Bas	Médian	Haut
Maïs conso bio (€/t)	280	300	330
Gain (€/ha)	25	27	30

## RENTABILITE ECONOMIQUE DES APPORTS D'ENGRAIS

Dans l'essai de 2021, l'apport d'engrais organiques, Azopril et Labenor 10 N à hauteur de 150 kg N/ha se traduit toujours par un gain de rendement. Cependant, **la rentabilité de cet apport d'azote est très variable : elle dépend du gain de rendement** (plus ou moins important d'une situation à l'autre) mais aussi **du coût des engrais et de la valorisation économique du maïs**.

Différentes hypothèses de prix de vente du maïs et de prix d'achat des engrais organiques détaillées dans le tableau 9 ont été comparées.

Attention toutefois, les références obtenues ne concernent qu'un seul essai en 2021 dans un contexte de sols sableux des Landes.

Tableau 9 : Scénarios de prix de vente du maïs bio et des prix d'achat des engrais organiques étudiés

Scénarios prix de vente du maïs consommation bio	Prix maïs (€/t)	Scénario coût des engrais	Prix d'achat d'Azopril (€/kg N)	Prix d'achat de Labenor 10 N (€/kg N)
Scénario de prix bas	260	Scénario 1 (moyenne 2020-2021)	4.06	4.00
Scénario de prix médian	300			
Scénario de prix élevé	330	Scénario 2 (projections 2022)	4.98	4.5

Si on se place dans un scénario de prix médian du maïs, et un contexte de prix des engrais organiques moyen 2020-2021 (scénario 1), la fertilisation est rentable sauf pour l'apport tardif d'Azopril (10 feuilles) (Figure 11).

Pour un scénario de prix des engrais hauts (scénario 2) et un prix du maïs médian, la fertilisation n'est rentable que pour les apports précoces d'Azopril : en 3 apport dont un au semis, et à 6 feuilles (Figure 12). Pour un prix haut du maïs, on se retrouve dans la première situation où seul un apport tardif d'Azopril n'est pas rentable.

Si on s'intéresse plus particulièrement à l'apport d'Azopril en fertilisation starter (20 kg N/ha puis 130 kg N/ha en post-levée), testé dans les essais de Souprosse

de 2019 à 2021, dans un contexte de prix du maïs médian et un scénario 1, il est plus rentable qu'un apport d'Azopril tout en végétation, mais moins rentable que la même stratégie starter avec un autre engrais qu'Azopril. A noter qu'un apport d'Azopril tout en végétation est moins rentable que le témoin non fertilisé. (Figure 13) Dans un contexte de prix haut d'Azopril, toutes les stratégies sont moins rentables que le témoin non fertilisé (Figure 14). Avec un prix du maïs haut et un scénario de prix des engrais hauts, Azopril tout en végétation est moins rentable que le témoin non fertilisé, et l'Azopril en modalité starter est plus rentable que le témoin non fertilisé et équivalent aux autres modalités starter testées.

Figure 11 : Résultats économiques des stratégies de fertilisation organiques testées dans l'essai de Souprosse en 2021 pour un scénario de prix du maïs médian et un scénario 1 de prix des engrais

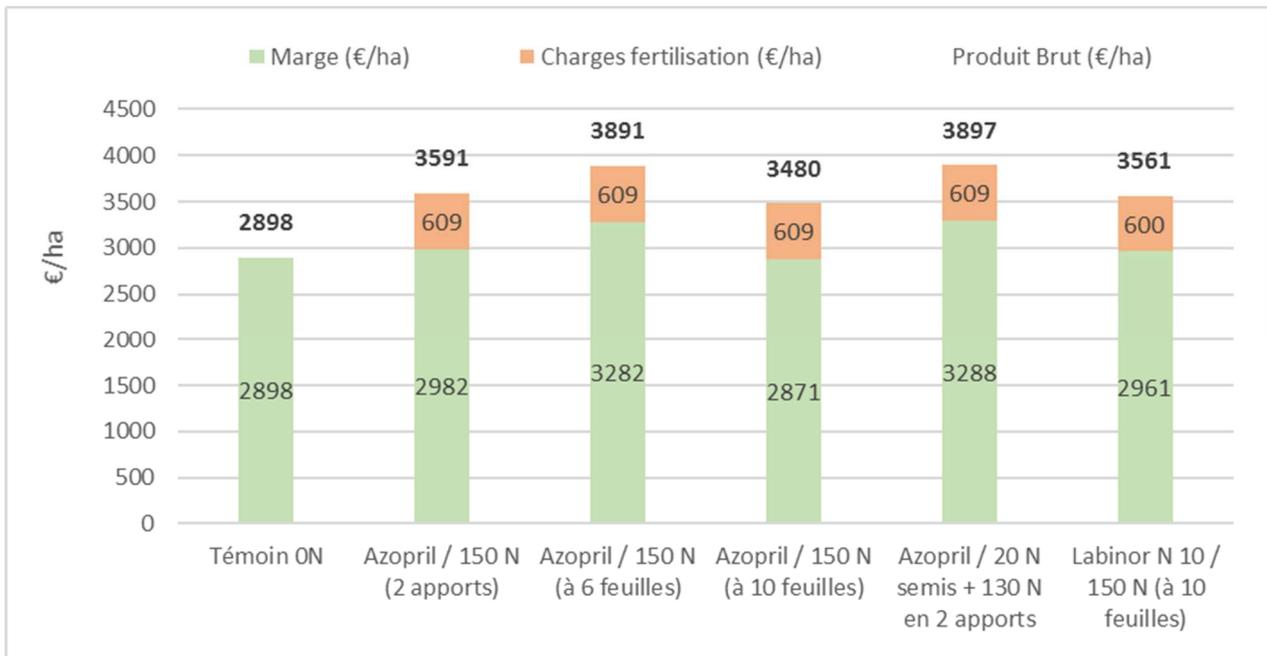


Figure 12 : Résultats économiques des stratégies de fertilisation organiques testées dans l'essai de Souprosse en 2021 pour un scénario de prix du maïs médian et un scénario 2 de prix des engrais

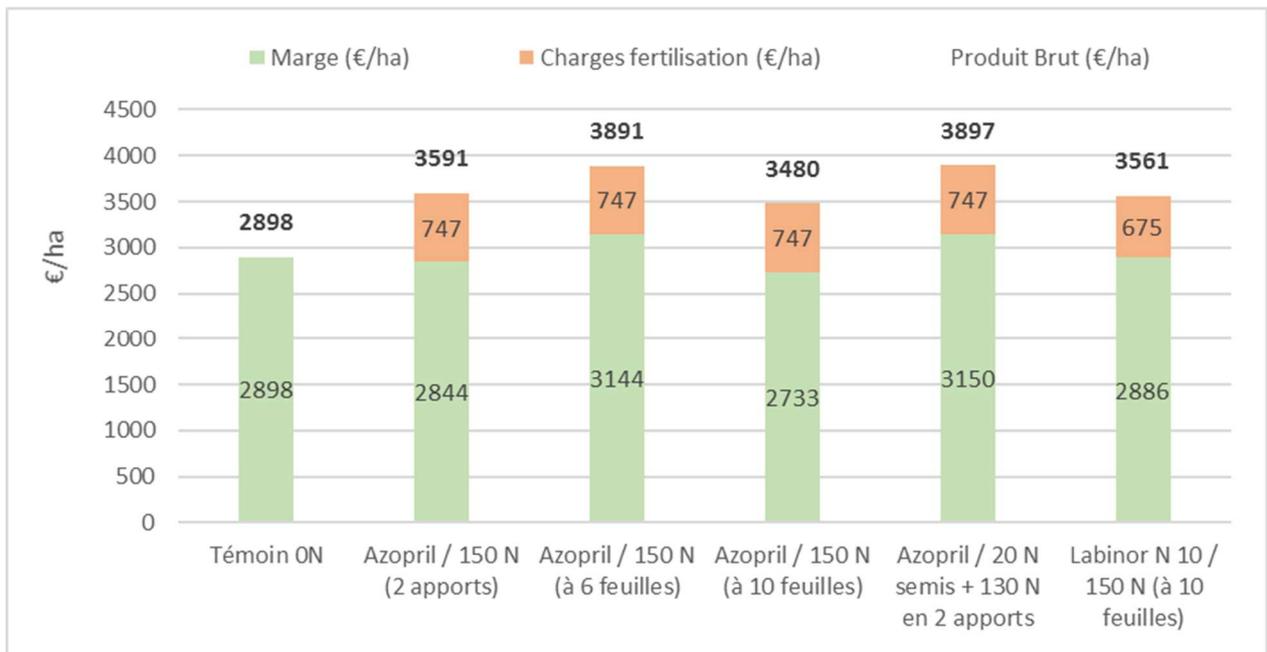


Figure 13 : Résultats économiques des stratégies de fertilisation organiques testées dans les essais de Souprosse de 2019 à 2021 pour un scénario de prix du maïs médian et un scénario 1 de prix des engrais

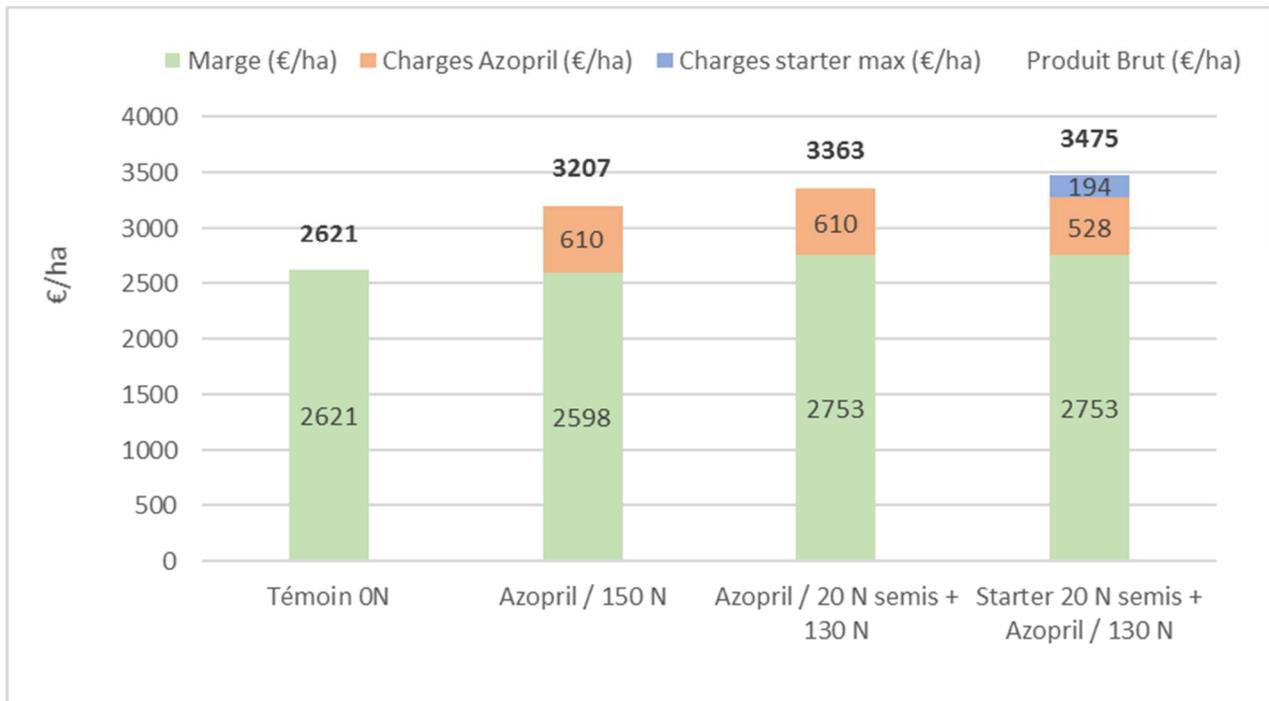
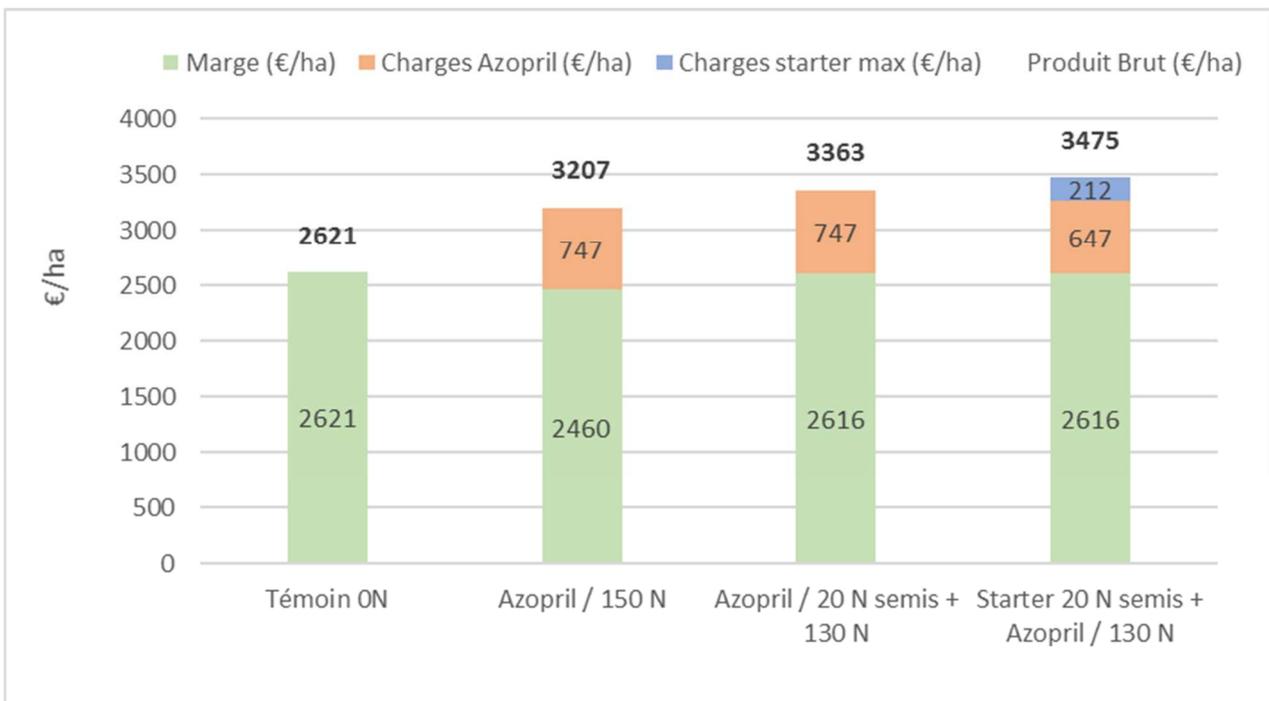


Figure 14 : Résultats économiques des stratégies de fertilisation organiques testées dans les essais de Souprosse de 2019 à 2021 pour un scénario de prix du maïs médian et un scénario 2 de prix des engrais

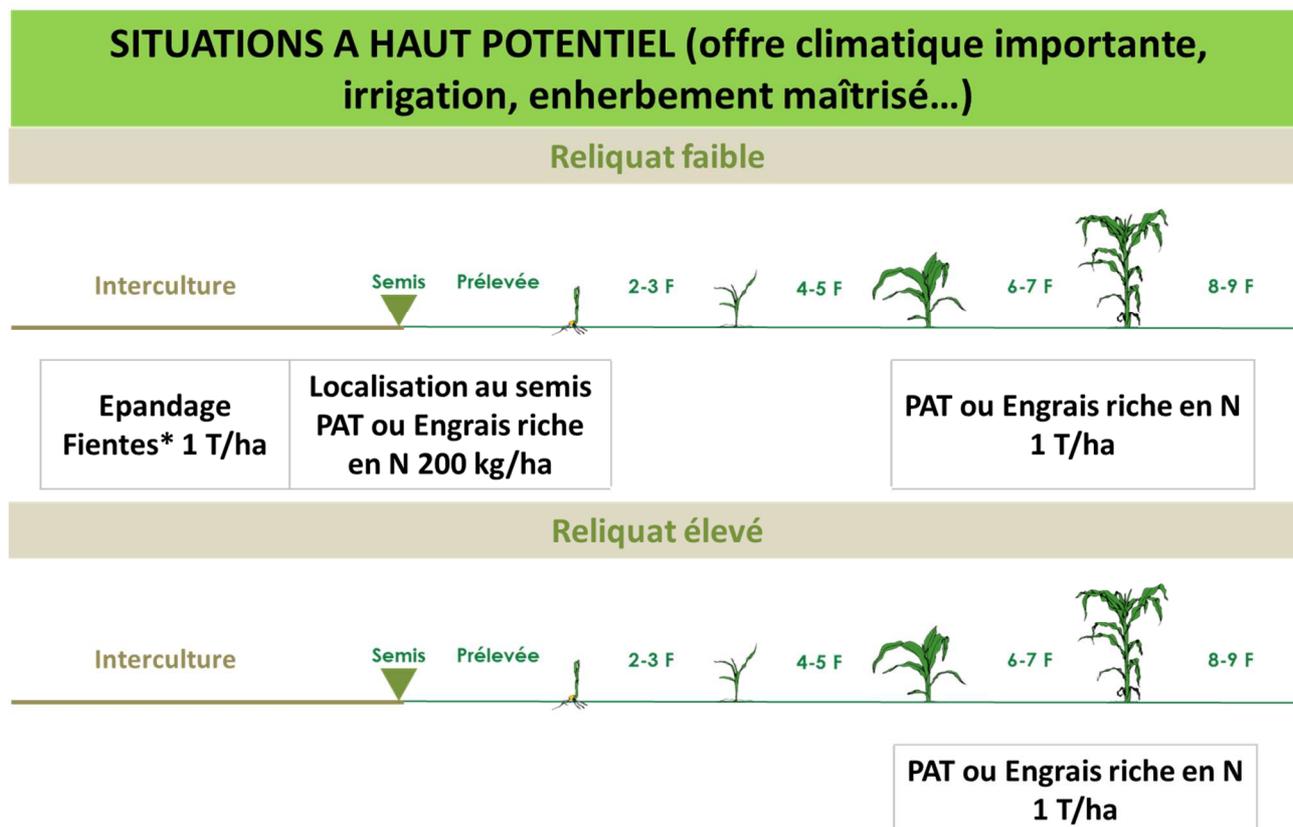


## FERTILISATION DU MAÏS EN AB : PRECONISATIONS

La figure 15 illustre les préconisations d'apports sur maïs en AB pour des situations à haut potentiel comparables à celles rencontrées dans nos essais en fonction du reliquat d'azote minéral au semis (situation à faible reliquat / à reliquat élevée).

La dose d'azote apportée par les PAT entre 4 et 8 F est indicative et peut être adaptée en fonction du potentiel de la parcelle.

Figure 15 : Préconisations de fertilisation en AB



\* Fientes hors élevages industriels

**ARVALIS**  
Institut du végétal

3 rue Joseph et Marie Hackin  
75116 Paris  
Tél. 01 44 31 10 00  
Fax 01 44 31 10 10  
[www.arvalisinstitutduvegetal.fr](http://www.arvalisinstitutduvegetal.fr)

Membre de :



Partenaire technique **ACTIA**