

# Les **L'ÉVÉNEMENT DES GRANDES CULTURES** Culturales® 2023 14 > 15 JUIN

CONGERVILLE - THIONVILLE (91) -

Innovations  
& Performances

15000 visiteurs

250 exposants

## RECUEIL DE POSTERS

Organisé par



En collaboration avec



Avec le soutien de



En partenariat avec





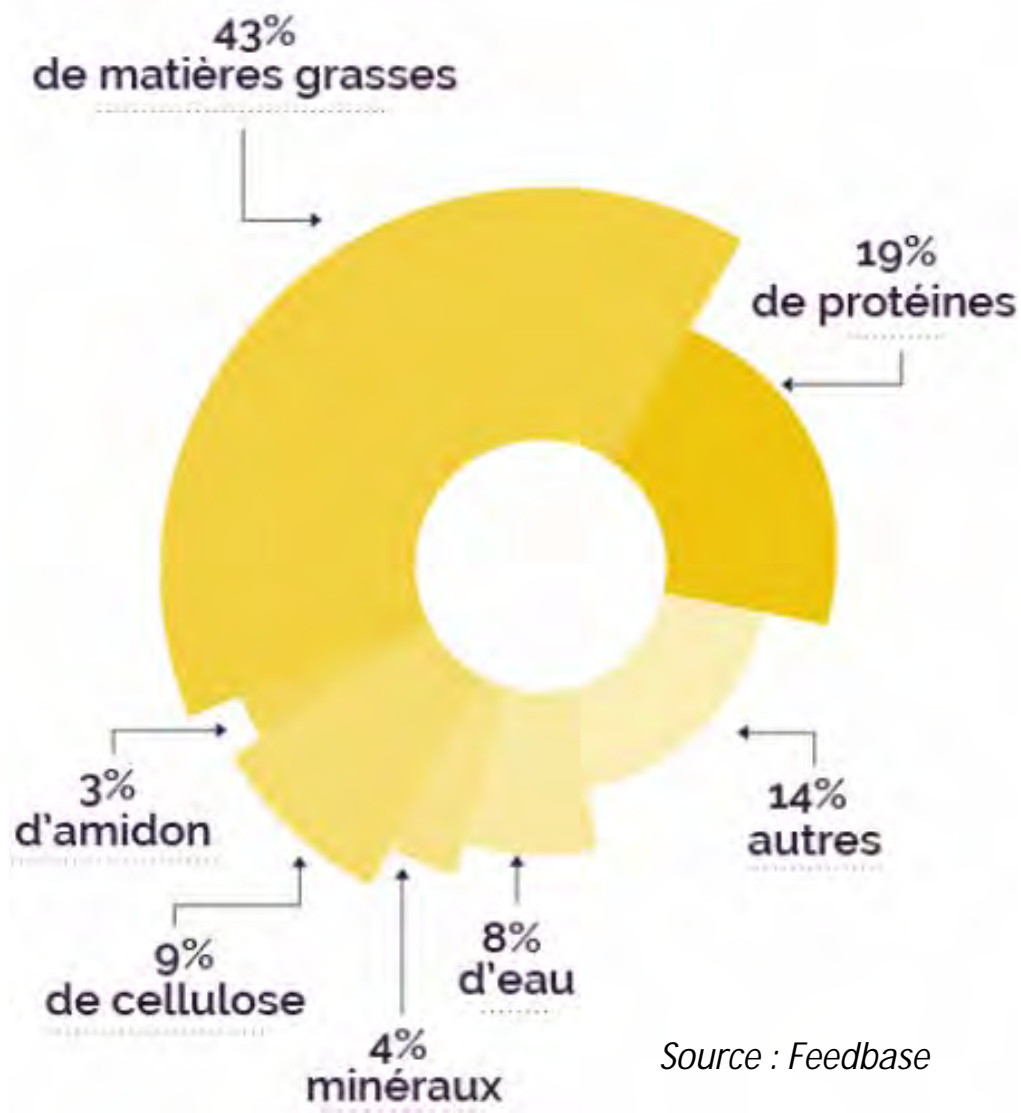
Espace 1 :

**SÉCURITÉ ALIMENTAIRE**



# La filière colza oléagineux française

## Une graine riche en huile



## Un recul des surfaces depuis 2018

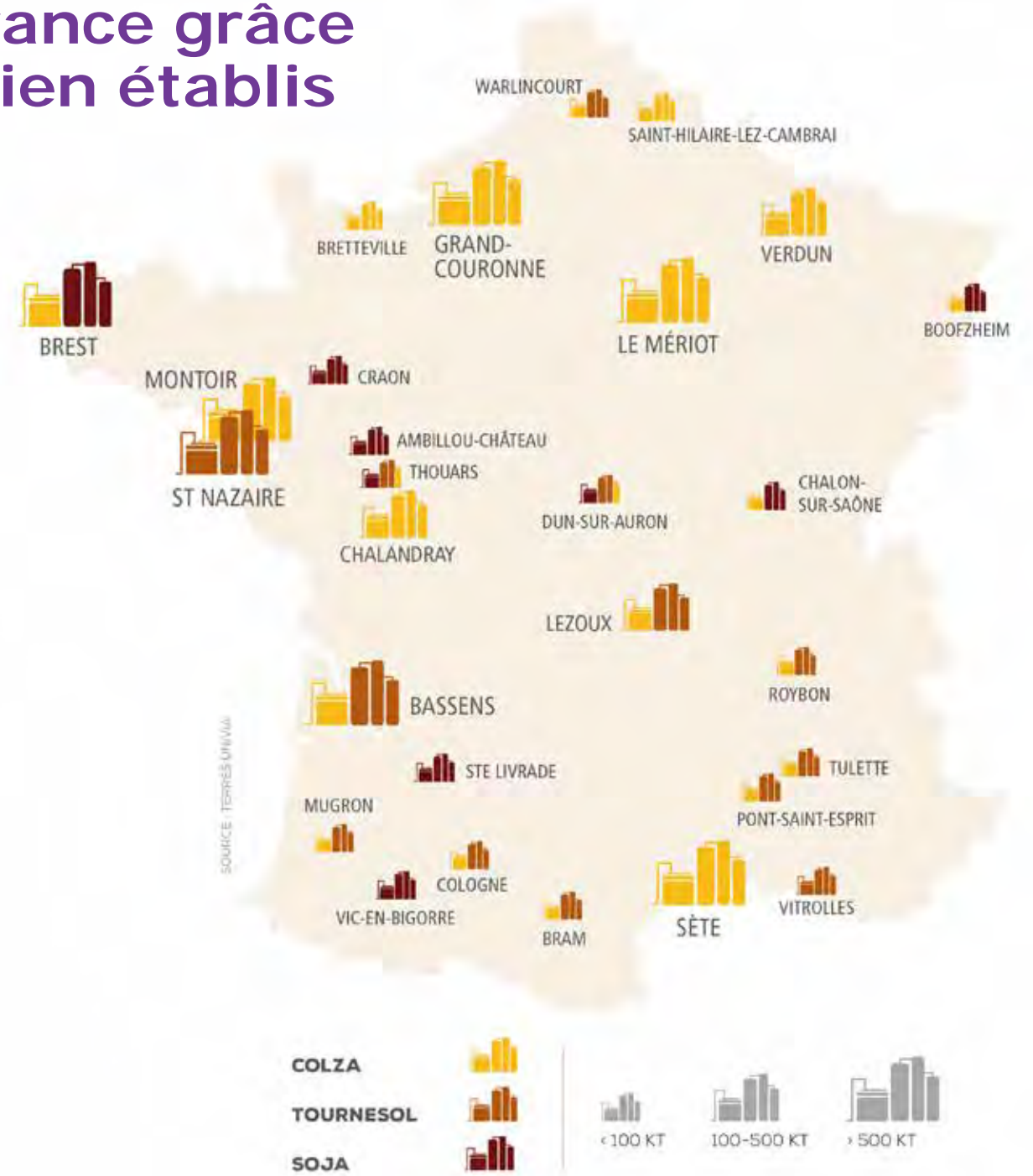


En raison de contraintes climatiques et d'une pression de ravageurs fortes.

## Une graine majoritairement triturée en France grâce à une structuration et des marchés aval bien établis

### Ressources sur la campagne 2021/22 :

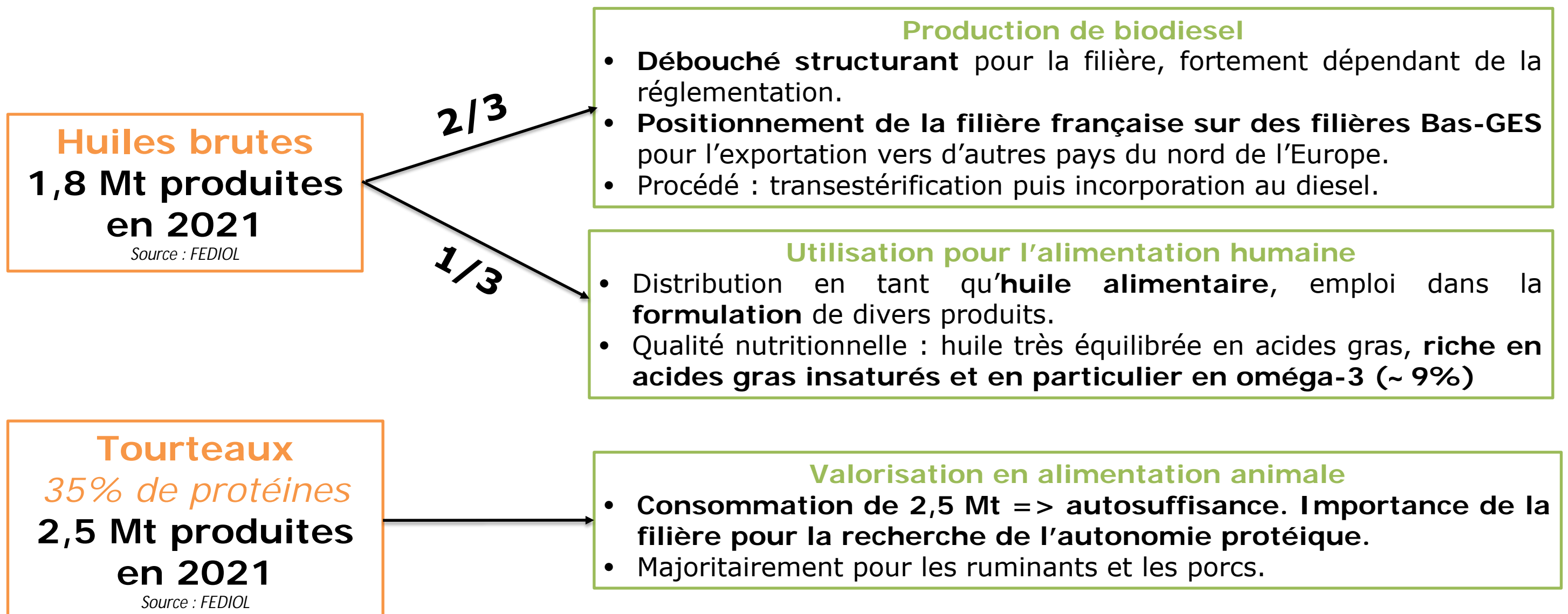
- Production : 3,3 millions de tonnes (Mt), dont 3,2 Mt sont collectées (taux de collecte de 97%).
- Importations : 1,6 Mt (principalement Australie, Canada, UE et Ukraine).



### Utilisations sur la campagne 2021/22 :



- Trituration : 4 Mt, soit 80% des ressources, dans une vingtaine d'usines sur le territoire.
- Exports : 0,9 Mt, à 90% vers l'UE (principalement Allemagne, Belgique et Pays-Bas).

## La valorisation des produits de trituration

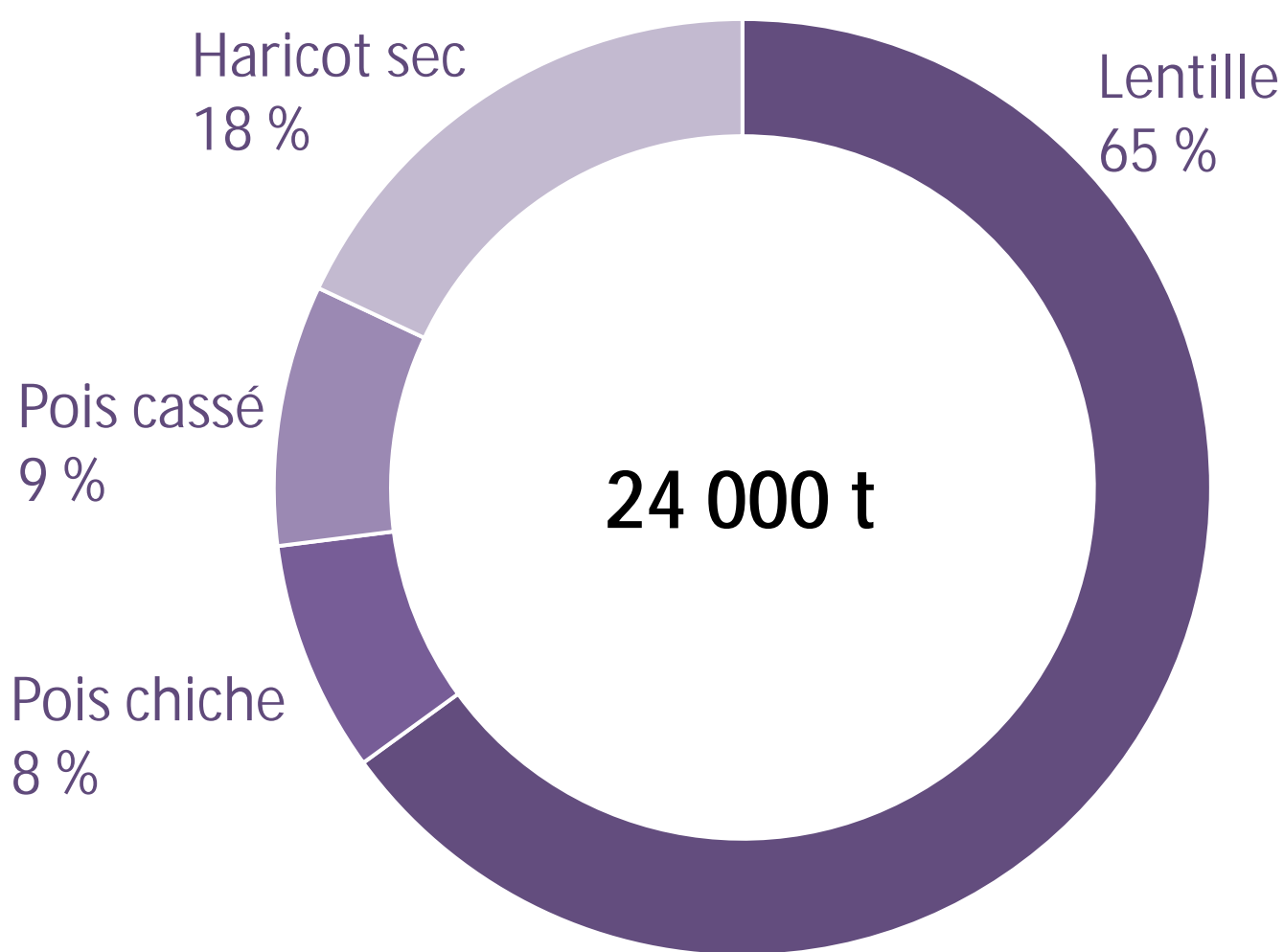


# Utilisations des lentilles et pois chiches en France

Données 2021

	Lentille	Pois chiche
Surfaces	34 700 hectares (ha) dont 51 % bio	18 900 ha dont 39 % bio
Production	23 500 tonnes (t)	25 400 t
Importations	32 100 t 	9 500 t
Exportations	4 000 t	23 500 t 

## Ventes de légumes secs en sachet en GMS en 2021

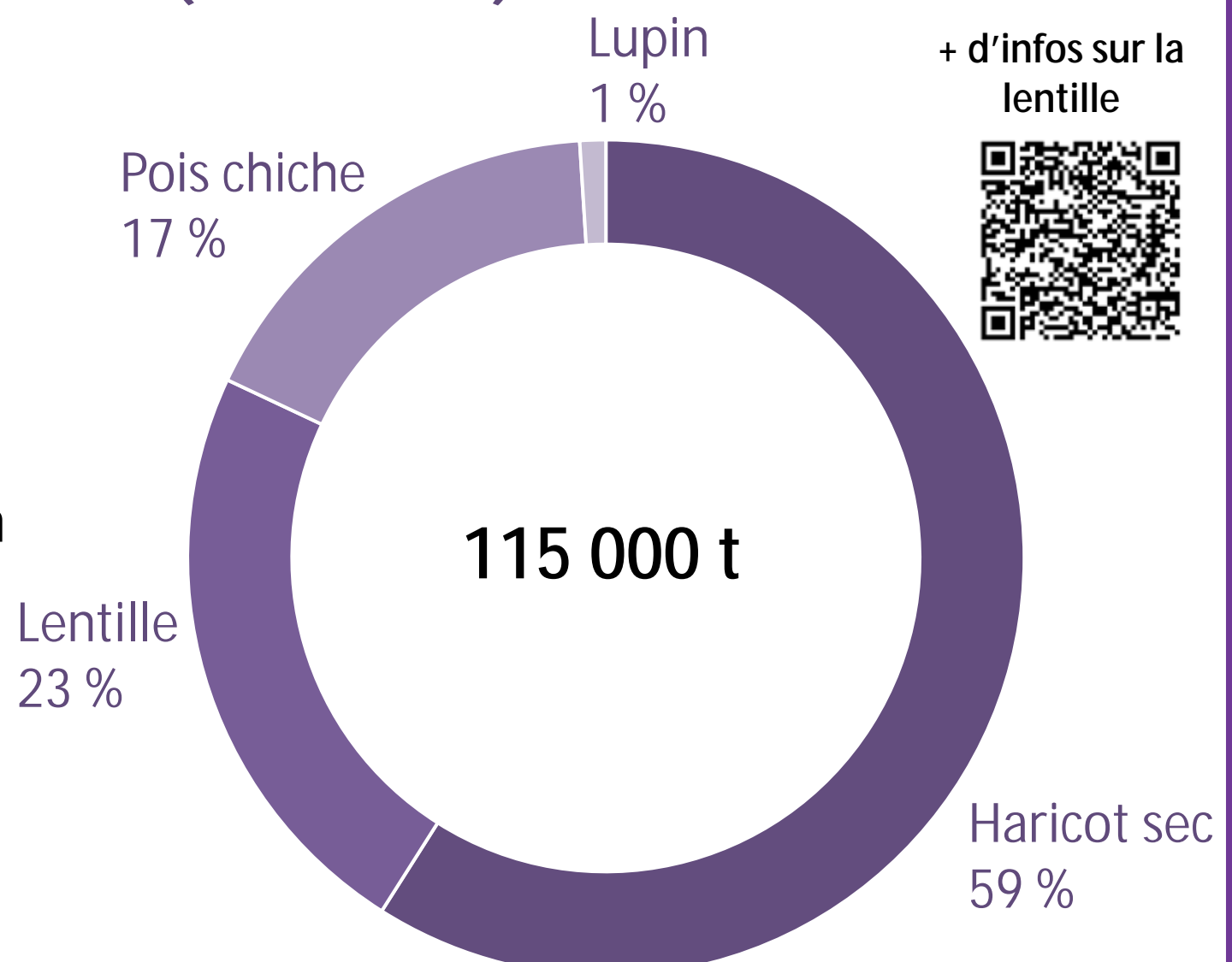


GMS : grandes et moyennes surfaces

- Environ 820 t de plats cuisinés contenant de la lentille ont été vendus en GMS en 2021 contre 40 t pour le pois chiche.
- Le pois chiche est, en 2021, le seul légume sec incorporé dans les **tartinables frais** des grandes surfaces (houmous) et connaît des ventes dynamiques en France comme dans le nord Europe !
- Environ 3 200 t de lentilles et 200 t de pois chiche bruts ont été achetées par la restauration hors domicile en 2021 contre 1 800 t de lentilles et 3 100 t de pois chiches précuits qui permettent de s'affranchir du **temps de trempage** du pois chiche.

- Les légumes secs sont souvent **contractualisés** avant semis ce qui permet de sécuriser le débouché pour le producteur et l'approvisionnement pour le collecteur et les industriels en aval.
- Les **normes de qualité** sont élevées, en particulier pour les graines non transformées (calibre, couleur, absence de graines bruchées...).
- La production de lentille en France, **essentiellement verte**, reste insuffisante par rapport au marché qui est en croissance.
- Les importations portent surtout sur des **lentilles blondes et rouges**, et des **pois chiches de gros calibre**, peu produits en France.

## Vente de légumes secs appertisés (conserves) en GMS en 2021

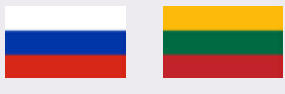



+ d'infos sur la lentille

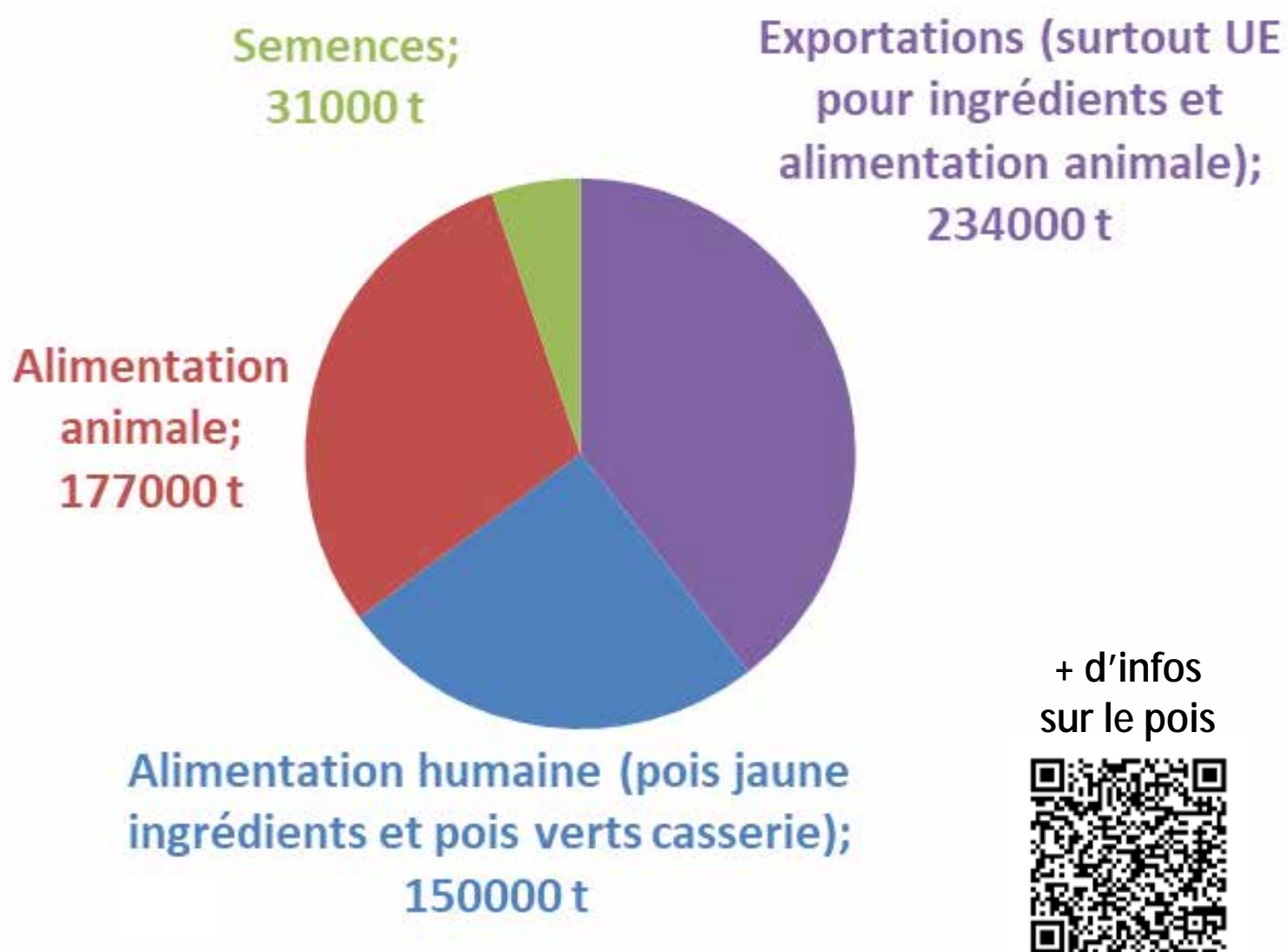


# Utilisations des pois et féveroles en France

## Données 2021

	Pois	Féverole
Surfaces	195 000 hectares (ha) dont 6 % bio (en cultures pures)	77 000 ha dont 26 % bio (en cultures pures)
Rendements	28,4 quintaux (q)/hectare (ha)	23,6 q/ha
Production	555 000 tonnes (t)	182 000 t
Importations	57 000 t 	54 000 t 

## Utilisations de pois en 2021/2022

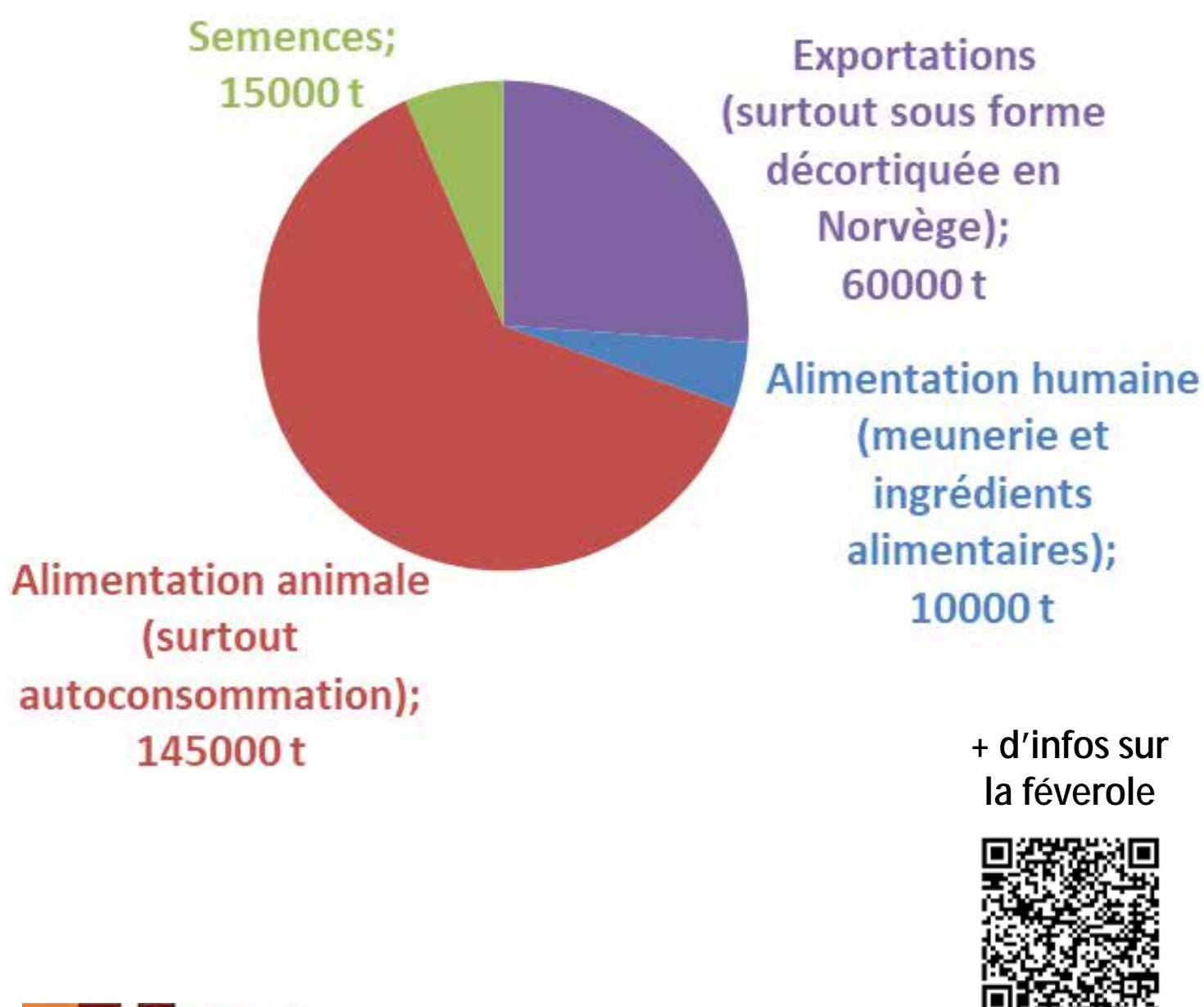


- Riches en amidon et en protéines, faibles en facteurs antinutritionnels (pois et certaines variétés de féveroles), non allergènes, les pois et féveroles offrent des **perspectives de développement en alimentation humaine et animale.**

- Le débouché de l'alimentation humaine est le plus souvent contractualisé ; les normes de qualité sont plus élevées que pour l'alimentation animale.

- Les graines **sont fractionnées en protéines, amidon et fibres** puis utilisées sous forme d'ingrédients pour l'alimentation humaine dans un nombre croissant de produits.

## Utilisations de féverole en 2021/2022



- Les utilisations par les fabricants d'aliments pour le bétail restent limitées par **le manque de graines** et leur forte **substituabilité par d'autres matières premières.**

- La **Belgique** représente un débouché solide pour le pois français pour la fabrication d'ingrédients et l'alimentation animale.

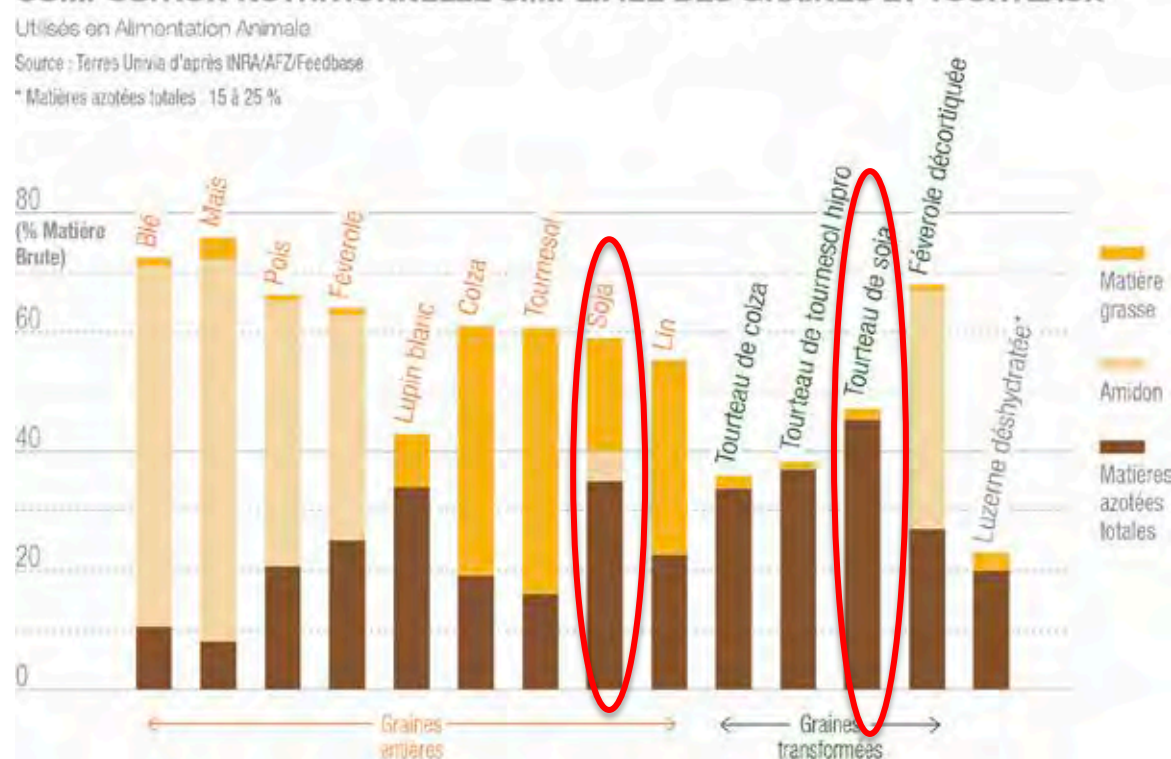
- La féverole française n'est plus exportée en Egypte pour l'alimentation humaine (bruche), mais elle a trouvé un débouché en **Norvège**, sous forme décortiquée, pour la pisciculture.

- Une petite part de la production est utilisée **en casserie et en oisellerie** pour les pois verts, et **en meunerie** pour la féverole.

# La filière soja française

## Une graine riche en protéines

COMPOSITION NUTRITIONNELLE SIMPLIFIÉE DES GRAINES ET TOURTEAUX

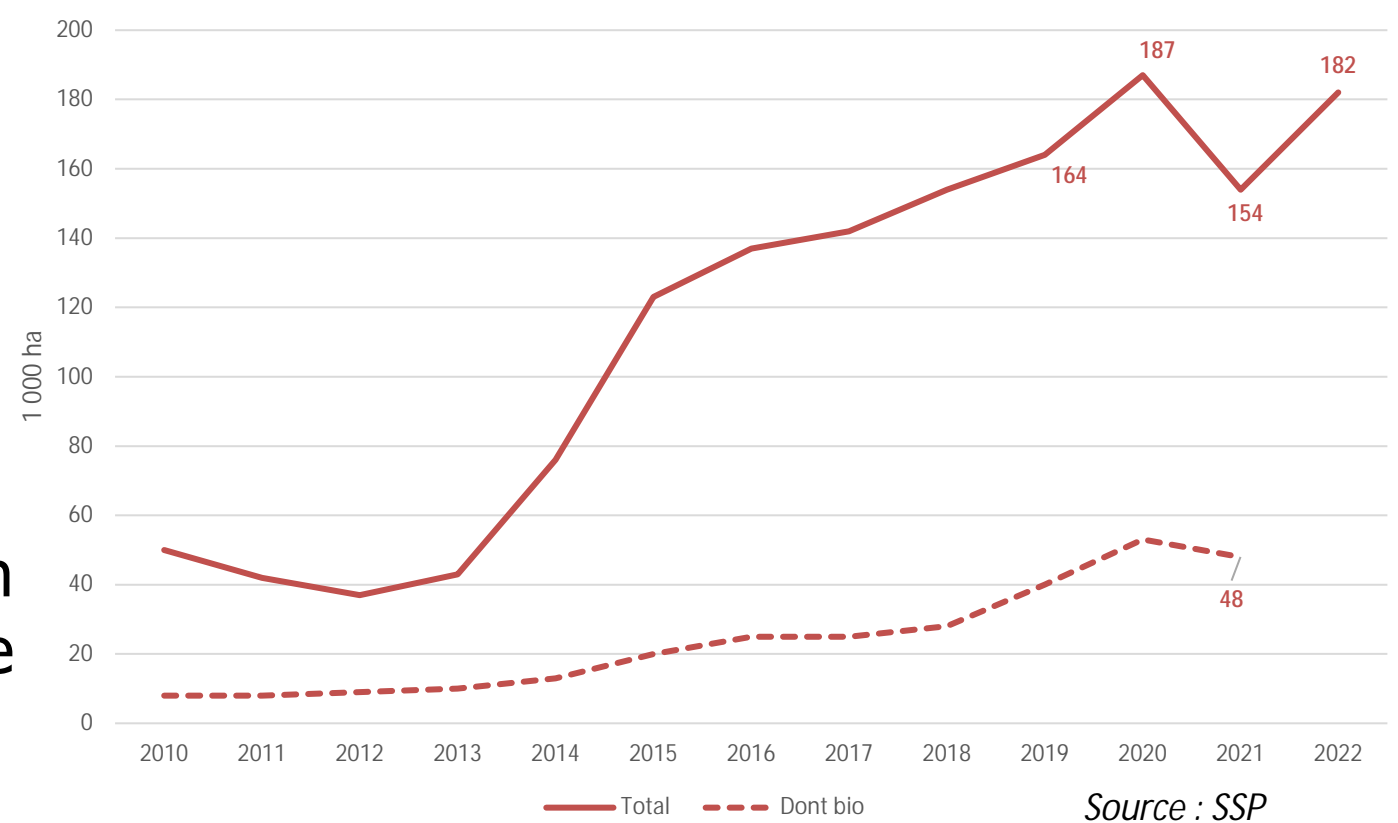


Environ 40% de la matière sèche, avec un bon équilibre en acides aminés et une bonne digestibilité.

## Des surfaces qui plafonnent

En raison de la variabilité des rendements liée aux conditions climatiques, et à un manque de compétitivité.

Evolution des surfaces de soja depuis 2010



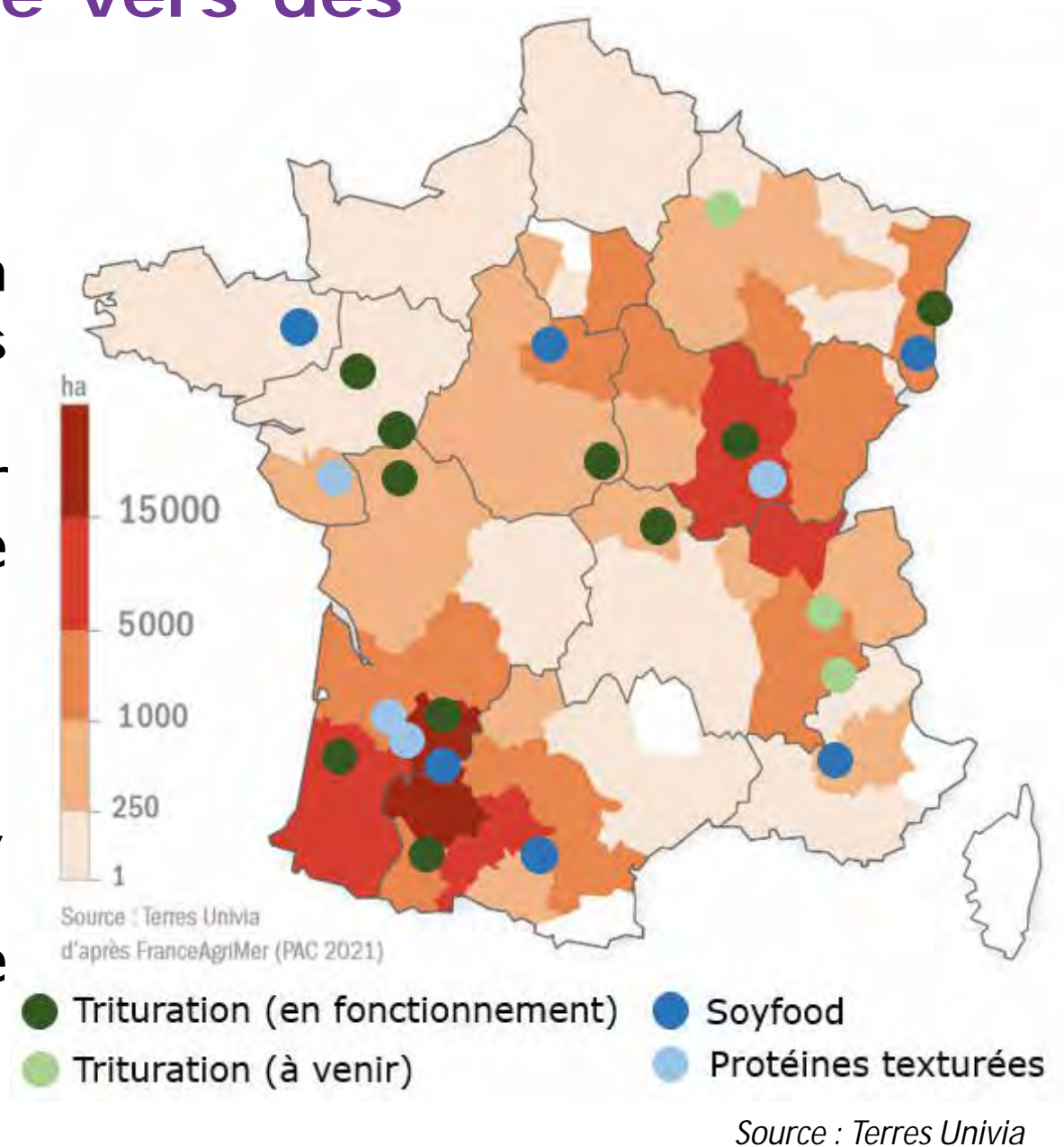
## Une production majoritairement orientée vers des débouchés locaux...

### Pour l'alimentation animale :

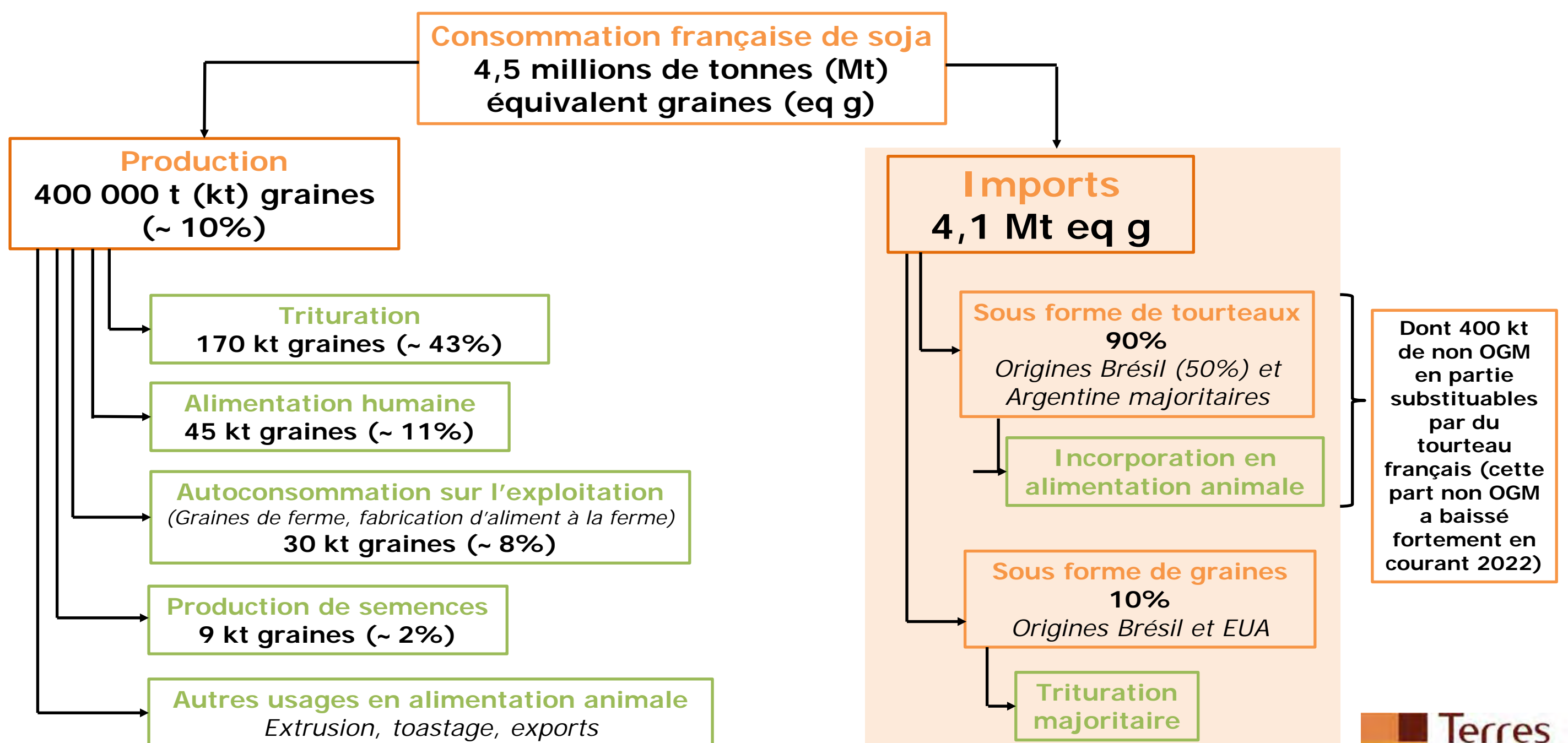
- Structuration autour de **10 unités de trituration régionales**, produisant des **tourteaux gras Expeller**, de plus en plus nombreuses.
- **Unités fortement intégrées** pour l'approvisionnement en graines et la vente de tourteaux.

### Pour l'alimentation humaine :

- Pour la production de soyfood (boissons, desserts, tofu, etc) ou de protéines texturées.
- Un approvisionnement 100% français, voire régional.

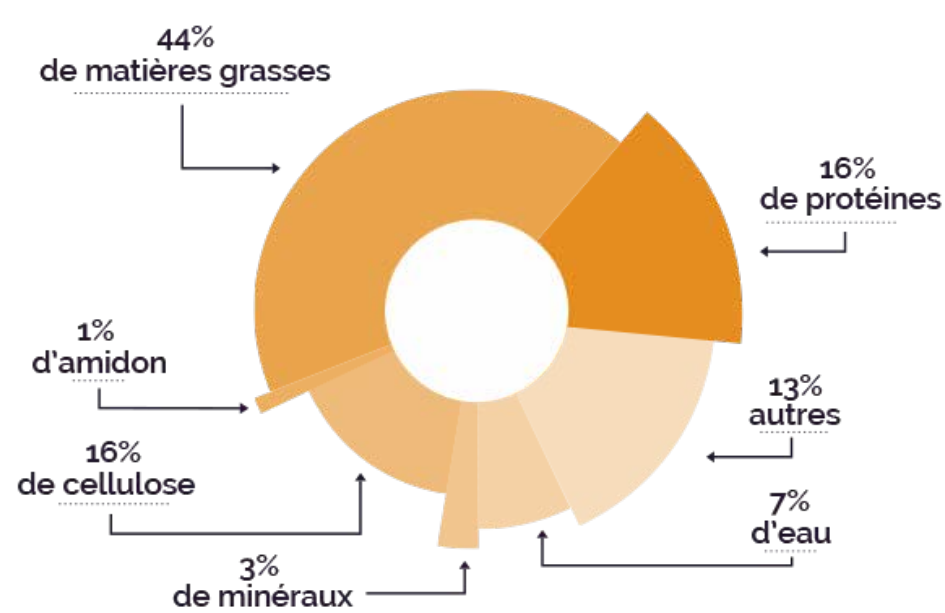


## ... mais qui reste bien en-deçà des besoins





## Une graine riche en huile



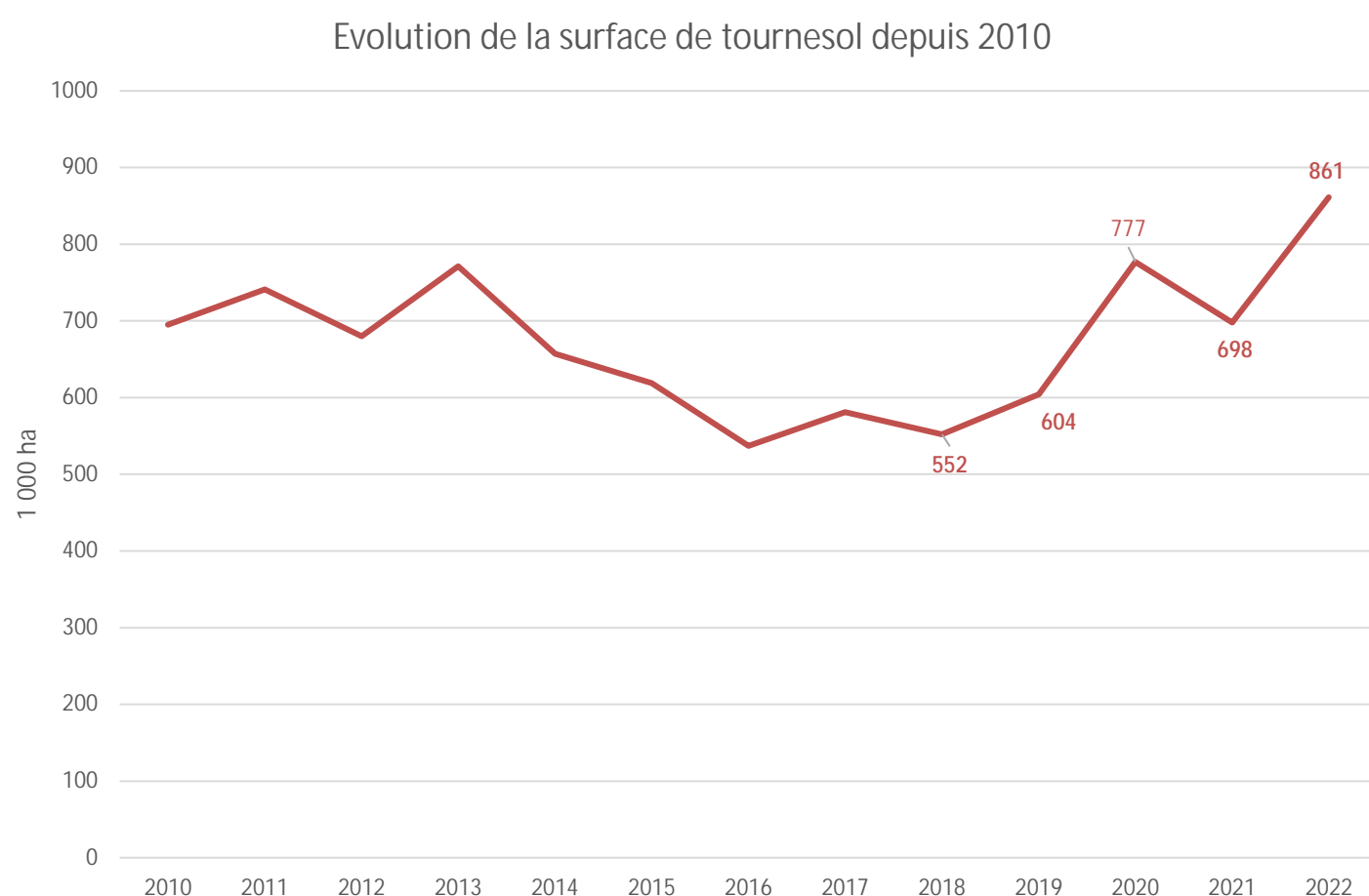
Source : Feedbase

### 2 types de tournesol :

- **Classique ou linoléique** : riche en acide linoléique (oméga 6), 30% des surfaces ;
- **Oléique** : riche en acide oléique (oméga 9), 70% des surfaces (ce qui est une exception dans l'Union européenne (UE), où 95% des surfaces sont cultivées avec du linoléique).

## Des surfaces en augmentation

Le tournesol pourrait prendre de l'importance en raison de sa **rusticité** (peu de besoins en intrants) et de sa **bonne tolérance à la sécheresse** dans le contexte de **changement climatique**.



Source : SSP

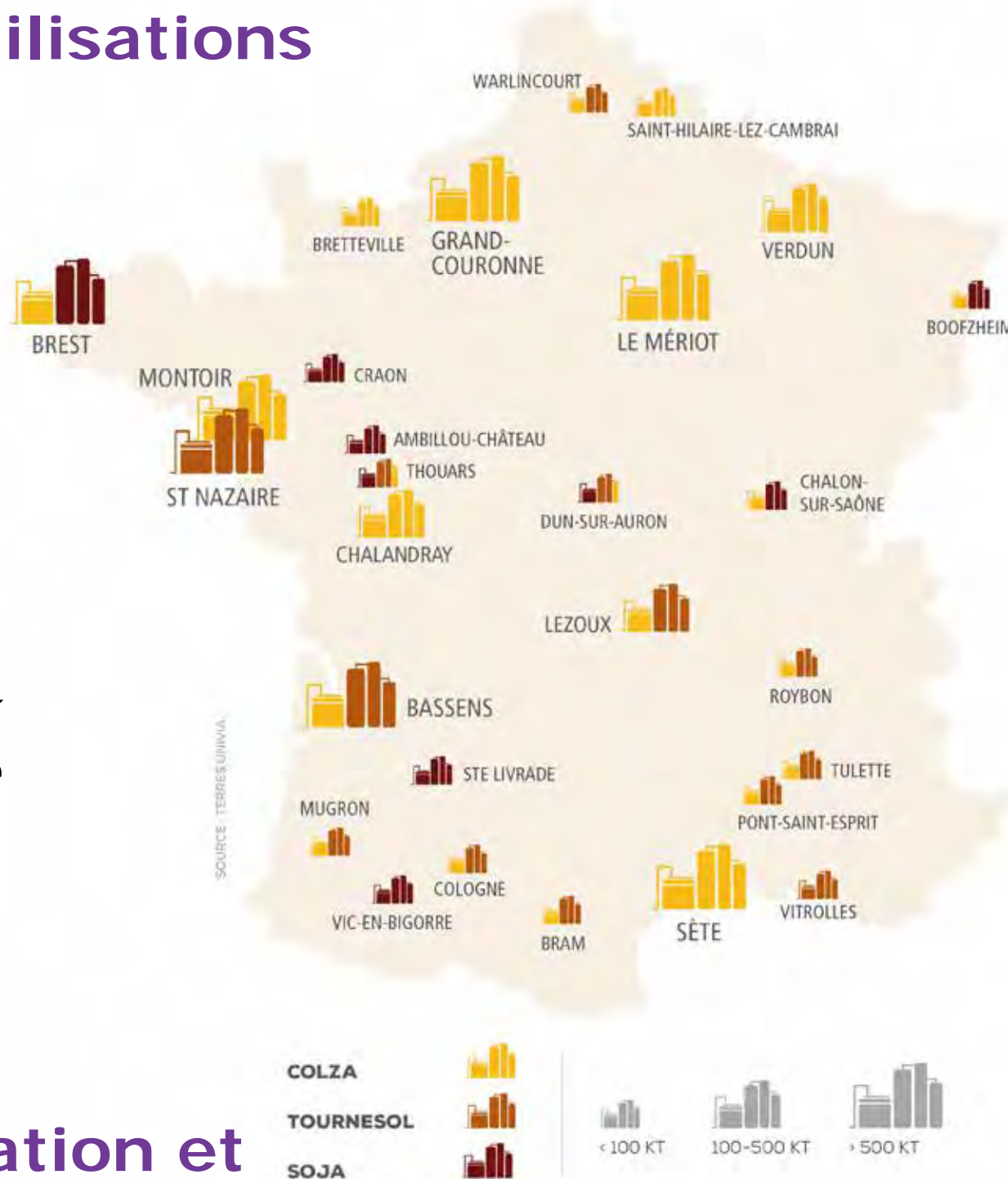
## La production nationale couvre les utilisations intérieures de graines

### Ressources sur la campagne 2021/22 :

- Production : 1,9 Mt, dont 1,7 Mt sont collectées (taux de collecte de 89%).
- Importations : 0,2 Mt (à 73% de Roumanie).

### Utilisations sur la campagne 2021/22 :

- Trituration : 1,3 Mt, soit 68% des ressources, dans une douzaine d'usines sur le territoire. 3 qualités de tourteaux possibles : Low, Mid et High-Pro, selon le niveau de décorticage des graines.
- Exports : 0,6 Mt, à 96% vers l'UE (principalement Espagne, Pays-Bas et Belgique).

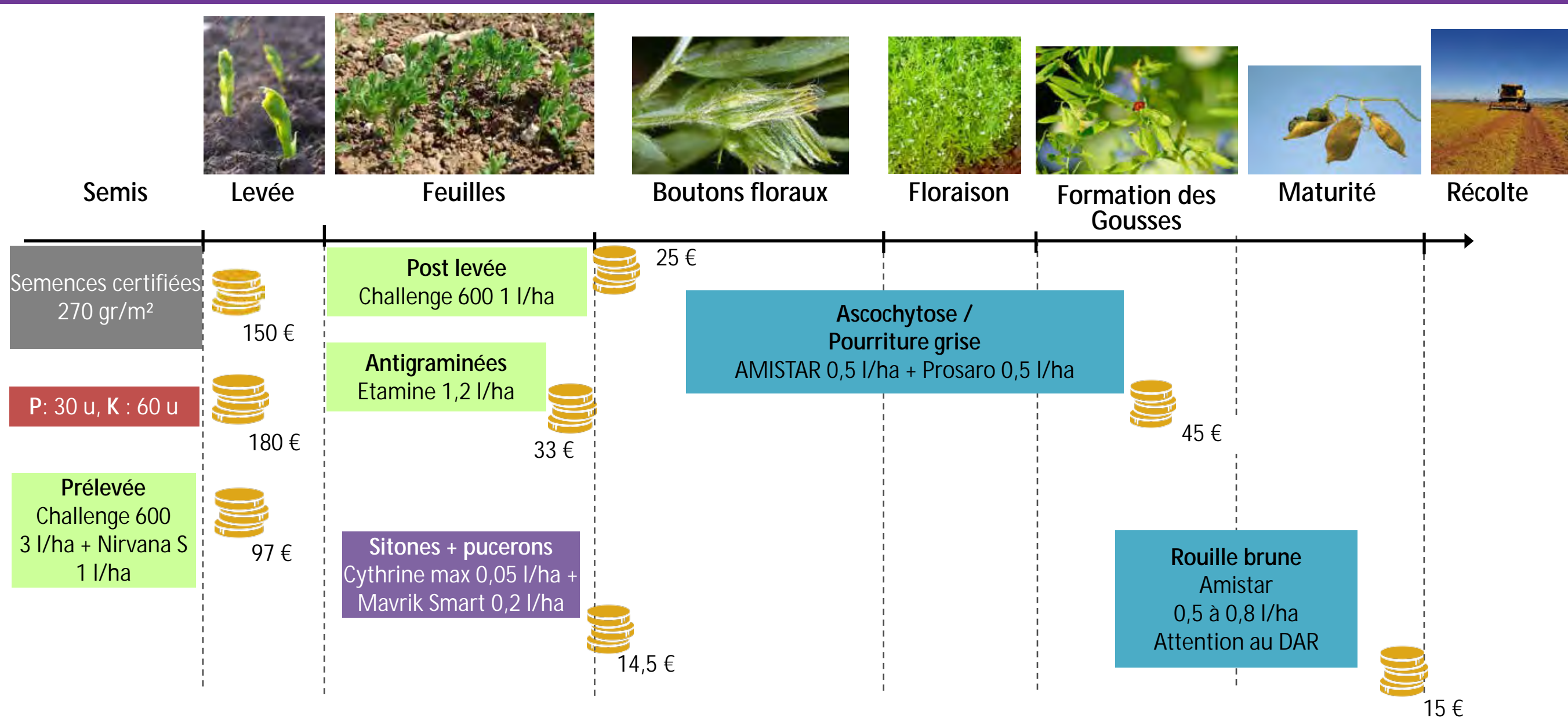


## La valorisation des produits de trituration et les besoins d'importations



# Lentille - Itinéraire type

## Lentille en agriculture conventionnelle



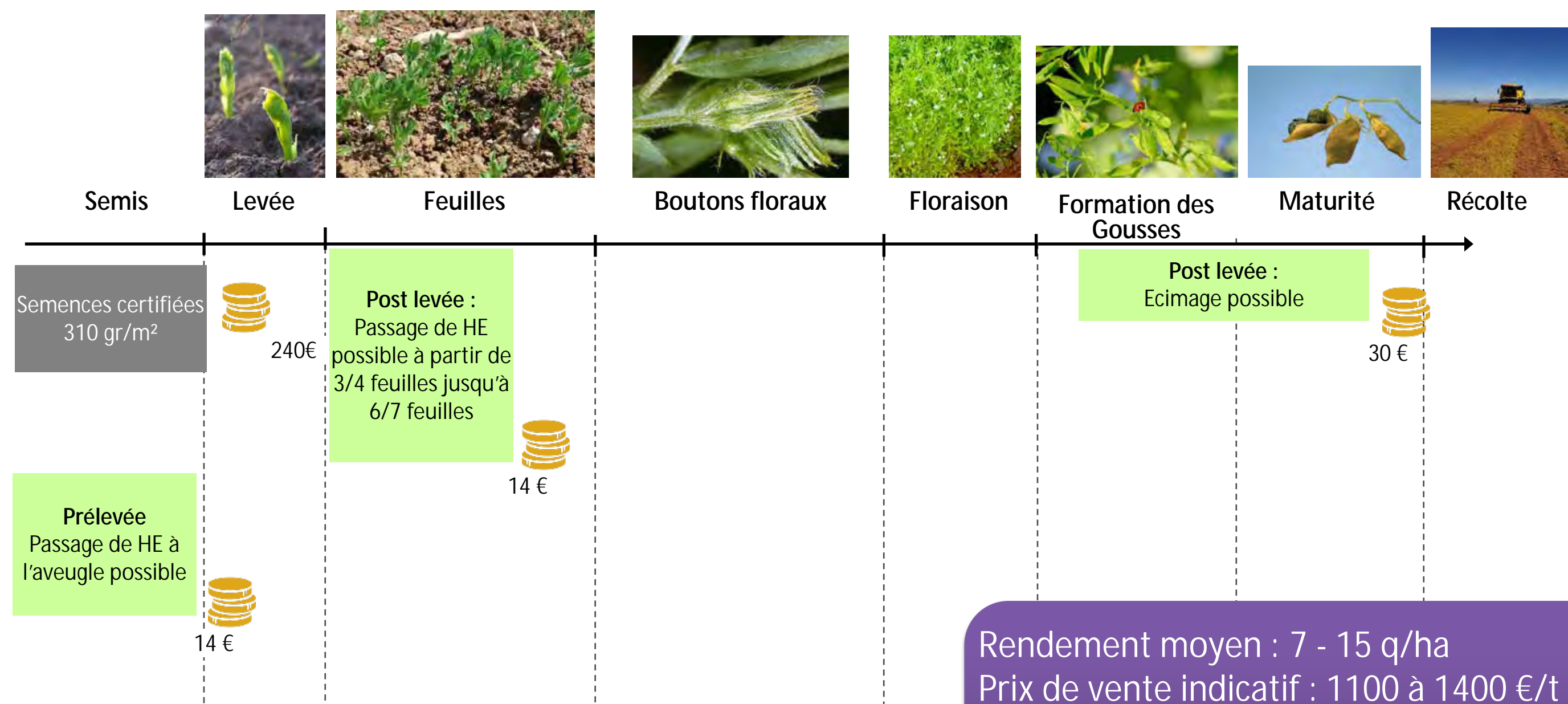
Rendement moyen : 15 - 25 q/ha  
 Prix de vente indicatif : 500 à 650 €/t  
 Aides couplées (prix PAC 2023) : 104 €/ha

Marge brute indicative : 294 à 1169€/ha

Semences	150 €/ha	Fertilisation	180 €/ha	Herbicides	155 €/ha
Insecticides	14,5 €/ha	Fongicides	60 €/ha	<b>Charges opérationnelles</b>	<b>560 €/ha</b>

Eco-régimes PAC 2023 : 5 % à 10 % des TA en légumineuses permettent d'acquies 2 à 3 points sur les éco-régimes, bonus non négligeable pour débloquer un montant de 60 à 80 euros/ha sur l'ensemble de la SAU

## Lentille en agriculture biologique



Rendement moyen : 7 - 15 q/ha  
 Prix de vente indicatif : 1100 à 1400 €/t  
 Aides couplées (prix PAC 2023) : 104 €/ha

Marge brut indicative : 576 à 1906 €/ha

### Points positifs de la lentille

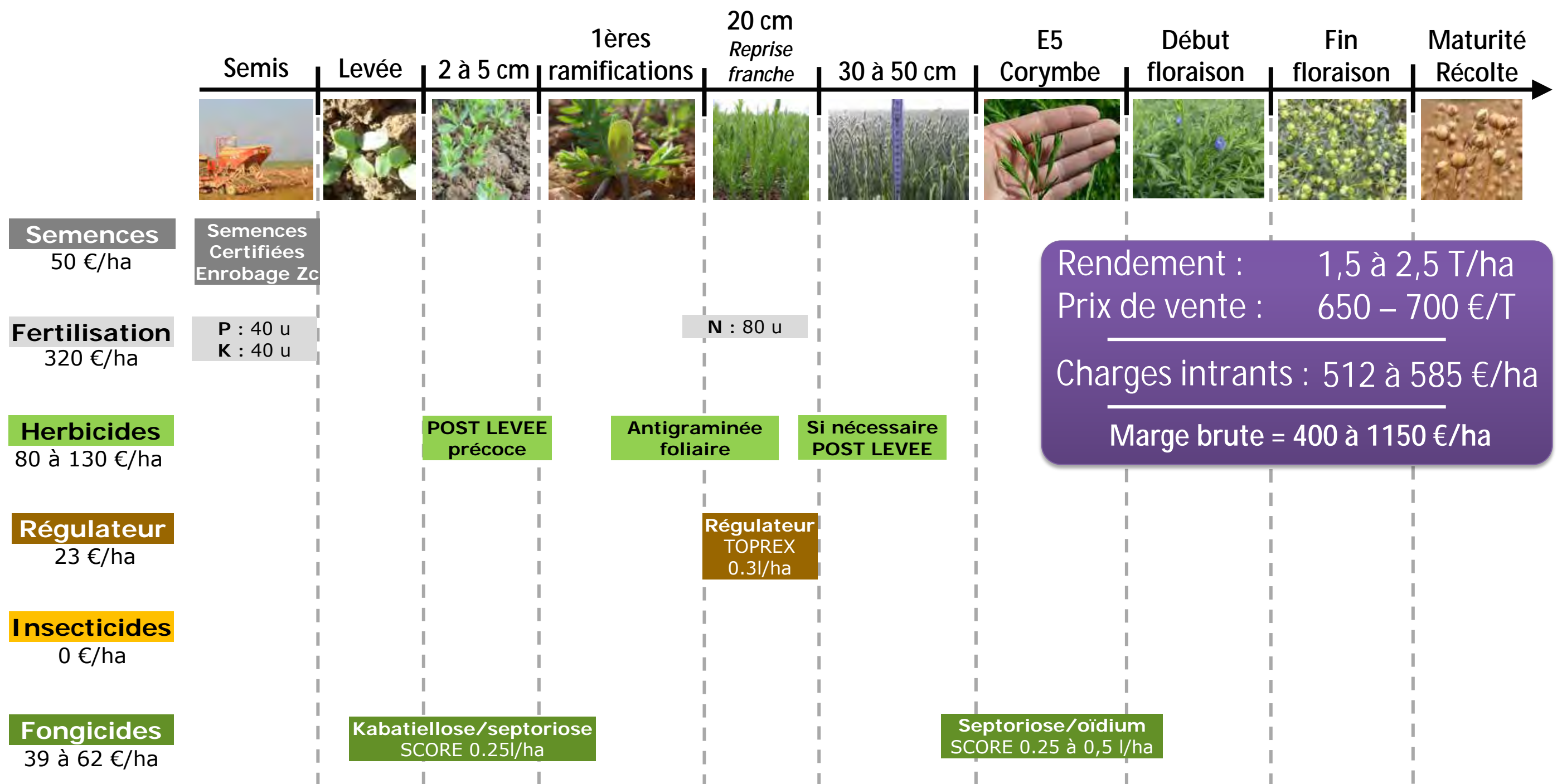
- Valorise de nombreux types de sols
- Apport d'azote dans la rotation à fixation de l'azote atmosphérique grâce à la symbiose
- Bon précédent pour les céréales

### Points négatifs de la lentille

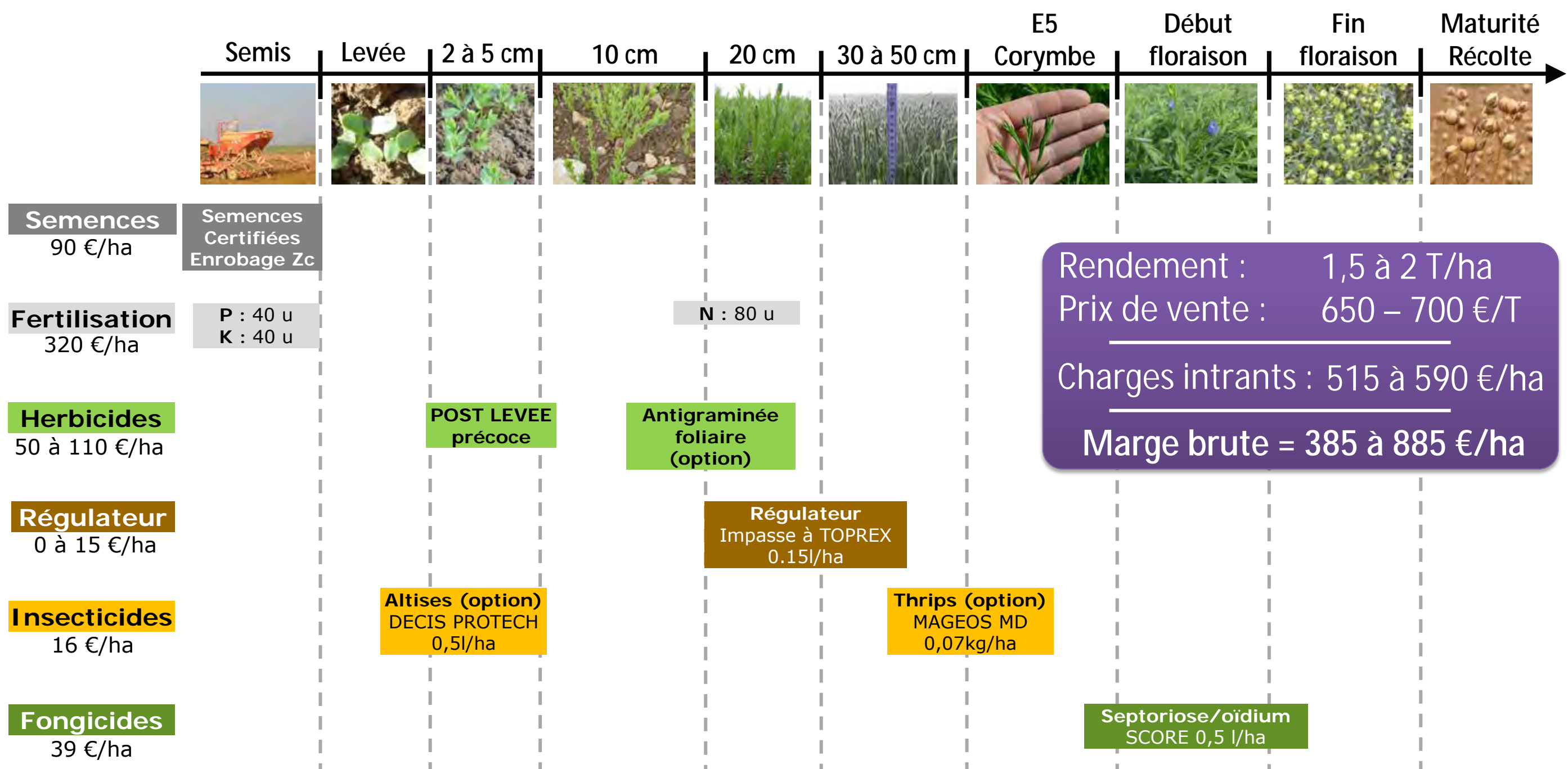
- Sensible aux coups de sec/chaud
- Faible compétition en début de cycle
- Qualité des graines dégradée par la bruche

# Lin oléagineux - Itinéraire type

## Lin oléagineux d'hiver



## Lin oléagineux printemps



### Points positifs du lin oléagineux d'hiver et de printemps

- Diversifie la rotation
- Faux-hôte de l'orobanche
- Bon précédent
- Culture contractualisée

### Points négatifs du lin d'hiver

- Sensible à la verse
- Culture peu couvrante

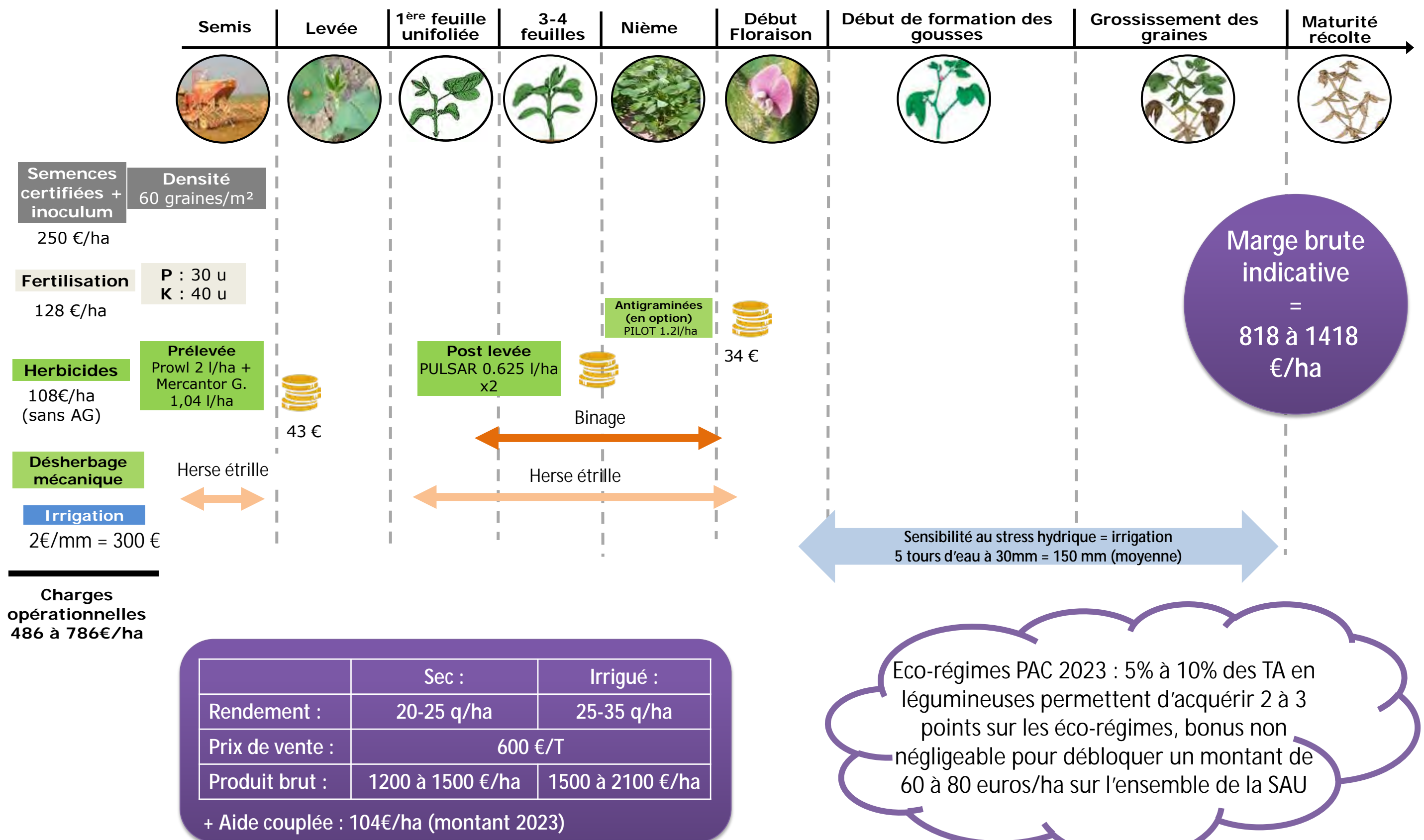
### Points négatifs du lin de printemps

- Sensible aux coups de sec/chaud

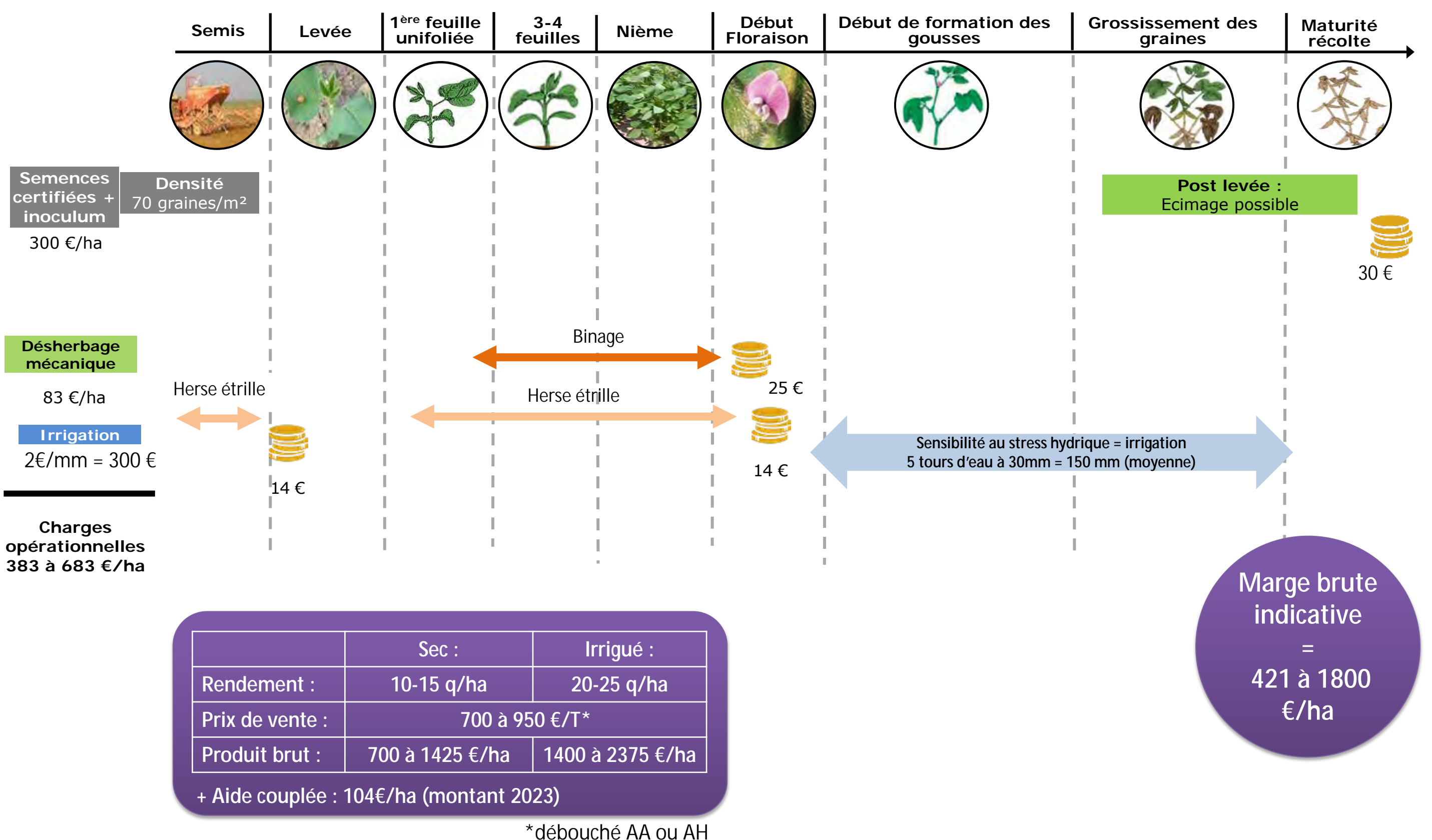


# Soja - Itinéraire type

## Soja en conventionnel

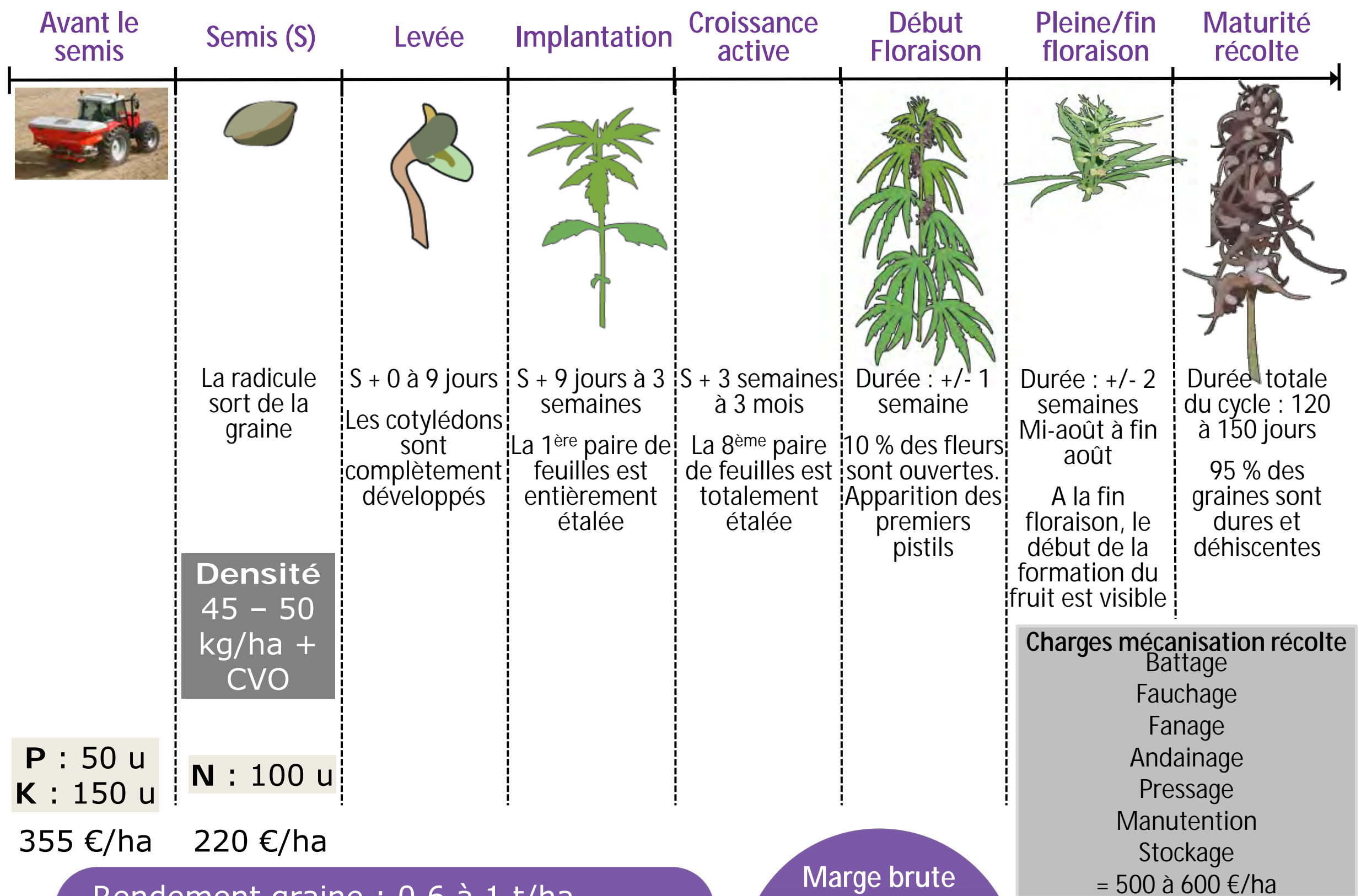


## Soja en agriculture biologique





## Itinéraire type



**Charges opérationnelles**  
789 €/ha

Rendement graine : 0,6 à 1 t/ha  
Prix de vente : 850 €/t  
Rendement paille : 6 à 9 t/ha  
Prix de vente : 115 €/t  
Aides couplées (base 2022) : 98 €/ha  
**Produit brut = 1298 à 1983 €/ha**

Marge brute indicative avec aide couplée  
= 509 à 1194 €/ha

Marge semi-nette  
= 10 à 594 €/ha

## Débouchés



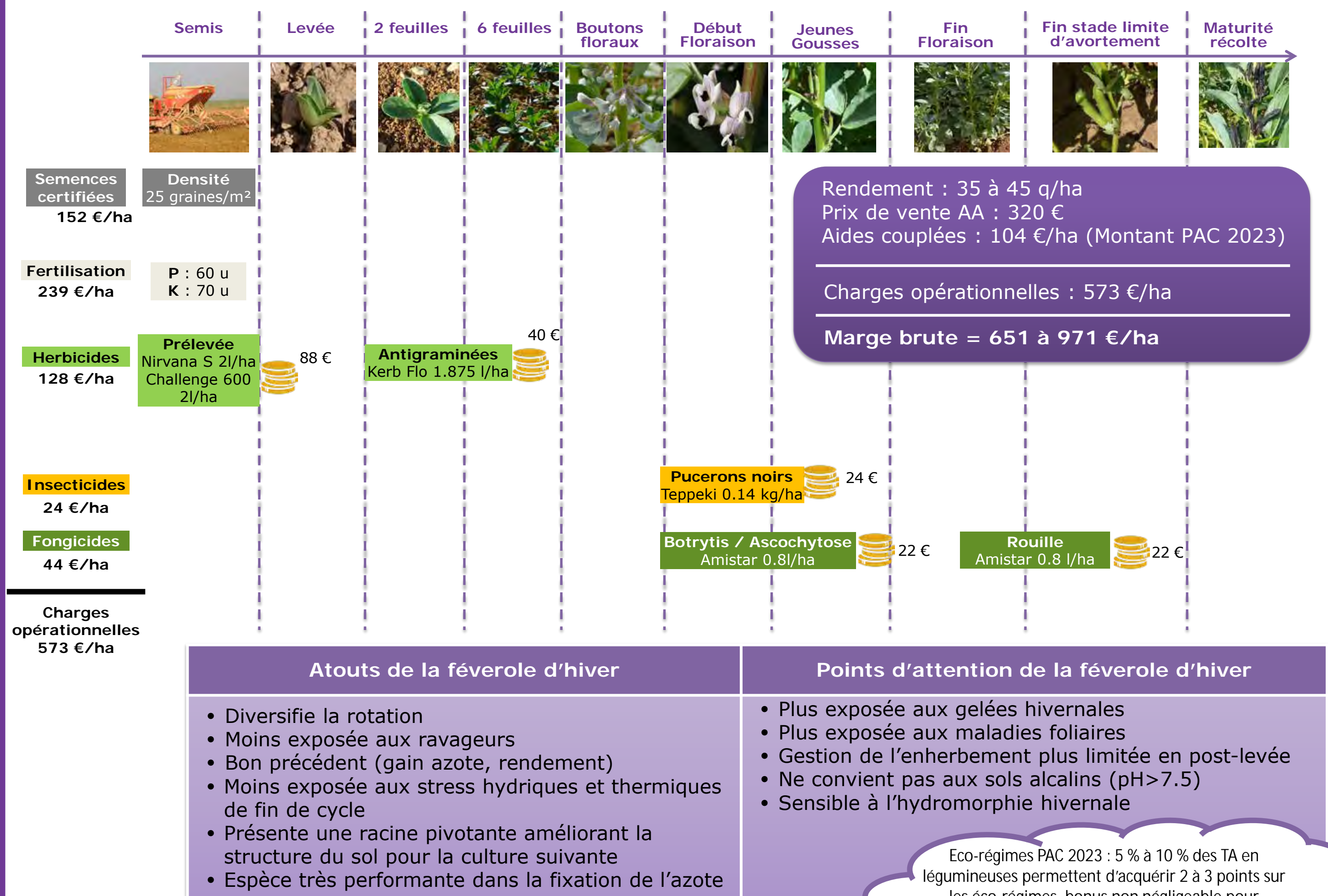
Chènevotte	Marché en %	Indice de prix	Tendances
Litière animale	50 %	1	→
Paillage horticole	22 %	1,1	→
Bâtiment	14 %	1,2	→
Autres débouchés	14 %		→
<b>Fibré</b>			
Papiers spéciaux	56%	2	→
Isolation	29%	2,5	→
Plastique biosourcé	9%	3	→
Autres débouchés	6%	3	→
Textile	émergent	4,5	↗
<b>Chènevis</b>			
Oisellerie et pêche	84%	4	→
Alimentation humaine	15%	5	↗
Cosmétique	1%	6	↗

Une réglementation qui évolue et qui permet la valorisation de la fleur

Points positifs	Points négatifs
<ul style="list-style-type: none"> <li>Diversifie la rotation</li> <li>Bon précédent</li> <li>Pas de traitement phytosanitaire en végétation</li> <li>Bonne résistance à la sécheresse</li> <li>Besoins modérés en azote</li> <li>Peu d'intervention en culture</li> <li>Plante à cycle court</li> <li>Un réservoir de biodiversité</li> <li>Bien adapté en système « bio »</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mécanisation, organisation à la récolte</li> <li>Plante sensible à la compaction</li> <li>Nécessite un bâtiment de stockage</li> <li>Graine très fragile (doit être séchée dans les 12h après la récolte – H ≤9%)</li> <li>L'orobanche rameuse : plante parasite non chlorophyllienne du chanvre</li> </ul>

# Féverole - Itinéraire type

## Féverole d'hiver



Rendement : 35 à 45 q/ha  
 Prix de vente AA : 320 €  
 Aides couplées : 104 €/ha (Montant PAC 2023)

---

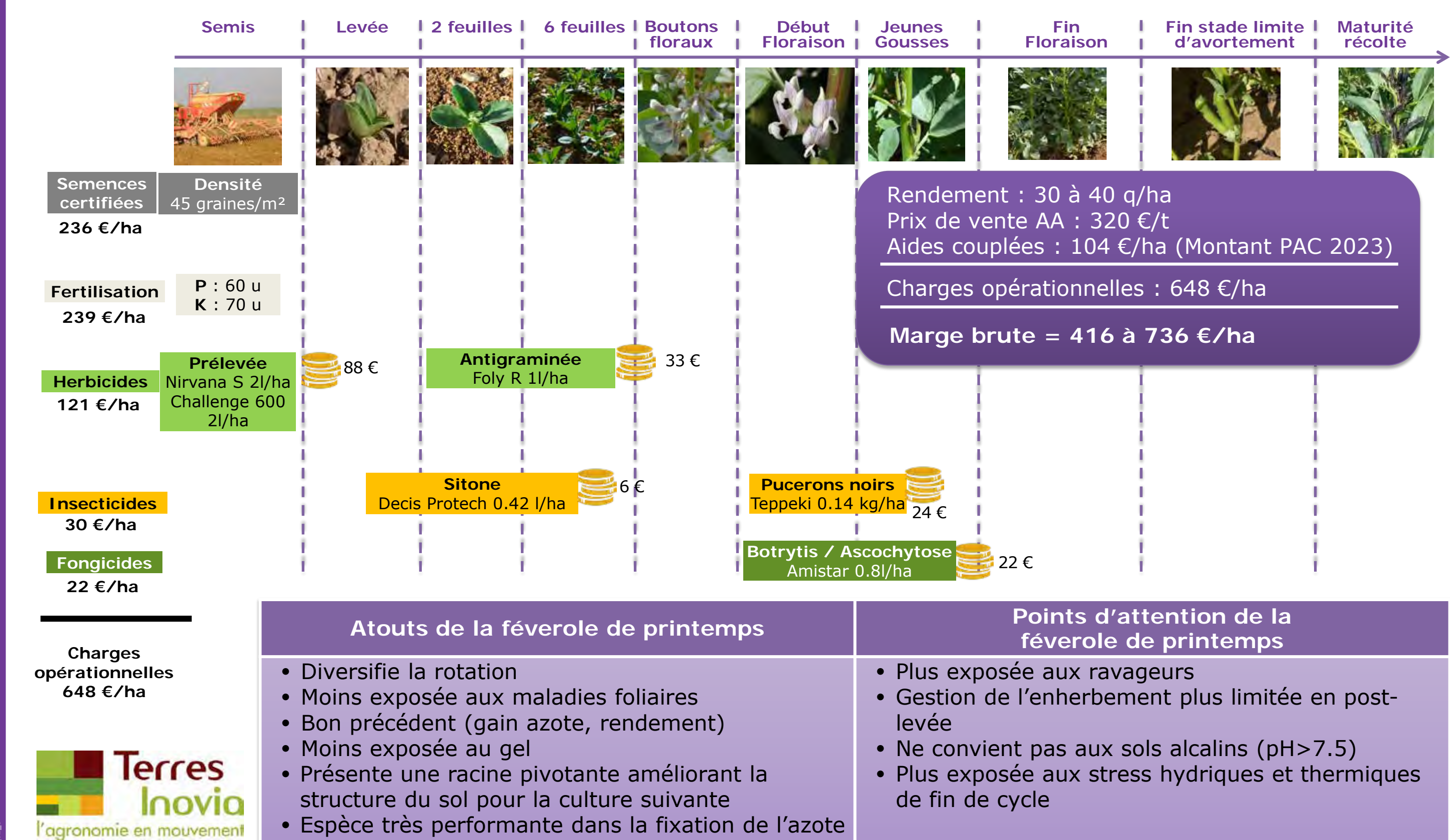
Charges opérationnelles : 573 €/ha

---

Marge brute = 651 à 971 €/ha

Eco-régimes PAC 2023 : 5 % à 10 % des TA en légumineuses permettent d'acquérir 2 à 3 points sur les éco-régimes, bonus non négligeable pour débloquer un montant de 60 à 80 euros/ha sur l'ensemble de la SAU

## Féverole de printemps



Rendement : 30 à 40 q/ha  
 Prix de vente AA : 320 €/t  
 Aides couplées : 104 €/ha (Montant PAC 2023)

---

Charges opérationnelles : 648 €/ha

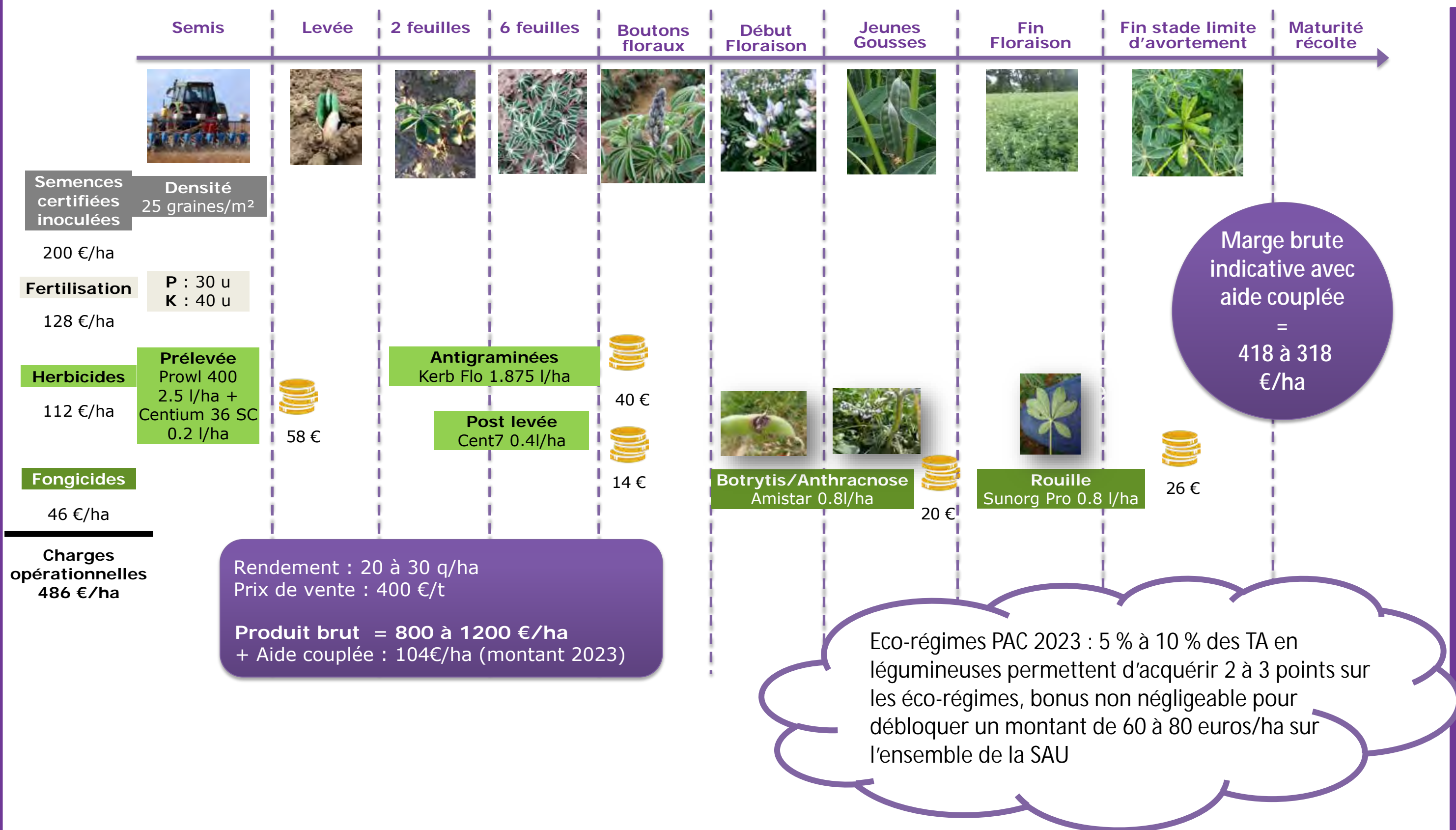
---

Marge brute = 416 à 736 €/ha

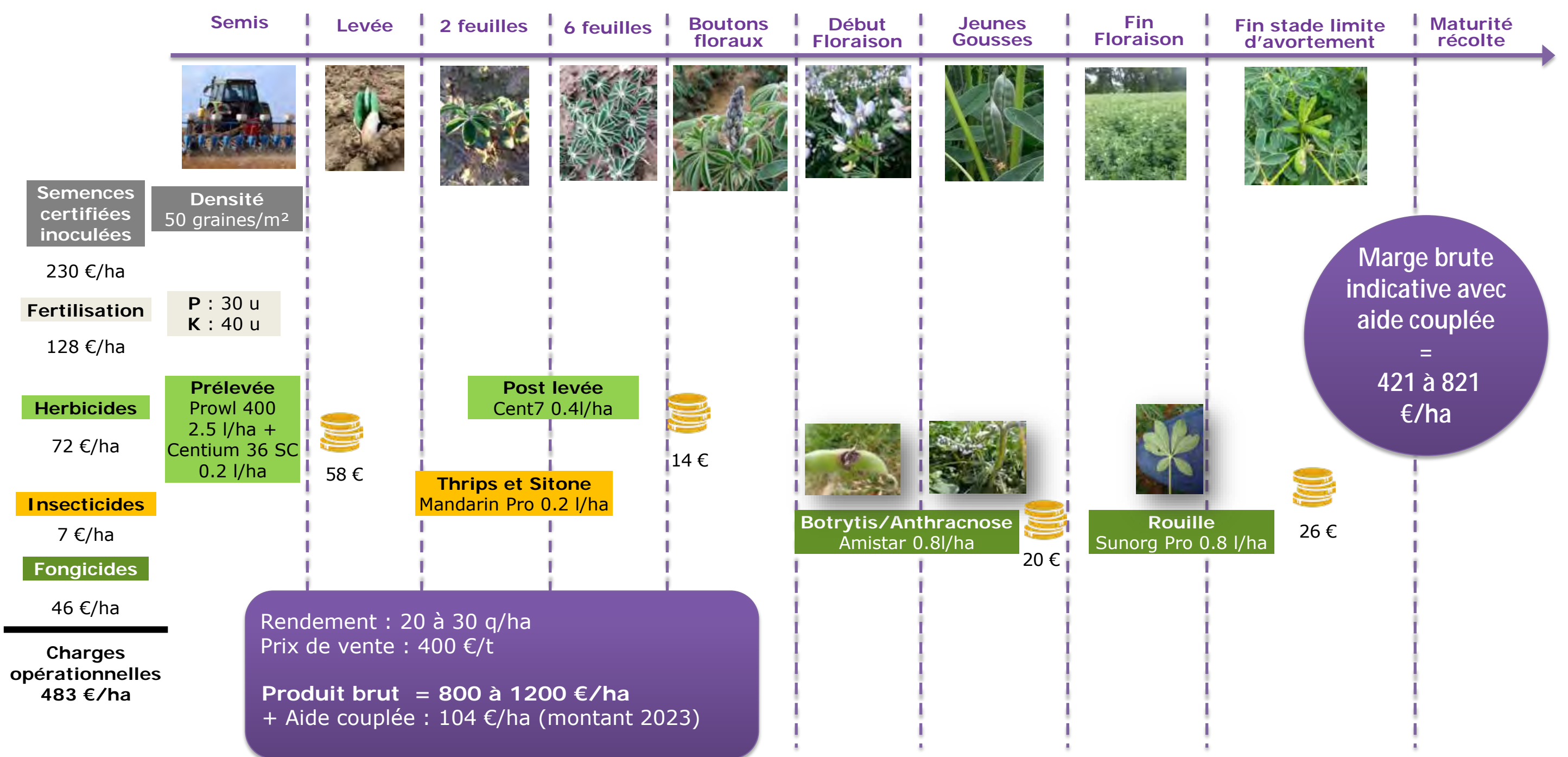


# Lupin - Itinéraire type

## Lupin d'hiver



## Lupin de printemps



### Points positifs du lupin d'hiver et de printemps

- Diversifie la rotation
- Peu d'insectes
- Non hôte d'aphanomyces
- **Bon précédent**
- **Culture contractualisée**

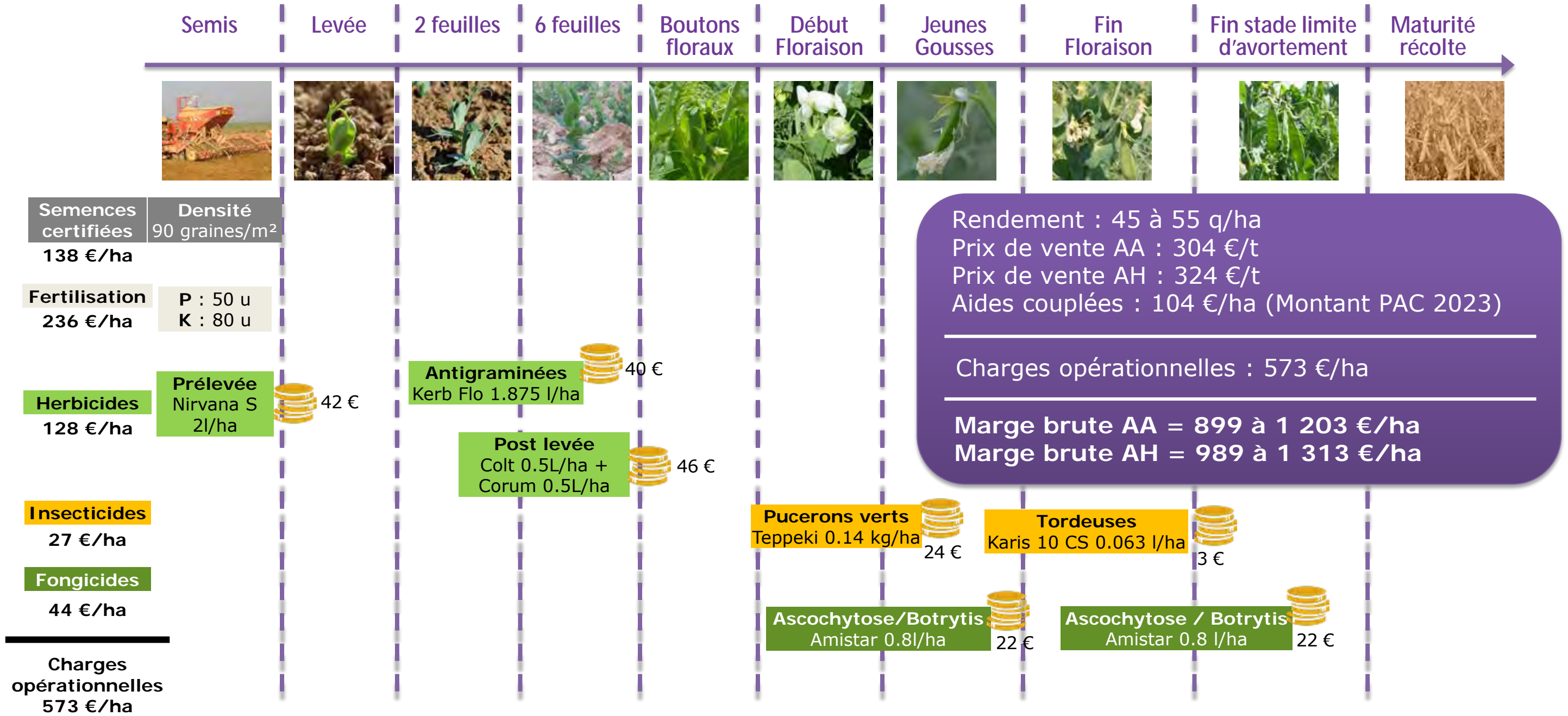
### Points négatifs du lupin d'hiver et de printemps

- Sensible à l'enherbement et au calcaire actif à choix de la parcelle stratégique
- Sensible aux maladies en cas d'année humide

# Pois protéagineux

## Itinéraire type

### Pois d'hiver



#### Atouts du pois d'hiver

- Diversifie la rotation
- Moins exposé aux ravageurs et à l'aphanomyces
- Bon précédent (gain azote, rendement)
- Culture avec contractualisation AH selon les variétés
- Moins exposé au stress hydrique et thermique de fin de cycle

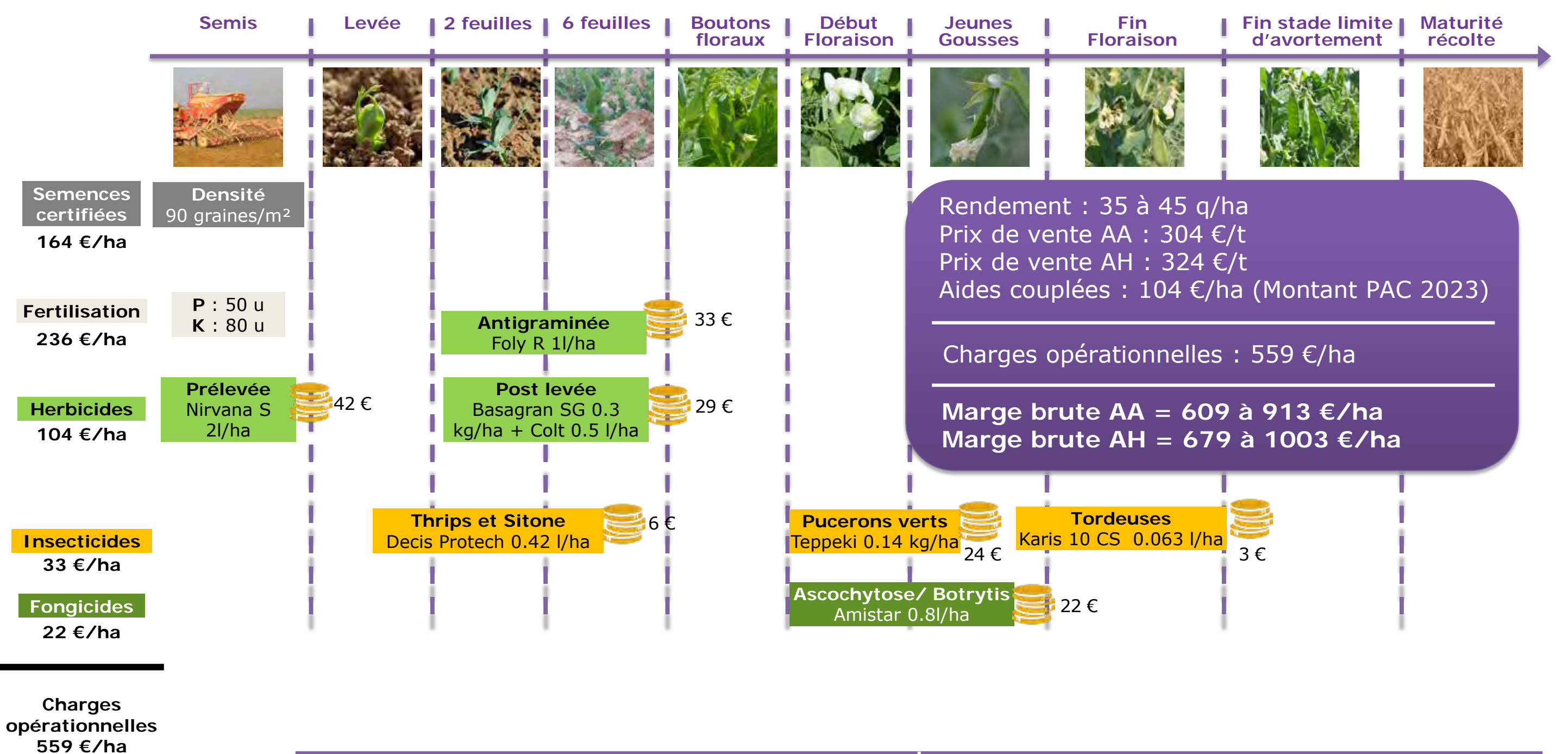
#### Points d'attention du pois d'hiver

- Plus exposé aux gelées et à la bactériose
- Plus exposé aux maladies foliaires

Eco-régimes PAC 2023 : 5 % à 10 % des TA en légumineuses permettent d'acquérir 2 à 3 points sur les éco-régimes, bonus non négligeable pour débloquer un montant de 60 à 80 euros/ha sur l'ensemble de la SAU

AA : Alimentation Animale; AH : Alimentation Humaine

### Pois de printemps



#### Atouts du pois de printemps

- Diversifie la rotation
- Moins exposé aux maladies foliaires
- Bon précédent (gain azote, rendement)
- Culture souvent contractualisée en AH
- Casse le cycle des adventices

#### Points d'attention du pois de printemps

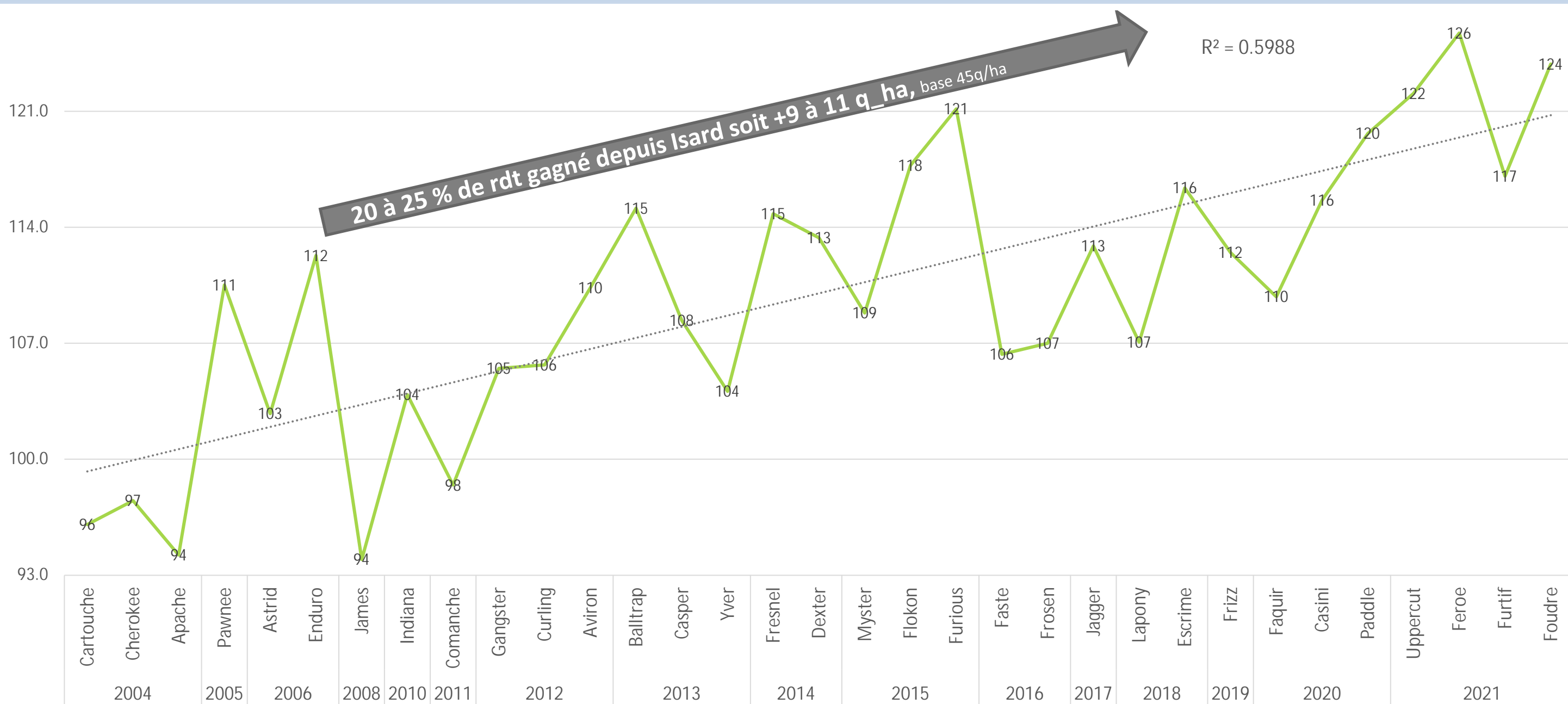
- Sensible à l'aphanomyces
- Plus exposé aux ravageurs
- Sensible aux stress hydrique à nécessite des sols à bonne RU

# Inscription au catalogue français Des Progrès génétique en pois protéagineux

Les  
Culturales®  
2023 14-15 juin  
CONGERVILLE - THIONVILLE (91)

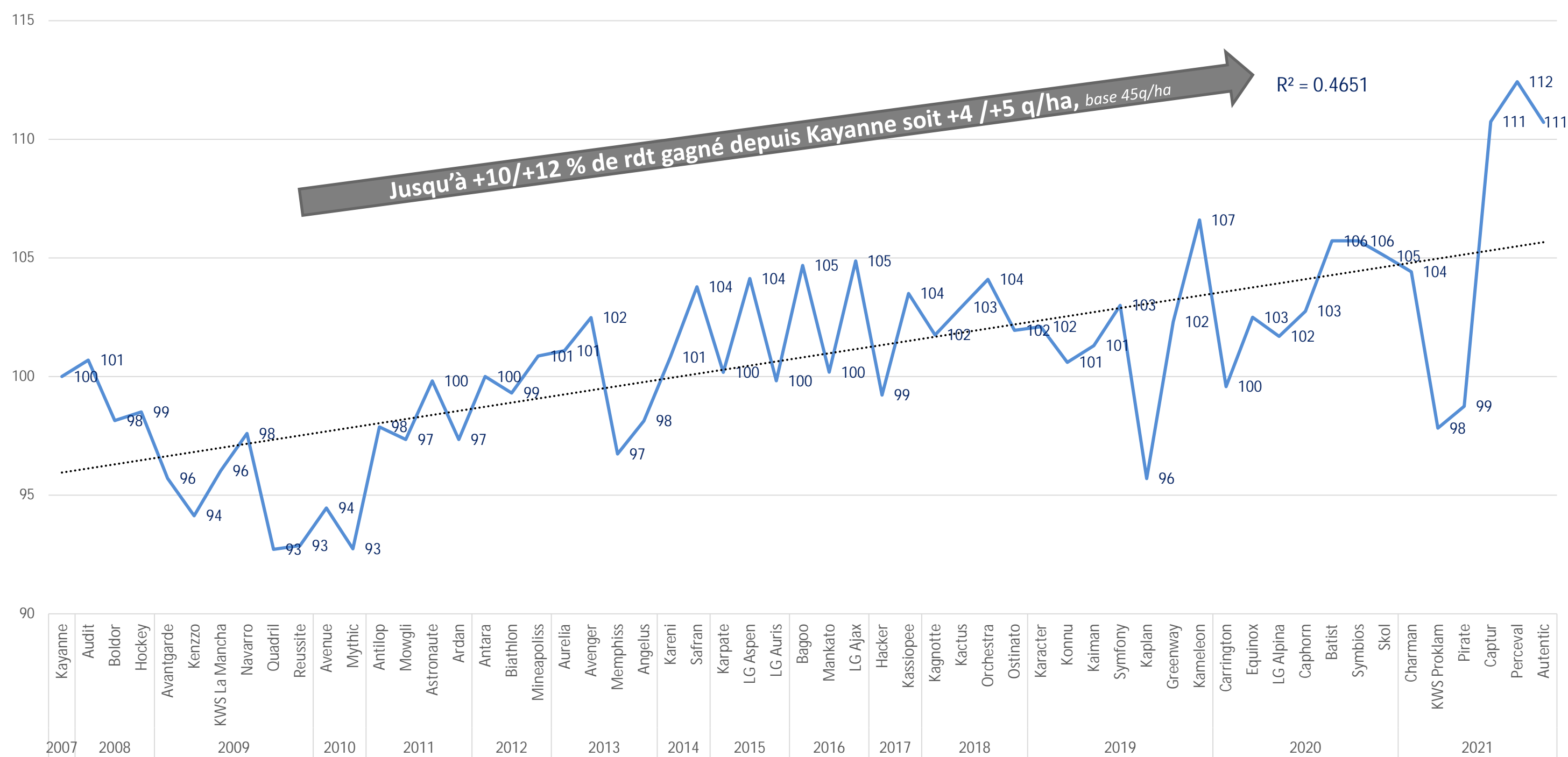


- Pois d'hiver : évolution du rendement des variétés inscrites de 2004 à 2021 en % Isard



Des progrès également sur la hauteur à la récolte, la résistance au froid, le PMG (+ gros) avec un maintien de la teneur en protéines

- Pois de printemps : évolution du rendement des variétés inscrites de 2007 à 2021 en % Kayanne



Des progrès aussi sur la hauteur à la récolte, le PMG (+petit), la teneur en protéines, des tolérances partielles à l'Aphanomyces pour quelques variétés

Contact  
CTPS/GEVES

Secrétaire Technique de la Section CTPS Plantes protéagineuses  
Jean-Michel RETAILLEAU - [jean-michel.retailleau@geves.fr](mailto:jean-michel.retailleau@geves.fr)



**GEVES**  
Expertise & Performance

# Testez vos connaissances sur le blé dur et sa filière J

- La France est autosuffisante en blé dur ?  Vrai, 75% est exporté et elle produit plus que ce qu'elle ne consomme au total : 0.9 Mt équivalent grain
- Les pâtes consommées en France viennent en majorité de l'étranger ?  Vrai, 63% des pâtes sont importées
- Panzani est une marque italienne ?  Faux, française
- Il n'existe que 3 entreprises de semoulerie en France ?  Vrai, 5 usines entre Alpina Savoie, Panzani et Pastacrop-Lusturcu
- Les pâtes de marque distributeur sont majoritairement importées ?  Vrai, les premiers fournisseurs des marques de distributeur sont l'Espagne et l'Italie
- De la production à la consommation de pâte, la cuisson des pâtes chez le consommateur est le plus gros poste de consommation d'énergie de la filière ?  Vrai, 50% de la consommation d'énergie dans une ACV vient de la cuisson
- Le plus gros impacts carbone de la filière vient du transport de grain et de produit fini ?  Faux, 80% vient de la production et 60% de la fertilisation azotée

**2** ÈME EXPORTATEUR MONDIAL  
DE BLÉ DUR

**80 %** VERS  
UNION EUROPÉENNE

**20 %** VERS PAYS TIERS

**2** ÈME PRODUCTEUR EUROPÉEN  
DE SEMOULE DE BLÉ DUR



DONNÉES BASÉES SUR LA MOYENNE 5 ANS : 2017-18 À 2021-22

SOURCES : DONNÉES DOUANES ET FAO



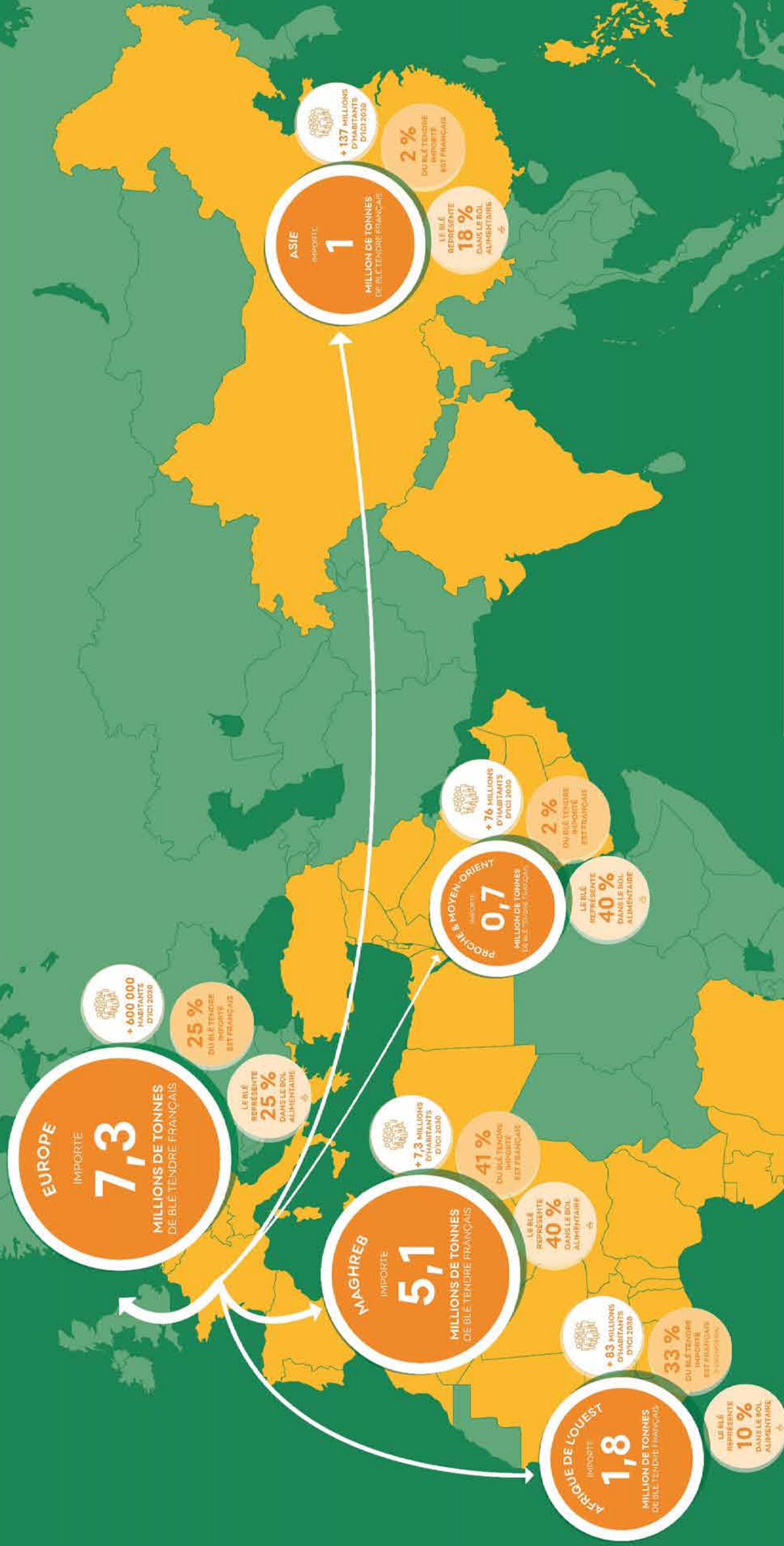
**LE BLÉ DUR FRANÇAIS  
VALORISÉ DANS LE  
MONDE**

# LE BLÉ TENDRE FRANÇAIS VALORISÉ DANS LE MONDE

**5**ÈME EXPORTATEUR MONDIAL DE BLÉ TENDRE

**2**ÈME PRODUCTEUR EUROPÉEN DE FARINE DE BLÉ TENDRE

**100 %** DU BLÉ TENDRE EXPORTÉ EN AFRIQUE ET MOYEN-ORIENT EST À DESTINATION DE L'ALIMENTATION HUMAINE

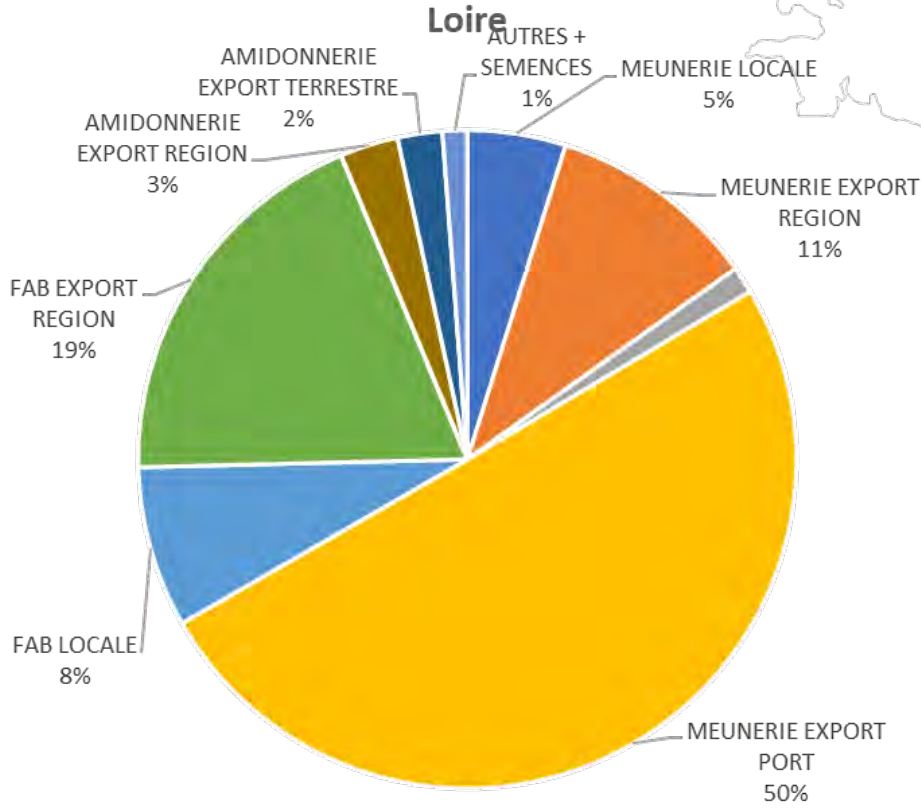


# Adéquation de l'offre à la demande en blé tendre : travaux du Forum Blé tendre Cœur de France

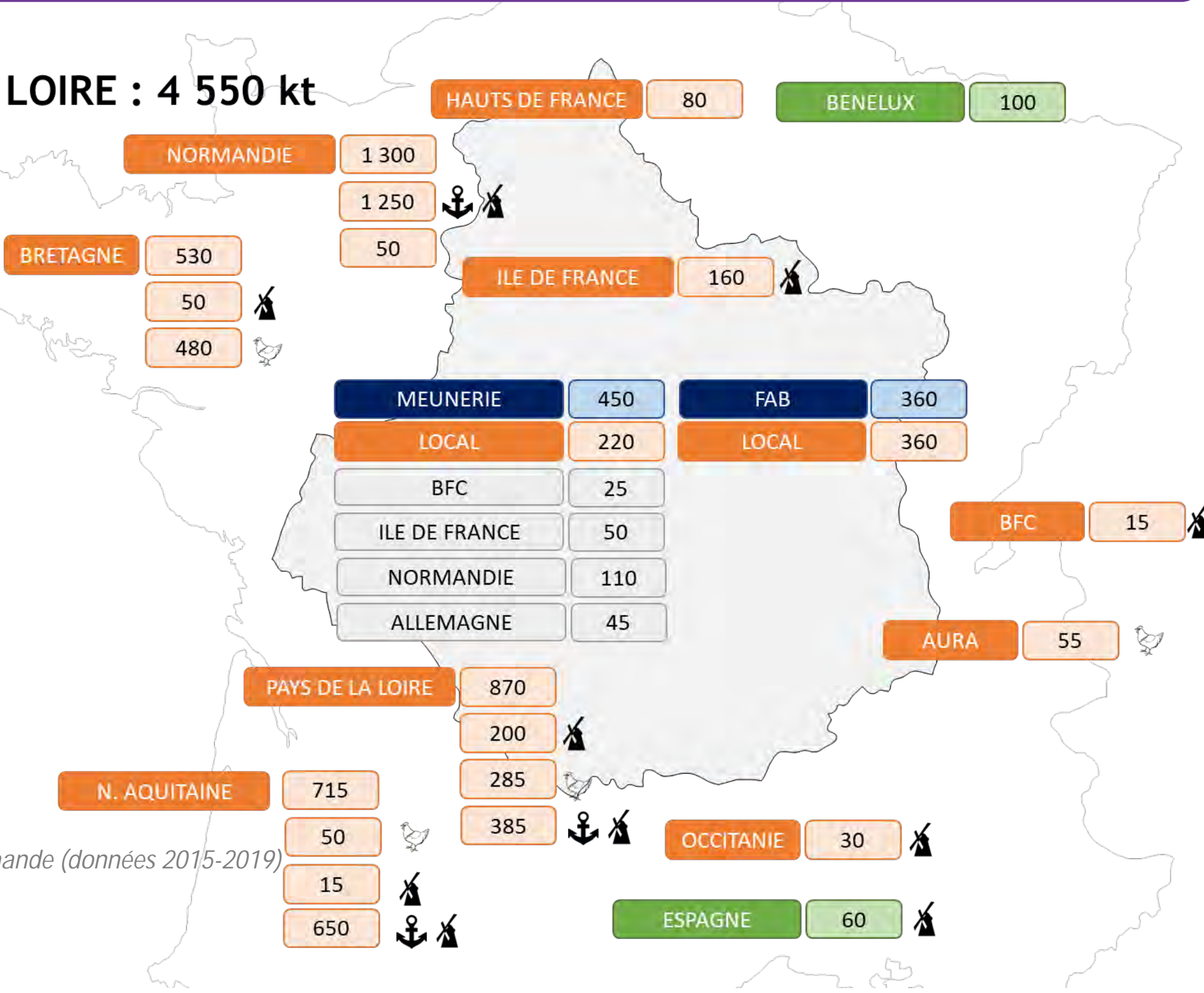
## Cartographie des marchés et flux des différentes régions

**CENTRE VAL DE LOIRE : 4 550 kt**

Allocation de la production de la région Centre Val de



Source : INTERCEREALES, étude adéquation Offre/Demande (données 2015-2019)



## Liste des segments de marchés, attentes quantitatives/qualitatives, et diagnostic de l'offre actuelle

Classe	Segment	Volume actuel	Potentiel qualitatif (variétés)	CRITERES VISÉS					Cœur de France				
				PROT	PS	W	TCH	H%	PROT	PS	W	TCH	H%
<b>B : Marchés très exigeants, ne pouvant être alimentés que par des emblavements spécifiques</b>													
B	MEUNERIE BAF - viennoiseries	200 kt - 4%		14	76	350	220	15	0/10	8/10	0/10	9/10	10/10
B	CAMEROUN	60 kt - 1%	8%	12	78.5	210	300	<12.5	3/10	2/10	3/10	6/10	4/10
<b>L : Marchés nécessitant une conduite protéines spécifique</b>													
L	MEUNERIE BPF - baguette	490 kt - 11%		11.5	76	170	220	15	7/10	8/10	8/10	9/10	10/10
L	PORTUGAL	100 kt - 2%		11.5	76	170	220	15	7/10	8/10	8/10	9/10	10/10
L	MAROC	280 kt - 6%	44%	11.5	78	180	250	<13.5	7/10	4/10	7/10	8/10	9/10
L	ALGERIE - new CDC après nov 2021	890 kt - 20% ?		11.5	77	180	240	<14	7/10	6/10	7/10	8/10	10/10
L	SENEGAL	60 kt - 1%		11.5	78	200	250	<13.5	7/10	4/10	4/10	9/10	9/10
<b>E : Marchés accessibles le plus fréquemment</b>													
E	ALGERIE - CDC avant nov 2021	890 kt - 20%		11	77	160	240	<14	10/10	6/10	10/10	8/10	10/10
E	COTE D'IVOIRE	110 kt - 2%	56%	11	78	180	220	15	10/10	4/10	7/10	9/10	10/10
E	AMIDONNERIE	230 kt - 5%		11	76	/	220	<15	10/10	8/10	NS	9/10	10/10
<b>S : Marchés les plus polyvalents</b>													
S	FAB	1230 kt - 27%	92% (hors BAF)	/	76	/	/	15	10/10	8/10	NS	NS	10/10

Diagnostic de l'offre actuelle sur la base des enquêtes collecteurs entrées silos 2004-2021 (ARVALIS-FRANCEAGRIMER)

Animation / coordination :










Avec la collaboration de :



# Adéquation de l'offre à la demande

## en blé tendre : travaux du Forum Blé tendre Cœur de France

### Recommandations en matière de variétés, pratiques culturales, métiers du grain par segment de marchés

	Génétique	Techniques culturales	Métiers du grain
<b>B</b>	✓ BAF : 11 variétés ✓ Segment Cameroun : assemblages possibles de variétés avec atouts spécifiques (Note protéines pures ≥ 7 ou W ≥ 240 ou PS ≥ 6) et de variétés équilibrées sur tous les critères	 1) Pilotage à DF selon besoins qualité 2) Dernier apport : 60-80 kgN/ha, à fractionner en 2 passages entre DF et épiaison sous forme solide   Irrigation pour valoriser les apports azotés   Valoriser des précédents légumineuses et des apports de PRO	Allotement obligatoire
<b>L</b>	3 critères prioritaires dans choix variétal = ✓ PS ≥ 5-6 ✓ Note protéines pures ≥ 3-4 ✓ W ≥ 170-180	 1) Pilotage à DF selon besoins qualité 2) Dernier apport entre DF et gonflement sous forme solide	Permet très souvent d'assurer le niveau de PS demandé
<b>E</b>	Limiter les surfaces de variétés avec PS ≤ 5	 1) Pilotage à DF selon besoins qualité 2) Dernier apport entre DF et gonflement   Priorisation des récoltes si pluies annoncées à maturité, années à risque vis-à-vis du PS	Vigilance pour assurer de bons niveaux de PS
<b>S</b>	✓ Viser des variétés à haut potentiel ✓ Très large gamme variétale	 1) Dose d'azote ajustée au potentiel visé 2) Dernier apport entre 2 nœuds et DF	Pas de contrainte particulière





Source : enquête répartition variétale, historique FranceAgriMer, 2022 ARVALIS

DF = Dernière Feuille. BAF = Blé Améliorant et de Force

### Les variétés adaptées par segment de marchés

Variétés	2022 (%)	Note protéines pures	Note GPD	Note PS	Note W	Classe Arvalis	Accessibilité aux différents segments			
							B	L	E	S
Mélange intra	22.3%	non identifié								
CHEVIGNON	14.5%	2	6	5	160-215	BPS				
KWS ULTIM	7.9%	3	6	7	185-240	BPS				
COMPLICE	6.6%	3	6	6	150-200	BPS				
REBELDE	3.6%	9	9	9	310-430	BAF				
RGT CESARIO	3.4%	3	6	6	170-225	BPS				
RGT SACRAMENTO	3.0%	4	7	7	155-195	BPS				
LG ABSALON	2.7%	5	6	7	185-210	BP				
OREGRAIN	2.3%	4	5	7	145-195	BPS				
FORCALI	1.9%	9	9	8	245-365	BAF				
PROVIDENCE	1.7%	4	7	7	185-240	BPS				
KWS EXTASE	1.7%	3	6	5	160-210	BPS				
MACARON	1.5%	3	6	7	185-245	BP				
IZALCO CS	1.5%	9	9	9	345-440	BAF				
DIAMENTO	1.2%	4	6	6	175-210	BPS				
SYLLON	1.2%	5	7	8	185-205	BPS				
APACHE	1.1%	5	5	6	160-210	BPS				
TENOR	1.1%	3	6	6	180-220	BPS				
UNIK	1.1%	6	8	9	160-240	BPS				
HYLIGO	1.0%	2	7	6	165-200	BPS				
ASCOTT	0.9%	3	6	6	170-210	BP				
PILIER	0.8%	3	5	6	115-195	BPS				
TALENDOR	0.7%	4	7	7	205-250	BPS				
PRESTANCE	0.7%	4	8	8	205-270	BPS				
RUBISKO	0.6%	5	6	5	135-195	BP				
FILON	0.6%	5	8	6	140-185	BPS				
BOREGAR	0.6%	5	6	5	165-175	BPS				

#### Légende de l'adaptation des variétés aux différents segments :

-  Non optimale pour ce débouché
-  Débouché accessible avec un vigilance sur la protéine et/ou W
-  Débouché accessible avec un vigilance sur le PS
-  Optimale pour ce débouché

Source : enquête répartition variétale, historique FranceAgriMer, 2022 ARVALIS

Animation / coordination :  
Avec la collaboration de :

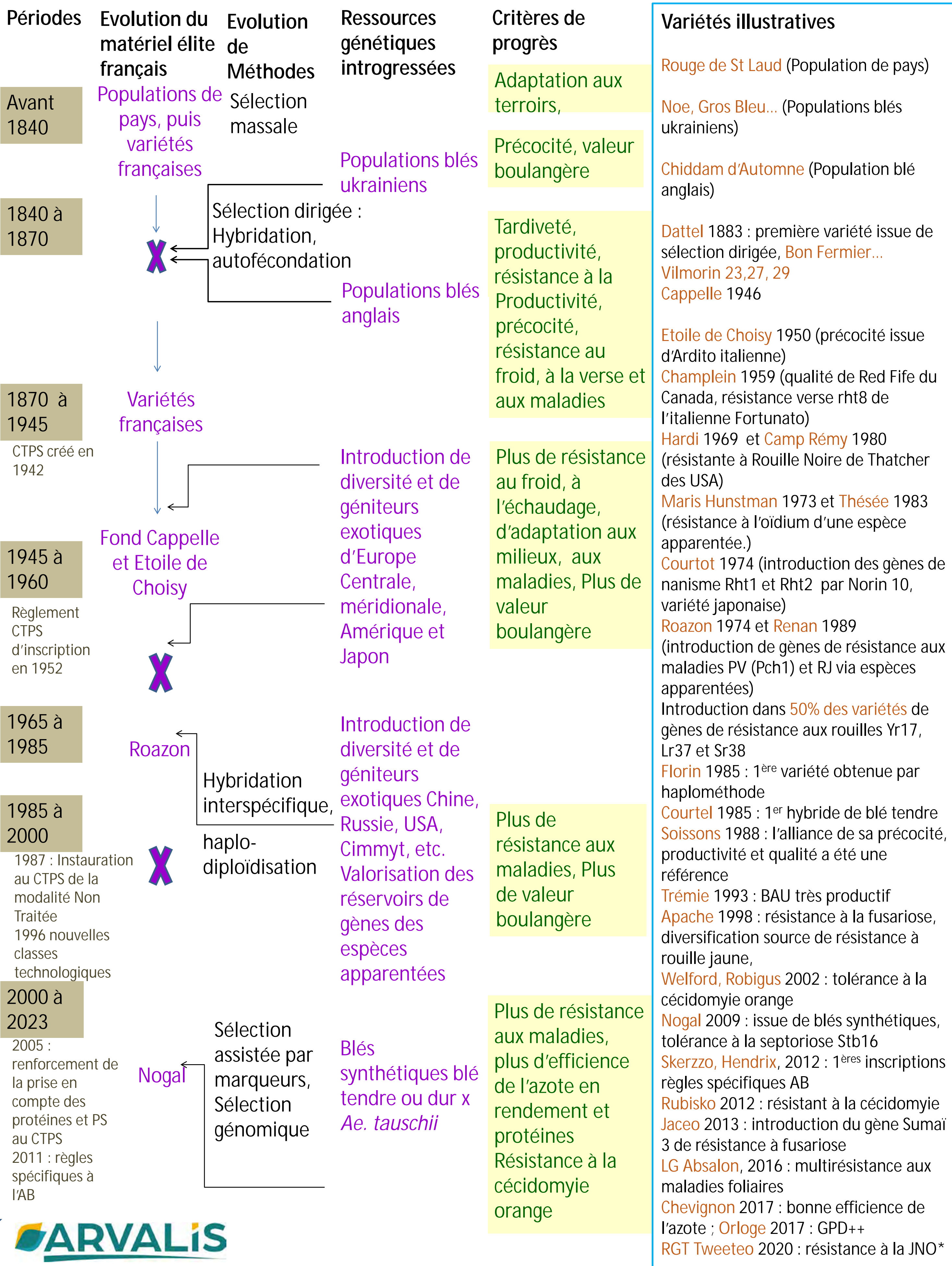


C.A.PRO.GA.  
La Meunière





# Des caractéristiques qui évoluent avec les besoins de progrès et les techniques de sélection, le cas du blé tendre d'hiver



mes

# Comment choisir ~~ma~~ variétés ?

## Ne jamais cultiver une seule variété !

### Diversifier ses types variétaux = 1<sup>er</sup> levier de sécurisation

- Limiter les risques d'accident climatiques (gel, échaudage...)
- Lisser l'effet année des comportements variétaux

### CRITERES DE BASE

**SATISFAIRE SON DEBOUCHE**  
Localement, qualité minimum BPS

### PRECOCITE

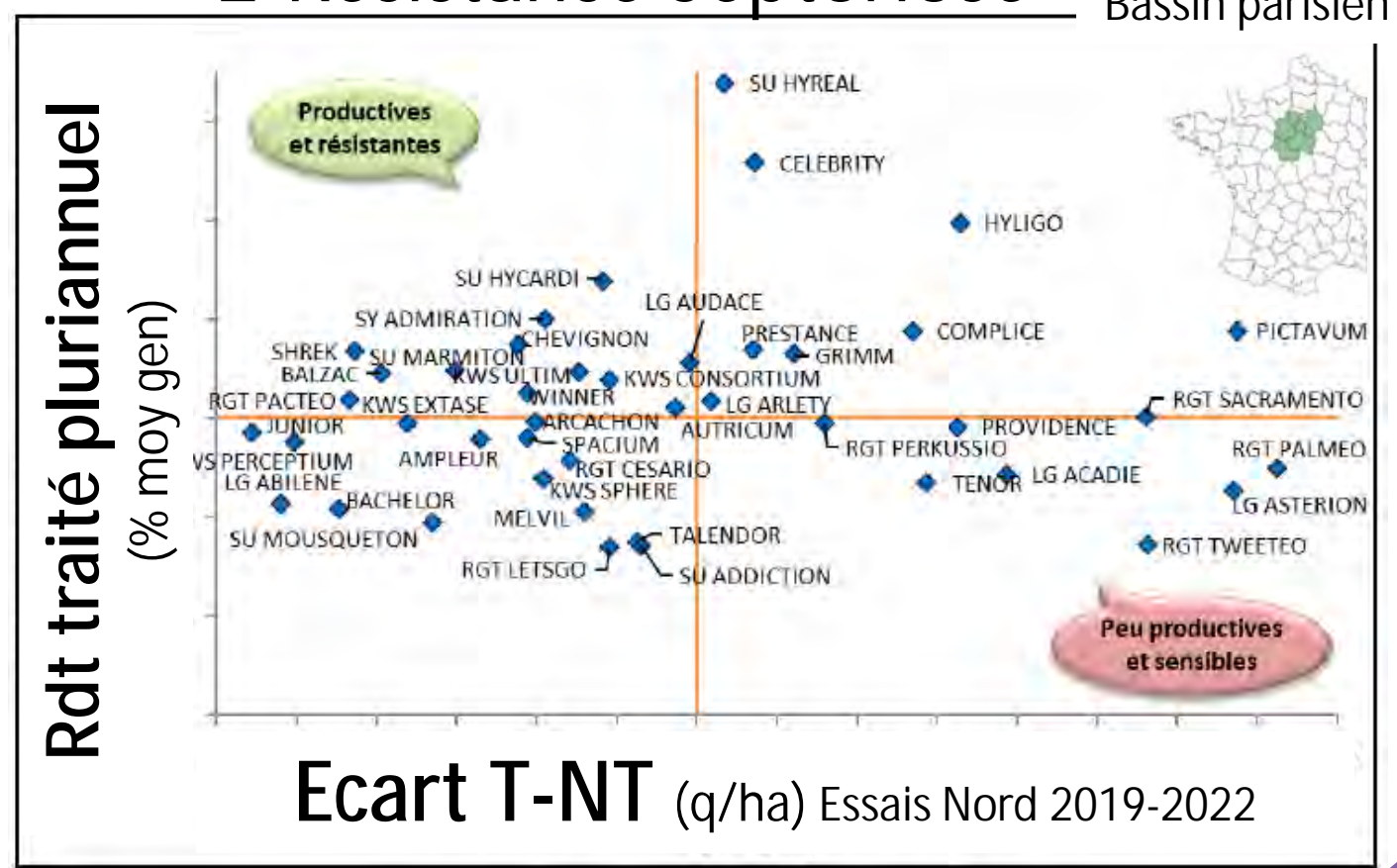
Gamme adaptée à son pédoclimat

- sol profond/superficiel
- Offre climatique
- créneau de semis

### POTENTIEL & FAIBLE ECART T-NT

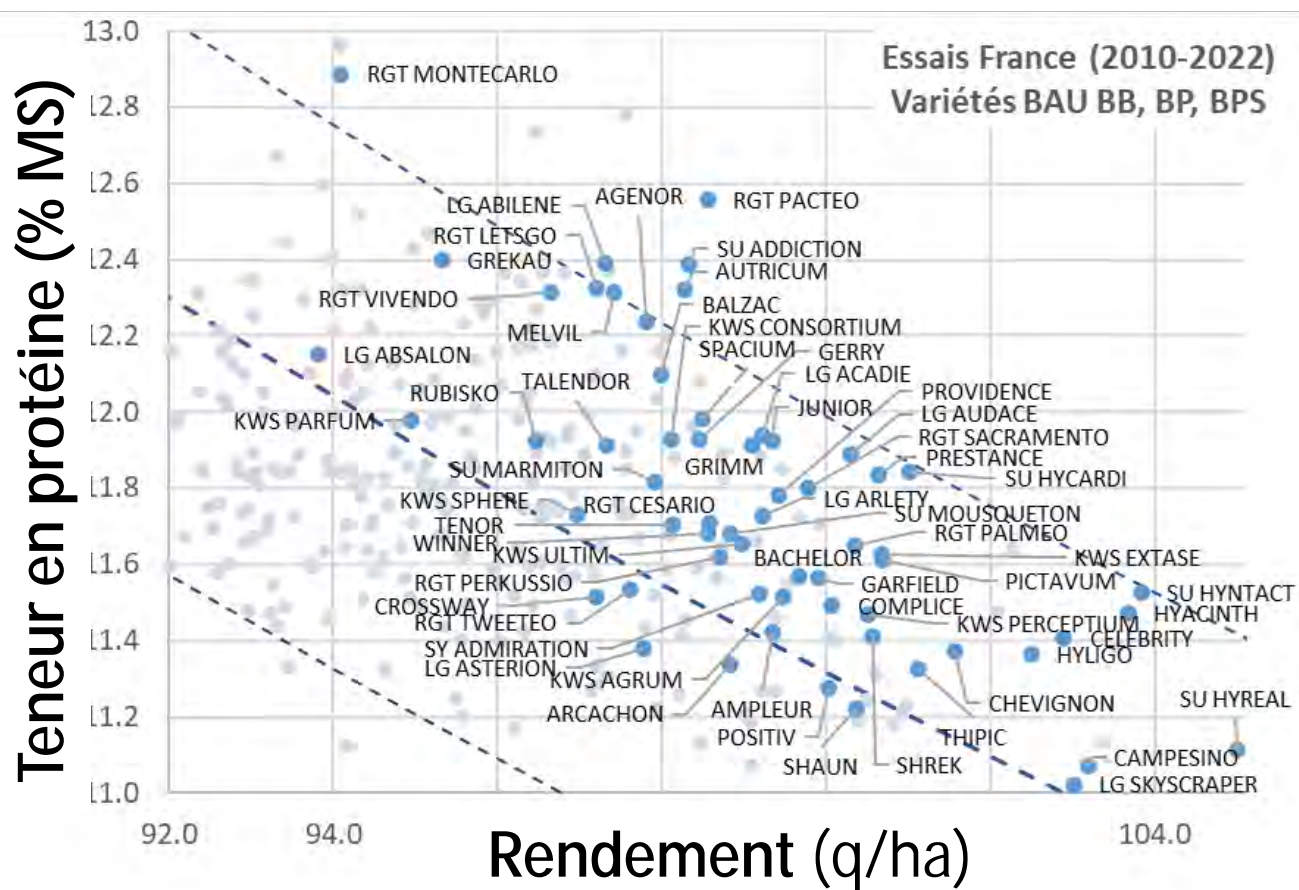
- 1-Résistance rouille jaune
- 2-Résistance Septoriose

Zone Sud  
Bassin parisien



### CRITERES COMPLEMENTAIRES ou DE COMPROMIS selon le contexte parcellaire, cahier des charges ...

### COMBINER RDT & PROTEINES à Note GPD



### PRESSION ADVENTICES

- tolérance CTU
- Variété précoce pour semis tardif

### RESISTANCE VERSE

### RESISTANCE MOSAIQUES

### RESISTANCE CECIDOMYIES ORANGES

### PRECEDENT

- Mais Note Fusariose & DON
- Blé : Note Piétin Verse & comportement

POUR VOUS AIDER :

Choix des variétés  
Blé tendre

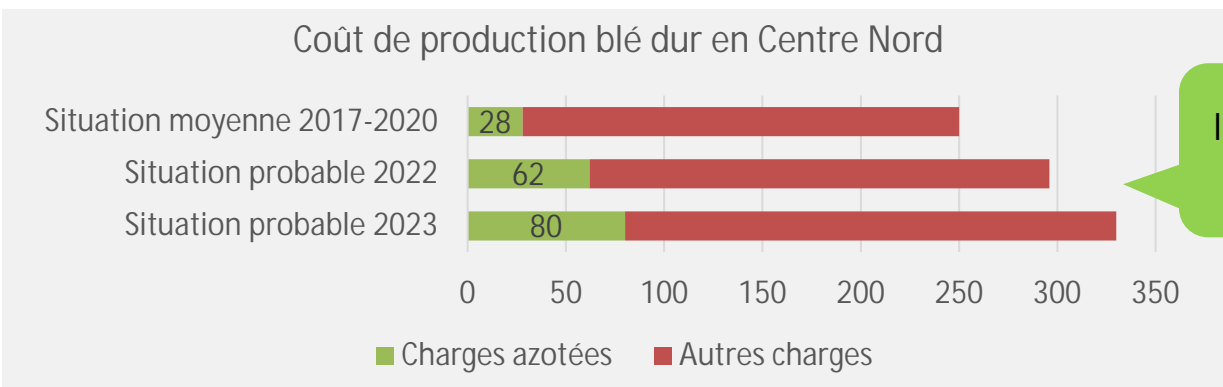


# Fertilisation et économie

## Trouver le bon compromis

### Impact de la conjoncture économique sur les coûts et marges

Des coûts de production impactés par le prix de l'azote



En condition classique, l'azote c'est 10% des coûts de production, 20 à 25% demain

**i** Coût de production 2017-2020  
190€/t en blé tendre  
241€/t en blé de force  
250€/t en blé dur

	Rdt (q/ha)	Apport N (kgN/ha)
Blé tendre	78	205
Blé de Force	63	230
Blé dur	67	240

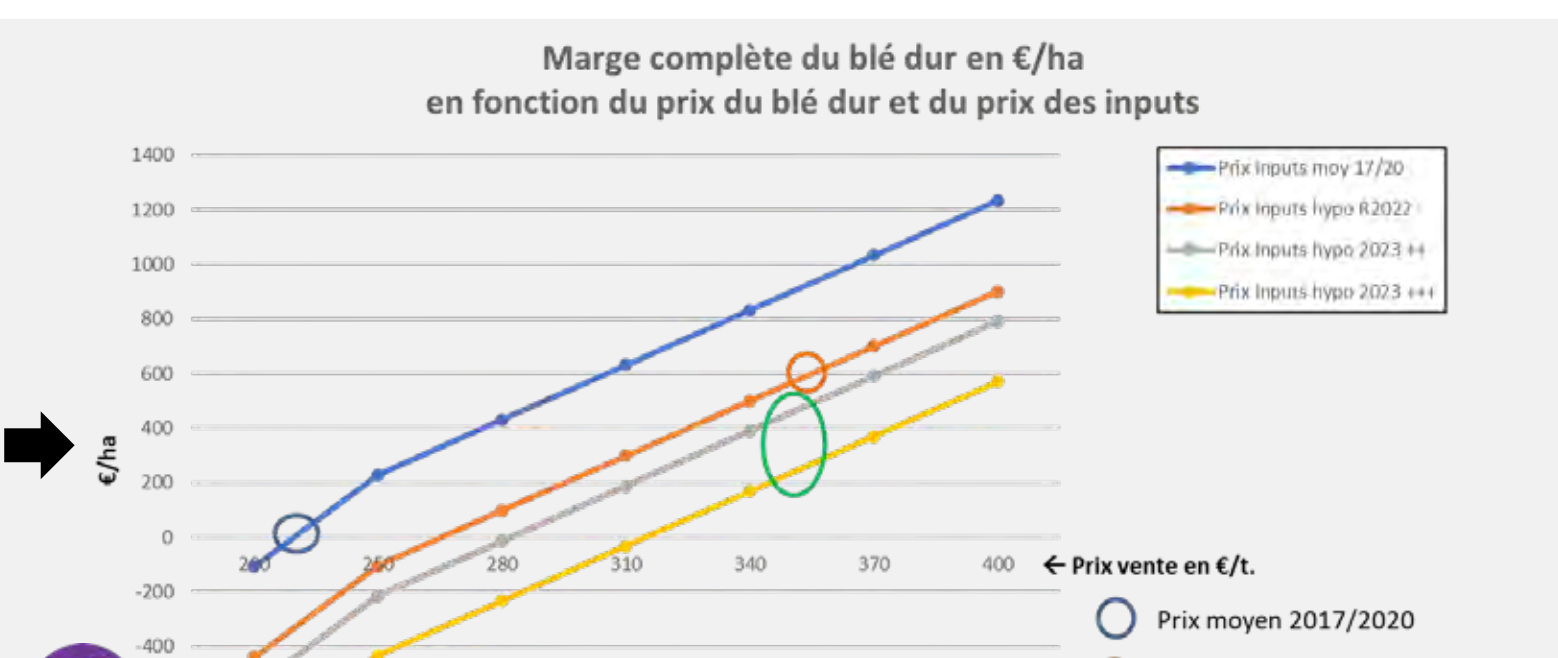
Source : Observatoire Arvalis Unigrains (à partir de données CERFrance) + expertise - Traitement Arvalis avril 2023

	mai 17/20	Prix inputs hyp. R 2022	Prix Inputs hyp. 2023 ++	Prix Inputs hyp. 2023 +++
Prix kg N	0.8	1.9 (+140%)	1.9 (+140%)	2.5 (+210%)
Prix kg P	0.8	1.3 (+60%)	1.8 (+125%)	2.3 (+190%)
Prix kg K	0.55	0.8 (+45%)	1.2 (+120%)	1.6 (+190%)
Prix l. carburant	0.65	1 (+55%)	1.1 (+70%)	1.3 (+100%)
Ch. phytos/ha	166	169 (+2%)	183 (+10%)	191 (+15%)

	mai 17/20			
Prix t. Ammo 33.5	313	670	710	950
Prix t. Urée 46	317	680	660	950
Prix Solution 30	199	660	630	750

Source : Observatoires & expertises Arvalis, mai 2022



**i**

Marge complète	Situation moyenne 17/20	Hypothèse récolte 2022	Hypothèse récolte 2023
Blé dur	≈ 0€/ha	≈ +600€/ha	≈ +220 à +470€/ha
Blé tendre	≈ -30€/ha	≈ +180€/ha	≈ -50 à +120€/ha
Blé de force	≈ +75€/ha	≈ +120€/ha	≈ +300 à +500€/ha

Malgré un coût des intrants en grande augmentation, le blé dur reste une espèce intéressante pour la région

### Calculer les enjeux technico-économiques moyens et ajuster son fractionnement

Calcul des ajustements de dose et de leurs impacts

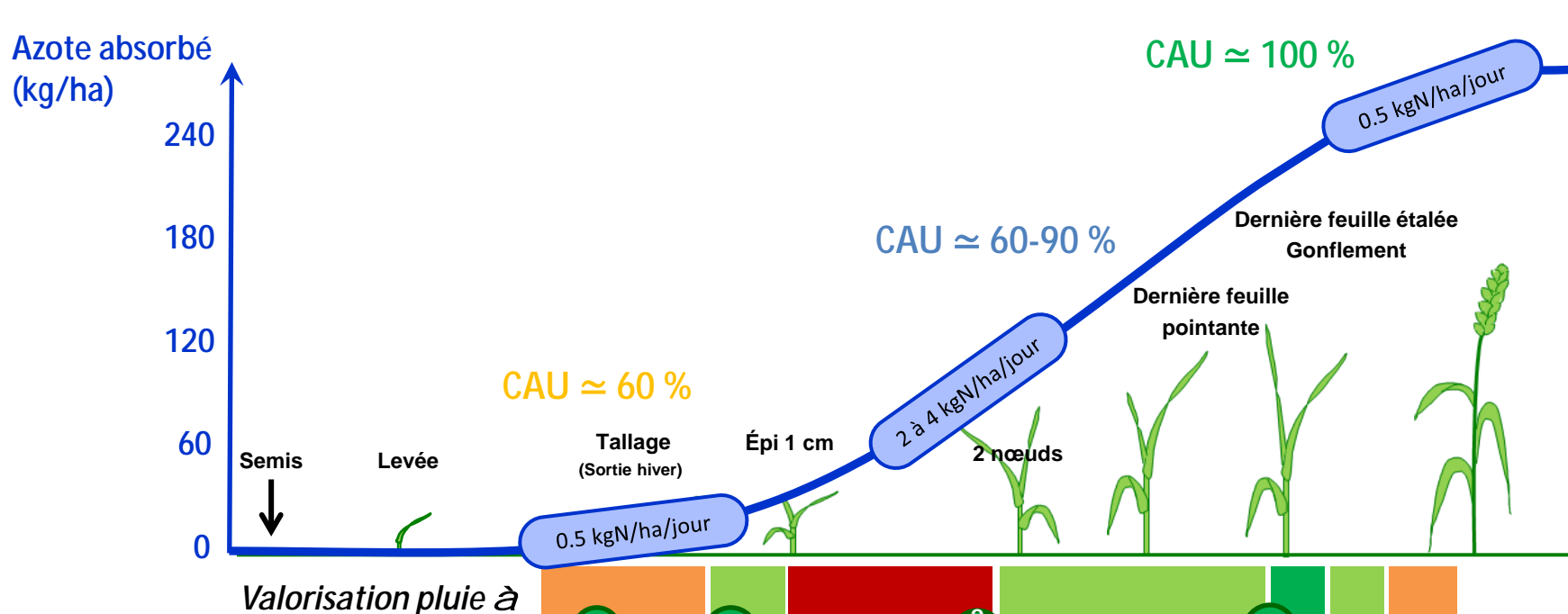
Blé dur	Scénario	Hypothèse récolte 2022	Hypothèse récolte 2023	Hypothèse récolte 2023 +++
	Prix N	1.90 €/kgN	1.90 €/kgN	2.50€/kgN
	Prix blé dur	360€/t	350€/t	350€/t
	Ratio blé / N	1.9	1.8	1.4
	Dose	-7 kgN/ha	-8 kgN/ha	-21 kgN/ha
	Rendement	-0.3 q/ha	-0.4 q/ha	-1.2 q/ha
	Teneur en protéines	-0.1 %	-0.1 %	-0.3%

Référence : N : 0.95€/kgN / Blé dur 220€/t

Dans un scénario d'intrants très chers, un ajustement de -20 à -30 kgN/ha est technico-économiquement souhaitable

L'impact rendement et protéines peut être en partie compensé par un bon positionnement de l'azote

### Optimisation des apports d'azote sur BDH



Variétés de blé dur	Bq Besoin d'azote par quintal produit à 14 % de protéines	Dose de mise en réserve à reporter fin montaison (apport qualité) (Kg/ha)
RGT VOILUR	3,7	40
ANVERGUR KARUR	3,9	60
CANAILLOU RELIEF	4,1	80

Dans tous les cas, ne mettre de l'azote que dans les périodes favorables (chaque unité compte !)

**Impasse tallage possible**  
Enjeu : -40 kg N/ha

**Apport tallage** : une valorisation médiocre pour un apport pas toujours justifié. A piloter avec un reliquat sortie hiver

**Réduction possible**  
Enjeu : -40 kg N/ha

**Début montaison** : besoins de la plante importants. Viser une date de bonne valorisation plutôt qu'un stade à anticipation possible. Fractionnable avant et après épi 1cm pour maximiser les valorisations par les pluies

**Enjeu qualité**  
Aucune réduction de dose

**Fin montaison** : Fort intérêt rendement/protéines avec de bonnes conditions de valorisation.

# Répondre aux critères qualité de la filière par des leviers au champ

Les exigences des acheteurs de blé dur ont trois objectifs :

- Respecter les normes de qualité sanitaire
- Obtenir un rendement en semoule élevé
- Produire des pâtes de bonne qualité organoleptique



## Qualité sanitaire

### Fusarioses et Mycotoxines dont le déoxynivalénol = DON

Teneur max réglementée : 1750 µg/kg de blé dur aujourd'hui / **1500 µg/kg à partir du 1<sup>er</sup>/07/2024**

1 Précédent cultural :  
maïs / sorgho

D

2 Travail du sol : labour et/ou  
broyage des résidus

C

3 Choix variétal  
+ 0.5 note accumulation DON = - 12% de DON

C



4 Protection fongique à floraison

C

5 Gestion de l'irrigation

C

Classement des leviers agronomiques mobilisables : les cumuler pour limiter les risques DON.

## Qualités technologiques

Seuil objectif de 13,5%  
+ 40 KgN/ha = + 0.6 % de protéine



### Teneur en protéines

1 Choix variétal : besoins en azote des  
variétés bq<sub>14</sub>%

C

2 Fertilisation azotée : fractionnement  
de la dose totale en 3 à 5 apports

C

3 Mise en réserve pour adaptation  
annuelle et pilotage du 3<sup>ème</sup> apport

C

### Mitadinage : le grain n'est plus totalement vitreux. Diminution du rendement en semoule



Grain vitreux

Grain mitadiné

Seuil maximal toléré de  
20 à 25%

+ 1 mm de pluie à  
partir de grain pâteux  
= + 1% de mitadinage

1 Fertilisation azotée conduite à l'optimal

C

2 Choix variétal

C

3 Date de récolte tardive, après pluie

D

### Moucheture : décoloration noire du sillon ou autour du germe

Seuil maximal toléré de 5%

Si + de 60 mm post épiaison alors risque élevé de  
dépasser 5% de gains mouchetés



1 Environnement : forte densité, climat  
humide d'épiaison à grain laiteux,  
irrigation tardive, risque verse

D

2 Choix variétal

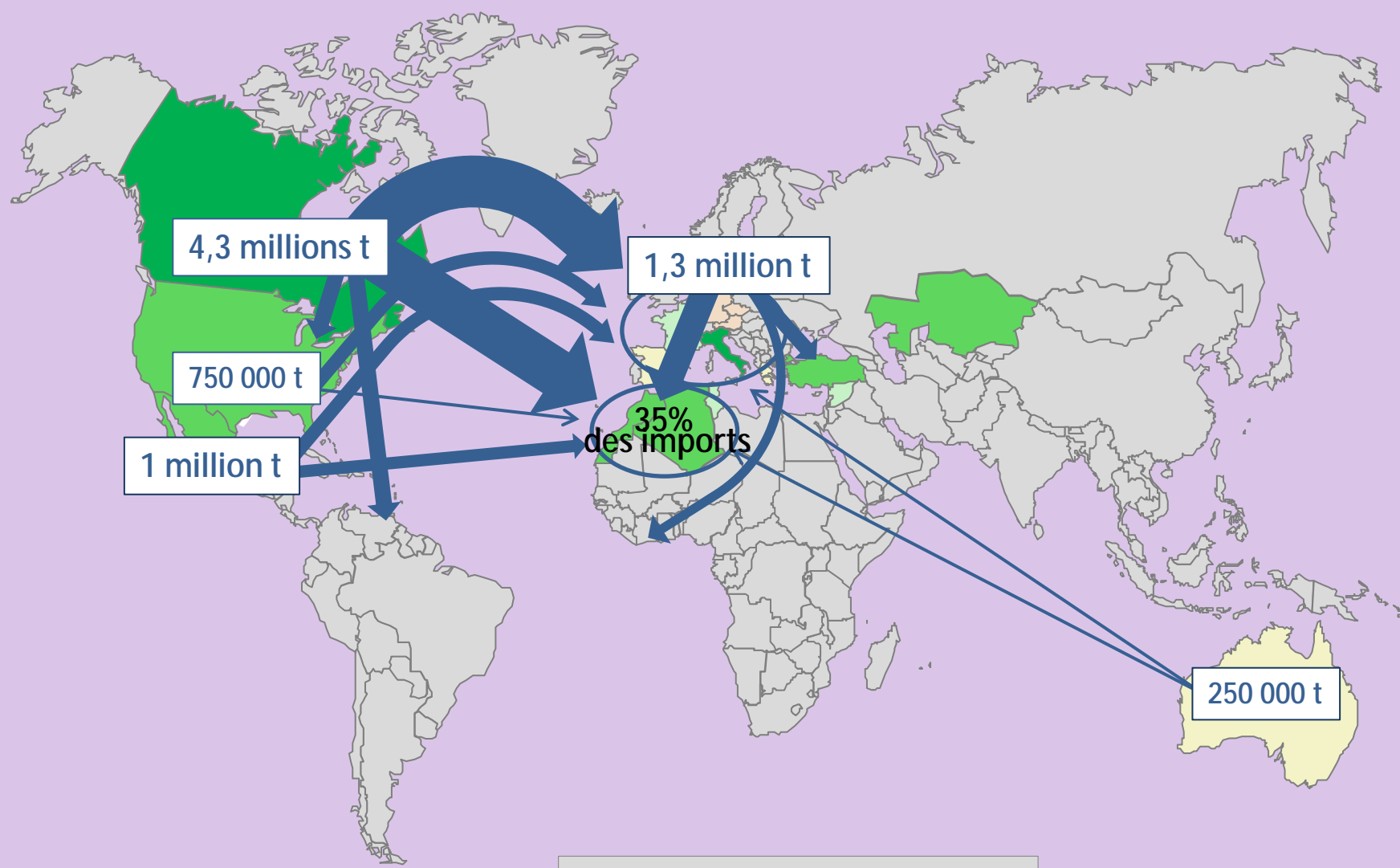
C

3 Protection fongique de l'épi

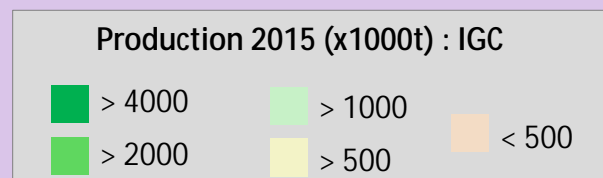
C

# Marché du blé dur

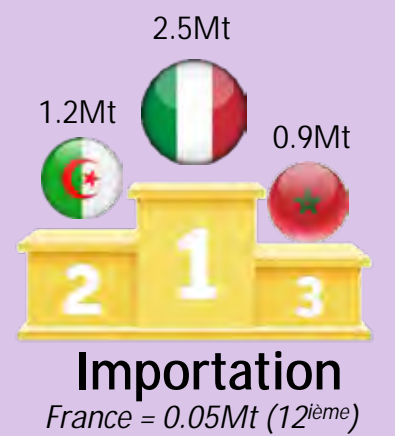
## Un marché mondial piloté par le Canada, l'Italie et le Maghreb



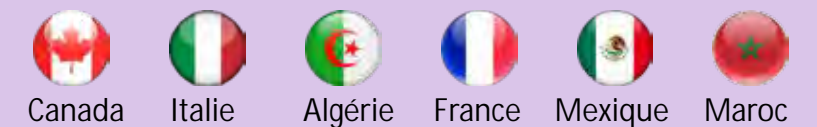
Commerce mondial 2015 :  
**7.7 millions t**



Production mondiale 2015 :  
**37.3 millions t**

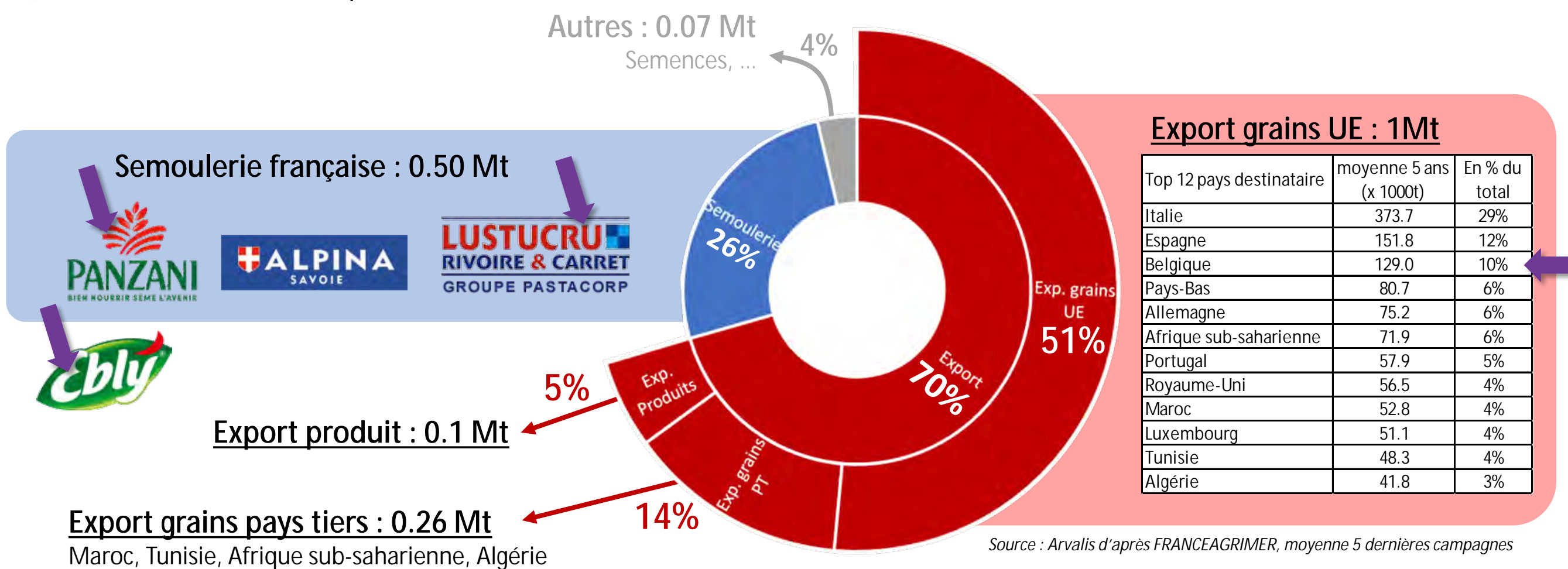


Podium – période 2018-2022

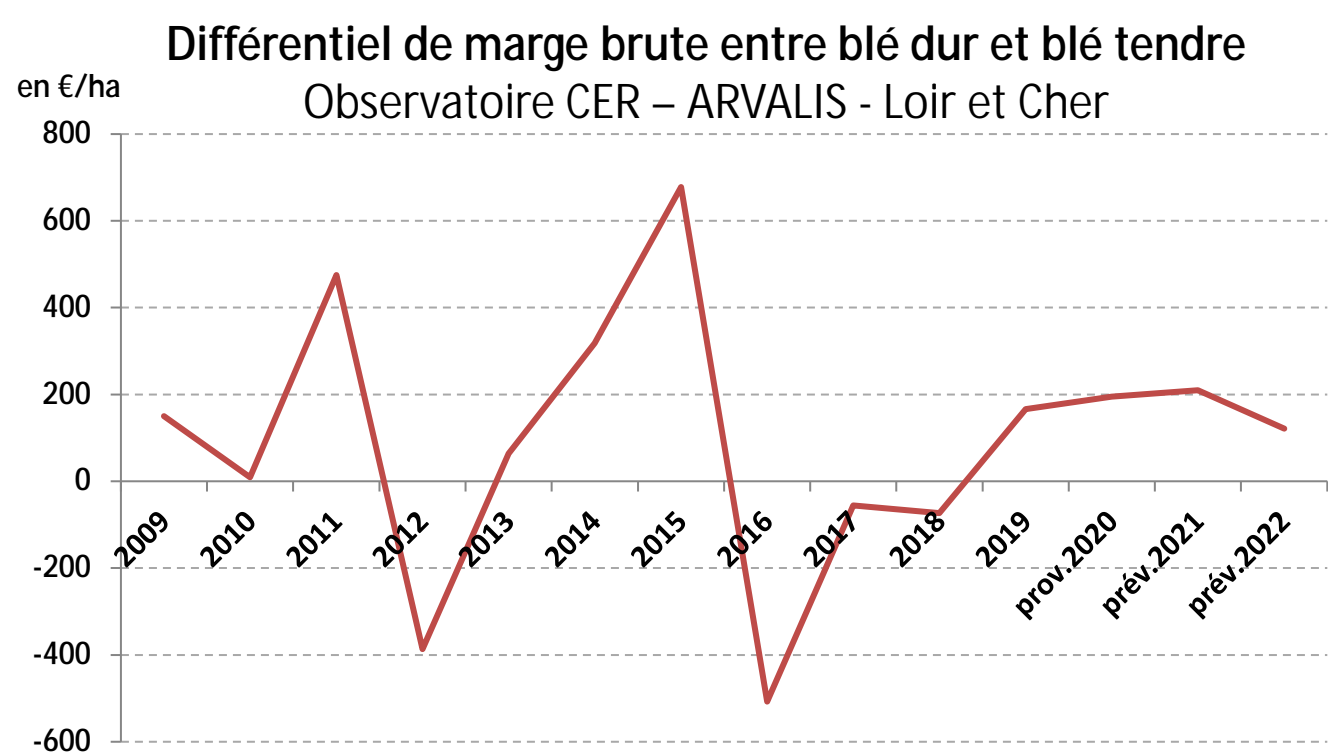


## Les valorisations du blé dur français : la semoulerie française, l'Italie et l'Espagne

➔ Destination du blé dur produit dans le Centre



## Un intérêt économique pour les exploitations en pluriannuel



Source : Arvalis d'après l'Observatoire Arvalis-Unigrains et des données CER dans le département du Loir et Cher

- Observatoire = données réelles avec **les prix payés (avec réfections)** + différentes stratégies de commercialisation
- En moyenne sur 14 ans dans le Loir et Cher, le différentiel de marges brutes entre blé dur et blé tendre est de **100€/ha** à un atout économique pour la région (avec 10 années sur 14 favorables)
- Le risque qualité / rendement est bien réel mais pas impactant tous les ans. Les années négatives = accidents climatiques importants :
  - 2012 : pluie de fin de cycle importante = TCH et grain fusariés
  - 2016 : record de pluie post épiaison = TCH, PS dégradé, moucheture, rendement très faible
  - 2017 : pluie à la récolte = TCH

# La recherche en blé dur

## Pour des variétés plus performantes

### Progrès Génétique

Progrès génétique estimé au niveau national sur les variétés inscrites ces 25 dernières années : des gains significatifs pour la plupart des critères.

Critères Agronomiques	Progrès génétique (unité/an)	Critères Qualité Technologique	Progrès génétique (unité/an)
Rendement (q/ha)	+0.42	Protéines (%)	-0.03
Nuisibilité (q/ha)	-0.38	Indice de jaune	+0.14
Froid (%)	-0.58	Indice de brun	-0.02 (NS)
Verse (%)	0.02 (NS)	Moucheture (%)	-0.04 (NS)
Fusariose des épis (%)	0.04 (NS)	Mitadin (%)	Stable
Oidium (%)	-0.34	PMG (g)	Stable
Rouille brune (%)	-0.48	PS (kg/hl)	Stable
Septorioses (%)	0.2 (NS)		

Source : ARVALIS, à partir des essais Post-Inscription (ARVALIS) et CTPS (GEVES) ou d'essais spécifiques Progrès Génétique.

### Historique des principales cibles d'amélioration variétale



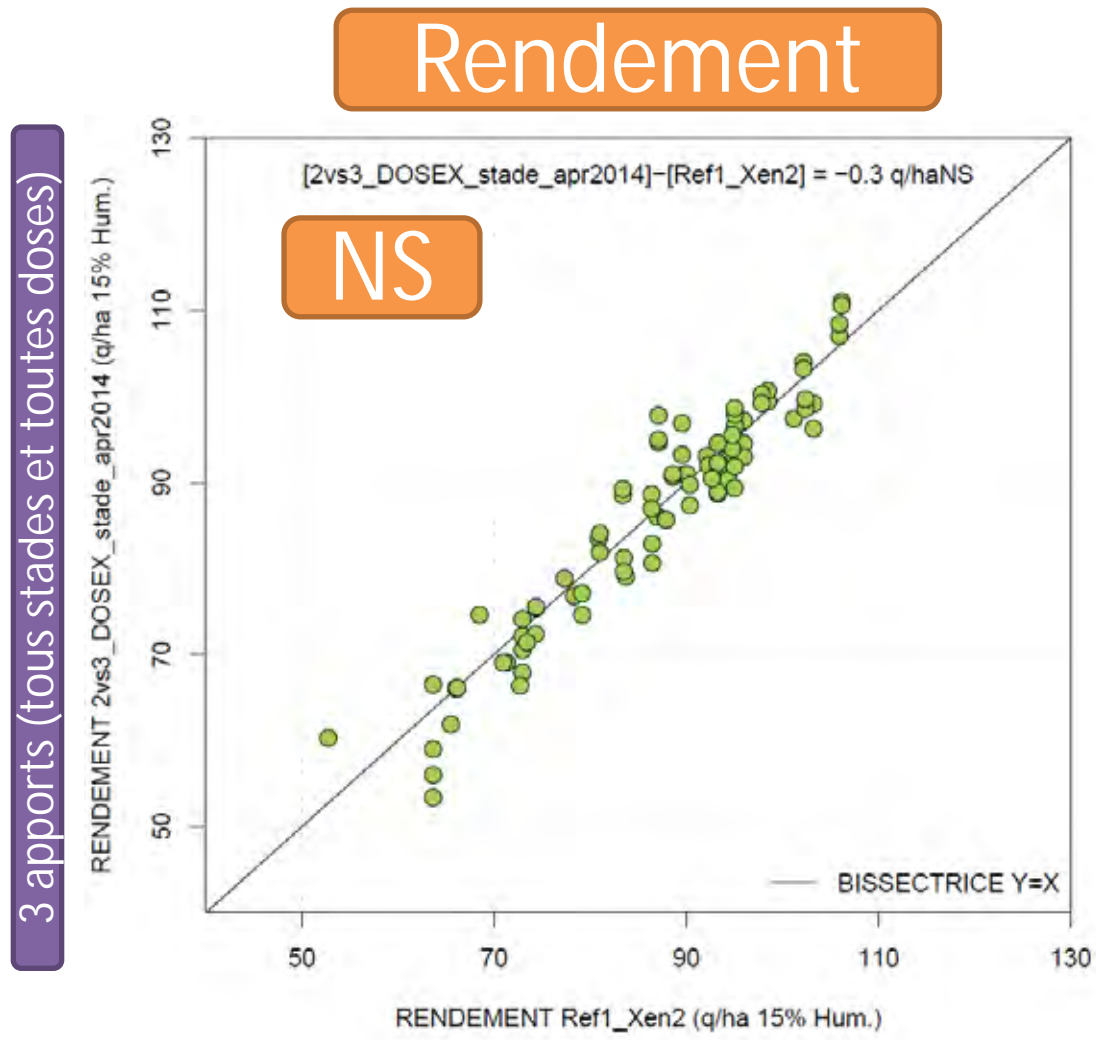
La variété n'est pas la solution unique, c'est pourquoi des projets agronomiques sont également menés sur blé dur: ADAPTE (Adapter les ITK de BD face au changement climatique), EXQUALIDUR (Génétique, Agronomie et Qualité)

### Les principaux partenaires de la recherche en blé dur

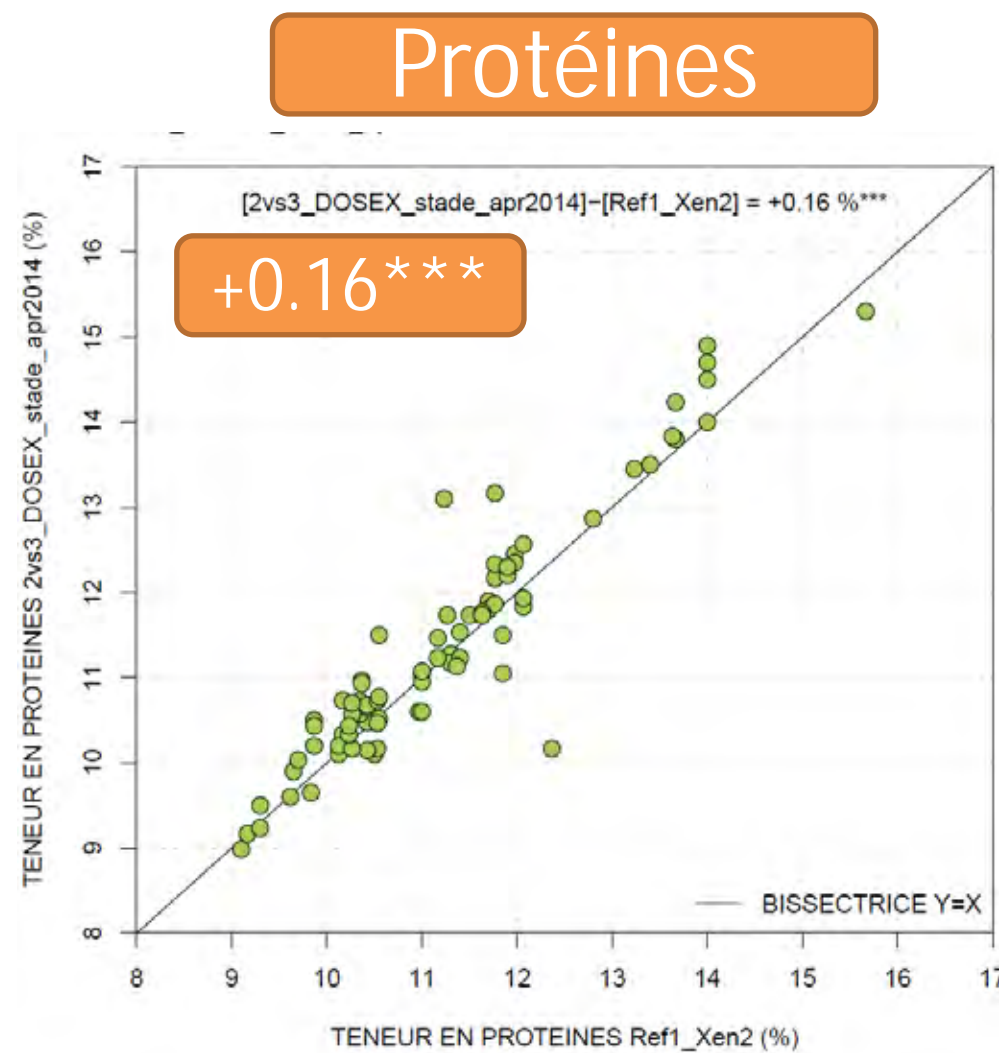


# Orges brassicoles : comment assurer la teneur en protéine?

- Pas de risque à fractionner en 3 apports



Synthèse essais « fertilisation azotée des orges d'hiver » ARVALIS et partenaire 1994-2022 – 360 essais – Moitié Nord France – 38 variétés (dont plus de la moitié en ESTEREL et ETINCEL)



Synthèse essais « fertilisation azotée des orges d'hiver » ARVALIS et partenaire 1994-2022 – 360 essais – Moitié Nord France – 38 variétés (dont plus de la moitié en ESTEREL et ETINCEL)

3 apports (tous stades et toutes doses)

3 apports (tous stades et toutes doses)

2 apports (tallage – épi 1 cm)

2 apports (tallage – épi 1 cm)

A dose équivalente :

- Pas d'effet rendement quel que soit le stade ou la dose du 3<sup>ème</sup> apport
- Risque de perte de rendement du fractionnement des petites doses (<130 kgN/ha)

A dose équivalente :

- Augmentation de la teneur en protéine de +0.16%
- Un fractionnement en 3 apports ne favorise pas les dépassements > 11.5% de protéine

Augmentation plus forte de la protéines pour les stades tardifs et fortes doses au 3<sup>ème</sup> apport



è Pour les orges brassicoles, on privilégiera un dernier apport de 30 à 40 kgN/ha autour du stade « 2 nœuds »

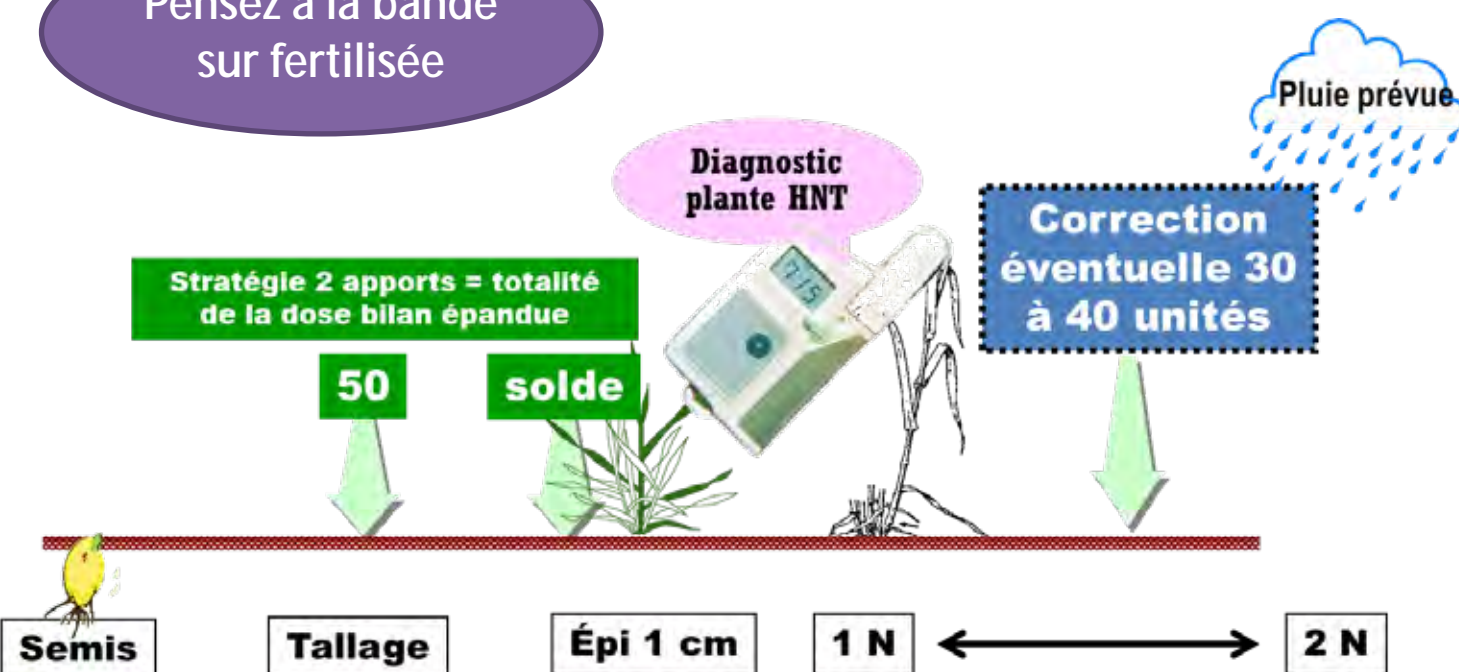
- Comment piloter le 3<sup>ème</sup> apport d'azote?

Exemple : Méthode HNTester Extra

OH et OP



Pensez à la bande sur fertilisée



Exemple : Méthode Farmstar

OH

Une mise en réserve progressive pour les doses prévisionnelles fortes:

- » Si DT < 160u
- » Si 160u ≤ DT < 180u
- » Si 180u ≤ DT < 200u
- » Si 200u ≤ DT

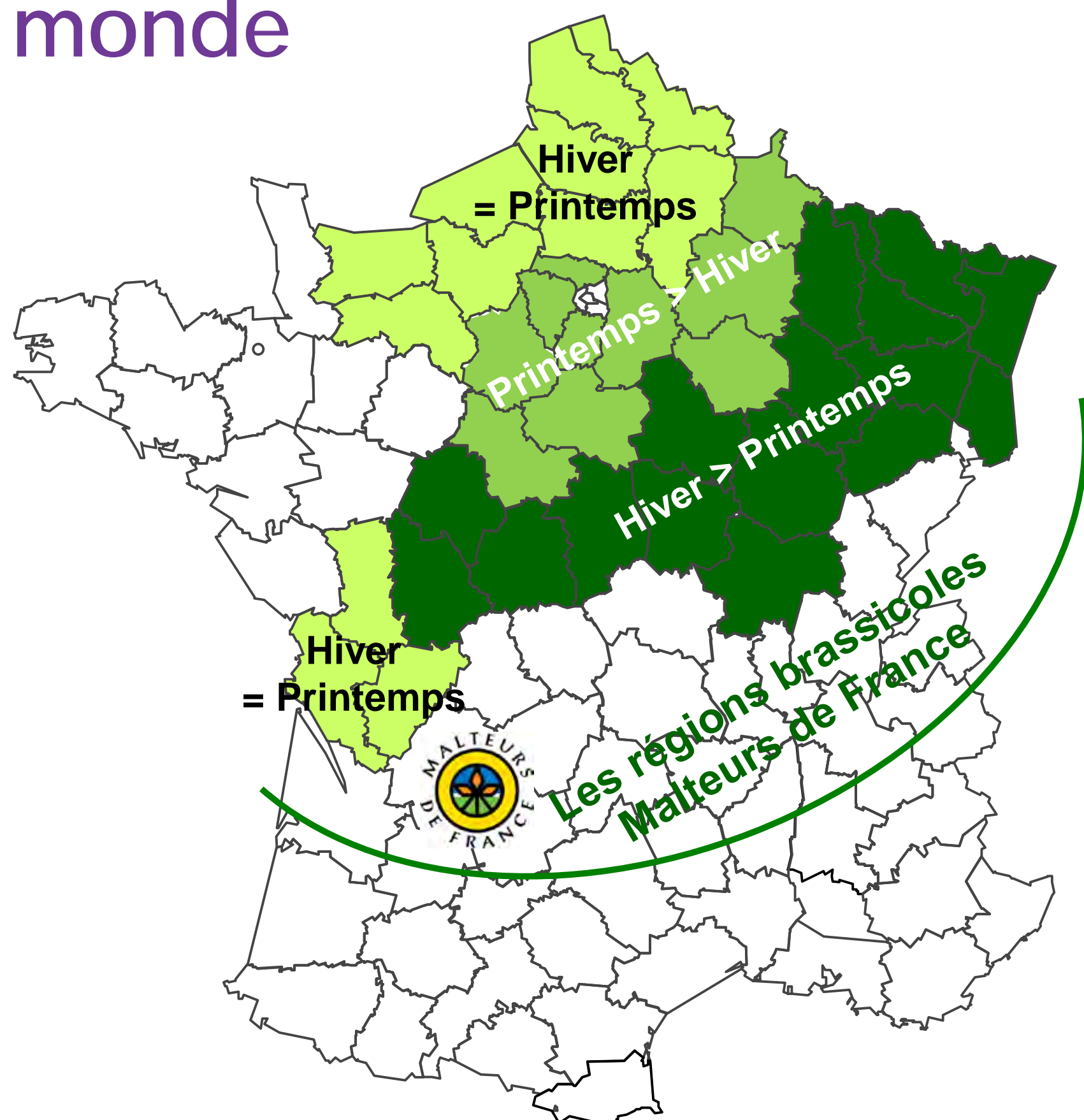


DT = dose totale

Un conseil 3<sup>ème</sup> apport entre 0 et 40u.\*

Le pilotage permet de corriger les situations de sous fertilisation (sous estimation de la dose X, année favorable au rendement)

# Les chiffres clés de la filière brassicole en France et dans le monde



La France cultive  
1 million d'ha d'orges  
brassicolas, dont 50% en  
OH et 50% en OP

La France produit 4 Mt  
d'orges de brasserie

1 ha d'orge brassicole  
permet de produire  
35 000 L de bière, soit  
140 000 verres de 25 cl !

## Une filière structurée

- Près de 115 000 exploitations cultivent de l'orge en France.
- La France est le 1<sup>er</sup> producteur d'orge brassicole au sein de l'UE.
- Depuis 1967, la France est le 1<sup>er</sup> exportateur mondial de malt : 75% de la production française est exportée.
- 15% des bières brassées dans le monde le sont à partir d'orges de brasserie et de malts français.
- La malterie française est représentée par 3 groupes (parmi les 5 premiers mondiaux !).
- La France compte près de 2500 brasseries sur son territoire !



L'abus d'alcool est dangereux pour la santé, les boissons alcoolisées sont à consommer avec modération.



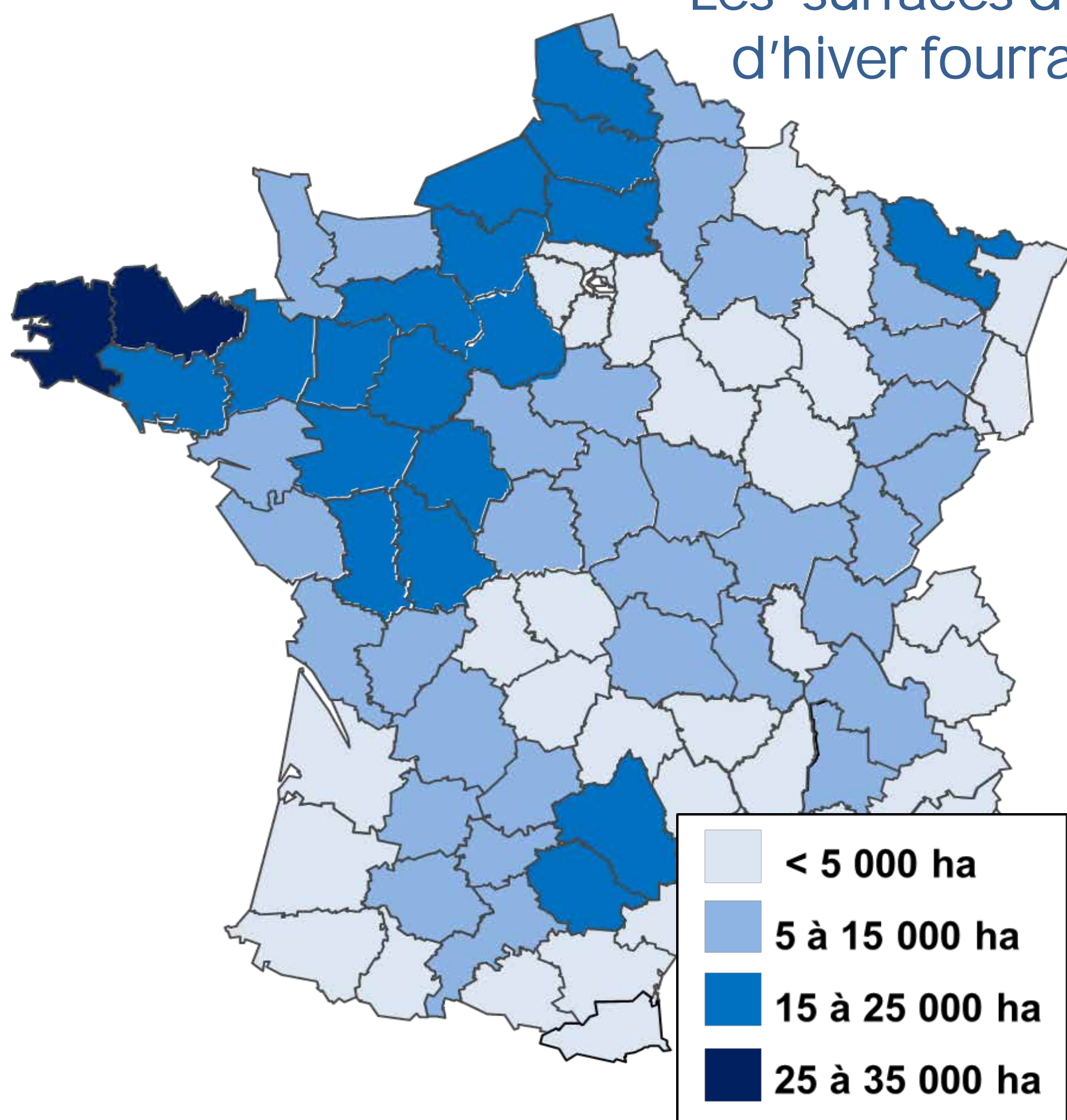
### Bon à savoir !

Les Orges d'hiver 6 rangs brassicoles sont une spécificité française, avec une grande importance pour la filière à l'échelle France et Monde.



# Les orges d'hiver fourragères en France

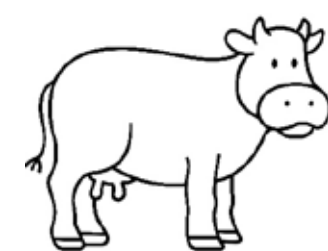
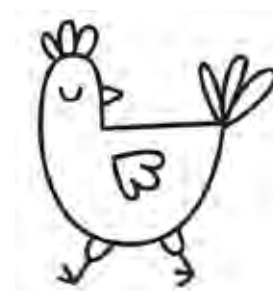
## Les surfaces d'orges d'hiver fourragères



En France, sur 1.8 million d'hectare d'orges cultivés et 11 Mt produites, la part des orges fourragères représente 850 000 ha et 8 Mt.

L'orge est la 3<sup>ème</sup> céréale destinée au débouché fourrager (après le blé et le maïs).

## Les principales utilisations des orges en France



# Les VRAI-FAUX des orges de printemps semis d'automne (OPsa)

## Les OPsa sont une stratégie pour sécuriser le rendement

C'est le cas principalement en sols superficiels : nb épis/m<sup>2</sup> sécurisé, moindre exposition aux stress hydrique et thermique de fin de cycle, gain de rendement (+15%) par rapport à un semis de printemps.

## Semer une orge de printemps à l'automne est sans risques

Les OPsa sont soumises à un risque de gel, à une pression rhynchosporiose amplifiée, à une pression graminée, aux ravageurs (pucerons d'automne) et aux mosaïques

### Nos recommandations :

- à Semer sur la première quinzaine de novembre.
- à Eviter les mélanges de spécialités herbicides d'automne.
- à Peu importe la note de tolérance aux maladies foliaires, la pression rhynchosporiose sera précoce et élevée.

Nuisibilité q/ha	KWS FARO Semis octobre	RGT Planet Semis novembre	RGT Planet Semis printemps
	10	16	6



*Les notes de tolérance à la rhynchosporiose sont établies sur des semis de printemps..*

*RGT Planet passe de 6 à 3  
Lauréate passe de 6 à 4*

## Les OPsa offrent une qualité de grain très correcte

Calibrage et teneurs en protéines bons voire très bons, et répondant au cahier des charges brassicole. Qualité brassicole également plus régulière qu'en semis de printemps.

# Orge - Recherche dynamique

*Des programmes collaboratifs avec tous les acteurs des filières*

## Rhynchosporiose, helminthosporiose

- . Constitution d'une collection de souches des champignons
- . Avoir des outils pour la **sélection de variétés tolérantes**
- Des marqueurs génétiques identifiés en rhyncho (en cours pour helmintho)
- . Calage d'un outil d'aide à la décision pour la protection contre les maladies

CASDAR Rhyno

Fsv Helmo



## Lutte contre la JNO

- . Compréhension des **mécanismes de tolérance** : Le gène Ryd2 agit aux différentes étapes du cycle épidémiologique.

Fsv JNorge

CASDAR Virocap

### Connaissance des virus

- . Etude de la nuisibilité des principaux virus sous différentes conditions de stress (température, alimentation hydrique et azotée) (en cours).



DURAVI

- . Etude de la **durabilité de la résistance** (à venir)

Ecophyto Plantserv

ARVALIS

- . Plantes de service : en test

- . **Prédiction du risque JNO** à partir d'un modèle agro-climatique : en cours de calage.



## Maladie des pieds chétifs (VWDV)

- . Enrichir la gamme de **solutions** permettant de **limiter, voire d'abolir, l'incidence** de cette maladie.
- . Recherche et évaluation de **sources génétiques** de résistance/tolérance

Fsv VWDV



## Quelles protéines d'intérêt pour la qualité brassicole ?

- . La variété a un impact important sur la composition des protéines → **Levier de sélection génétique possible**
- . Certains pics protéiques permettent de **prédire la qualité** technologique du malt (pour le groupe de variétés étudiées)
- . **PROsIT2** : Elargir la gamme de variétés et affiner le nombre de pics protéiques porteurs d'informations pour la qualité brassicole

Fsv PROsIT



# Quel écartement - densité de semis du maïs pour optimiser l'architecture du peuplement

La production de biomasse d'une plante est directement liée à la **photosynthèse**, elle-même reliée à la **capacité du peuplement végétal à intercepter le rayonnement**. Cette interception peut être quantifiée grâce à l'**indice foliaire**, appelée **LAI** pour « Leaf Area Index »



## Effet de la précocité sur la densité de semis et préconisations

À densité égale, une **variété tardive intercepte mieux la lumière qu'une précoce** (plus de feuilles/plante) d'où des préconisations de densités de semis adaptées en fonction des groupes de précocité

Groupe précocité	Potentiel limitant	Conditions Favorables
Très précoces - G0	100	110
Précoces - G1	95	105
½ Précoces - G2	85	95
½ Précoces à ½ tardives - G3	80	90
½ Tardives - G4	75	85
Tardives - G5	70	80

Groupe précocité	Potentiel limitant	Conditions Favorables
Très précoces - S0	105	115
Précoces - S1	100	110
½ Précoces - S2	90	100
½ Précoces - S3	85	95
½ Tardives - S4	80	90

Objectif **nb plantes récolte** (x1000)

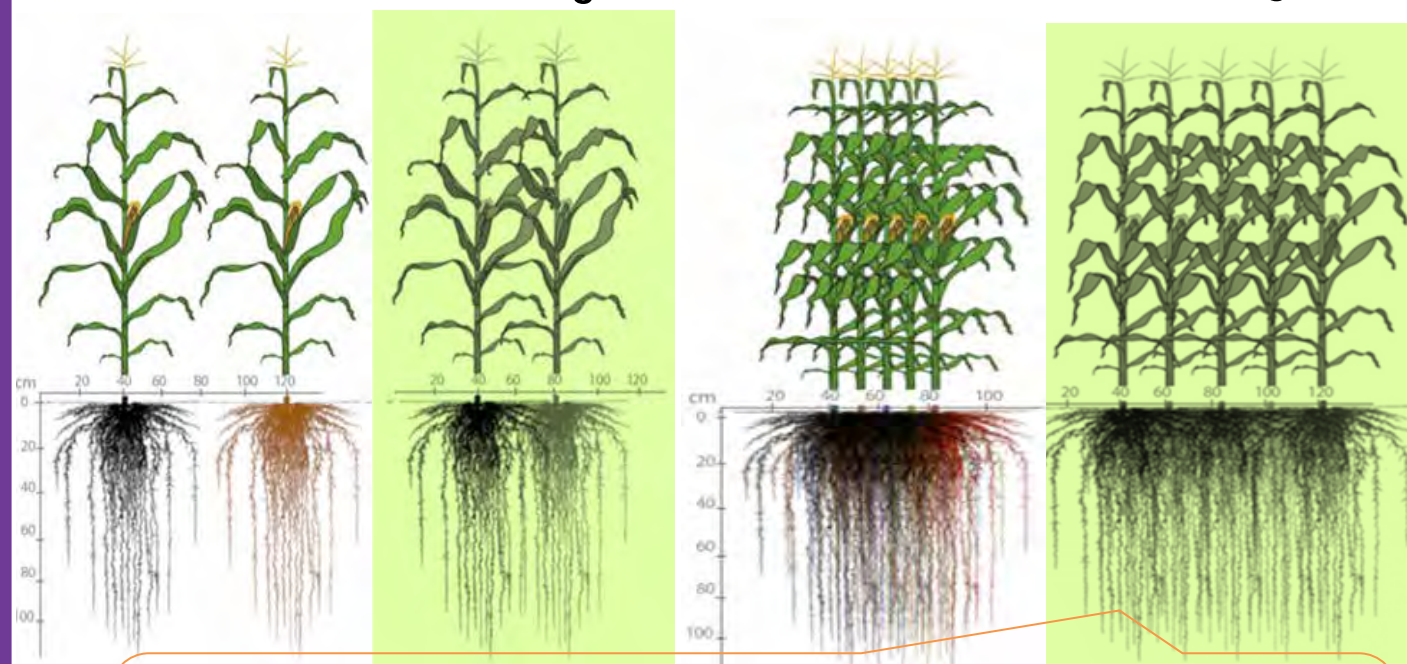
La réponse à la densité est plus forte dans les situations à rendement élevé

## Peut-on réduire l'écartement au semis et quels effets potentiels?

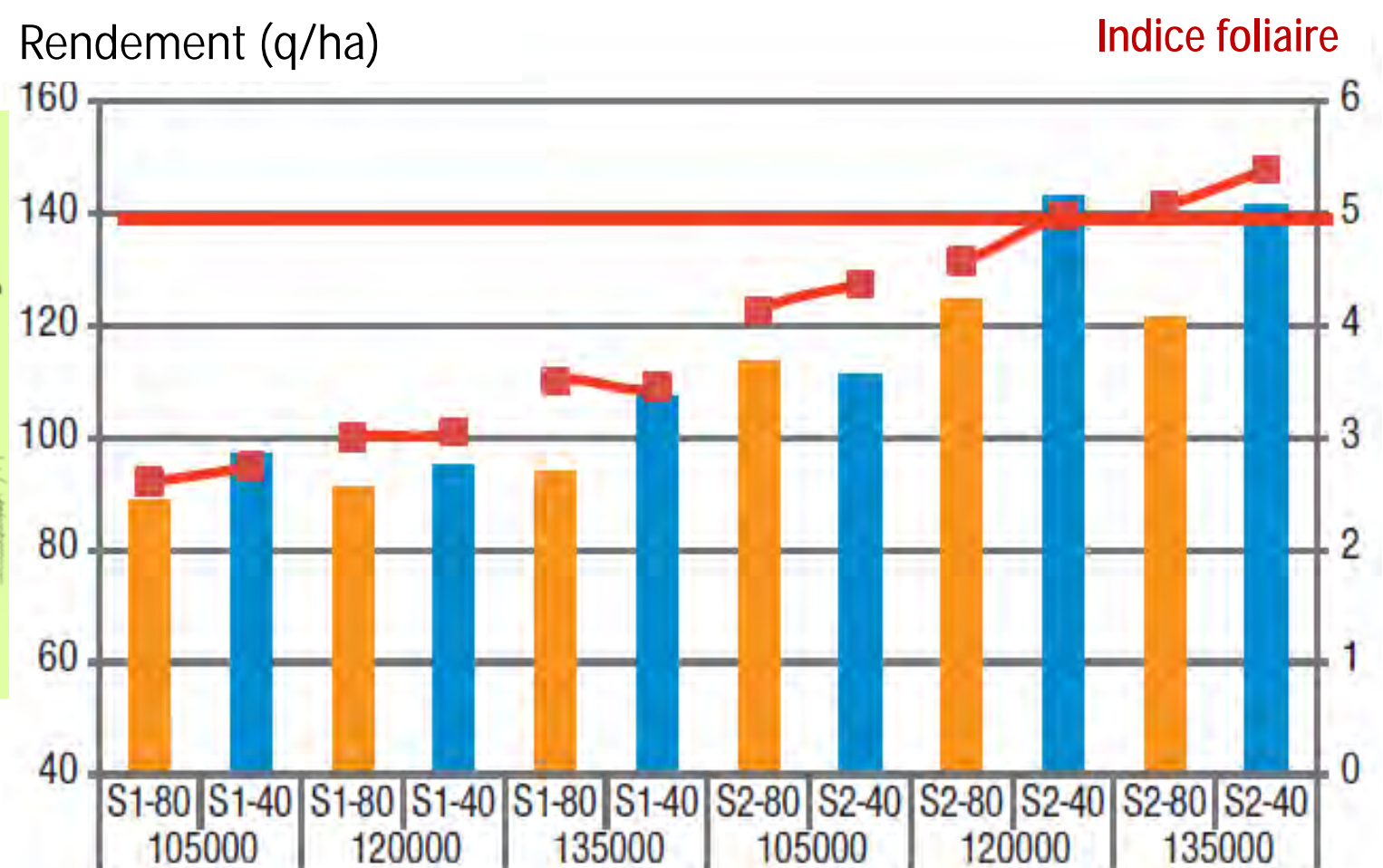
Un semis à écartement réduit (40-50 cm) permet d'augmenter l'indice foliaire (LAI) en modifiant l'architecture du peuplement, qui peut se traduire par un gain de rendement en densités fortes. En revanche, il ne modifie pas l'optimum de densité en nb de plantes/ha.

Ecartement entre rangs

Ecartement sur le rang



À variété et densité égale, un écartement réduit permet aux plantes de moins se concurrencer et d'intercepter plus de lumière



## Pourquoi repenser le peuplement du maïs ?

- Ø **Un rendement au moins équivalent (voir supérieur)** avec un inter-rang réduit et une densité augmentée
  - Ø **Un couvert plus efficient** pour exploiter le rayonnement disponible
  - Ø **Meilleure exploration racinaire** qui permet une **utilisation plus efficiente des ressources** (eau, azote...)
  - Ø Une piste durable pour **gérer les adventices** grâce à une fermeture plus rapide de l'inter-rang
  - Ø Possibilité de **mutualiser le matériel** de semis et de désherbage mécanique entre plusieurs cultures
- Attention : le **risque verse est accru** à écartement réduit et densité élevée (importance du choix variétal)

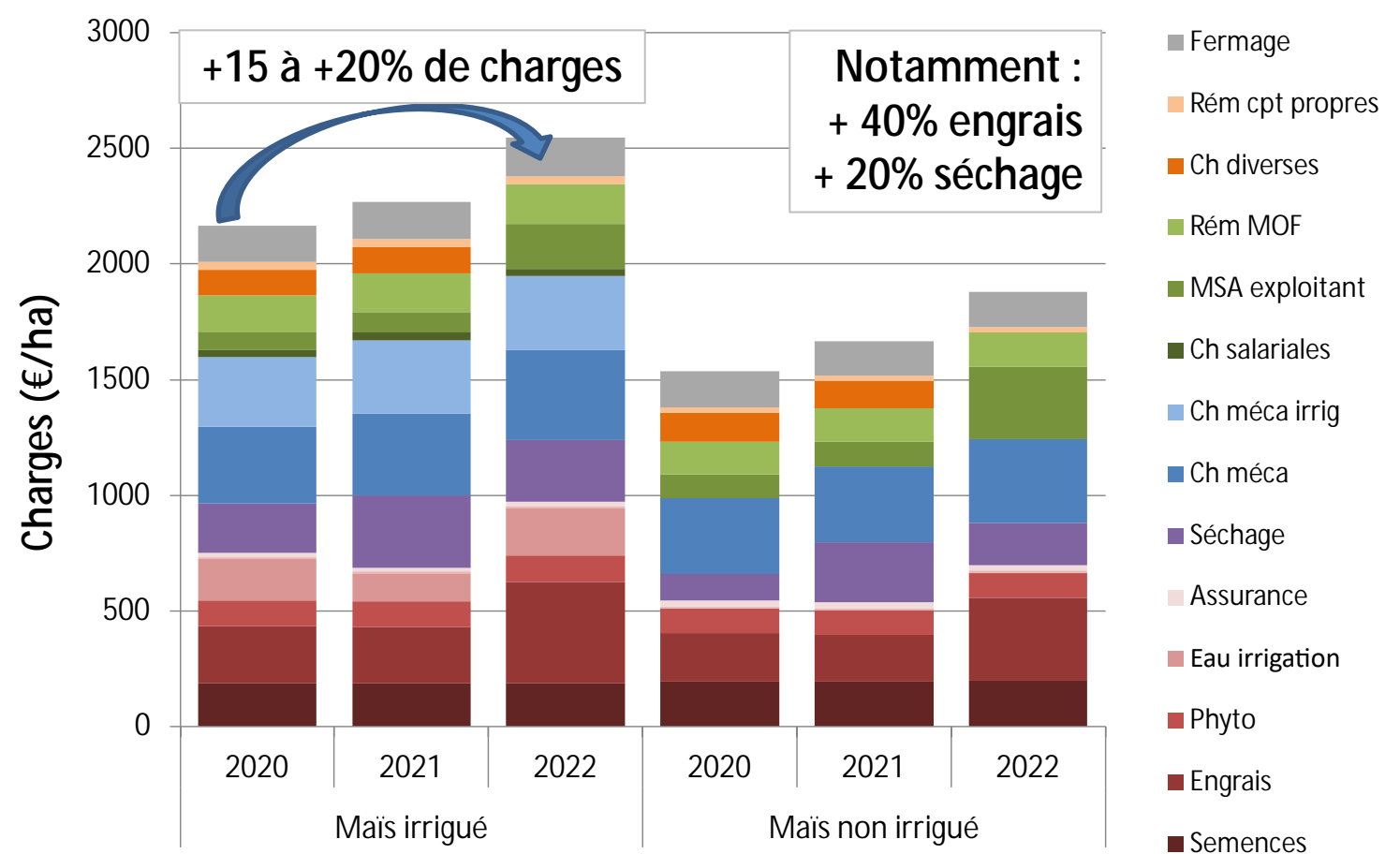
# Quelles adaptations envisager pour optimiser la rentabilité du maïs grain ?

## Une hausse des charges impactant la rentabilité du maïs



### Plusieurs possibilités de précocités variétales en fonction de l'offre climatique

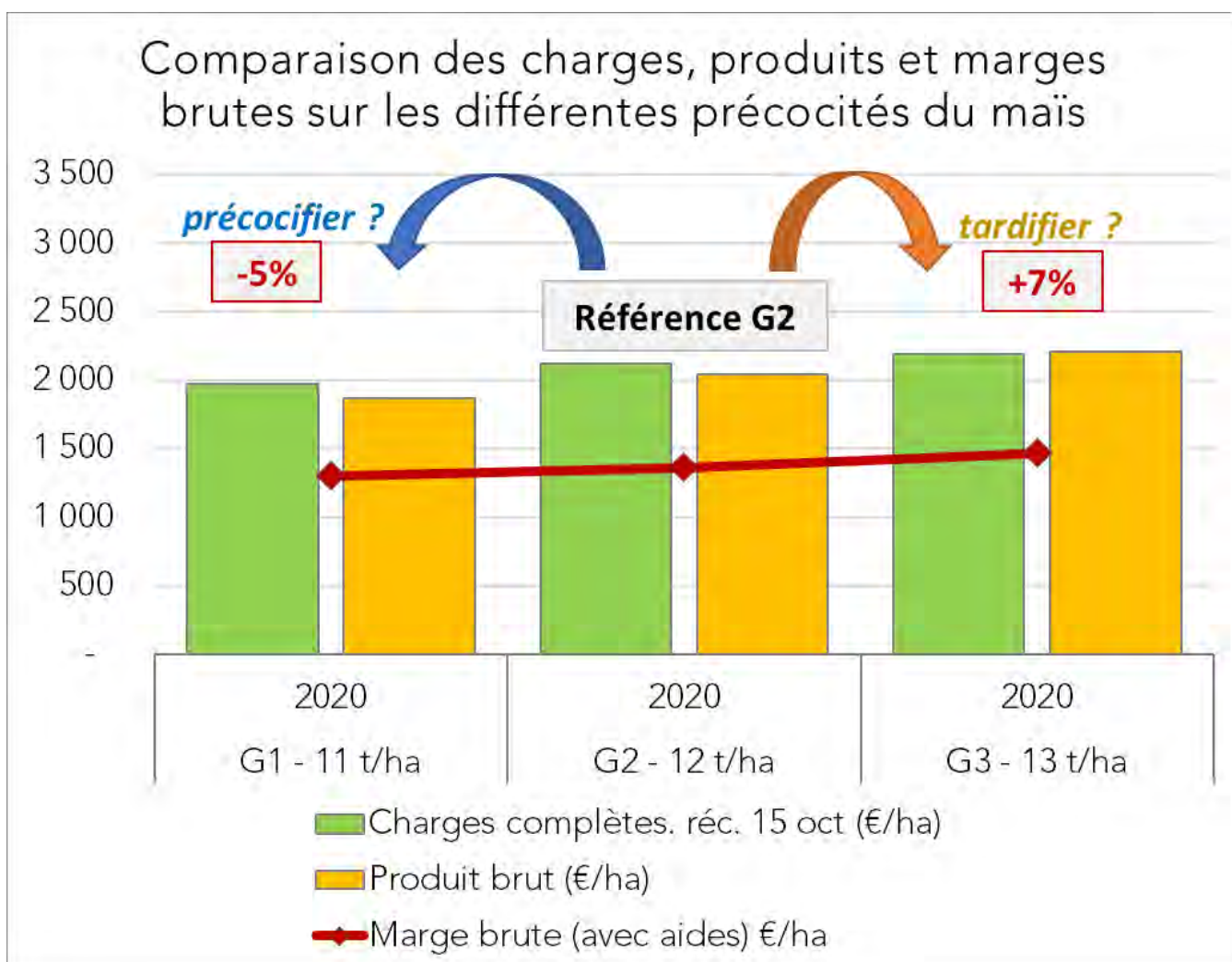
- Continuer à **chercher du potentiel** de rendement pour compenser la hausse des charges : tardifier ?
- **Réduire les charges** sans trop compromettre le potentiel : précocifier ?
  - Réduire l'humidité à la récolte ?
  - Diminuer mes besoins en azote ?
  - Economiser 1 tour d'eau ?



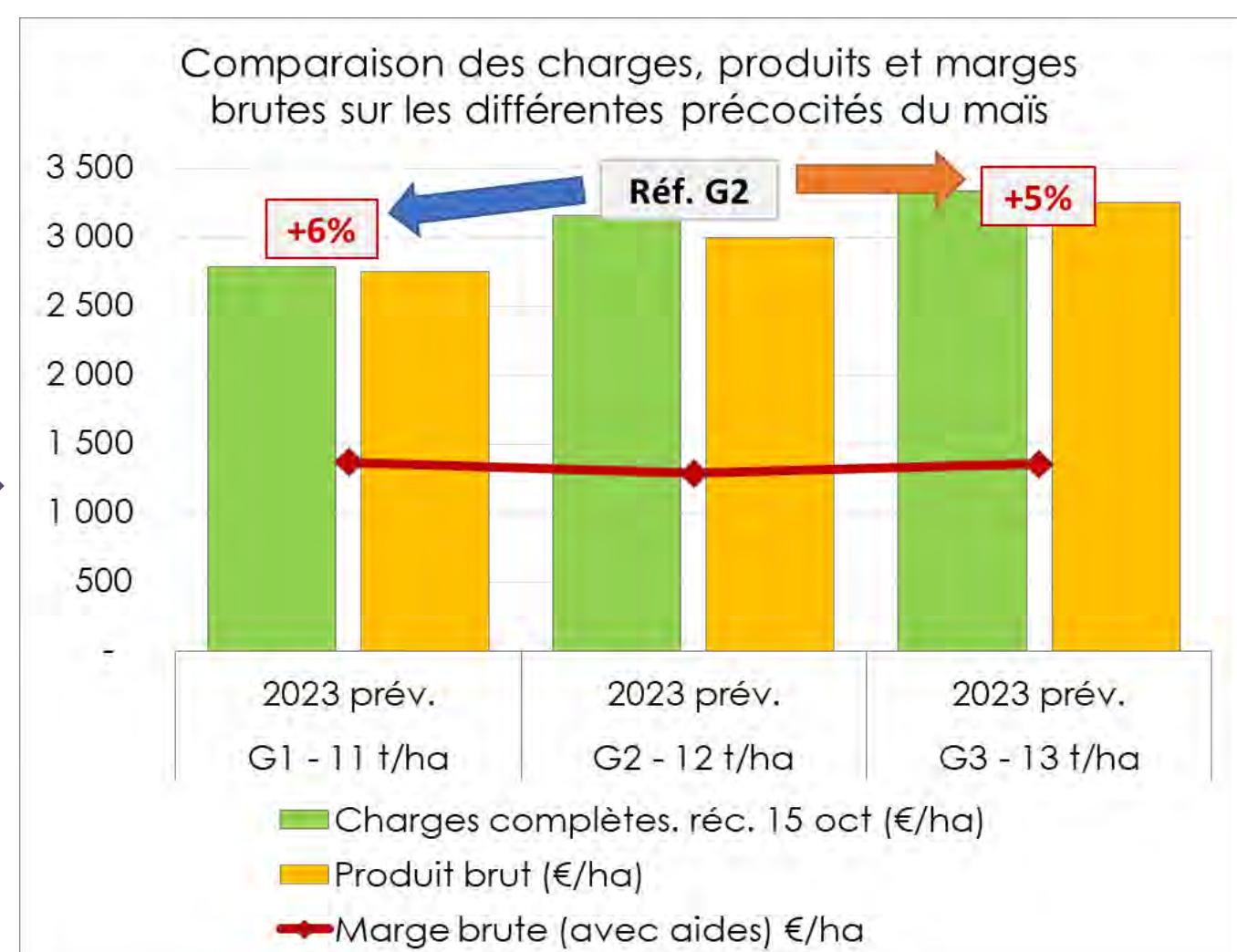
Source : Fermeothèque grandes cultures Arvalis



## Faut-il adapter sa précocité variétale au contexte de charges ?



En contexte historique (prix de vente bas, charges faibles), il semblait pertinent de tardifier pour améliorer la marge brute

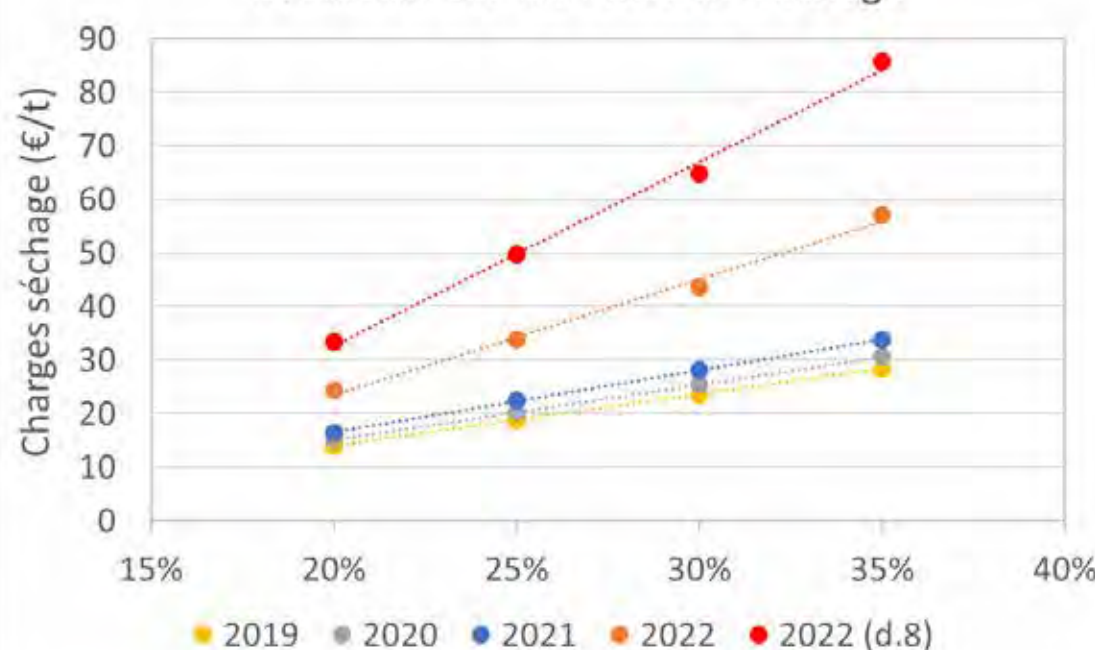


En contexte de charges élevées, les équilibres peuvent être bousculés : situations similaires entre les précocités

### Hypothèses pour une ferme du sud bassin parisien avec irrigation

Hypothèses techniques	Précocité			
	G1	G2	G3	
Rendement (q/ha) potentiel	110	120	130	
kg N /ha	202	224	246	
Irrigation (mm)	180	215	215	
Humidité	Récolte 30 sept	27%	31%	33%
	Récolte 15 oct	24%	28%	30%
	Récolte 30 oct	21%	25%	27%

### Evolution des barèmes de séchage



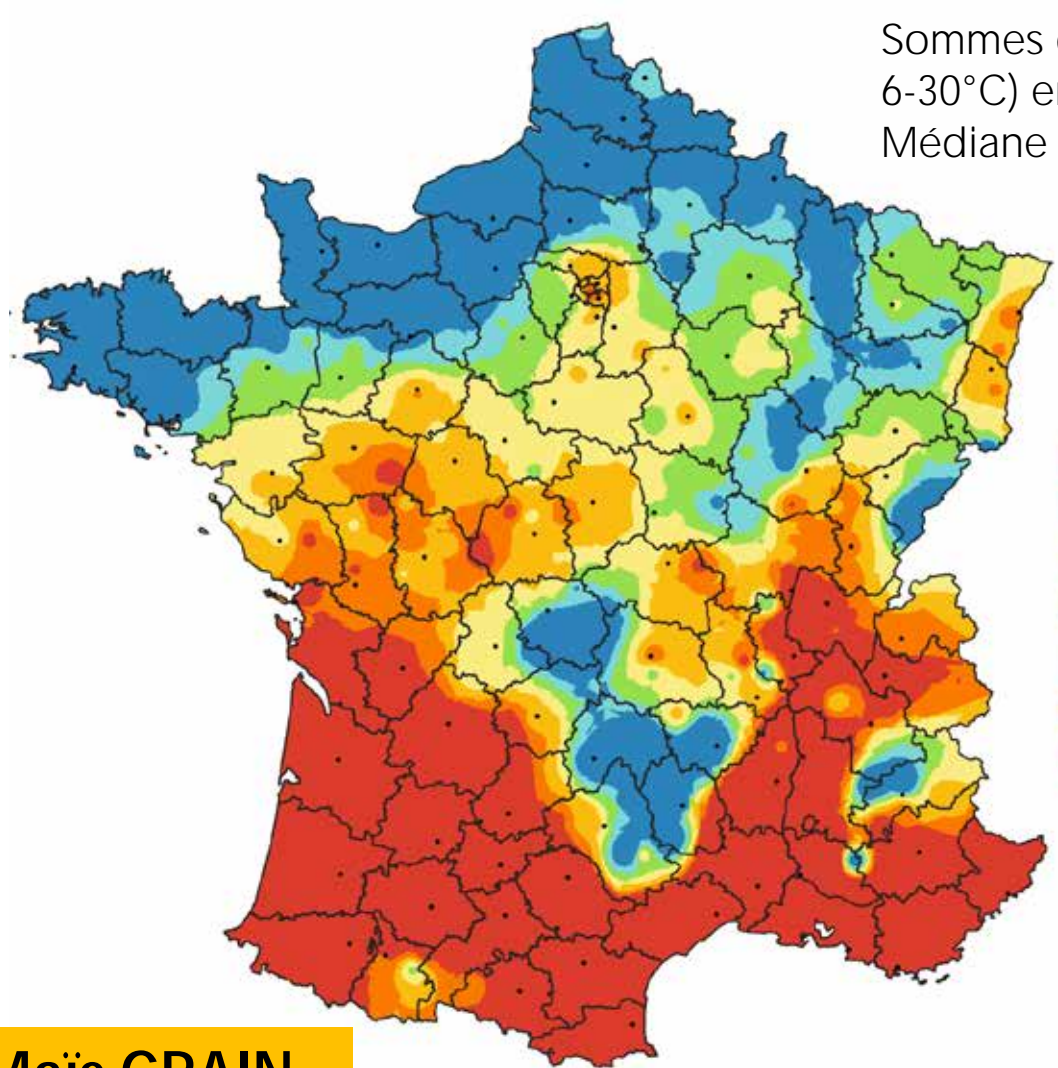
### Hypothèses économiques (avril 2023)

	2020	2023 prév.
Prix de vente	170 €/t	250 €/t
Azote	0.74 €/kgN	1.50 €/kgN
Irrigation	0.61 €/mm	2.50 €/mm
Séchage	cf. barème (€/t) 2023 prév. = 2022 (d.8)	

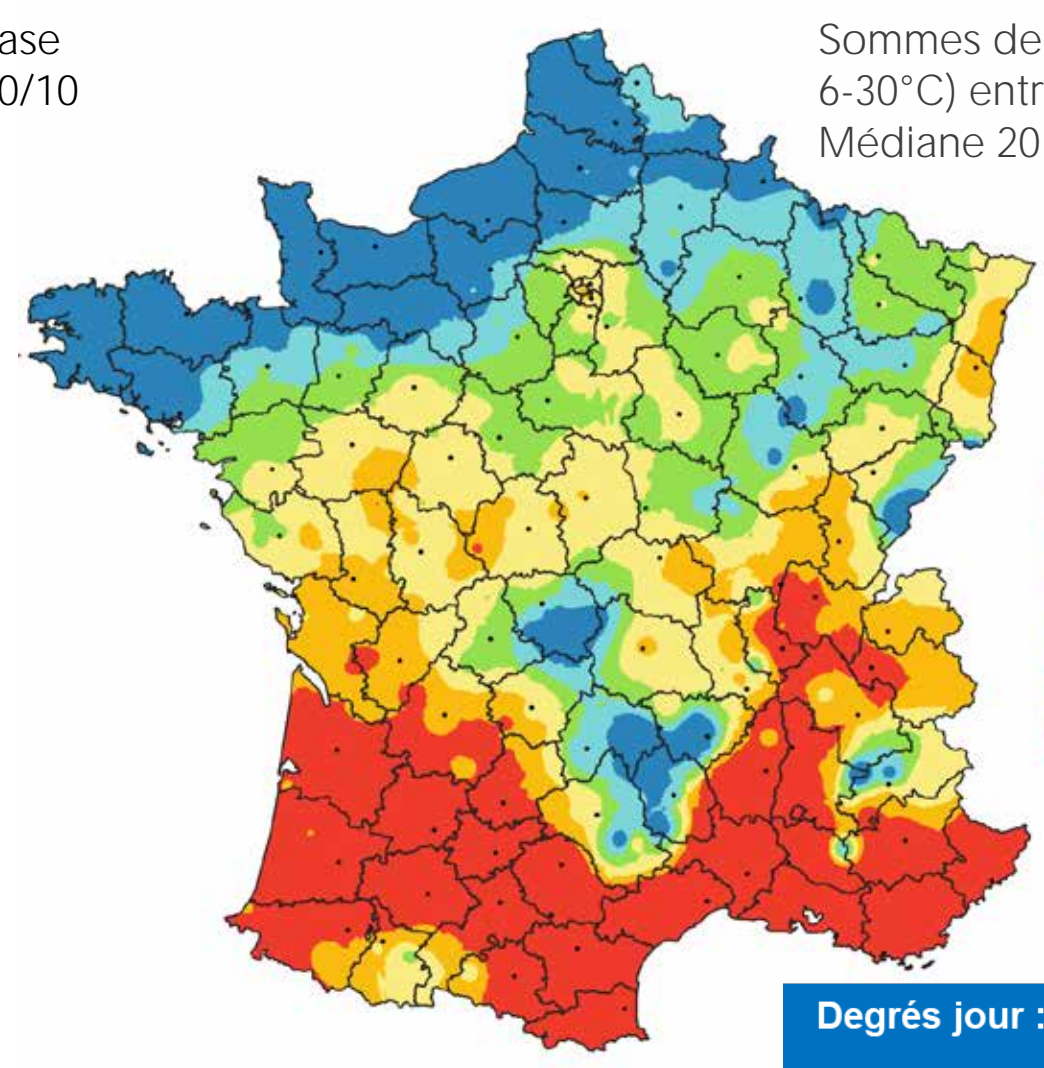
Rentabilité économique du maïs = multifactoriel !  
Selon le choix de la précocité découlent des adaptations de l'itinéraire technique :  
Bien **IMPLANTER, PROTEGER, ALIMENTER, RECOLTER** son maïs

# Précocité et date de semis : comment les raisonner ?

Connaitre mon offre climatique pour définir ma précocité variétale



Sommes de températures (base 6-30°C) entre le 15/04 et le 10/10  
Médiane 20 ans (2003-2022)



Sommes de températures (base 6-30°C) entre le 25/04 et le 10/09  
Médiane 20 ans (2003-2022)

Degrés jour :  $\frac{T_{\text{mini}} + T_{\text{maxi}} - 6}{2}$   
6°C = zéro de végétation  
30°C = optimum thermique

## Mais GRAIN

Code groupe	Dénomination	Besoins en degrés-jours semis - 32% H2O (base 6-30°C)	Besoins en degrés-jours semis - 25% H2O (base 6-30°C)	Approximation indice FAO
G0	Très Précocité	< 1700	< 1830	150 à 250
G1	Précocité	1680 à 1740	1810 à 1870	240 à 280
G2	Demi-Précocité	1740 à 1800	1870 à 1930	280 à 310
G3	Demi-Précocité à Demi-Tardif	1800 à 1875	1930 à 2005	310 à 400
G4	Demi-Tardif	1870 à 1940	2000 à 2070	400 à 470
G5	Tardif	1940 à 2015	2070 à 2145	470 à 570
G6	Très Tardif	2000 à 2090	2130 à 2220	570 à 620

## Mais FOURRAGE

Code groupe	Dénomination	Besoins en degrés-jours semis - 32% MS (base 6-30°C)	Approximation indice FAO
S0	Très Précocité	< 1415	150 à 240
S1	Précocité	1415 à 1485	240 à 280
S2	Demi-Précocité	1485 à 1555	280 à 310
S3	Demi-Précocité à Demi-Tardif	1555 à 1650	310 à 380
S4	Demi-Tardif	1650 à 1745	380 à 430

## Optimiser ma précocité, ma date de semis et ma date de récolte

- ✓ **Mais grain** : valoriser l'offre climatique, le potentiel des variétés sans s'exposer à trop de frais de séchage en années froides (viser un objectif autour de 25% d'humidité du grain)
- ✓ **Mais fourrage** : objectif = 32-35% MS à Meilleur compromis entre rendement, qualité et stockage

Somme de température cumulée (base 6-30) entre semis et 25% H2O  
Decile 2 (2003-2022)



ORLEANS-BRICY (45)

Date de semis	Date d'arrivée à 25% H2O du grain						
	10-sept.	20-sept.	1-oct.	10-oct.	20-oct.	1-nov.	10-nov.
20-mars	1665	1763	1852	1930	1986	2047	2068
1-avr.	1620	1724	1819	1892	1948	2019	2034
10-avr.	1600	1679	1784	1863	1934	1989	2007
20-avr.	1558	1643	1726	1817	1878	1957	1980
1-mai	1502	1585	1670	1757	1824	1896	1917
10-mai	1434	1522	1610	1698	1762	1848	1875
20-mai	1348	1440	1552	1640	1705	1769	1799

Somme de température cumulée (base 6-30) entre semis et récolte ensilage (32% MS) - Decile 2 (2003-2022)



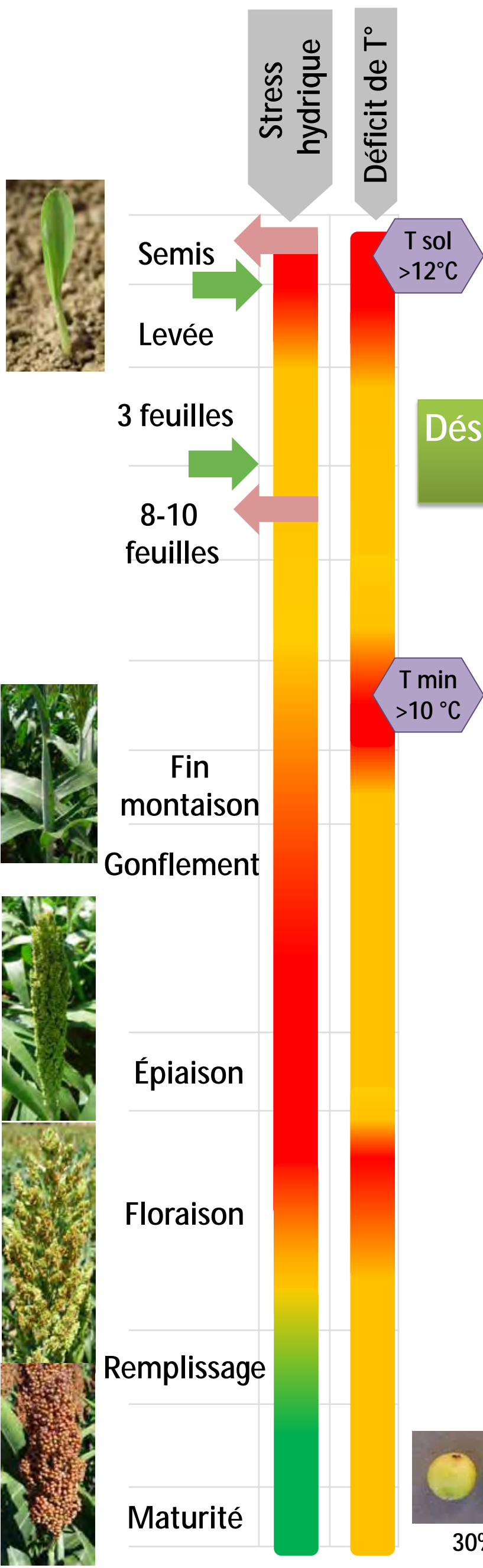
ORLEANS-BRICY (45)

Date de semis	Date d'arrivée à 32% de matière sèche plante entière						
	20-août	30-août	1-sept.	10-sept.	20-sept.	30-sept.	1-oct.
1-avr.	1367	1487	1506	1620	1724	1809	1819
10-avr.	1336	1459	1478	1600	1679	1775	1784
20-avr.	1300	1432	1450	1558	1643	1720	1726
1-mai	1241	1362	1379	1502	1585	1660	1670
10-mai	1173	1304	1326	1434	1522	1601	1610
20-mai	1103	1223	1246	1348	1440	1543	1552
1-juin	985	1107	1125	1233	1339	1443	1453

- q En **semis précoces**, sécuriser d'autant plus le peuplement à favoriser un démarrage rapide du maïs avec une fertilisation starter, adapter la protection contre les ravageurs du sol (si risque) et les oiseaux
- q Attention aux **récoltes tardives** : risque de dégradation de la qualité sanitaire, risque climatique (verse)

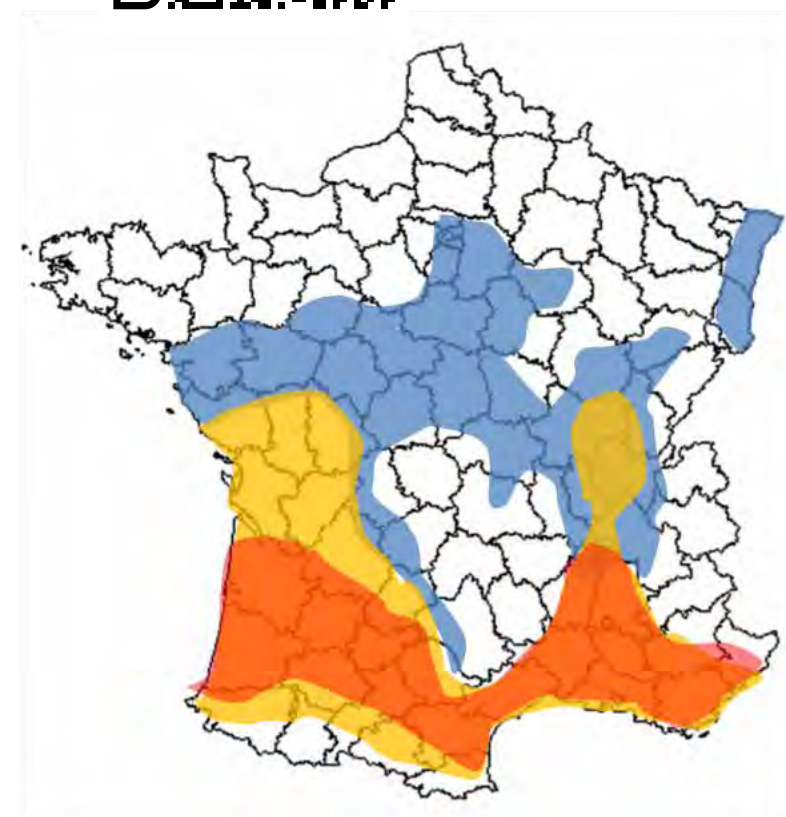
# Itinéraire technique du sorgho grain

Pour en savoir plus



**Date de semis :** Semer sur un sol suffisamment réchauffé

**Densité de plante :** un objectif à ajuster à la précocité et aux conditions de cultures



Date semis
1 <sup>ère</sup> à 2 <sup>ème</sup> décade de mai
A partir de début mai
A partir du 20 avril

Désherbage mécanique et/ou chimique

Fertilisation N,P,K

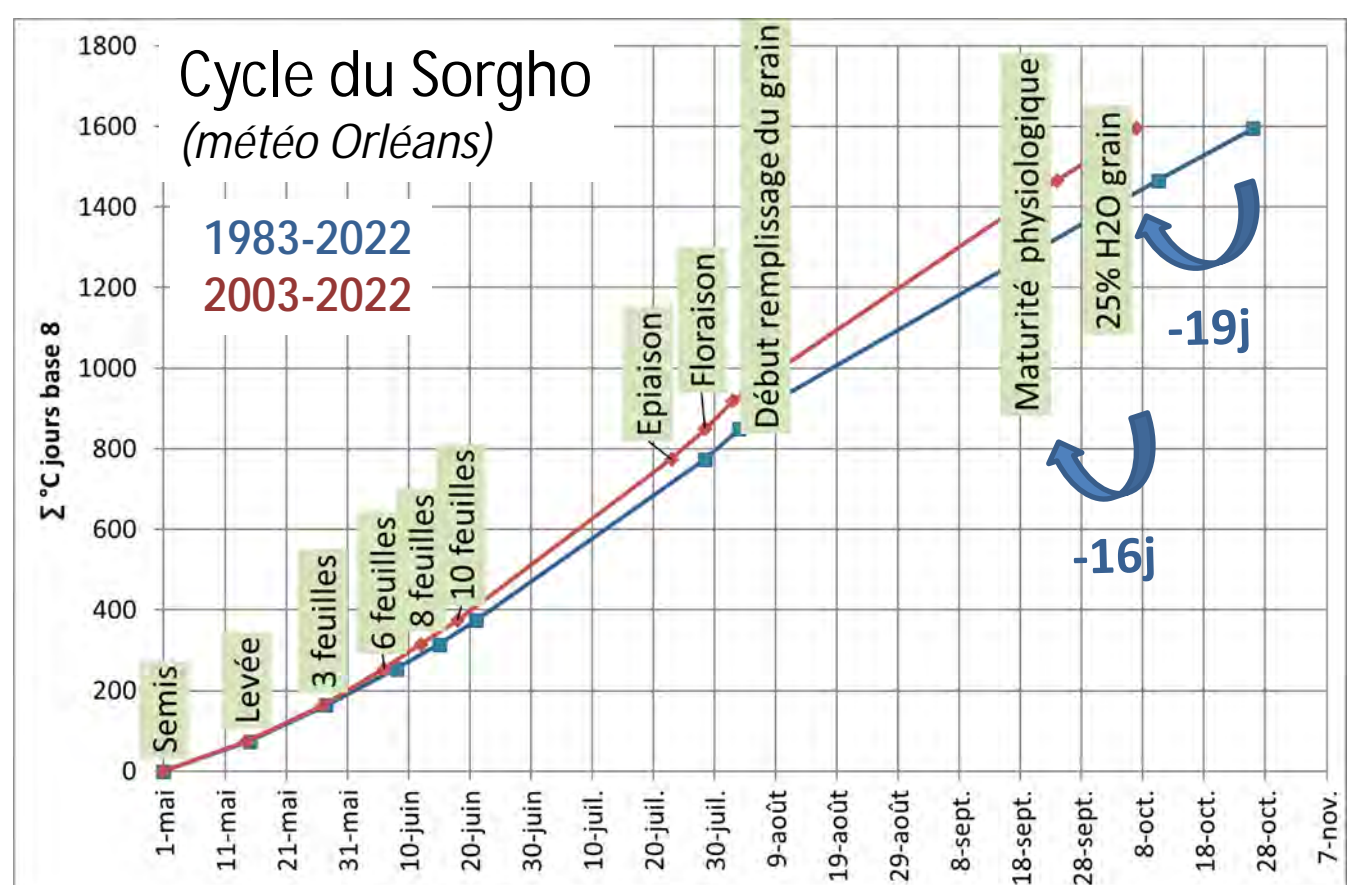
**Choix variétal :** se baser sur les variétés très précoces du groupe septentrional (Sinai, Arsky, RGT Dodge).  
Objectif de récolter autour de **25% d'humidité** en octobre pour un battage correct sans reprise en eau

**Méiose pollinique et floraison :**  
C'est autour de ces stades que se fixe le nombre de grains/épi et donc le nombre de grains/m<sup>2</sup>

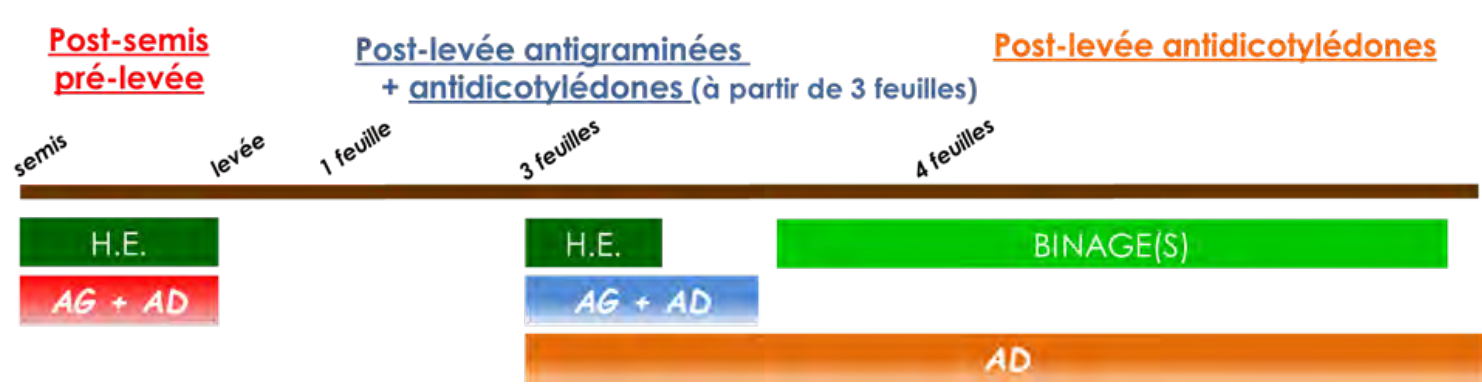
Stades très sensibles à des **accidents ponctuels** (T° froides, défaut de rayonnement)

**Phase gonflement - Floraison :**  
Définition du nombre de grains

Période la plus sensible au **déficit en eau**



## Désherbage

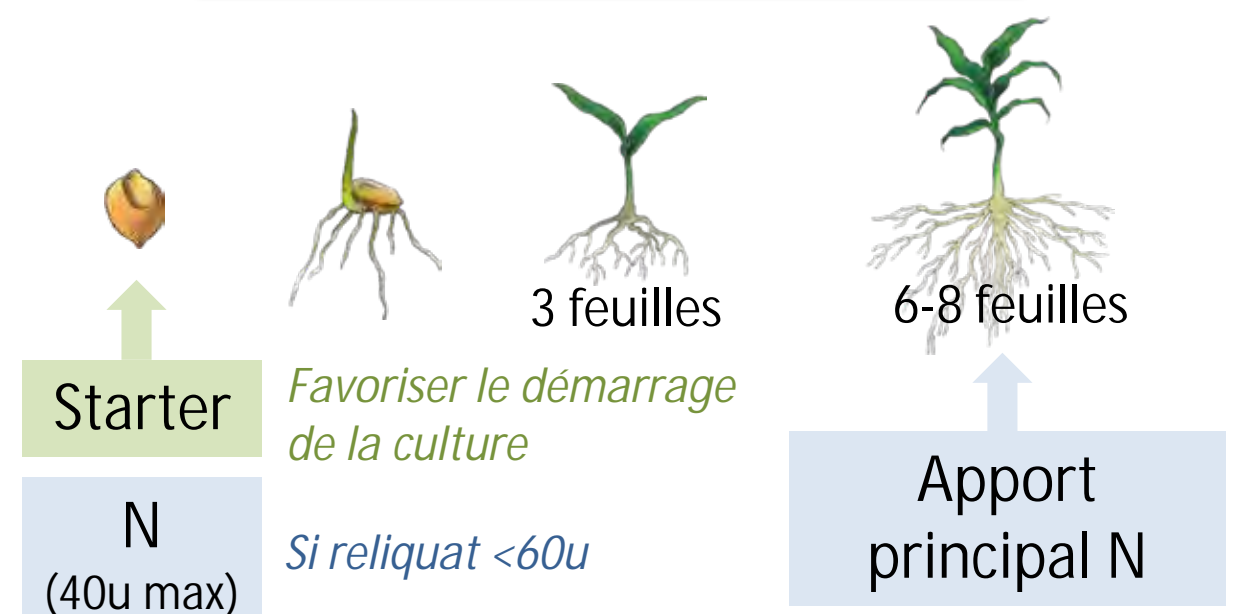


Ex. de stratégies: Ray-Grass résistant\* + dicotylédones

Prélevée	Post-levée 3 feuilles
Si TS Concep® III S-Métolachlore 960g	Isard 1l + Starship 0.5l
	Isard 0.8-1l + Starship 0.5l

\*Efficacités variables selon niveau de pression  
Avant semis : plusieurs faux-semis, parcelle propre  
Désherbage mécanique en complément dans la culture

## Fertilisation



- Besoins en azote de la culture = **objectif de rendement × besoin unitaire**
- Soustraire la quantité fournie par le sol (reliquat, minéralisation)
- Peu exigeant K, moyennement exigeant P

2.5 u/q\* en moy.

# nutritionnelles de la pomme de terre



## Pomme de terre rime avec légère

Grâce à une forte proportion d'eau (78% en moyenne) et à une très faible quantité de lipides, **la densité calorique de la pomme de terre est modérée avec seulement 85 kcal pour 100g cuite à l'eau** ce qui en fait un accompagnement léger à intégrer aux plats en sauce, soupes ou salades pour rétablir l'équilibre en glucides.

## Vitamine C, pour un fer bien assimilé.

La pomme de terre apporte 0.80 mg de fer pour 100 g en moyenne ce qui est identique aux céréales.

Mais la forte proportion en Vitamine C contenue dans une portion de pommes de terre non pelées permet de couvrir environ 20 % des besoins en fer de l'adulte (12g/ jour).

## Du potassium par dessus la tête !

Avec 564 mg de potassium dans la pomme de terre non pelée, une portion de 300 g couvre plus de la moitié (56 %) des besoins quotidiens de l'homme, estimés à 3g par jour, 38 % si elle est pelée. Elle apporte plus de potassium que la banane.



Pomme de terre cuite à l'eau		
Pour 100g	Non pelée	Pelée
<b>Valeur calorique (Kcal)</b>		
	85	
<b>(kJ)</b>	20	
<b>Eau (%)</b>	78	
<b>Glucides (g)</b>	19	
<b>Fibres (g)</b>	2.5	1.5
<b>Lipides (g)</b>	0.1	
<b>Protéines (g)</b>	2	
<b>Vitamines (mg)</b>		
B1	0.09	0.08
B2	0.03	0.03
B3	1.5	1.2
B6	0.2	0.18
B9	0.01	0.01
C	13	9
<b>Minéraux (mg)</b>		
Potassium	564	376
Magnésium	27	18.6
Fer	0.8	0.4
Manganèse	0.25	0.14
Cuivre	0.19	0.09
Chrome	0.02	
Zinc	0.41	0.28

## Des fibres aussi !

Une portion de 300 g de pommes de terre couvre 15 % des apports quotidiens recommandés en fibres, 25 % avec la peau.

## Le féculent le plus riche en vitamines et minéraux !

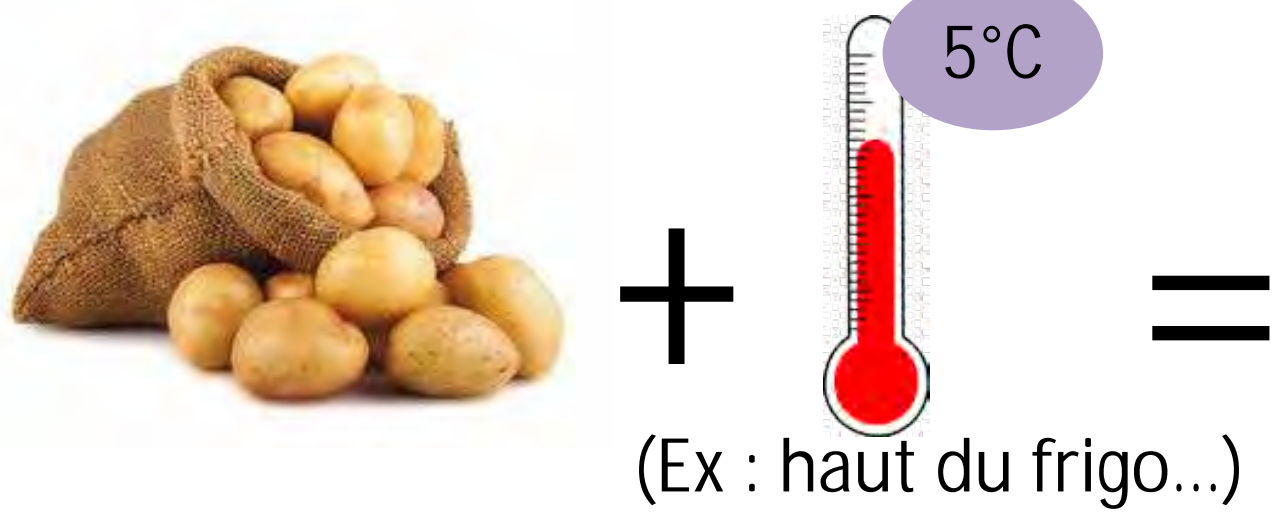
La pomme de terre a une bonne densité nutritionnelle en minéraux: potassium, fer, magnésium, zinc, cuivre et chrome. Ainsi qu'une large gamme de vitamines du groupe B : B1, B2, B3, B6 et B9 et surtout **l'unique féculent source de vitamine C !**





# La qualité des frites et des chips

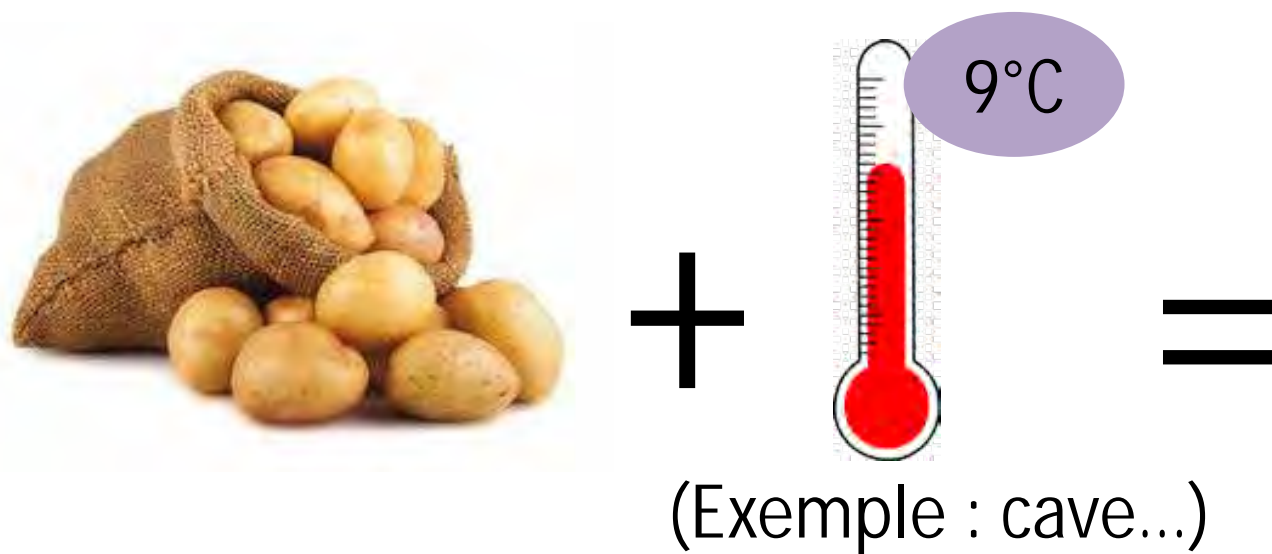
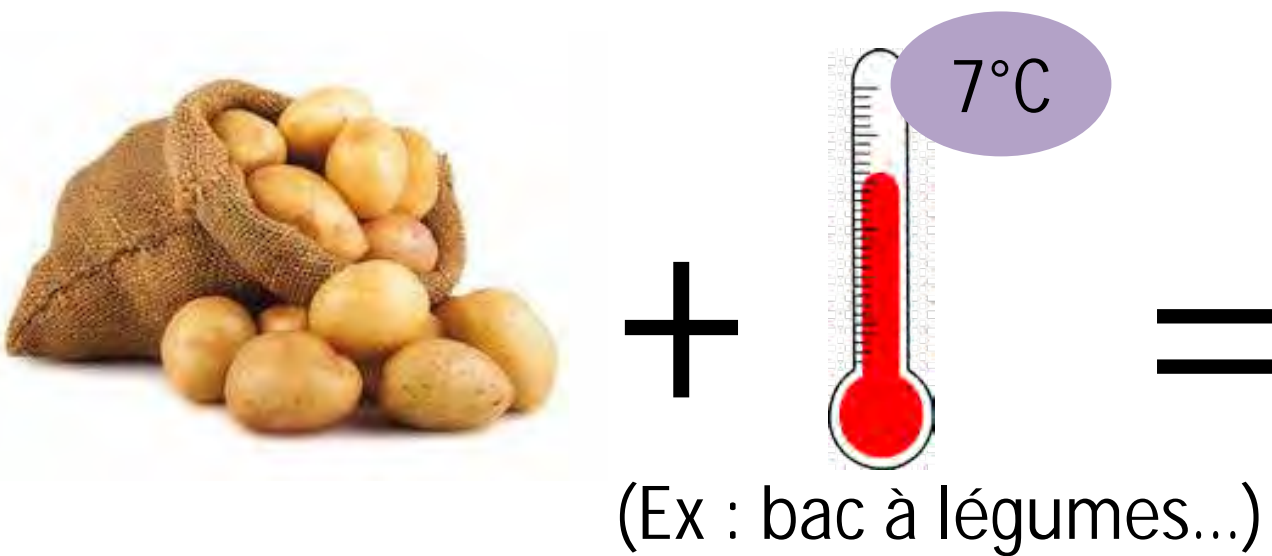
Stockage  
(1 mois et plus)



Chips



Frites



Chez la pomme de terre, la teneur en sucre dans le jus est en moyenne responsable à près de 85% de la couleur du produit frit.

Le pilotage de la variété choisie et de la température de stockage est donc primordial pour contrôler ce paramètre qualité.

La durée de stockage, la température et le reconditionnement sont autant de facteurs qui permettent d'influencer cette teneur en sucre et donc la couleur. (Fig. 1).

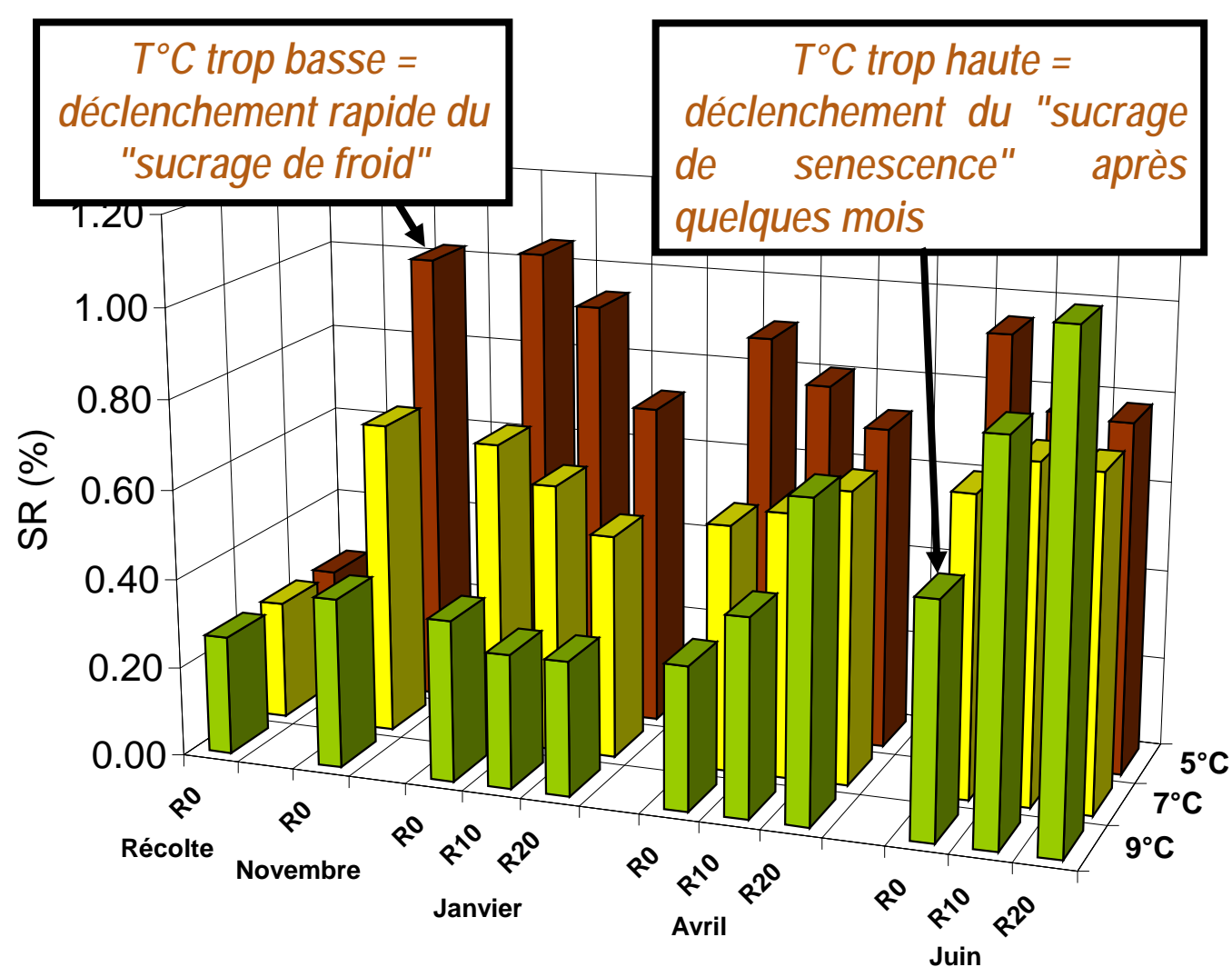


Fig. 1 : Evolution des sucres réducteurs dans des pommes de terre stockées à différentes températures. Effet d'un reconditionnement de 10 j (R10) et de 20 j (R20) à 15 °C.



La variété et la température de stockage sont 2 leviers incontournables influençant la couleur des produits frits

## des pommes vapeurs



### Caractères d'utilisation

Les variétés sont classées, compte tenu principalement de leur degré de **délitement à la cuisson (Fig 1)**, de la fermeté de leur chair et de leur farinosité dans les groupes A, B, C et D.

#### Groupe A

Chair fine, peu ou pas farineuse, aqueuse à modérément aqueuse, et ne présentant pas de délitement lors de la cuisson.

#### Groupe B

Chair assez fine, un peu farineuse se délitant peu à la cuisson.

#### Groupe C

Chair farineuse, sèche, grossière et présentant une désagrégation assez prononcée.

#### Groupe D

Chair très farineuse, sèche, se désagrégeant presque entièrement à la cuisson.

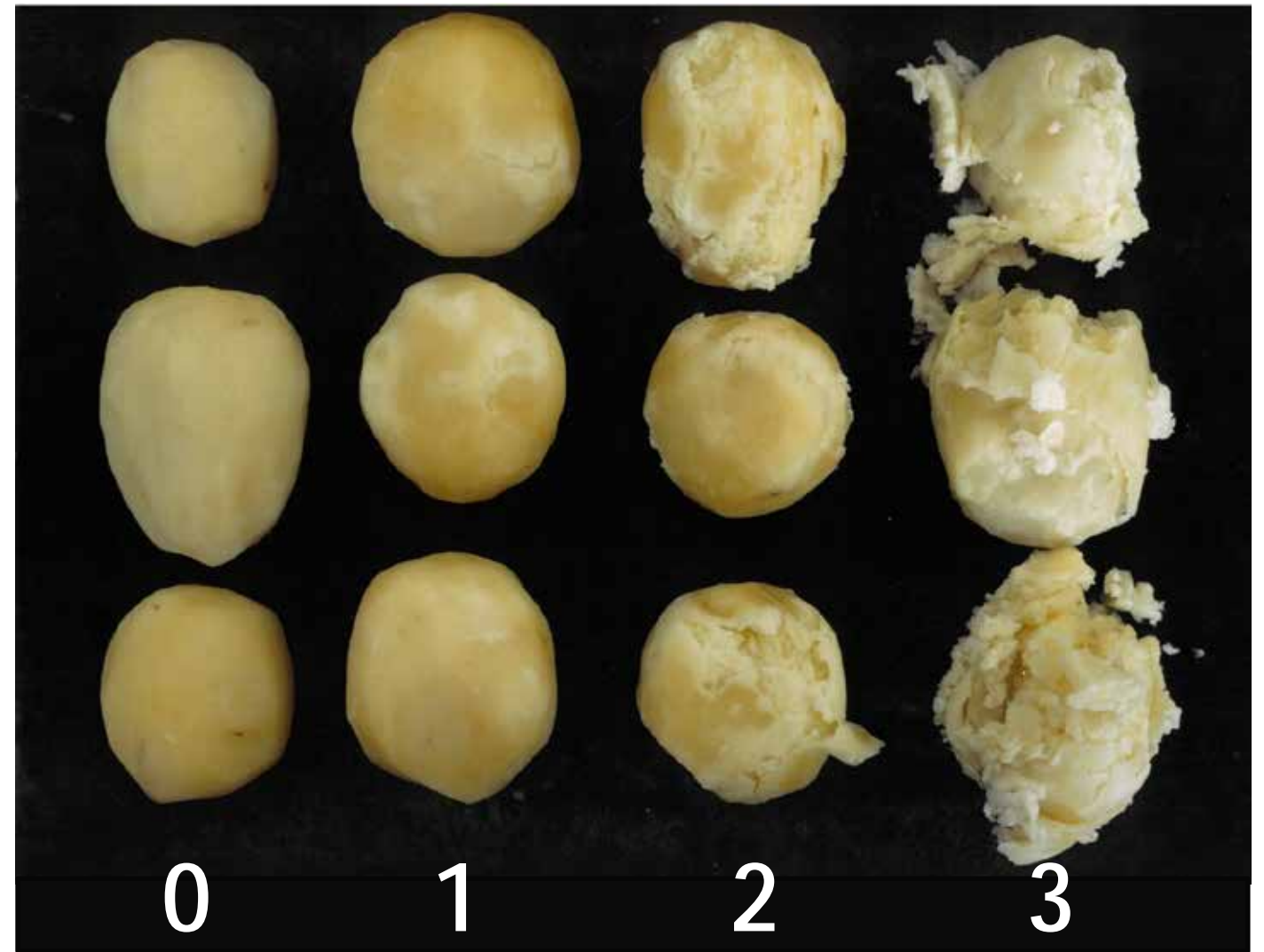


Fig.1 : Echelle de délitement

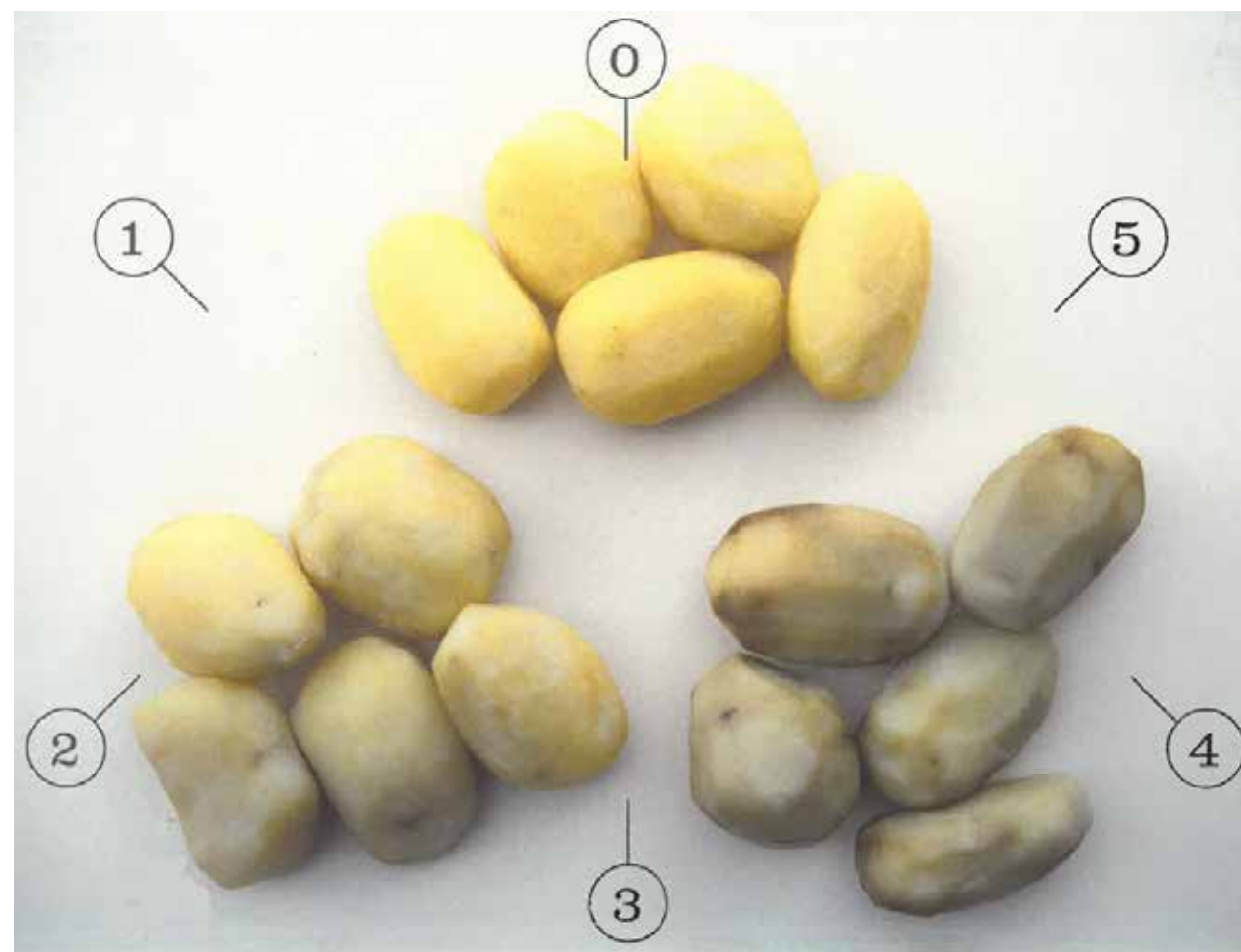


Fig.2 : Echelle de noircissement après cuisson

### Le noircissement après cuisson

Aussi appelé "grisaillement" de la chair, il apparaît surtout lorsque les tubercules sont cuits à l'eau ou à la vapeur, pelés, ou coupés et maintenus exposés à l'air. La sensibilité à ce facteur est d'une part variétale mais dépend aussi du contexte pédo-climatique avec un effet négatif d'une fumure déséquilibrée en K, un sol riche en matière organique et des saisons froides et pluvieuses.

### L'homogénéité de texture

La texture est l'un des caractères les plus complexes de la pomme de terre. Elle est fortement influencée par les conditions du milieu et les techniques culturales mais dépend en grande partie, du facteur variétal. La tendance plus ou moins prononcée des tissus du tubercule à se désagréger lors de la cuisson, la finesse, ou encore la farinosité de la chair sont des éléments essentiels de la qualité et pour le débouché..

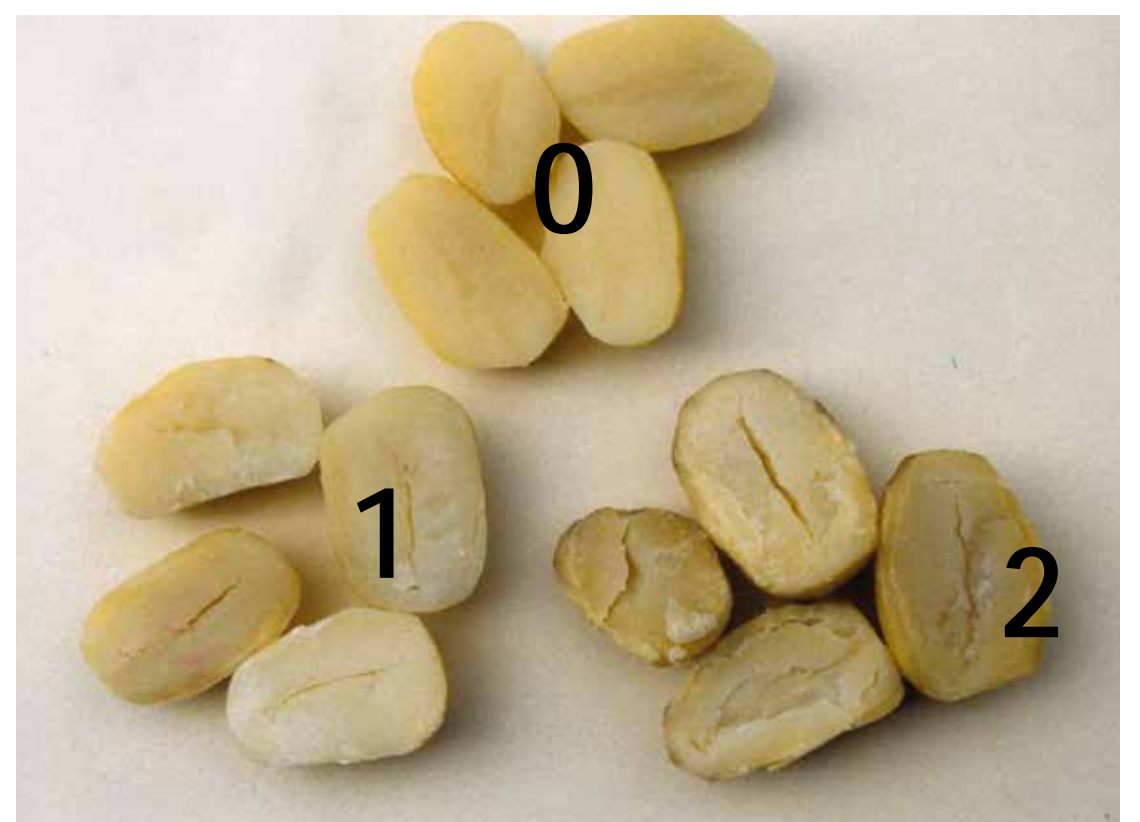


Fig.3 : Echelle d'homogénéité de texture

# 1,4-DMN (Diméthylnaphthalène)

## Spécialité commerciale : DORMIR

### Matière active

Le 1,4 DMN est une substance naturellement présente dans les tubercules de pomme de terre en concentration faible. Synthétisé pour son utilisation à grande échelle, il s'applique par thermonébulisation en préventif pour allonger la période de dormance des tubercules.

### Conseils d'application

- Bonne cicatrisation des tubercules
- Appliquer sur des tubercules secs et mûrs
- Appliquer avant le début de la germination, voire au stade naissant des germes
- Bâtiment suffisamment étanche
- Ne pas appliquer sur tubercules immatures à peau fine, en présence de condensation ou après une sur-irrigation favorisant l'ouverture des lenticelles
- Possibilité de décaler la première application par une application d'hydrazide maléique en végétation.

### Avantages d'utilisation

- Bonne efficacité préventive
- Facilité d'application

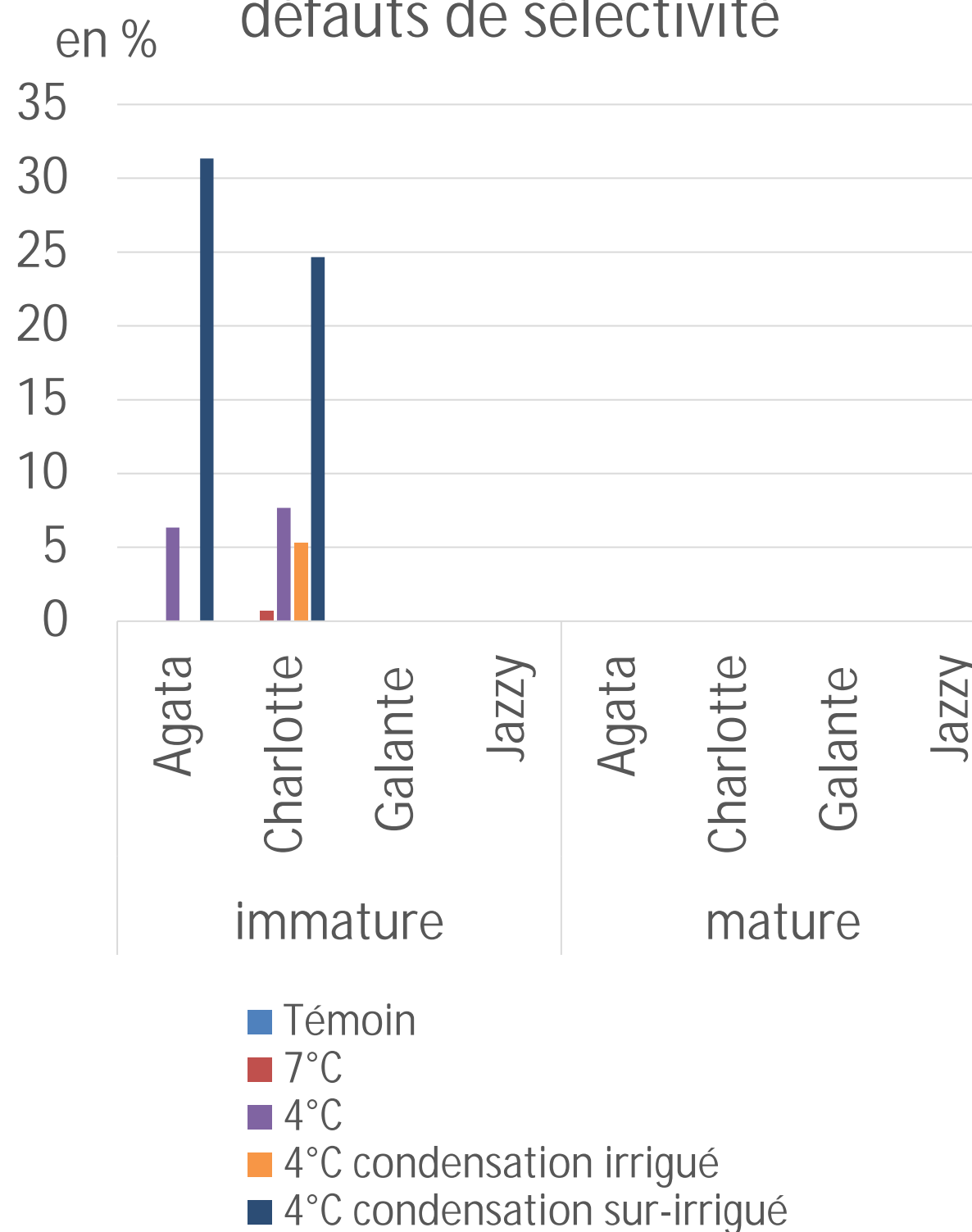
### Points de vigilance

- § Tubercules **mûrs, secs et cicatrisés**, d'autant plus pour des tubercules immatures
- § Vigilance pour les variétés à peau fine (chairs fermes) → traitement 8 à 10ml/t
- § Délai traitement – vente de 30 jours

**Dose homologuée**  
**120ml/t sur la campagne**  
**6\*20ml/t**



Tubercules atteints par des défauts de sélectivité



Tubercules atteints par des symptômes de manque de sélectivité après un traitement en début de campagne de 15ml/t de Dormir selon différentes modalités

### Coût indicatif

8 à 14€/t pour 8 mois de stockage entre 4°C et 8°C.

# L'éthylène

## Spécialités commerciales : BIOFRESH et RESTRAIN

### Matière active

Cette hormone de croissance est homologuée en agriculture biologique. Elle s'applique dans la cellule en continu par deux types d'équipements possibles, soit par des bouteilles de gaz comprimé soit par un générateur produisant de l'éthylène à partir d'éthanol.

### Conseil d'application

- Démarrer l'application après le séchage et la cicatrisation des tubercules
- Augmenter très progressivement la concentration
- Bâtiment suffisamment étanche
- Maintenir une concentration en CO<sub>2</sub> < 4000ppm

### Variétés industrielles

Beaucoup d'interrogation se portent sur l'utilisation de l'éthylène en industrie vu son coût attractif. Selon la variété, il peut avoir un impact plus ou moins important sur la coloration des produits frits. Markies et Fontane montrent peu de risque d'augmentation de la coloration avec l'éthylène. Il faut néanmoins:

- Avertir l'industriel lors de cette démarche
- Suivre régulièrement la coloration à la friture.

### Points de vigilance

- § Tubercules secs et cicatrisés
- § Bâtiment suffisamment étanche
- § Attention aux variétés utilisées pour l'industrie
- § Suivre l'évolution du CO<sub>2</sub>

### Dose homologuée 10ppm en continu



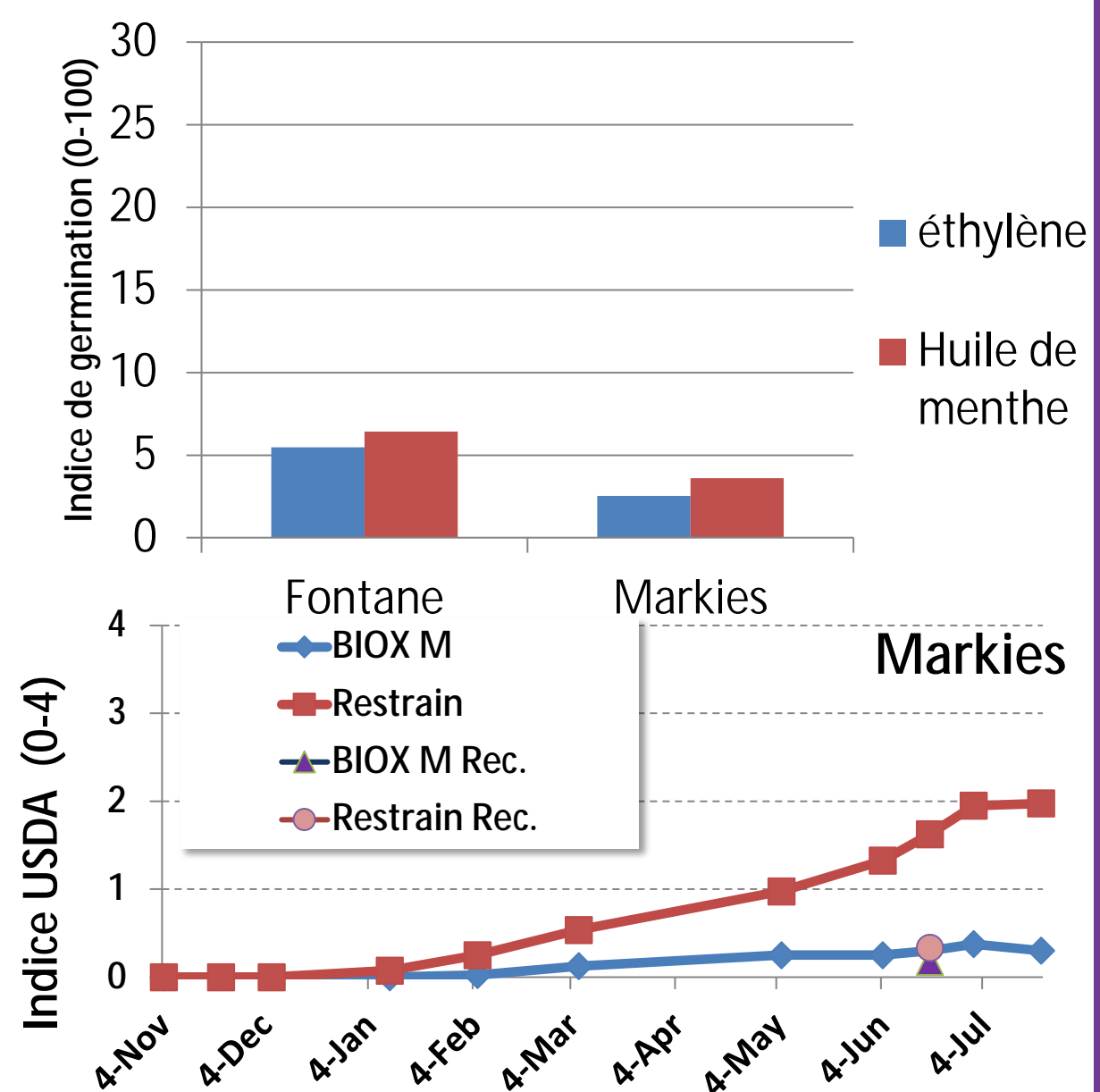
Restrain

Ethanol transformé in situ en éthylène



Biofresh

Ethylène comprimé dans bouteilles gaz



Coll. Restrain

Coloration à la friture et Indice de germination après 8 mois à 7°C avec Éthylène à 4% de Restrain vs BIOX M (2019/2020)

Une augmentation de la coloration à la friture peut être souvent rattrapée grâce à un reconditionnement à condition qu'il ne soit pas effectué trop tardivement.

### Coût indicatif

4 à 5€/t pour 7 à 8 mois de stockage entre 4°C et 8°C.

# Les huiles essentielles

## Deux spécialités commerciales :

L'huile de menthe (BIOX M)

L'huile d'orange (ARGOS)

### Matière active

Les huiles essentielles, homologuées en agriculture biologique et en biocontrôle, ont la capacité de nécroser les germes. Toutes deux peuvent s'appliquer par thermonébulisation. L'huile de menthe, peut également s'appliquer par évaporation continue via un Xedavap. L'huile d'orange est autorisée en nébulisation à froid.

### Conseils d'application

Appliquer au stade point blanc ou sur des très petits germes pour obtenir leur nécrose complète  
Adapter la dose à la taille des germes présents, en privilégiant des doses conséquentes notamment lors d'une forte pression germinative pour garantir leur bonne destruction et éviter leur redémarrage rapide.

### Avantages d'utilisation

Leur action curative est très intéressante pour nécroser les jeunes germes. Intérêt à combiner leur utilisation avec des produits préventifs qui permettent de :

- Ralentir l'élongation des germes pour faciliter leur nécrose

Dans le cas de l'hydrazide maléique :

- Possibilité de décaler la 1<sup>ère</sup> application en conservation à limite les risques de manque de sélectivité
- Réduction du nombre d'applications et du coût

### Points de vigilance

- § Tubercules secs et cicatrisés
- § Bâtiment suffisamment étanche
- § Ne pas laisser trop les germes se développer au risque de traces de germes nécrosés ou d'une difficulté de contrôle de la germination
- § Précaution pour la nébulisation à froid, risque de brûlure sur tubercules.

### BIOX M

#### Dose homologuée

En thermonébulisation  
modulable jusque 90ml/t  
max 390ml/t/campagne  
En continu : 1 à 2 ml/t/j  
max 360ml/t/campagne



Xedavap

Thermonébulisateur

### ARGOS

#### Dose homologuée

900ml/t sur la campagne  
9\*100ml/t



Nébulisation à froid

Thermonébulisateur

### Coût indicatif

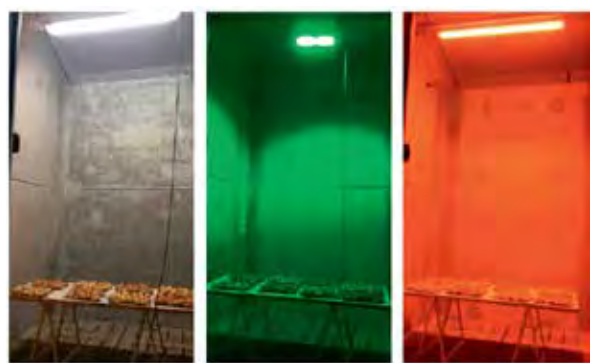
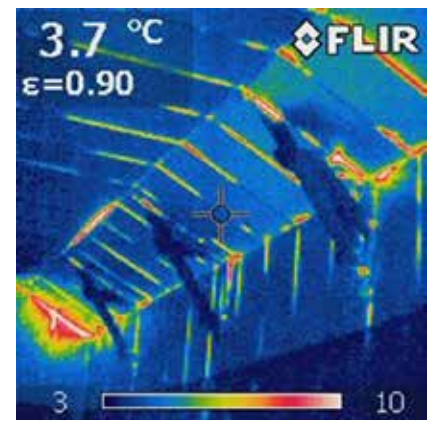
Menthe : 13 à 20 €/t pour 7 à 8 mois de stockage entre 4°C et 8°C.

Orange : 10 et 18€/t pour 7 à 8 mois de stockage entre 4°C et 8°C.

# Des actions possibles pour plus de sobriété énergétique de la conservation

## • Des investissements stratégiques

- Une isolation performante sans pont thermique
- Des ventilateurs à variation de vitesse
- Un groupe froid à COP élevé en prenant en compte le GWP du fluide frigorigène
- Privilégier des groupe à HP et BP flottantes
- Adopter des extracteurs CO<sub>2</sub> spécifiques
- Assurer une production locale d'électricité (solaire, éolien) pour une autoconsommation in situ

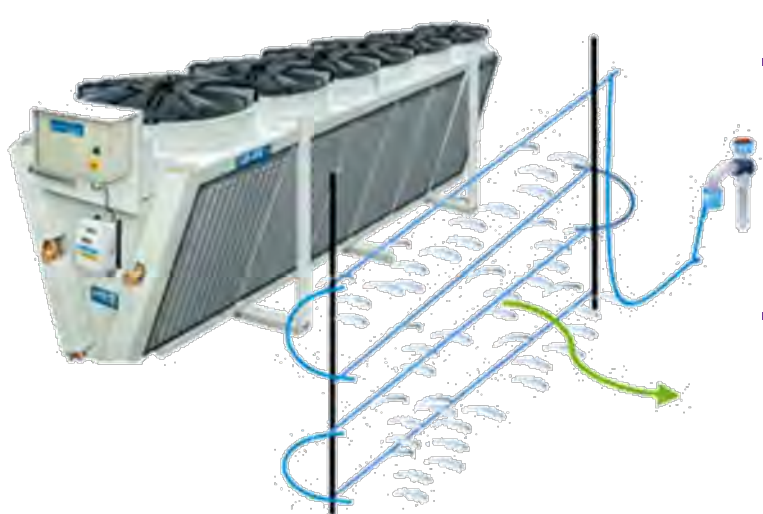
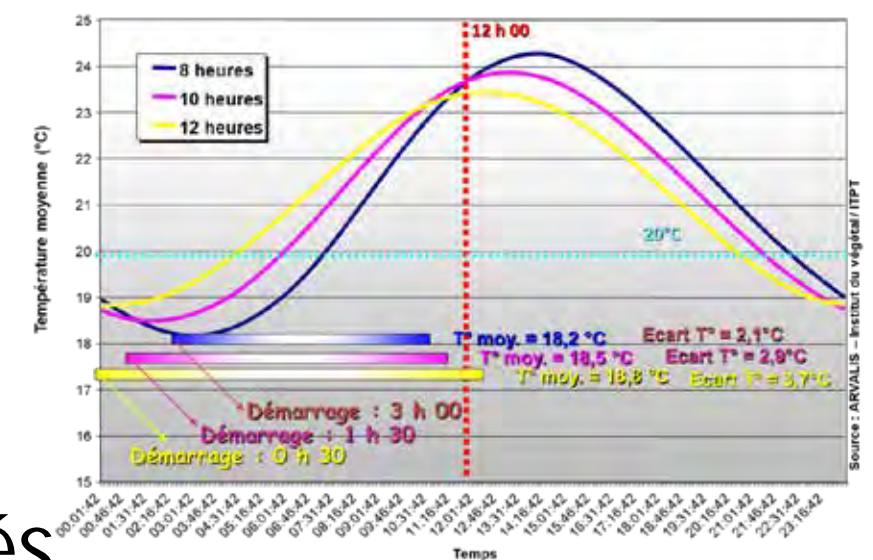


- Passer en LED pour l'éclairage du bâtiment et limiter le verdissement

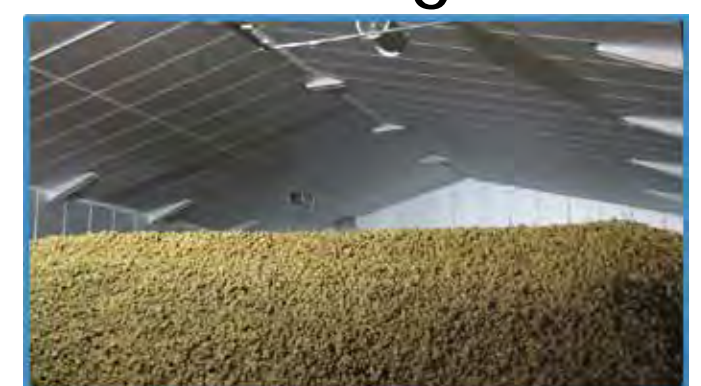
- Valoriser les calories récupérées dans le bâtiment (récupération de chaleur)

## • Des démarches et réglages tactiques

- Récolter aux heures fraîches de la journée lors des récoltes estivales
- Adapter la température de consigne et le choix du différentiel selon les possibilités



- Améliorer le COP du groupe froid aux heures les plus chaudes
- Maintenir propres les surfaces des échangeurs thermiques du groupe froid
- Faire tourner le plus possible les installations en heures creuses



La prise en compte de la liste non exhaustive des leviers ci-dessus peut réduire de plus de 20% le coût énergétique du stockage

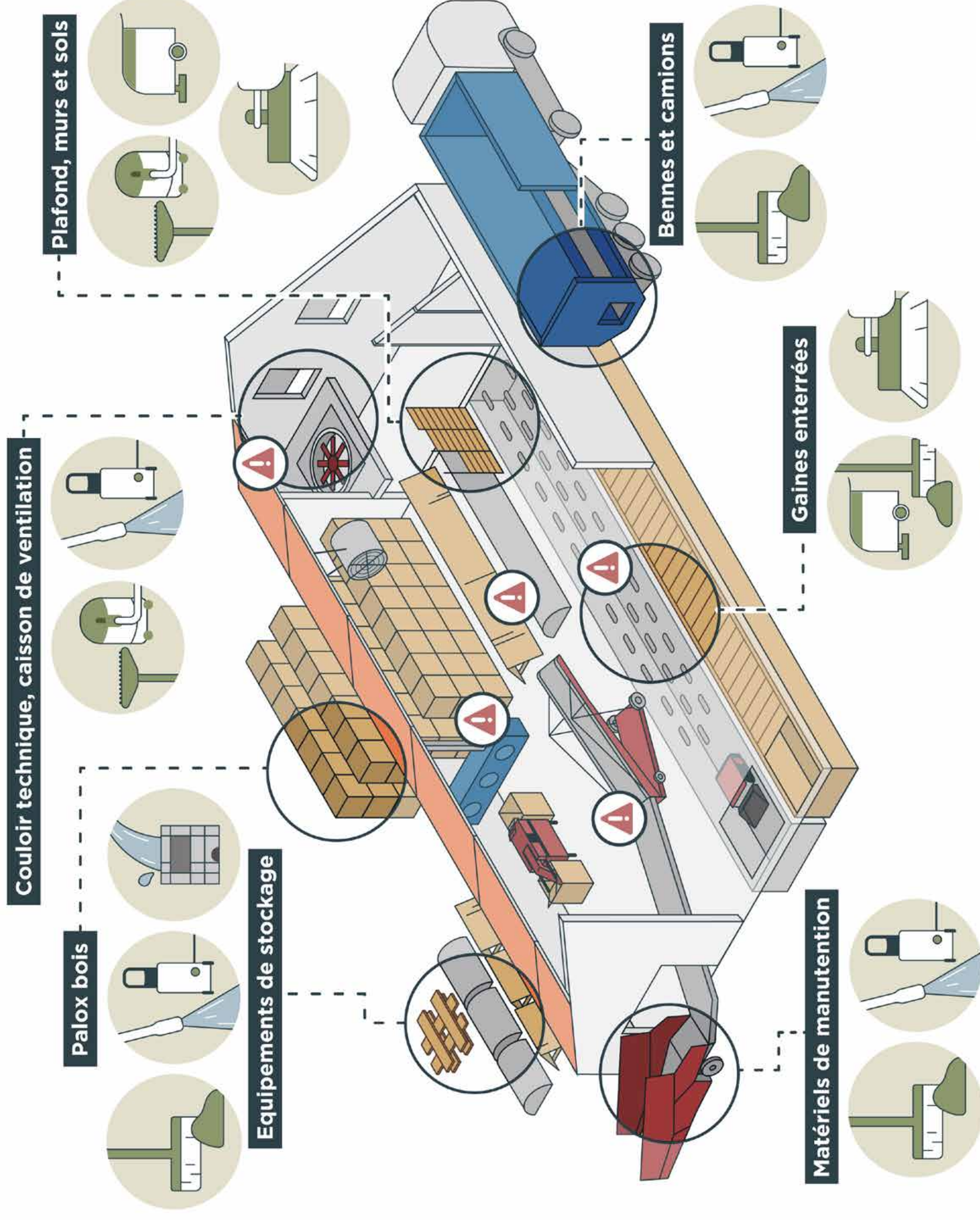
# Directives de nettoyage des bâtiments de stockage de pomme de terre et des équipements pour éliminer les traces de CIPC

## Principes généraux

- Nettoyer les bâtiments dès que la récolte 2019 a été déstockée
- Toujours utiliser les équipements de protection individuelle et agir en toute sécurité
- Garder les enregistrements écrits et/ou les photos de ce qui a été nettoyé, quand et comment
- Nettoyer du haut vers le bas (du plafond vers le sol)
- Zones à risque : apporter la plus grande attention aux zones de plus grande contamination

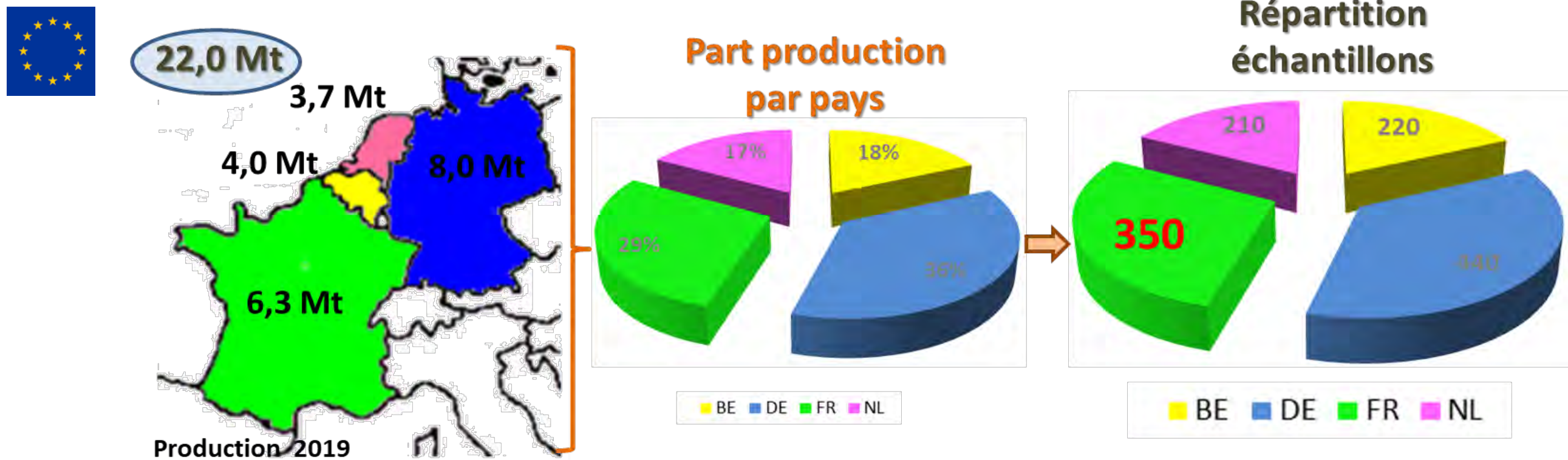
## Méthodes de nettoyage

- Nettoyer d'abord à sec (balai + aspirateur)
- Utiliser des équipements professionnels (brosseuse industrielle)
- Compléter avec un nettoyage humide lorsque le nettoyage à sec est insuffisant - Apporter une attention particulière à la gestion des eaux de nettoyage
- Collecter les effluents dans un réservoir ou une fosse
- Nettoyer les caisses et équipements de stockage à sec et éventuellement par voie humide puis les entreposer à l'extérieur aussi longtemps que possible
- Renouveler l'ambiance du bâtiment en continu en maintenant les portes et volets ouverts durant l'intersaison



# Un plan de surveillance CIPC pour un abaissement progressif raisonné de la LMR-t

- Une Limite Maximale de Résidus temporaire adoptée par la Commission sous condition d'un plan de surveillance annuel européen depuis 2020 avec une quote part française



## 350 échantillons

GIPT → 150 échantillons

CNIPT → 200 échantillons

145 transfo  
Conso

5 à 10 transfo  
Fécule

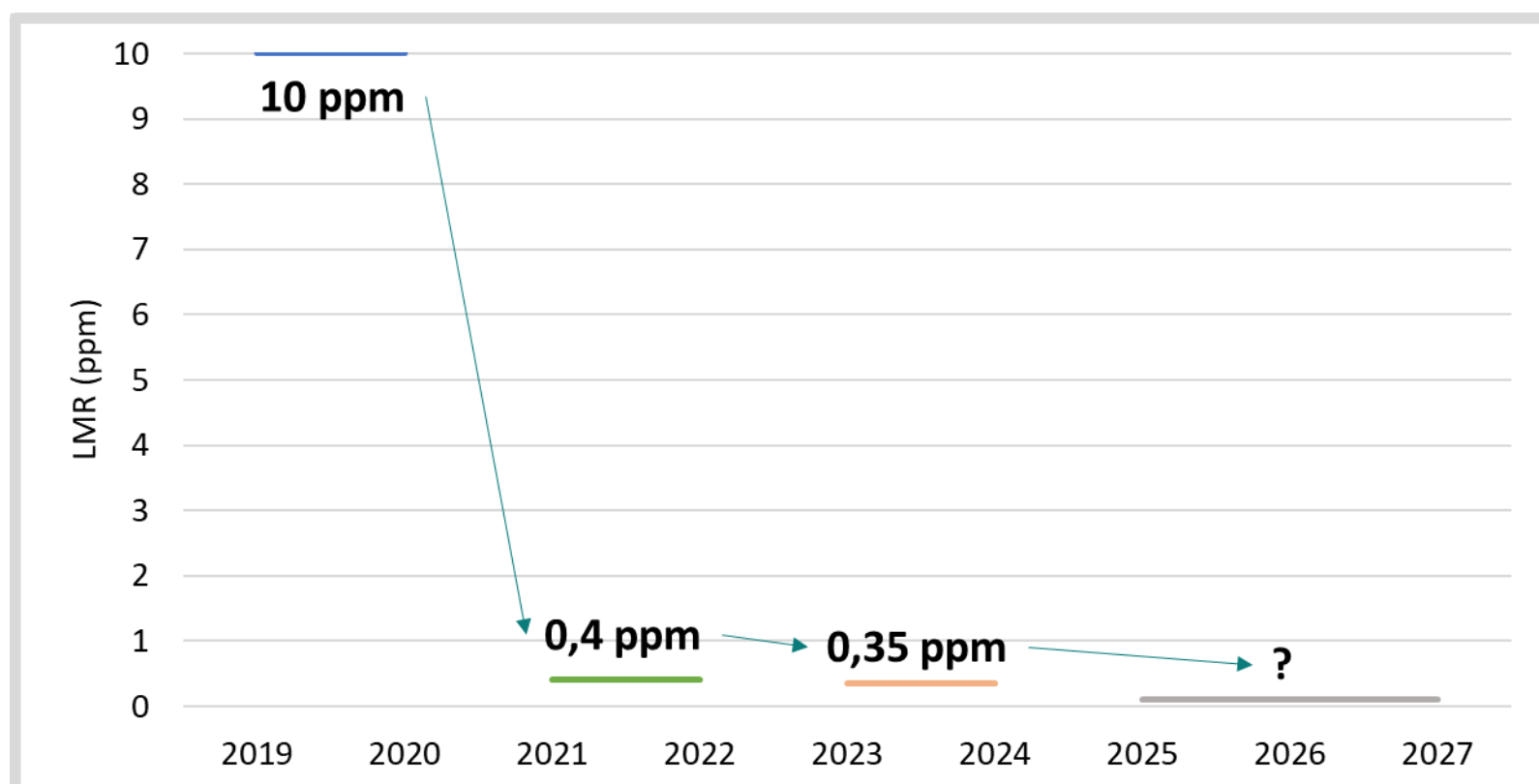
140 secteur  
Frais

60 export  
transfo

30 négoce

30 prod.  
indépendants

- Une 1<sup>ère</sup> baisse de la LMR-t le 4 septembre 2023



- Des facteurs de risques identifiés

- § Thermonébulisation
- § Stockage palox
- § Absence nettoyage
- § Absence aération des palox et locaux vides

Nécessité de maintenir une attention forte sur les bâtiments à risque pour éviter tout risque de dépassement, présent et futur.



# L'hydrazide maléique

## Plusieurs spécialités commerciales :

### FAZOR STAR (Catapult star/Himalaya/Delete),

### ITCAN SL 270 (Magna SL/ Crown MH)

#### Matière active

Cette molécule systémique s'applique au champ en formulation solide ou liquide. Elle migre du feuillage aux tubercules. La dormance est maintenue durant deux à trois mois de stockage selon la variété et la température de consigne.

#### Conseils d'application

- 80% des tubercules de calibre supérieur à 25/35mm (selon débouché)
- Délai de 2 à 3 semaines avant le défanage pour garantir la bonne migration du produit
- Températures douces (<25°C)
- Éviter pluies et irrigation pendant 24h
- Appliquer dans des conditions de croissance optimales (pas de stress hydrique et thermique, pas de senescence)

#### Avantages d'utilisation

- Contrôle antigerminatif en stockage précaire
- Décalage possible de la 1<sup>ère</sup> application antigerminative complémentaire en conservation
- Contrôle facilité de la germination pour du stockage longue durée en freinant l'élongation des germes
- Réduction du risque germination interne
- Actions secondaires : Limitation des repousses au champ en année n+1 et de la repousse physiologique (re-jumelage)

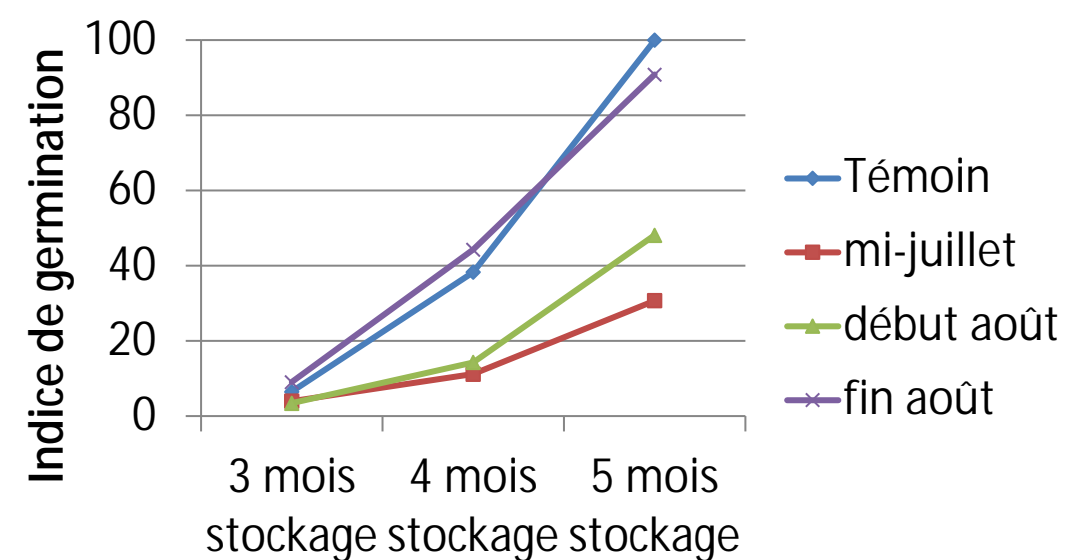
#### Points de vigilance

- § Adapté pour des stockages de courte durée ou à compléter par d'autres molécules en cours de conservation
- § Privilégier des applications précoces au champ dès le stade de grossissement atteint
- § Respecter les conditions d'application

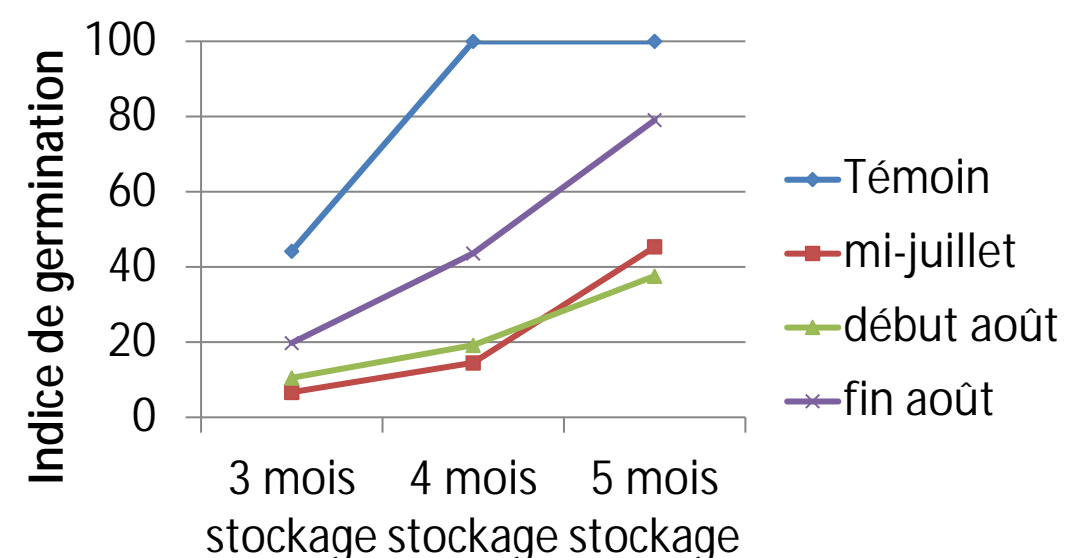
#### Doses homologuées

- **FAZOR STAR : 5kg/ha en max. 2 applications**
- **ITCAN SL270 : 11L/ha non fractionnable**

Kaptah Vandel



Kardal



Indice de germination (0 à 100) de 3 variétés traitées à l'hydrazide maléique à 3 dates (conservation à 7°C – campagne 2019/2020).

Une flexibilité d'application est présente même si son efficacité maximale est généralement observée pour les applications les plus précoces et en respectant les conditions d'application.

#### Coût indicatif

2 à 3€/t

# Evaluer la performances des variétés & mélanges variétaux avec inoculation

## Production de pucerons virulifères au Griffon (02)

- BYV, jaunisse grave
- BMYV, BChV jaunisse modérée



500 000

pucerons verts aptères *Myzus persicae* produits en 2023

47 000

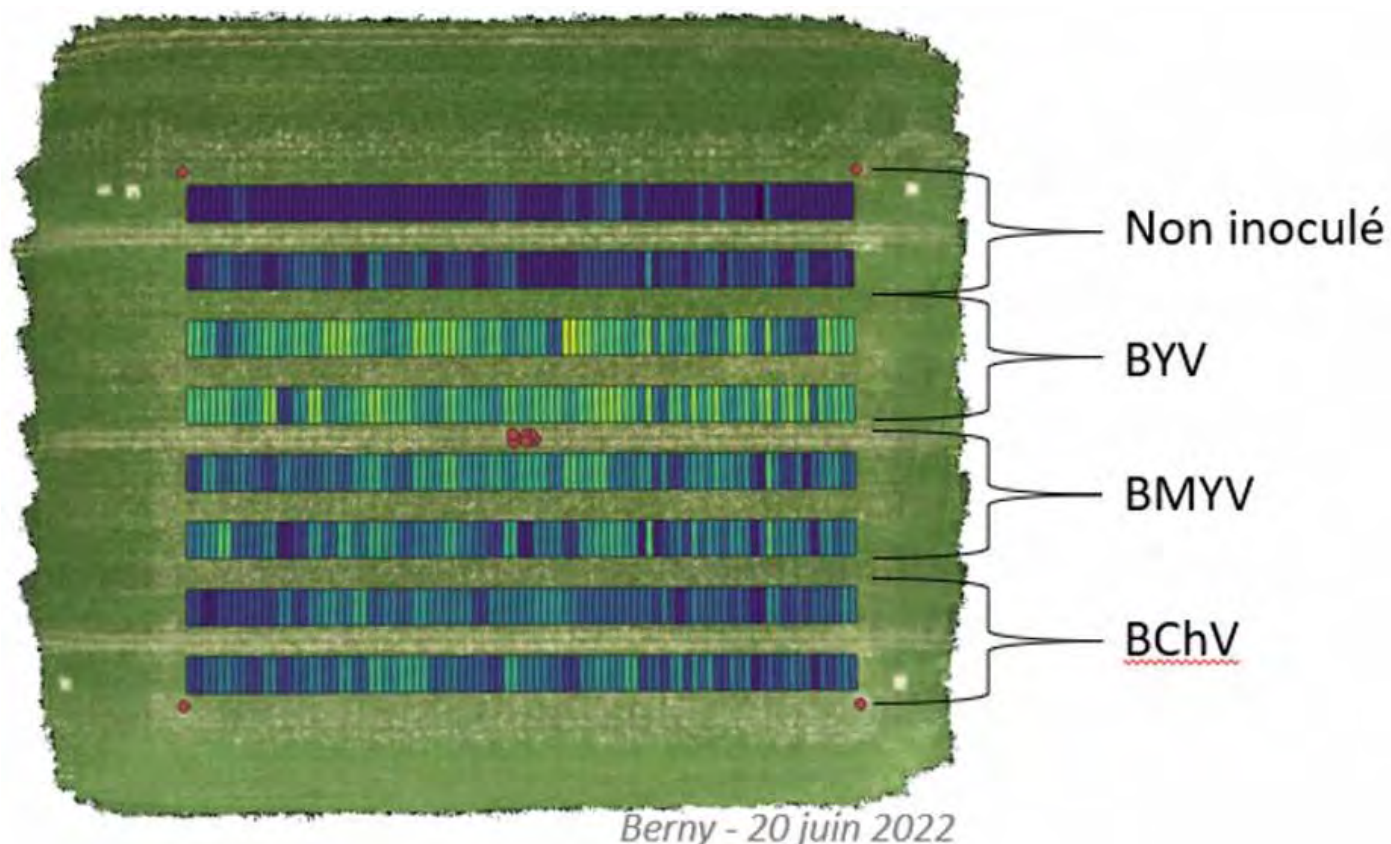
*betteraves inoculées au stade 4-6 feuilles*



## Inoculations réalisées :

- 107 variétés avec le cocktail de virus dans le réseau ITB SAS jaunisse grave
- 139 variétés en mono-virus pour l'inscription
- 25 hybrides et mélanges intra et inter semenciers

- Notations
- Vols de drone
- Récolte



Espace 2 :

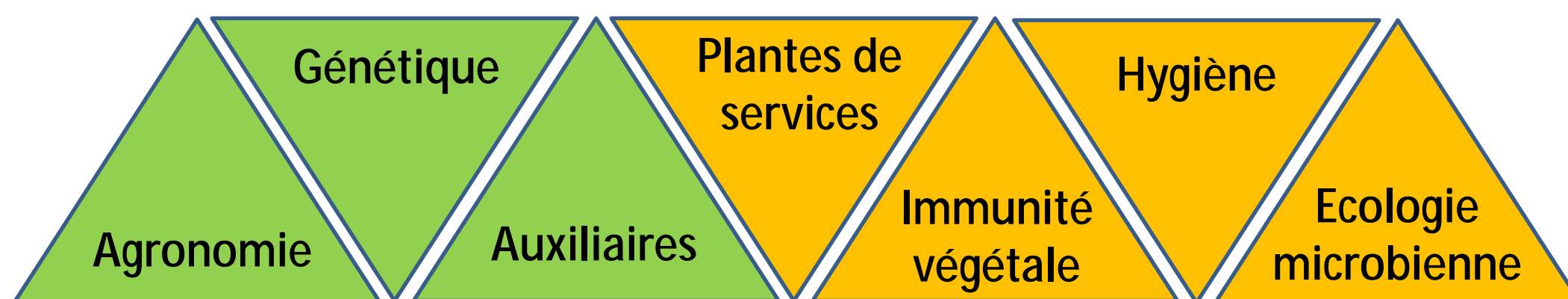
SANTÉ DES PLANTES



# PREVENIR : Prophylaxie en céréales à paille

## PROPHYLAXIE LUTTE INDIRECTE

- Leviers actuels
- Axes de recherche



## LES LEVIERS PRINCIPAUX : AGRONOMIE et GENETIQUE

### • Choix variétaux

Le choix variétal reste le premier moyen de lutte pour maîtriser la nuisibilité des principales maladies fongiques sur céréale.  
**Privilégier une variété tolérante ou résistante**

L'utilisation de **variété tolérante à la JNO** en orge permet de limiter l'expression du virus dans la plante et donc de systématiser la lutte contre les pucerons vecteurs de la maladie

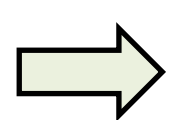
### • La succession de cultures

**Une succession adaptée** permet une lutte efficace contre les adventices/maladies  
**Réduire le retour de la même culture dans une rotation**

### • Le travail du sol et les pratiques culturales

**Adapter ces pratiques agronomiques** permet de limiter la pression des maladies sur la parcelle :  
->Enfouir les résidus et gérer les repousses des cultures (réduction des relais écologiques)  
->Les pratiques telles que le labour et les faux semis (gérer la pression adventices)

**Adapter la date de semis** permet de lutter contre les maladies et ravageurs sur les cultures de céréales.  
L'objectif étant de décaler le cycle de la céréale pour esquiver la période propice aux attaques de ravageurs



La combinaison de leviers permet d'optimiser l'efficacité de la lutte prophylactique

	Note GEVES - ARVALIS								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SEPTORIOSE(1)				Variété Sensible à Très Sensible			Variété Peu Sensible		
FUSARIOSE des EPIS et RISQUE DON	Variété Sensible			Variété Moyennement Sensible			Variété Peu Sensible		
ROUILLE JAUNE(2)	Variété Sensible à Très Sensible			Variété Moyennement Sensible			Variété Assez Résistante à Résistante		
ROUILLE BRUNE	Variété Sensible à Très Sensible						Variété Peu Sensible à Résistante		
OÏDIUM	Variété Sensible à Très Sensible						Variété Peu Sensible		
PIETIN VERSE	Variété Sensible		Variété Moyennement Sensible					Variété Résistante	
VERSE	Variété Sensible			Variété Moyennement Sensible			Variété Peu Sensible		

(1) : Pour la septoriose, il est conseillé de regarder en complément de la note GEVES, la note globale maladies nord évaluée à partir des essais d'ARVALIS - Institut du végétal  
(2) : Attention risque de contournement de la résistance  
• Le recours à une variété résistante permet l'impose de traitement (cas des rouilles et du piétin verse).  
• Le recours à une variété peu sensible permet de baisser la pression maladie. C'est le cas de la septoriose: en pratique, il est rarement possible de supprimer totalement la protection mais une diminution de l'utilisation des fongicides est en revanche permise pour les variétés peu sensibles.  
Source : GEVES - ARVALIS - Institut du végétal

## Contrôle biologique

C'est l'action d'auxiliaires de cultures qui vont venir maîtriser et réguler les populations de ravageurs. On distingue deux types d'auxiliaires :

Auxiliaires prédateurs : consommateurs direct de ravageur (coccinelle, larve de chrysope)

Auxiliaires parasitoïdes : qui vont parasiter le ravageur qui va finir par mourir (ex : petites guêpes)

		Ravageurs							
		Pucerons	Limaces	Taupins	Doryphores	Campagnols	Altises	Meligèthes	
AUXILIAIRES	Coccinelles								<b>Tableau 1</b> <b>Niveau d'action de plusieurs auxiliaires des cultures sur les principaux ravageurs.</b>  <span style="color: red;">■</span> Régulation potentielle importante <span style="color: lightcoral;">■</span> Régulation potentielle secondaire
	Carabes								
	Anthoricides								
	Chrysopes								
	Syrphes								
	Hyménoptères parasitoïdes								
	Araignées								
	Nématodes entomopathogènes								
	Rapaces								

Source : ARVALIS, 2020

## Des axes de recherches prometteurs

Immunité végétale

Ecologie microbienne

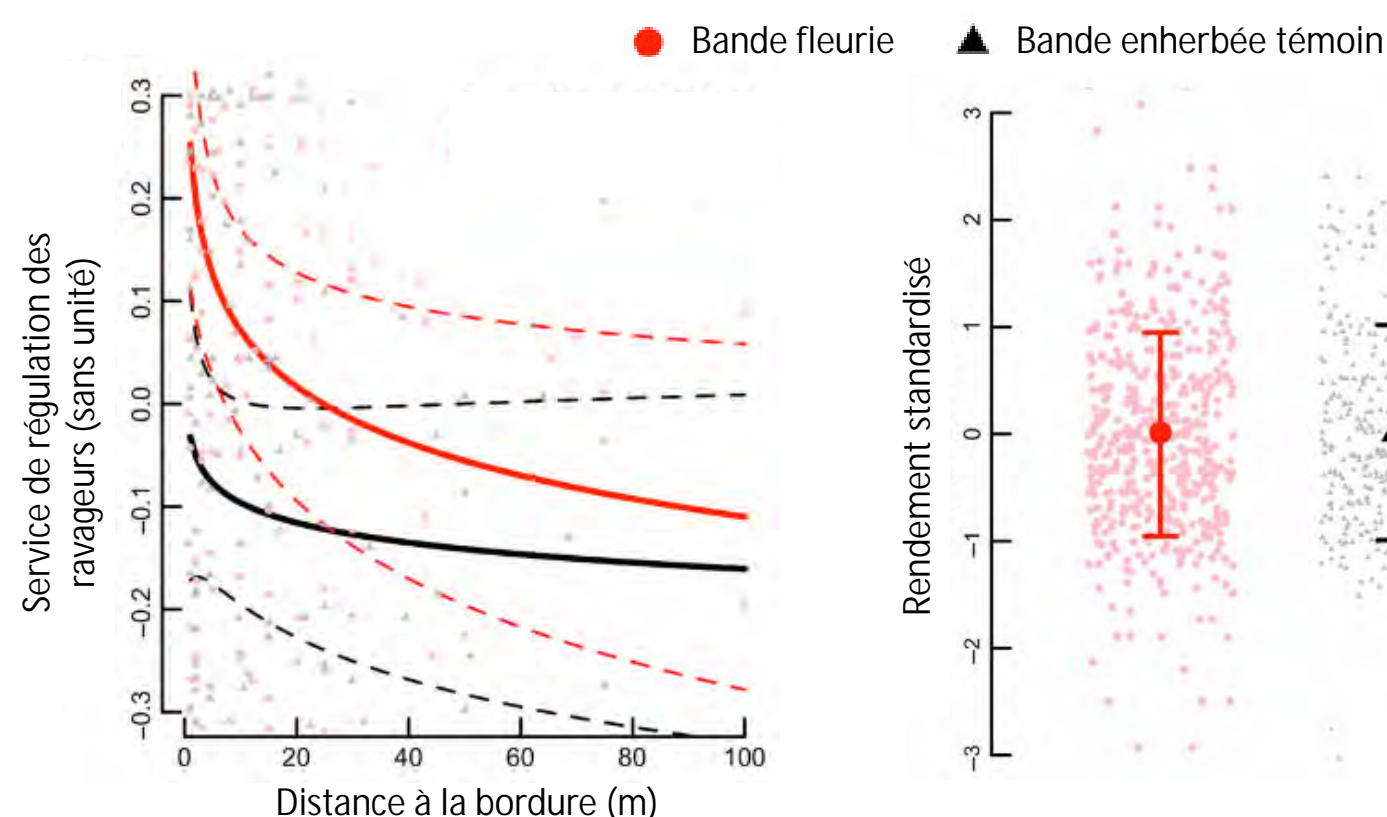
Plantes de services

Hygiène

# Des bandes fleuries pour améliorer les services fournis par les auxiliaires ?

## Un peu de bibliographie

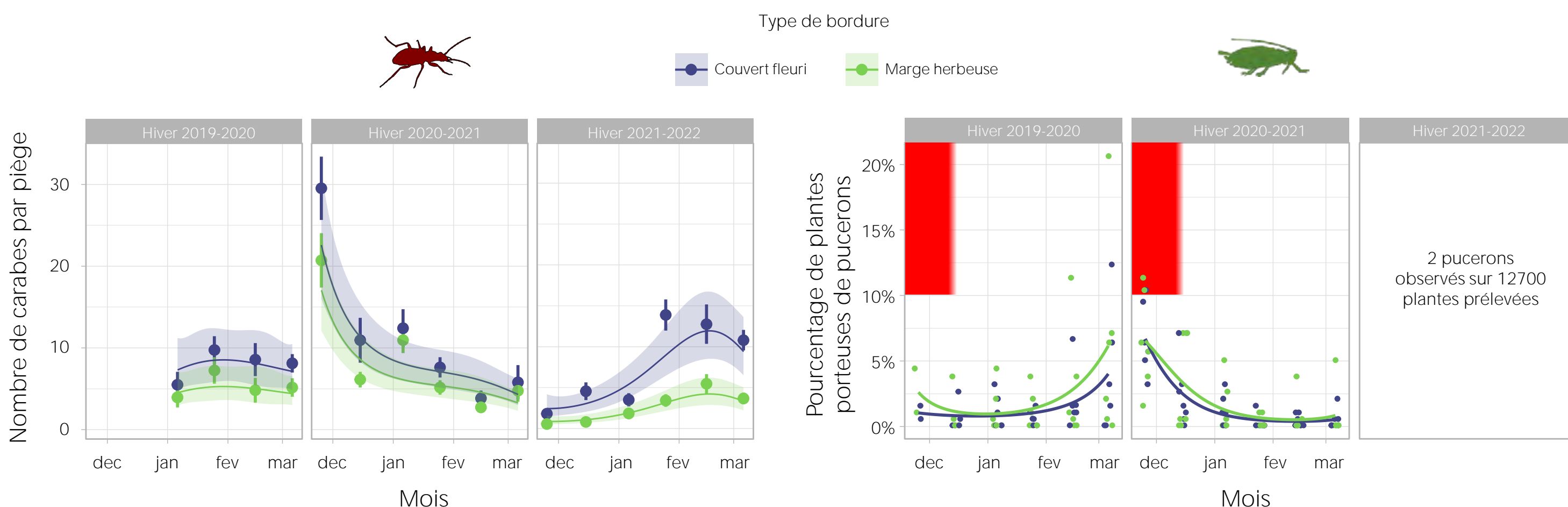
- Les bandes fleuries favorisent la régulation des ravageurs
- Pas d'effet significatif sur le rendement



Albrecht et al. (2020), synthèse de 18 études pour la régulation, et de 11 études pour le rendement

## • Cas d'étude sur les pucerons vecteurs de JNO

- Peut-on améliorer le contrôle des pucerons vecteurs de JNO par des couverts fleuris d'interculture ?
- 34 parcelles - 3 ans - Bretagne & Pays de la Loire



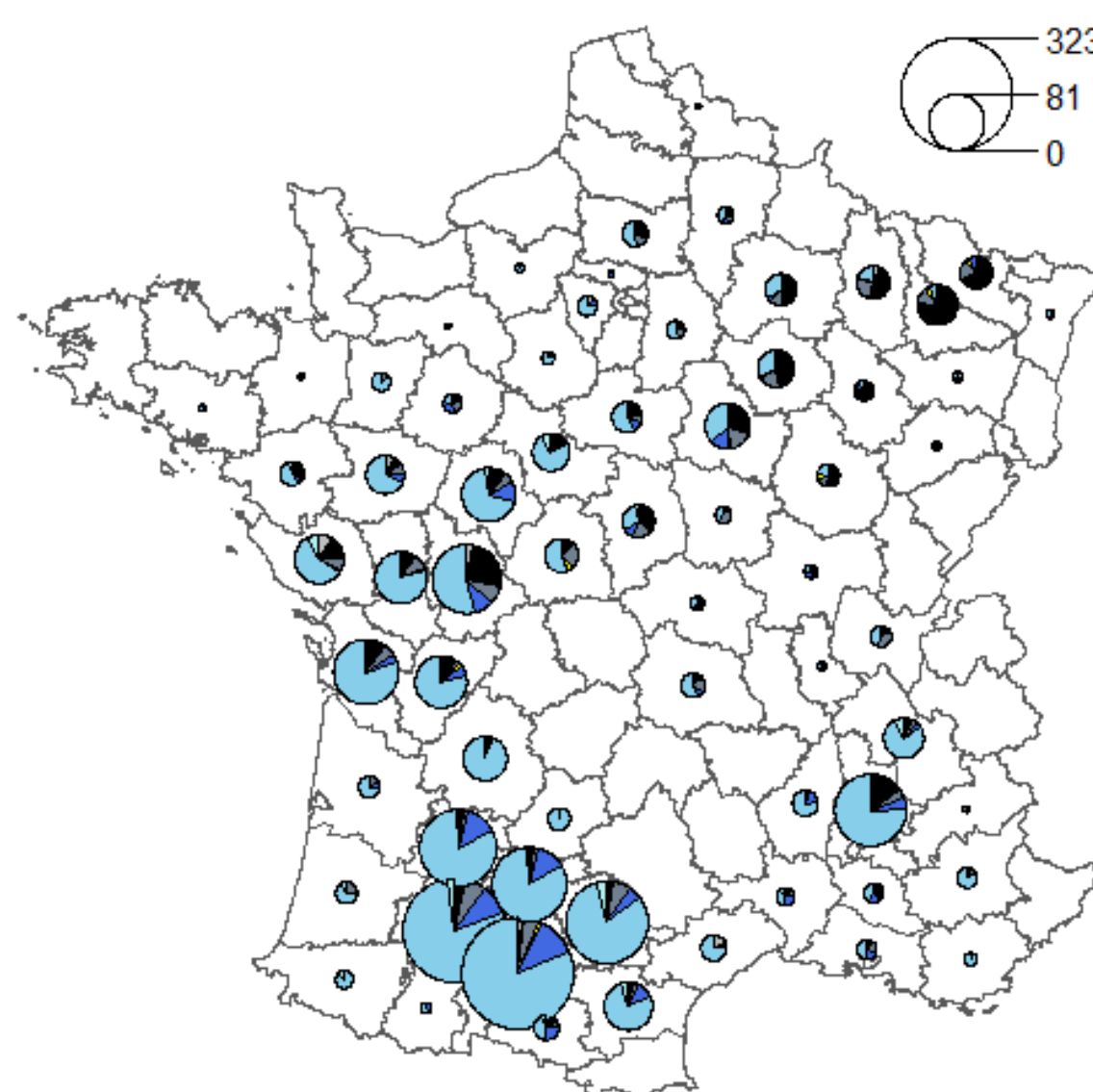
Les bandes fleuries ont eu un **effet positif sur les carabes**, sans toutefois permettre de vraiment mieux contrôler les pucerons et la JNO

Albrecht et al. (2020). The effectiveness of flower strips and hedgerows on pest control, pollination services and crop yield: a quantitative synthesis. *Ecol. Lett.*

# Dégâts d'oiseaux sur tournesol quel impact ?

Les pigeons ramiers peuvent causer d'importants dégâts à la levée

Stade	%
Semis	19
Plantule	69
Végétation	9
Maturité	3

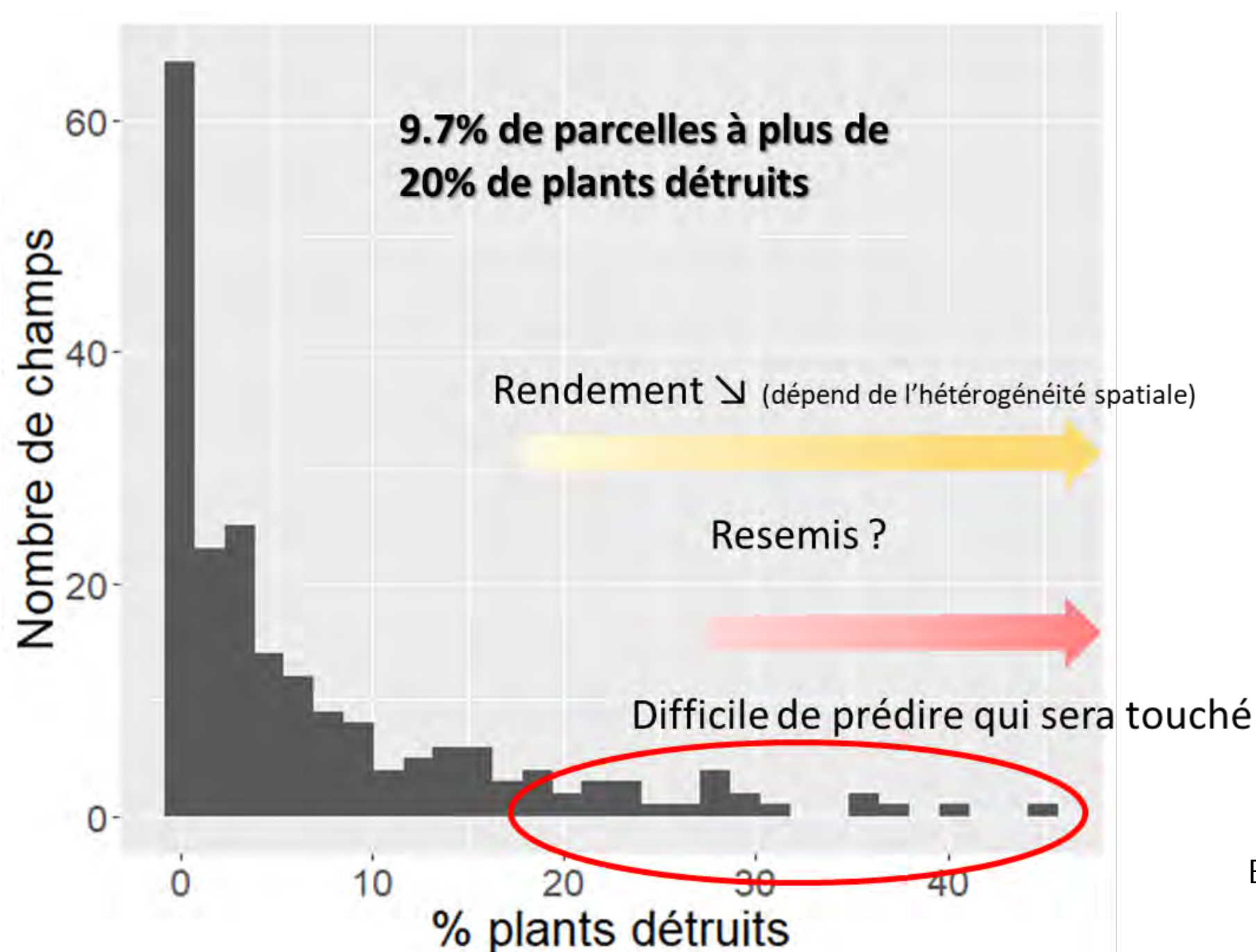


Espèce

- Choucas des tours
- Corbeau freux
- Corneille noire
- Étourneau sansonnet
- Pigeon biset féral ou de ville
- Pigeon ramier ou palombe
- Tourterelle turque

(Déclarations sur tournesol, enquête Terres Inovia 2016-2022)

Des dégâts sévères sur certaines parcelles, mais difficiles à prédire



Enquête Poitou Charente et Gers  
2018-2020 (206 parcelles)

Ordre de grandeur des pertes en production 2020-2022

- 777 000 ha
- 10 % de parcelles avec nuisibilité, dont la moitié sont resemées
- Pertes de 220 €/ha (sans resemis) ou 330 €/ha (avec)

→ 20 millions €

+ pertes aval et amont

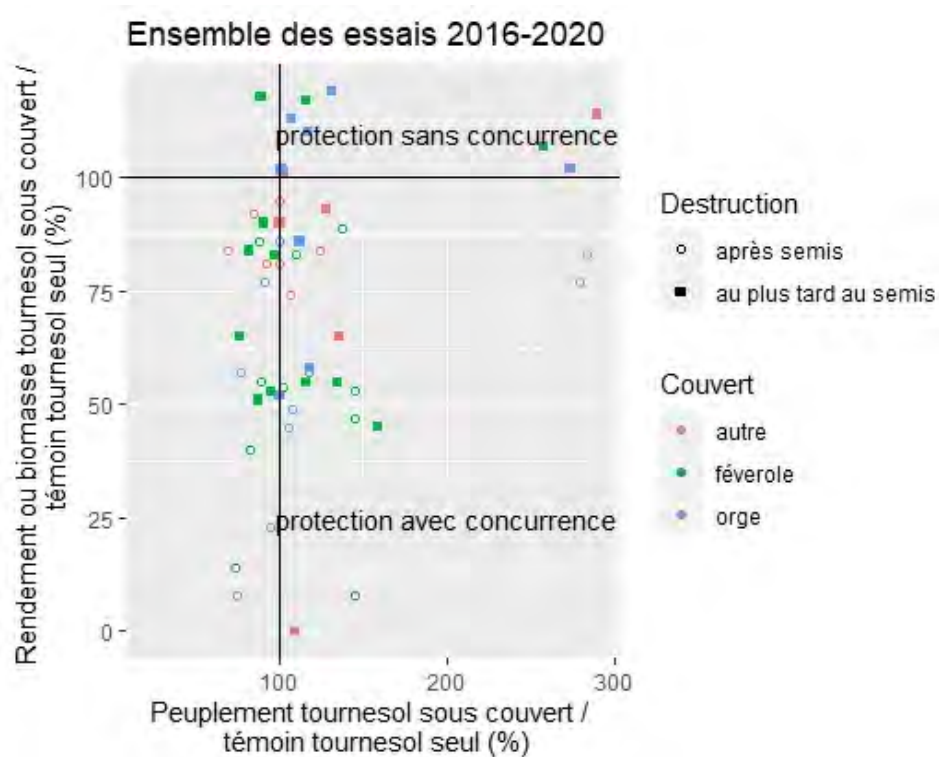
# Dégâts d'oiseaux sur tournesol quelles solutions ?

## Conseil actuel

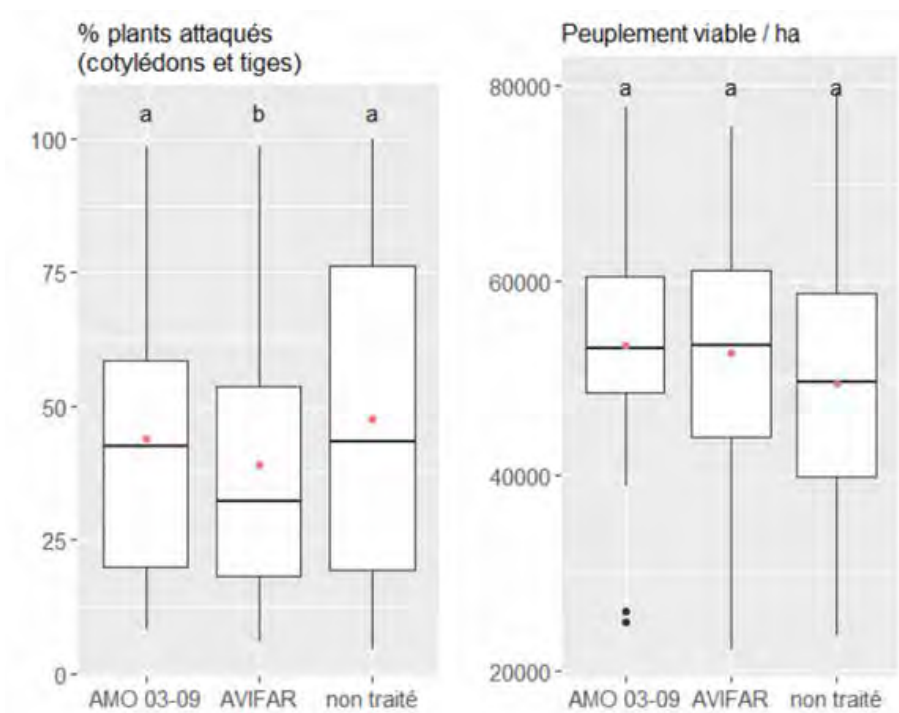
- Respecter les fondamentaux d'un semis réussi
- Eviter les parcelles historiquement exposées
- Être attentif à l'activité des oiseaux avant semis et si nécessaire recourir aux possibilités de destruction
- Si possible coordonner les semis avec les voisins
- Protéger les parcelles avec une utilisation mesurée d'effaroucheurs
- Ne ressemer que sur la base d'un diagnostic des dégâts sur tiges (et non sur cotylédons)
- Mutualiser les expériences et déclarer les dégâts

## Protection à la parcelle : des résultats mitigés, pour le moment

Semis sous couvert : faible réussite  
(résultats Terres Inovia et FranceAgriMer PREVOT)



Répulsifs : forts aléas  
(ex : essais répulsifs en plein 2016; 31 parcelles)



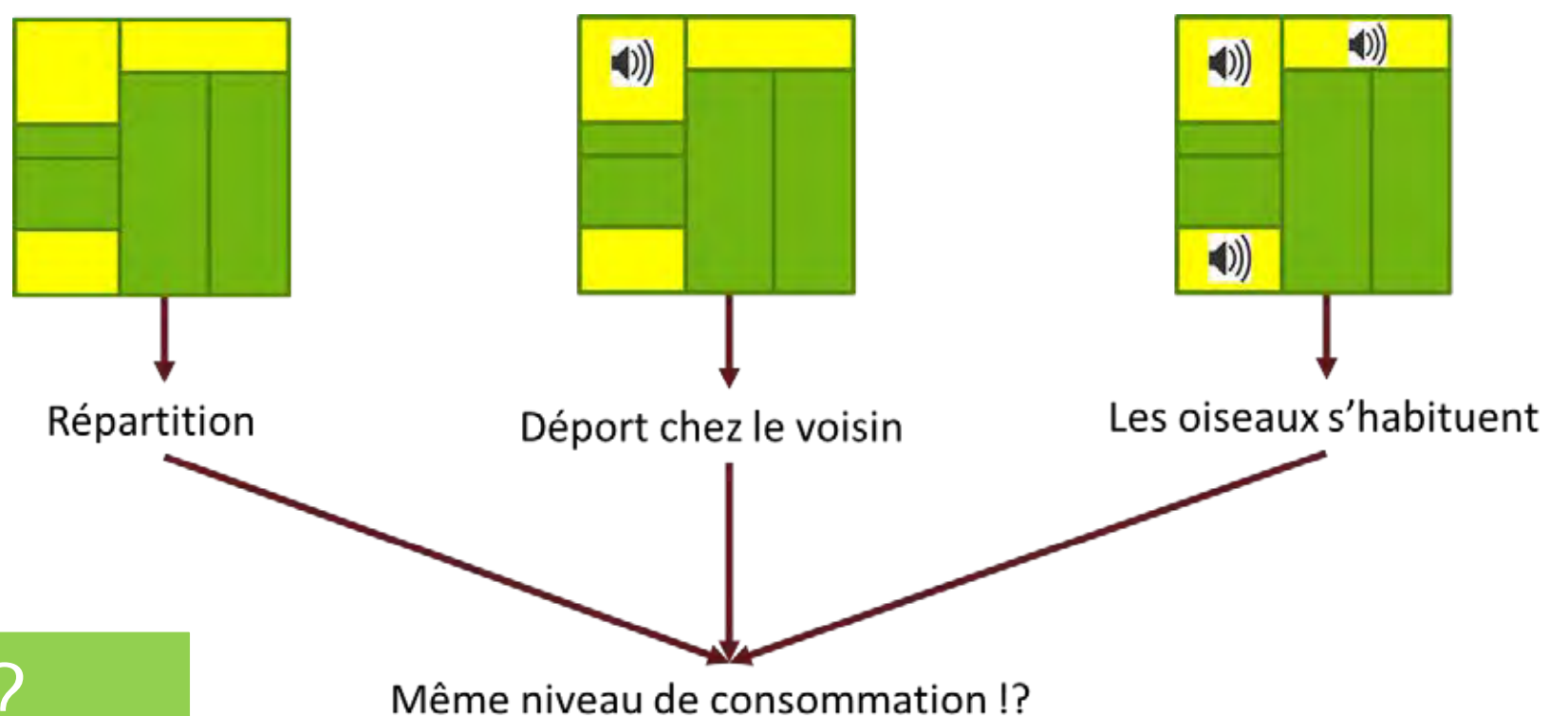
Agrainage dissuasif : décevant et difficile à évaluer  
(FranceAgriMer PREVOT)



Effarouchement 2.0 : à l'étude



Ce qui complique la protection : les oiseaux ne raisonnent pas à la parcelle



## Vers une approche territoriale ?

- Combiner les leviers (push/pull)
- Semer au « bon moment », en même temps

Projet ANR Limitation des Dégâts d'Oiseaux 2022-24  
(Terres Inovia, Inrae, ANAMSO)



# RAY GRASS ANGLAIS porte graine : estimer le risque vulpin sur sa parcelle

Les  
Culturales®  
2023 14-15 juin  
CONGERVILLE - THIONVILLE (91)



- Eliminer le vulpin dans une parcelle de ray-grass porte-graine est **de plus en plus difficile et onéreux** :
  - faible choix de produits efficaces et homologués
  - apparition de résistances
- La maîtrise de cette adventice doit commencer impérativement par une **élimination dans la rotation** (choix des cultures et des techniques culturales).
- Voici une grille pour évaluer **l'indice de risque** dans une parcelle :



Vulpins dans une parcelle de ray-grass anglais porte graine

1 – Combien de cultures de printemps aviez-vous dans la rotation au cours des 5 dernières années sur la parcelle ?	Nombre de points
a) Au moins 3 cultures de printemps	4
b) 2 cultures de printemps	8
c) 1 culture de printemps	12
d) Aucune	16
2 – Combien de déchaumages annuels réalisez-vous en moyenne dans la rotation sur la parcelle ?	
a) Plus de 2 déchaumages par an	3
b) 2 déchaumages par an	6
c) 1 déchaumage par an	9
d) Aucun	12
3 – Combien de fois au cours des 5 dernières années n'avez-vous ni labouré, ni réalisé de faux semis (chimique ou mécanique) sur la parcelle ?	
a) Labour ou faux semis effectué chaque année	3
b) 1 année sans labour ni faux semis sur les 5 dernières années	6
c) 2 années sans labour ni faux semis sur les 5 dernières années	9
d) Au moins 3 années sans labour ni faux semis sur les 5 dernières années	12
4 – Sur les 3 dernières cultures qui précèdent l'implantation du ray-grass, quel niveau de salissement de la parcelle en vulpin (observé ou « potentiel ») estimiez-vous atteindre avant de désherber votre culture ?	
a) Pas de vulpin	5
b) 1 pied de vulpin rencontré çà et là dans la parcelle (<1 pied/m²)	10
c) Répartition par tache dans la parcelle (1 à 10 pieds/m²)	15
d) Présence de vulpin sur l'ensemble de la parcelle (>10 pieds/m²)	20
5 – Sur vos 3 dernières cultures, quelle efficacité du désherbage anti-vulpin avez-vous constaté sur la parcelle ?	
a) Pas de vulpin, réponse a) à la question 4	5
b) Très bon contrôle – Evolution décroissante	10
c) Contrôle moyen – Evolution fluctuante	15
d) Contrôle insuffisant ou nul – Evolution croissante	20
<b>Votre total (20 à 80 points)</b>	

En fonction du **score total** obtenu, le risque est le suivant :

**Inférieur à 32 points :**

« Risque Vulpin » **FAIBLE**  
à Semis possible

Les vulpins ne devraient pas handicaper la production de semences.

**De 32 à 48 points :**

« Risque Vulpin » **MODERE**  
à Choix de parcelle à reconsidérer.

En conditions normales d'implantation et en l'absence de résistance, les vulpins peuvent être maîtrisés. Mais, le contrôle de cette adventice reste aléatoire et le coût de désherbage risque d'être assez élevé.

**Supérieur à 48 points :**

« Risque Vulpin » **ELEVE**  
à Semis fortement déconseillé.

La maîtrise des vulpins n'est pas impossible mais devient très aléatoire et très coûteuse.

Accéder à l'outil en ligne :



Grille élaborée par la FNAMS en collaboration avec Arvalis, l'INRAE et l'ACTA à partir d'études et d'observations terrain réalisées en Picardie.

Pour en savoir plus :

- Ray-grass anglais porte-graine : estimer le risque vulpin dans sa parcelle et adapter les conduites culturales pour limiter l'infestation. Note technique NTF145 Juin 2021
- Guide Pratique FNAMS « Protection des fourragères porte-graine » - Liste des produits homologués et leur efficacité par culture - Avril 2023 (à paraître)
- Note commune inter-instituts pour la gestion des résistances des adventices aux herbicides en grandes cultures/Fiche vulpin (GCHP2E, 2019)
- Ray-grass anglais - Comment mesurer le « risque vulpin » dans ma parcelle ? Bulletin Semences n° 190, 2006

Action financée par :



# SEMILONI : un modèle pour la gestion du MILDIOU en oignon porte graine

Les  
Culturales®  
2023 14-15 juin  
CONGERVILLE - THIONVILLE (91)



FNAMS

- Le mildiou (*Peronospora destructor*) est la maladie la plus pénalisante sur l'oignon porte-graine. Il se développe par foyers, et son installation peut être très précoce, dès l'automne. Non maîtrisé, il peut entraîner la destruction complète d'une parcelle, par dessèchement des hampes florales et des ombelles.

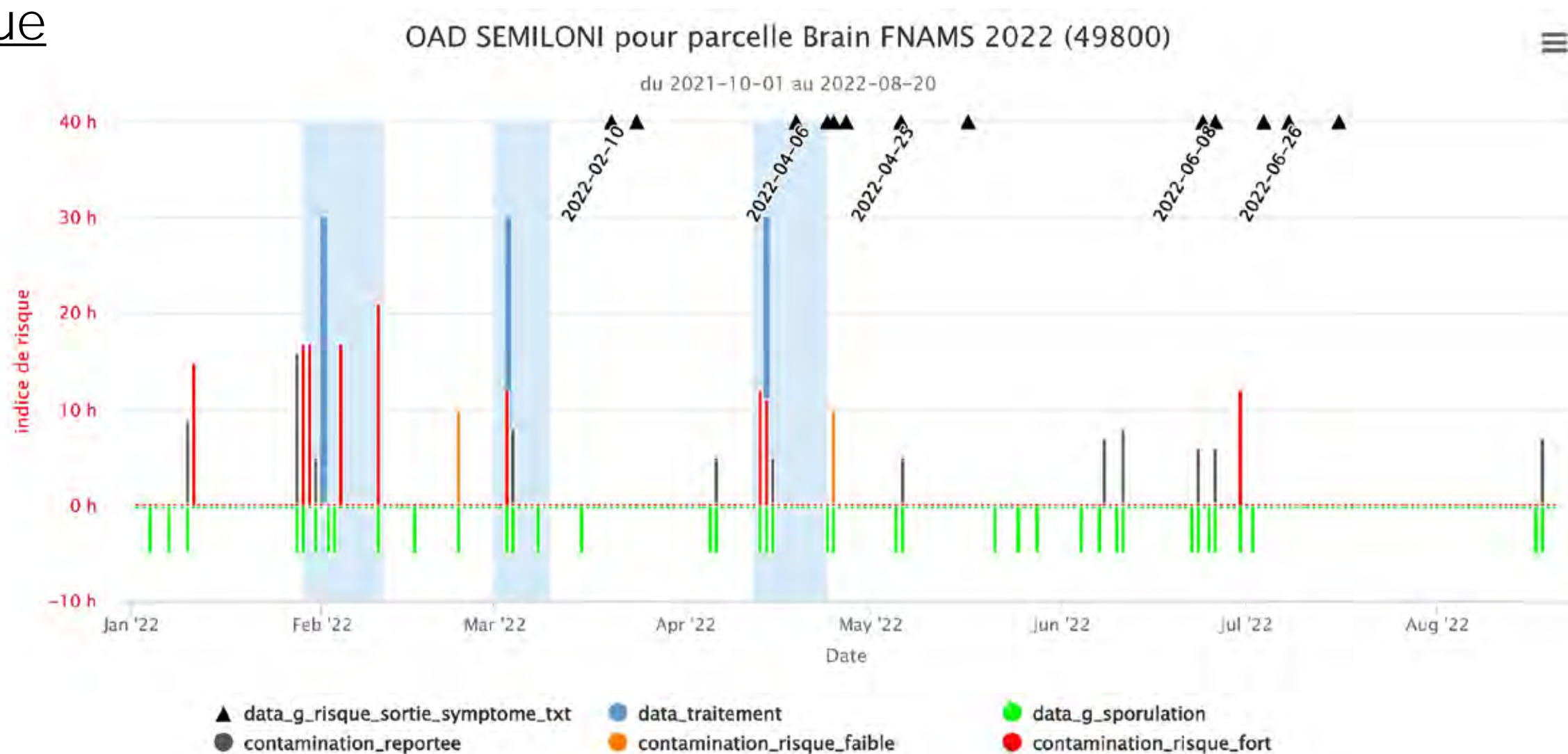


Symptôme de mildiou sur hampe florale

SEMILONI est un outil mis gratuitement à la disposition des agriculteurs multiplicateurs et techniciens semenciers qui à partir de données météo horaires (pluie, température et humidité relative) :

- Détermine les périodes climatiques favorables à la sporulation et à la pénétration du champignon dans la plante ;
- Calcule la durée d'incubation du champignon et permet de prévoir la sortie de symptômes de mildiou.

## Exemple de sortie graphique



**Modalités pratiques** : avoir accès à des données météo horaires et s'inscrire sur <http://semiloni.fnams.fr>

Cet outil est actuellement compatible avec les stations météorologiques de marque SENCROP, WEENAT ou METEUS. Les utilisateurs peuvent aussi accéder aux données gratuites de certains aéroports français (Météo-France, réseau SYNOPS).

Avec le soutien de :

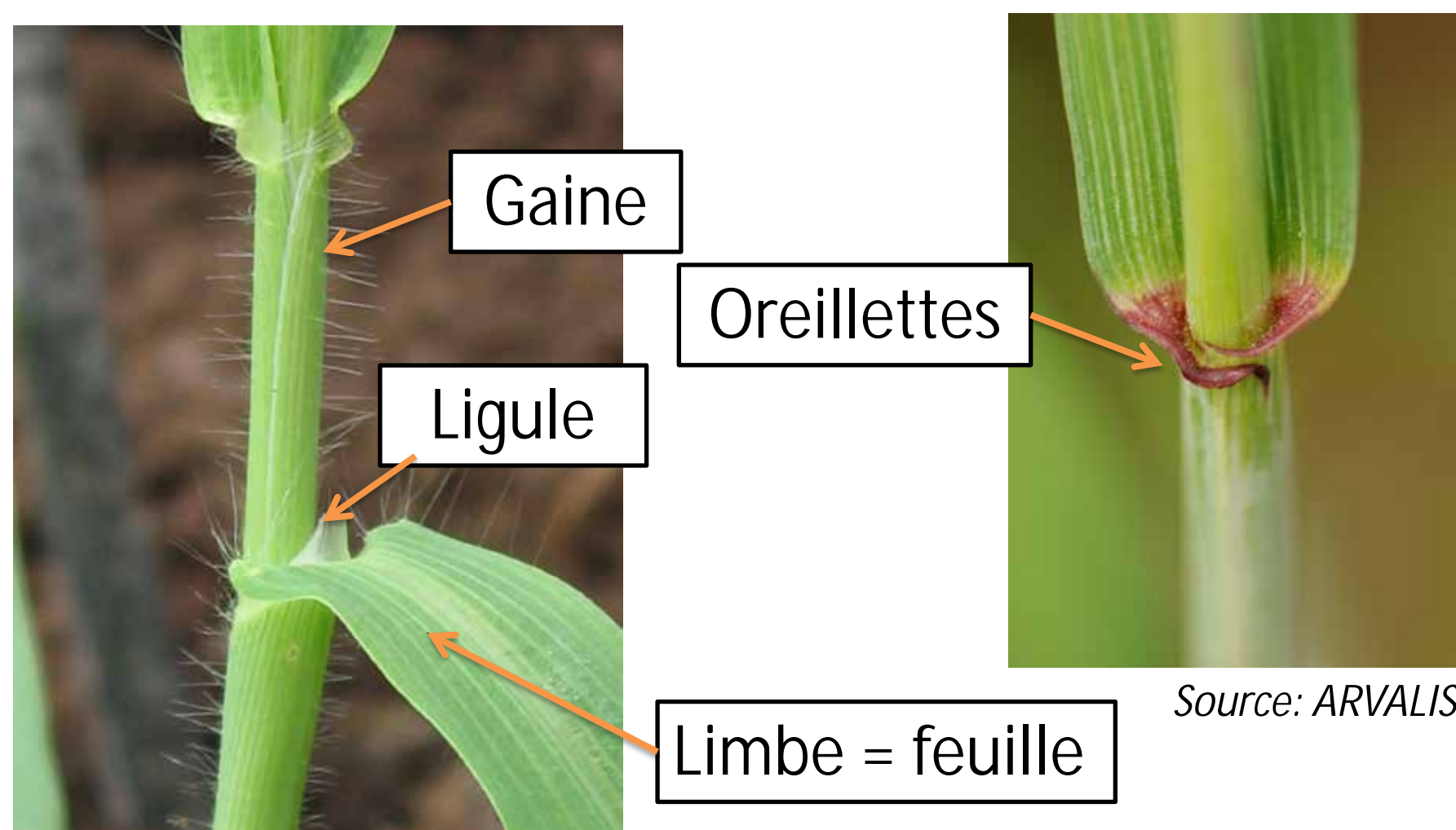
**CONTACT** : [semiloni@fnams.fr](mailto:semiloni@fnams.fr)



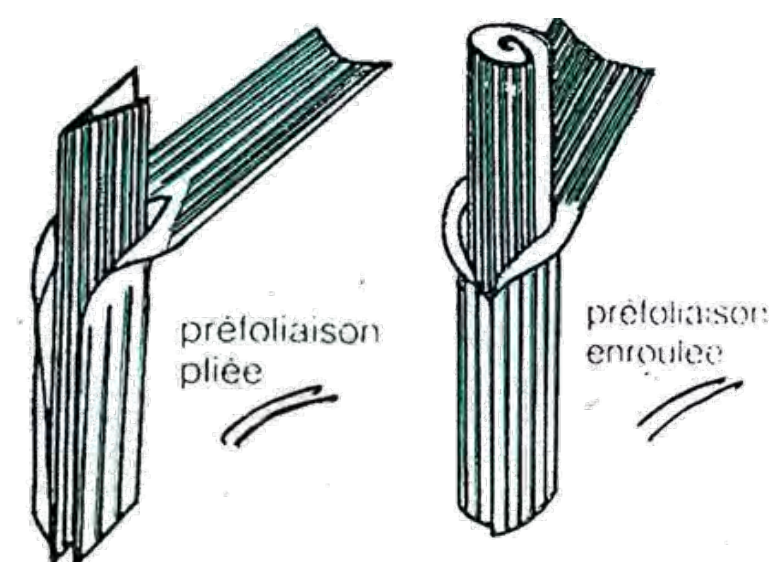
semae

# RECONNAISSANCE DES ADVENTICES

## Monocotylédones : Graminées



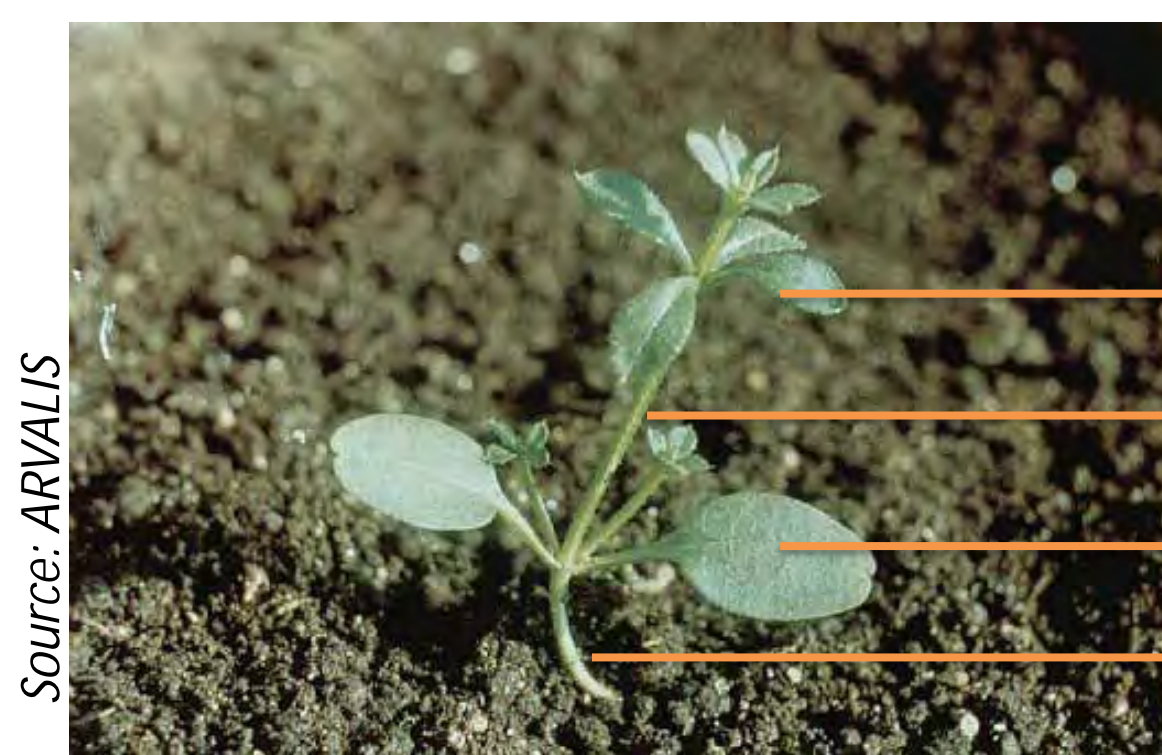
PRÉFOLIAISON  
(mode de dégagement  
des jeunes feuilles)



Source: ARVALIS

- Ø Préfoliation : pliée (ex : pâturin), enroulée (ex : céréales...)
- Ø Ligule : Présence/absence, membraneuse ou ciliée, taille, aspect sommital : tronquée, dentée
- Ø Oreillette : Présence/absence
- Ø Limbe : Pilosité (présence/absence, répartition), nervation
- Ø Gaine : section (ronde, aplatie..), pilosité, coloration (👁️ base de la tige)

## Dicotylédones : Feuilles larges



Plantule à tige allongée et  
feuilles verticillées

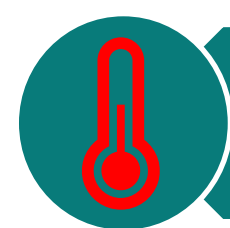


Plantule en rosette

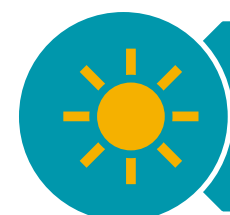
- Ø Type de plantule : rosette ou à tige
- Ø Insertion des feuilles : opposée = face à face, alterne, verticillée
- Ø Cotylédons : forme, taille, pilosité
- Ø Forme et découpeure des feuilles
- Ø Pilosité : répartition, forme ..
- Ø Odeur, saveur, couleur

# MATÉRIEL EXPÉRIMENTAL en CONDITIONS CONTRÔLÉES

- 5 enceintes climatiques



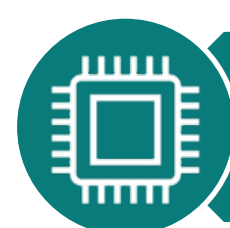
Entre -25 et +30 °C



Jusqu'à 400  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$



Jusqu'à 95 %



Pilotage via automate



De 2 à 8 plages de  
programmation journalière



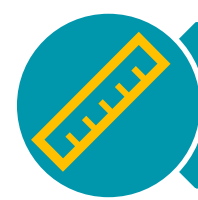
Contrôle permanent des  
paramètres



- 1 banc de pulvérisation



Contrôle de la pression



Hauteur du traitement



Vitesse

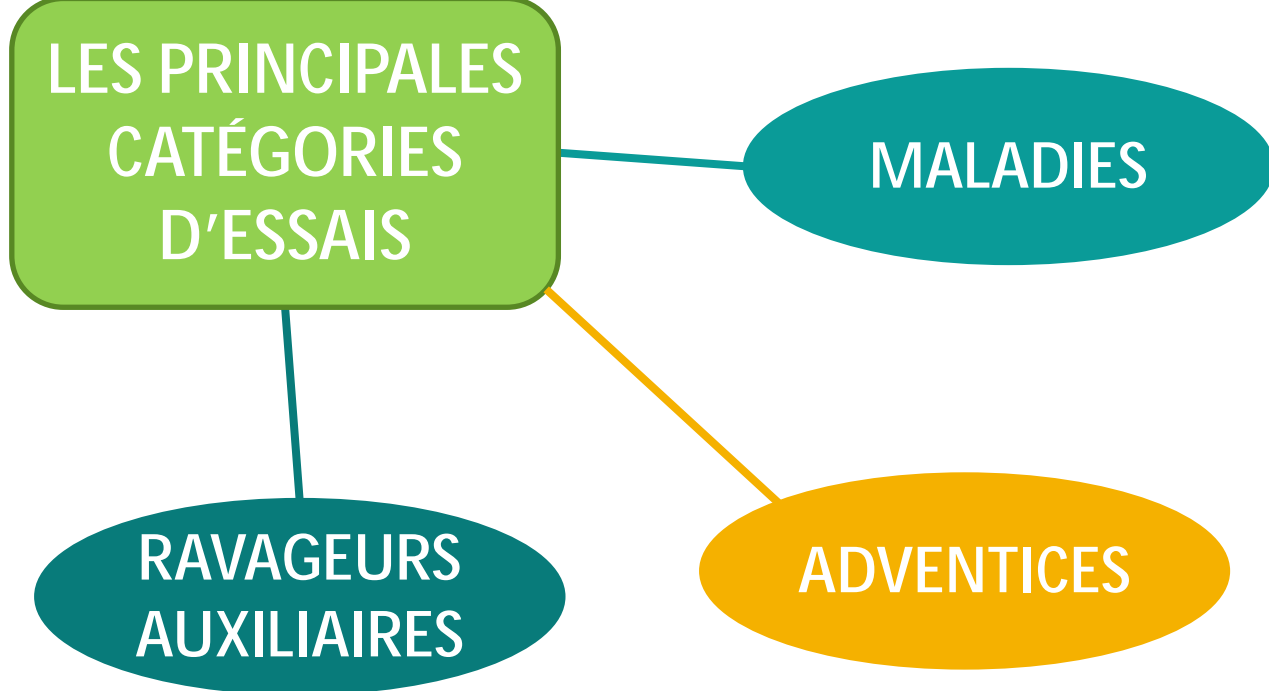


Type de buses



Imite le pulvérisateur agricole

# LES ESSAIS en CONDITIONS CONTRÔLÉES



Pour une éventuelle inscription au catalogue...



Sensibilité variétale aux herbicides



Efficacité insecticides et molluscicides



Pucerons verts (*Myzus persicae*)

Limace grise (*Deroceras reticulatum*)



Biologie des adventices



Rumex crépu (*Rumex crispus*)



Datura stramoine (*Datura stramonium*)



Folle avoine (*Avena fuata*)



Maladie des céréales



Stromas ou Périthèces

Ergot du seigle (*Claviceps purpurea*)



Résistance des adventices



Résistante





Sensible



Traitement de semences



Conditions différentes selon la contamination

	
<i>Fusarium graminearum</i>	17°C
<i>Microdochium sp.</i>	7°C



Blé dur et tendre



## Qu'est-ce que l'épidémiosurveillance ?

Surveiller l'émergence et la présence de bioagresseurs

Prévenir

Diagnostiquer

Intervenir

**MALADIES**

*Atelier 2*

**RAVAGEURS et**

**AUXILLIAIRES**

*Atelier 3*

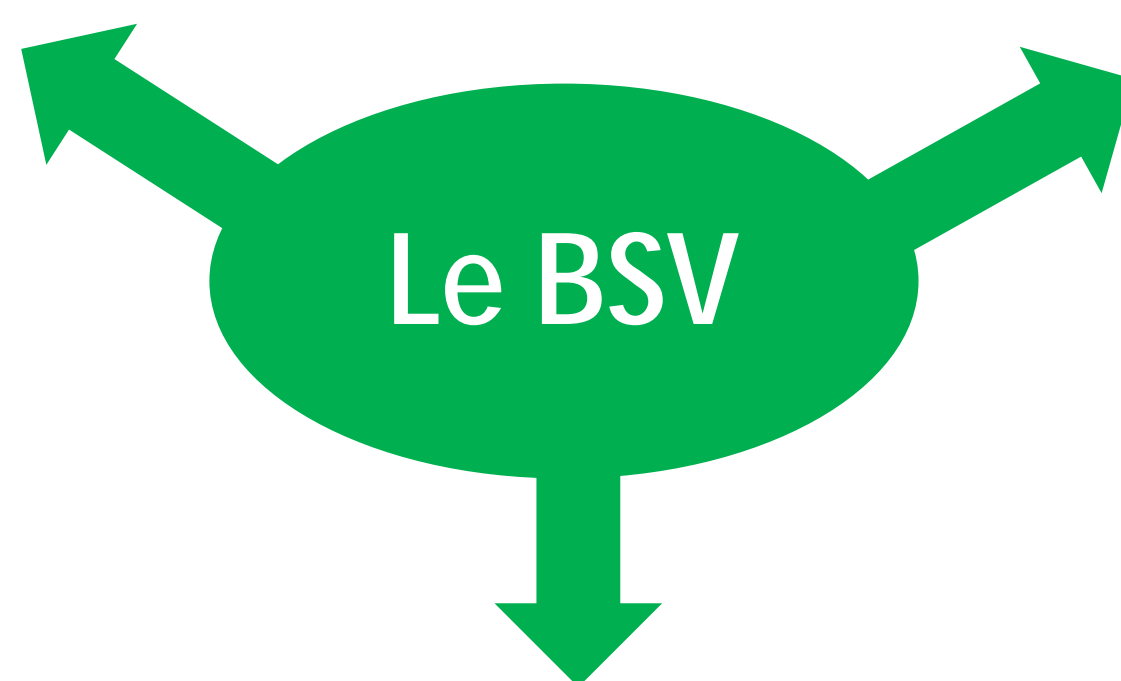
**ADVENTICES**

*Atelier 4*

## Que m'apporte l'épidémiosurveillance ?

### À quoi me sert-il ?

- Connaître l'état **sanitaire** des cultures de ma région
- Accéder à une **analyse** de qualité du **risque phytosanitaire**
- Être au courant des **actualités réglementaires**



### Pourquoi le lire ?

- Un conseil **gratuit**
- Adapter son **ITK** au **risque réel**
- Des connaissances en **agroécologie** et sur la **biodiversité\***

### Pourquoi être observateur ?

- Des formations au diagnostic
- Des points **HVE\***

## Comment être acteur de l'épidémiosurveillance ?

### Suivre le BSV

À retrouver sur :

- Le site de votre chambre
- Le site de votre DRAAF
- Le site d'ARVALIS

Demandez votre BSV ici !

### Être observateur

Je suis  
technicien(ne)

Via le portail de collecte  
des données  
d'observations



Demandez votre démo ici !

Je suis  
agriculteur(trice)

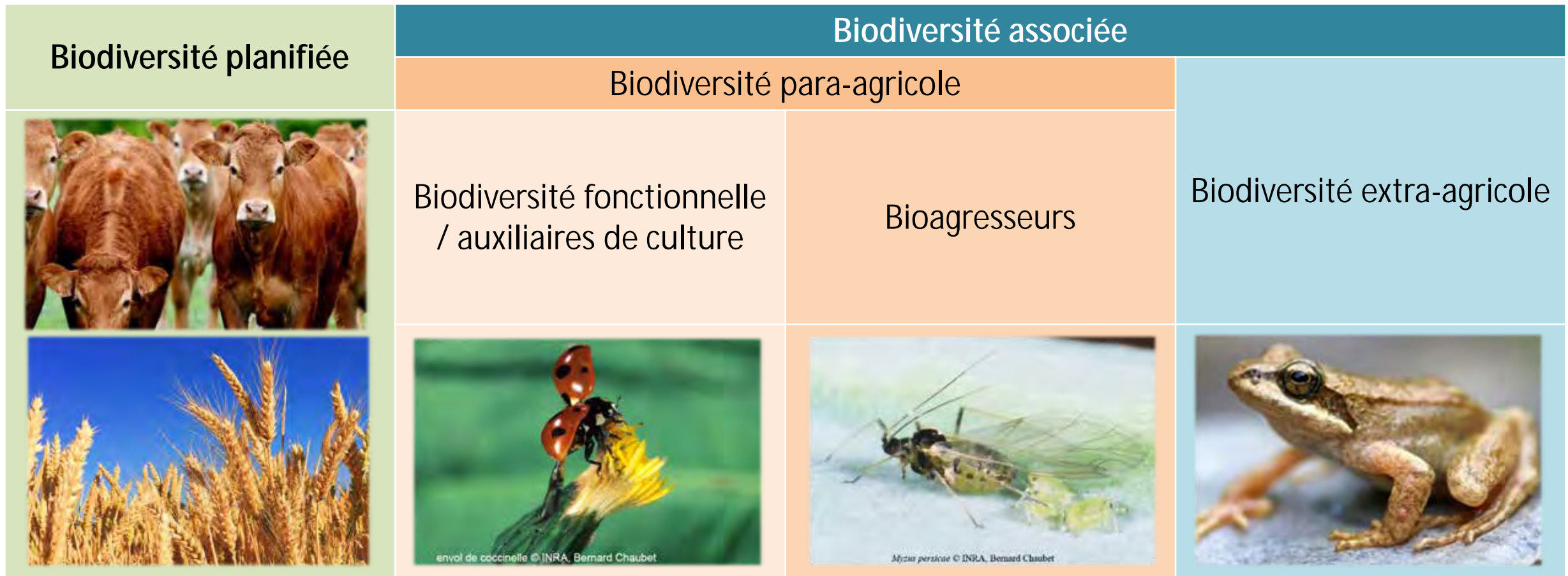
Via des applications  
collaboratives\*

QR  
CODE

\*Nouveautés liées à l'arrivée du BSV 2.0 courant 2023

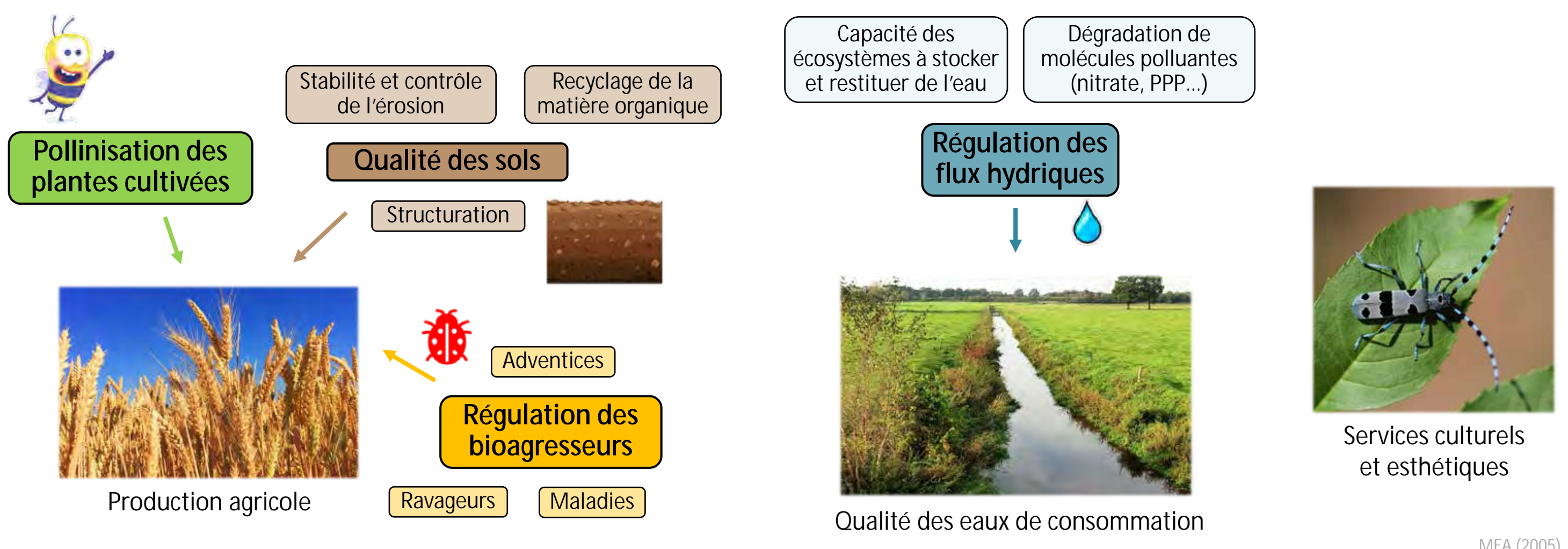
# Biodiversité fonctionnelle en grandes cultures, de quoi parle-t-on ?

- Biodiversité en grandes cultures



Bockstaller et al. (2019)

- Plusieurs types de services assurés



MEA (2005)

- Zoom sur la régulation des ravageurs



Références :

- Bockstaller, C. et al. Les indicateurs de biodiversité pour accompagner les agriculteurs : embarras du choix ou pénurie ? Innovations Agronomiques 73-86 (2019).
- Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well-being: synthesis. 137 (2005).

# Les techniques de DIAGNOSTIC : du CHAMP au GENE

Réaliser un diagnostic pour un accident des cultures est un exercice pouvant être complexe, qui se fait en plusieurs étapes et qui peut nécessiter des analyses spécifiques réalisables seulement dans des laboratoires. Néanmoins, c'est un exercice indispensable afin d'obtenir une réponse précise et juste, d'adapter les moyens de lutte efficace et d'éviter des traitements inutiles. 3 grands types d'analyses sont réalisables.

## 1. Le diagnostic visuel

La majorité des accidents de culture causés par des maladies peut être élucidée par le diagnostic visuel. A la manière d'un détective, des étapes clés sont nécessaires :

### 1. Analyser tous les éléments en votre possession sur la parcelle et recouper les informations :

Symptômes déjà observés sur cette parcelle ?

Région ? Type de sol ? Climat ?

Répartition du symptôme dans la parcelle ? Homogène ? En ronds ? ...



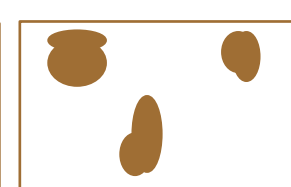
Variété ?

Stade de croissance de la plante ?

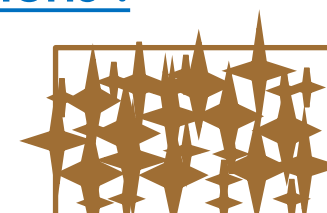
Des traitements ont-ils été réalisés sur cette culture ? Si oui, contre quelle maladie ?



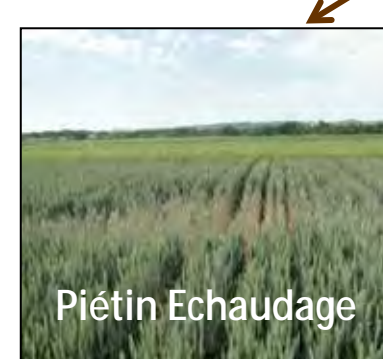
Suivant le travail du sol



En Foyers



Homogène



Piétin Echaudage



Rouille Jaune



Oïdium



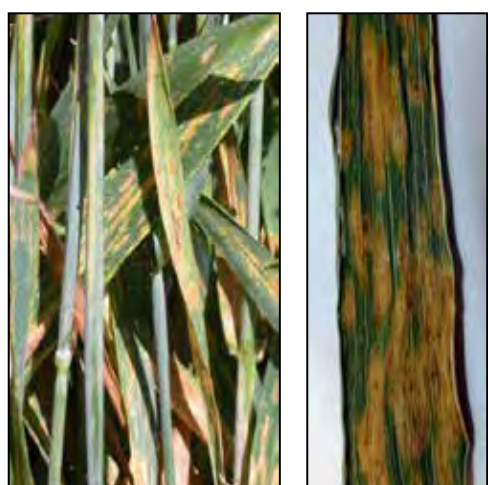
Rouille brune

à éliminer des hypothèses (selon la variété semée, l'application de traitements fongicides, précédents...)

### 2. Observer les symptômes sur la plante à la loupe

De l'aspect général au détail : toujours progresser de la plante entière à l'observation à la loupe.

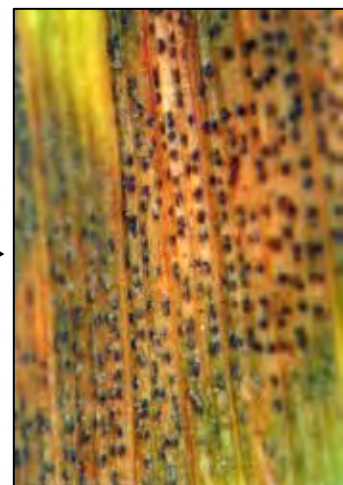
Exemple de la Septoriose du blé tendre :



Nécroses brunes progressant du bas de la pante vers le haut



Loupe de poche (x 8)

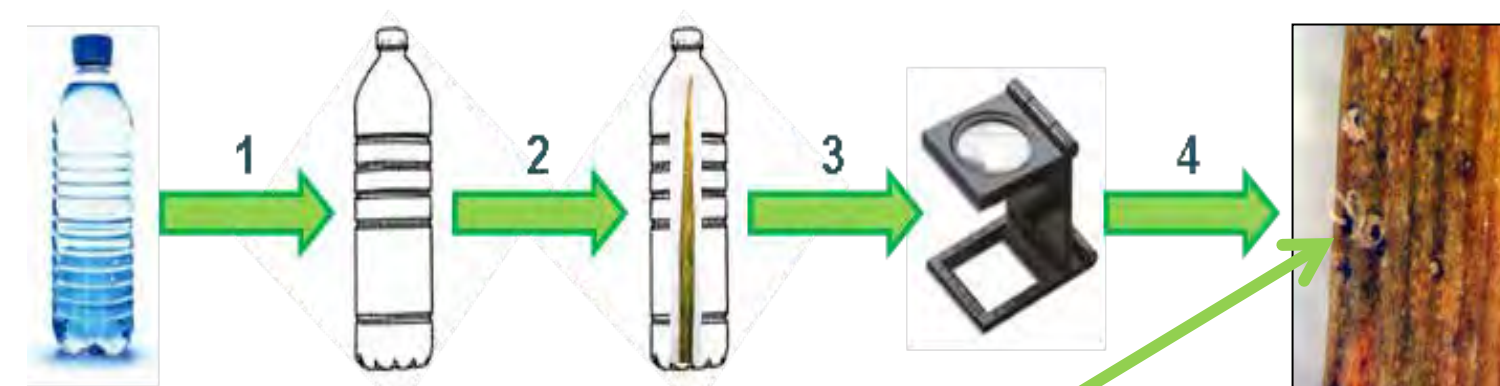


Pycnides à Septoriose

### 3. Réaliser une chambre humide... et observer encore !

Selon les conditions climatiques, les structures des champignons peuvent ne pas être observables directement au champ. Il existe un moyen très simple pour les faire apparaître :

#### LA CHAMBRE HUMIDE



- 1 = Videz une bouteille d'eau en laissant quelques gouttes.
- 2 = Placez l'échantillon à diagnostiquer dans la bouteille et fermez.
- 3 = Laissez 24 à 48 heures à 20°C (dans votre bureau par exemple).
- 4 = Observez les structures des pathogènes et assurez votre diagnostic

## 2. Le diagnostic microbiologique

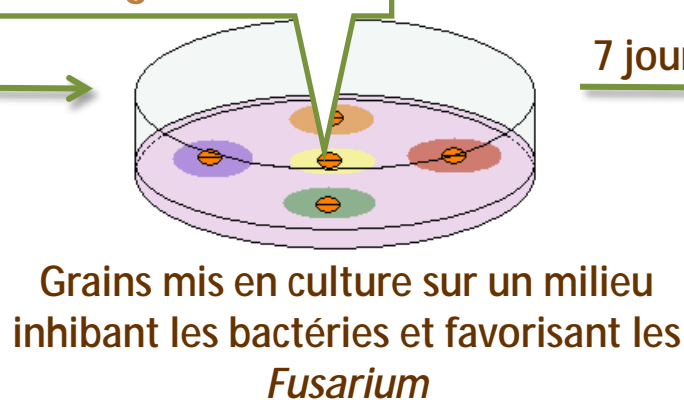
La chambre humide ne permet pas toujours au champignon de sporuler et donc faire un diagnostic précis. La microbiologie est l'étape suivante pour réaliser un diagnostic. La technique consiste à isoler et cultiver « artificiellement » le champignon responsable des symptômes. L'observation du mycélium et des spores permet d'identifier l'espèce.

Exemple: La fusariose des épis est causée par de nombreuses espèces différentes mais lesquelles dans mon champ?



Fusariose de l'épi

Culture des grains



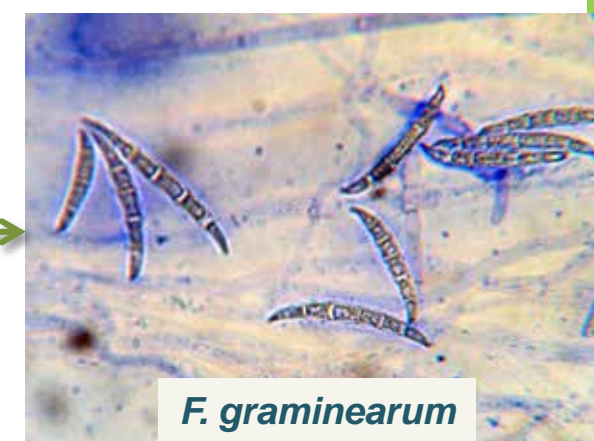
Grains mis en culture sur un milieu inhibant les bactéries et favorisant les *Fusarium*

7 jours 20-22°C



Développement des thalles de *Fusarium*

Sporulation



*F. graminearum*

## 3. Le diagnostic moléculaire

Dans certains cas plus rares, le diagnostic nécessite des techniques moléculaires. Ces techniques sont basées sur l'ADN ou l'ARN des bioagresseurs. Elles sont très utiles dans des activités de recherche, de sélection, quand plusieurs maladies sont présentes et pour confirmer la présence de viroses. Elles permettent même de détecter l'agent pathogène avant l'expression des symptômes et peuvent être disponibles au champ!

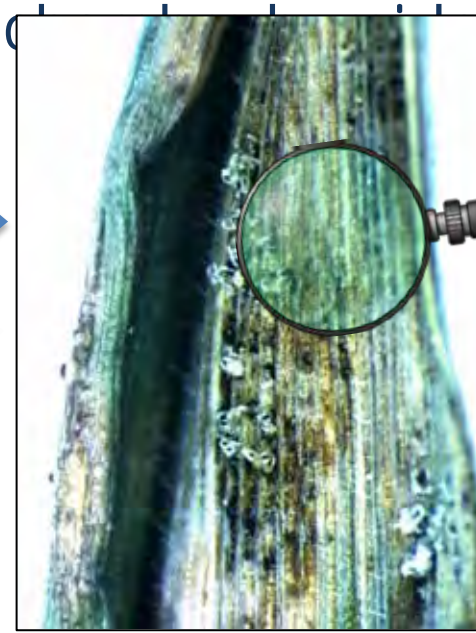


# La Septoriose du blé tendre

La septoriose du blé tendre est causée principalement par le champignon *Zymoseptoria tritici*. Elle se reconnaît grâce aux nécroses présentes sur le feuillage. Elles peuvent être blanches et allongées ou brunes, de formes ovales ou rectangulaires. Au sein de ces taches, **des pycnides noires** (petits points noirs très visibles) sont présents et caractéristiques de la maladie. Les pycnides contiennent les spores du champignon qui vont être dispersées par les pluies du bas vers le haut de la plante.



Les pycnides noires peuvent être absentes des nécroses. Pour les faire apparaître et valider son diagnostic à **La loupe et la**



Gelée blanche (cirrh) contenant les spores sortant des pycnides

## Carte d'identité

Nom :

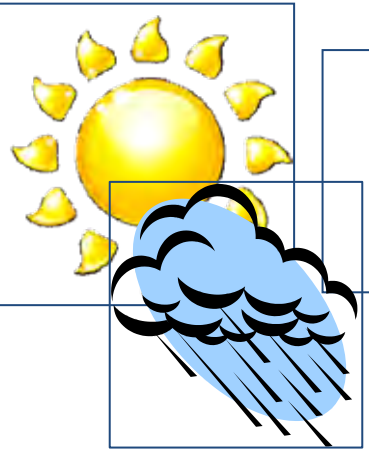
Forme asexuée :

*Zymoseptoria tritici*

Forme sexuée :

*Mycosphaerella graminicola*

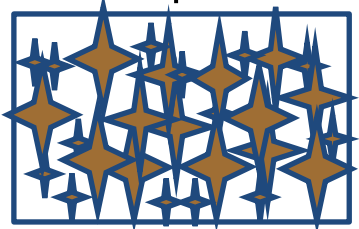
Météo favorable :



$2^{\circ}\text{C} < T^{\circ} < 37^{\circ}\text{C}$   
T° optimale 22°C  
+ 80% d'humidité

Répartition dans la parcelle:

Homogène



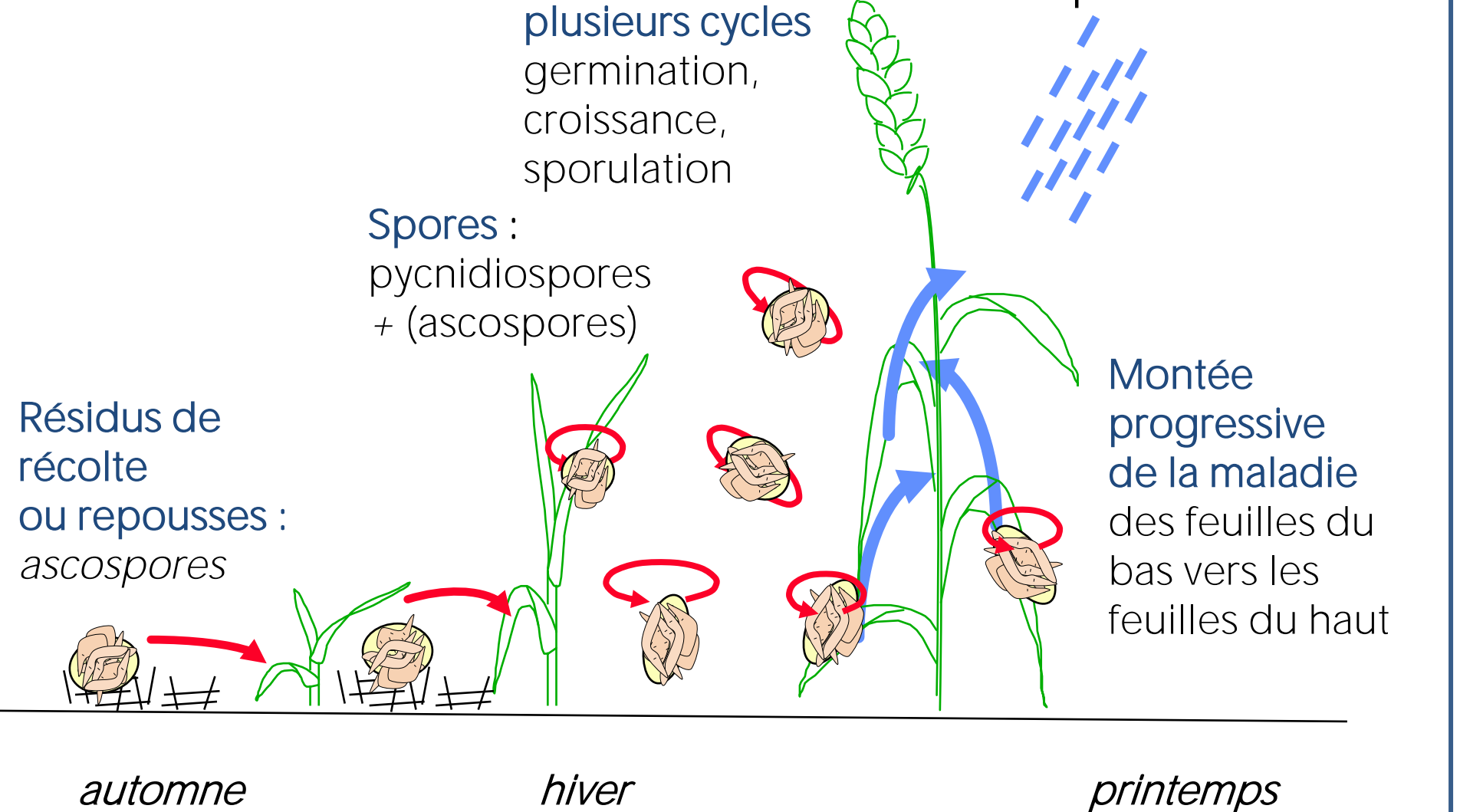
Dégâts :

Pertes de rendement jusqu'à 40% pour une forte attaque

Cultures attaquées :

Blé tendre, Blé dur, Triticale, Seigle

## Cycle du champignon



## Les « autres Septoriose »



*Parastagonospora nodorum*

(*Phaeosphaeria nodorum*)  
Principalement sur Triticale, Blé dur, Orge (photo) et rarement sur blé tendre.

Les pycnides sont généralement moins nombreuses et plus discrètes.



*Parastagonospora avenae*

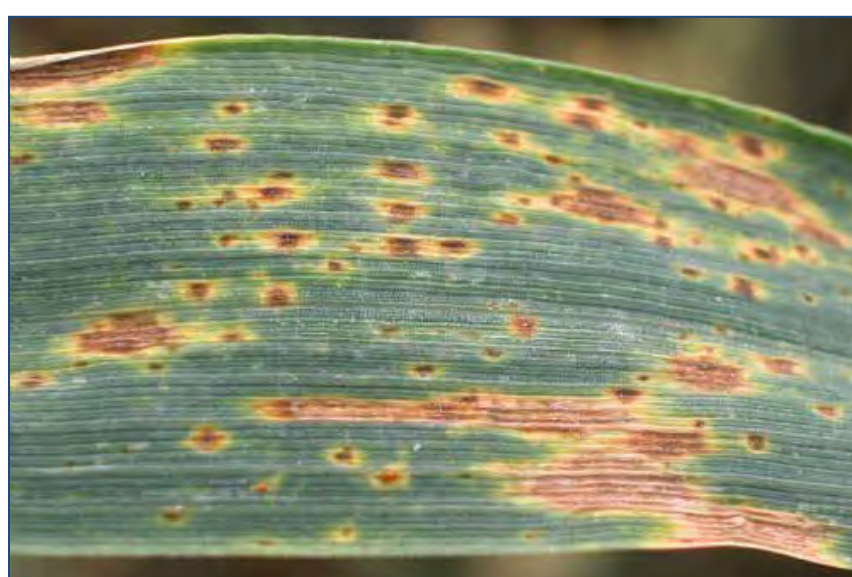
(*Phaeosphaeria avenae*)

Potentiellement sur toutes les céréales à paille (2 formes spéciales différentes) mais assez rare.

## Ne pas confondre avec



Taches physiologiques



Helminthosporiose



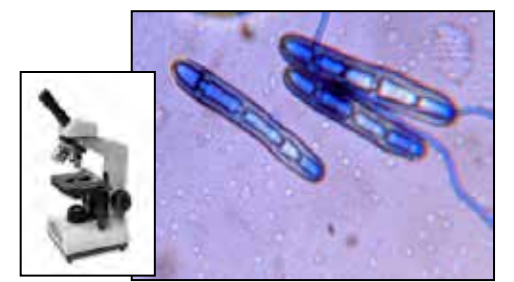
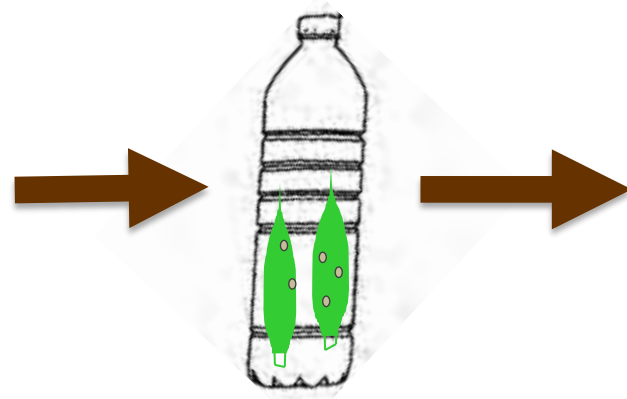
Microdochium

# Focus sur 3 maladies fongiques foliaires de l'orge : Symptômes et Diagnostics

## L'Helminthosporiose (*Pyrenophora teres*)

- Ø Principale maladie foliaire de l'orge
- Ø Inoculum primaire sur les résidus de culture
- Ø 2 formes spéciales du champignon *Pyrenophora teres* (syn: *Drechslera teres*) engendrant des symptômes différents :
  - *P. teres* f. sp. *teres* à Symptômes typiques en forme de réseau: nécroses marron-noire longitudinales de tailles très variables et qui se rejoignent entre elles par de fines nécroses brunes donnant un effet « maille de filet ».
  - *P. teres* f. sp. *maculata* à Taches brun-noir ovales à elliptiques de 3 mm \* 6 mm souvent entourées de chloroses

**Diagnostic:** Observer la sporulation du champignon à « poils noirs » sur les nécroses qui correspondent aux conidiophores et conidies de *P. teres*.



Spores de *P. teres* (\*400)

Symptômes d'Helminthosporiose

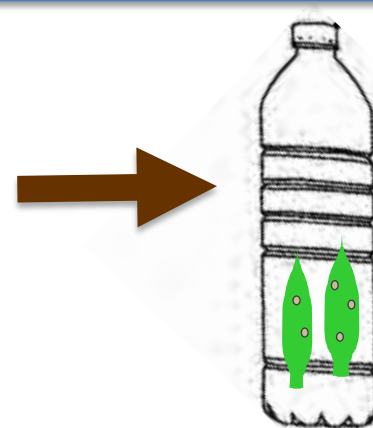
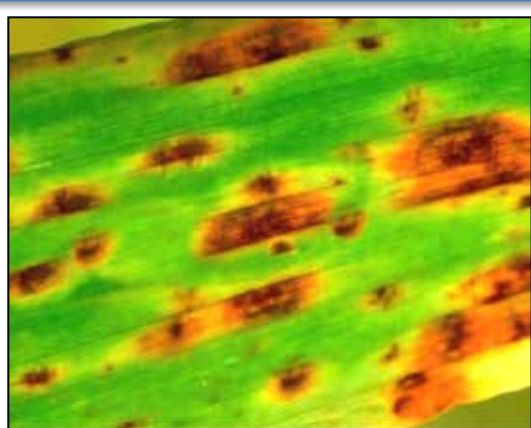
Chambre humide 24h à 48h

Sporulation de *P. teres*

## La Ramulariose (*Ramularia collo-cygni*)

- Ø Maladie « récente » en France (première observation officielle en 2002)
- Ø Agent pathogène: *Ramularia collo-cygni*.
- Ø La principale source d'inoculum: la semence à transmission verticale dans la plante d'abord de manière asymptomatique.
- Ø Les symptômes sont généralement observables, à partir de la floraison, sur les dernières feuilles (Remarque: ils peuvent apparaître avant)
- Ø L'expression des symptômes serait principalement liée à un stress de la plante (floraison, grillures...).
- Ø Les symptômes foliaires caractéristiques de la maladie sont des nécroses rectangulaires marron-noir de 2mm x 0.5mm qui sont généralement bien délimitées par les nervures de la feuille, qui présentent un centre plus foncé, et des halos chlorotiques.

**Diagnostic:** Les symptômes peuvent être facilement confondus avec ceux de l'Helminthosporiose ou des symptômes physiologiques. Un moyen simple de faire le diagnostic est d'observer la face inférieure où vous observerez les spores blanches alignées sortant des stomates, sporulation typique de la Ramulariose!



Symptômes de Ramulariose sur feuilles

Chambre humide 24h à 48h

Sporulation à la face inférieure sortant des stomates

## La Rhynchosporiose (*Rhynchosporium commune*)

- Ø Agent pathogène : *Rhynchosporium commune* (espèce différente de celle sur triticales: *R. secalis*)
- Ø Partout en France.
- Ø Symptômes : taches verdâtres ovales qui évoluent ensuite vers une teinte gris-blanchâtre à partir du centre. Les taches sont délimitées par un contour brun foncé. Elles finissent par se rejoindre et s'imbriquer les unes dans les autres.

**Diagnostic:** Peu de confusions possibles avec d'autres maladies. La sporulation du champignon se fait directement sur la cuticule de la feuille et n'est pas visible à l'œil ou à la loupe. Ainsi, dans le cas de la rhynchosporiose, vous n'observerez pas de pycnides ou des « poils noirs » après une chambre humide.



Ne pas les confondre avec des grillures ou des taches physiologiques

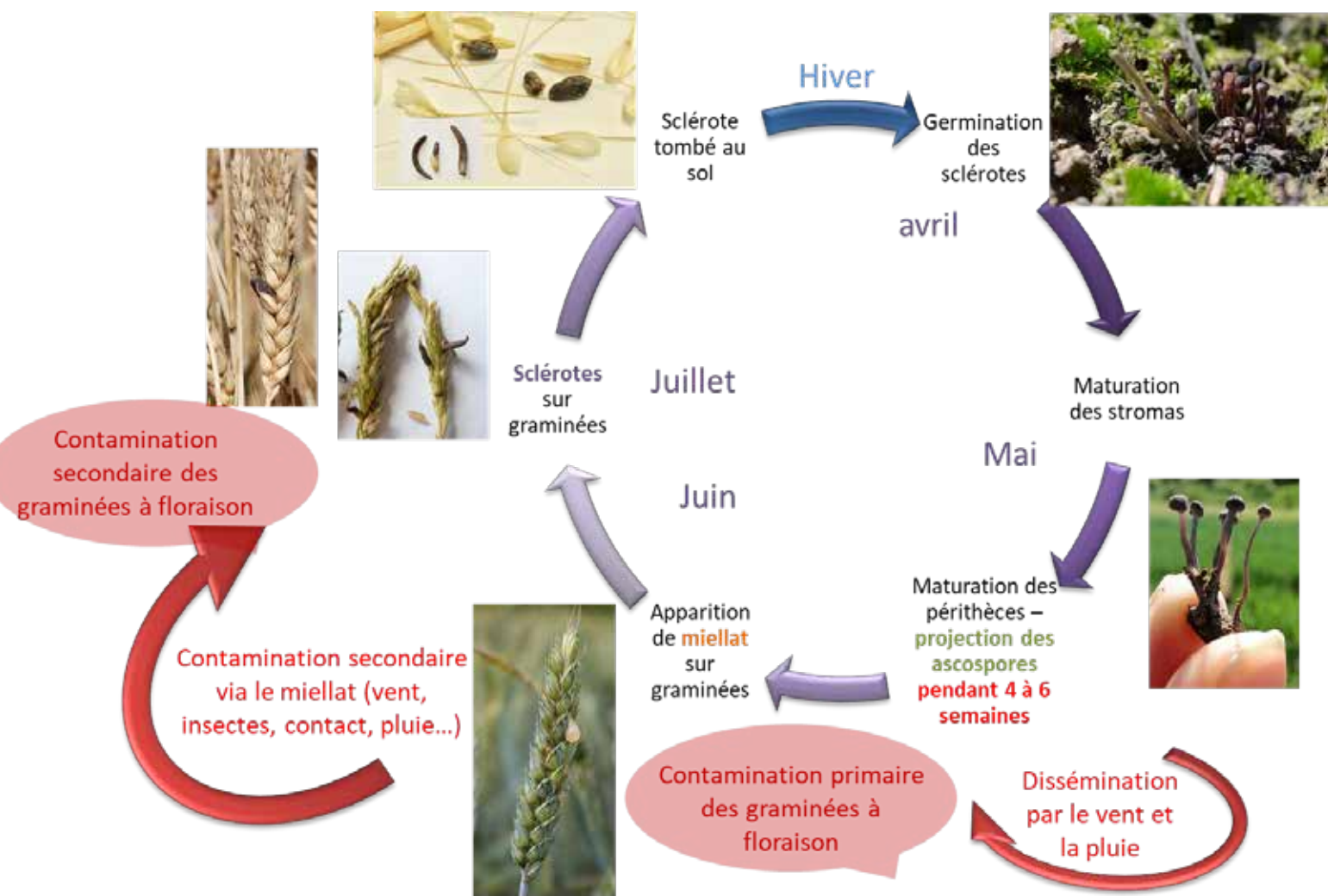


à Vous n'observerez rien sur les taches même après une chambre humide!

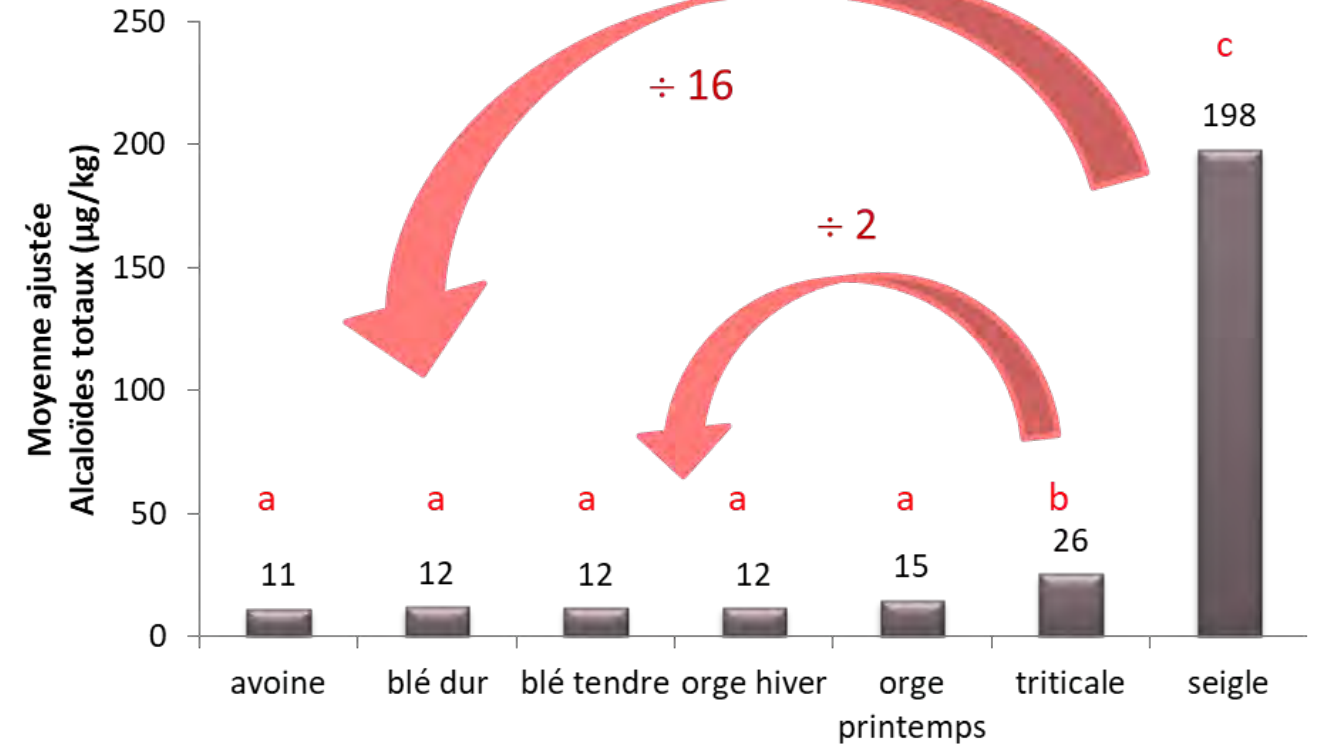
# L'ergot des céréales

La recrudescence de l'ergot des céréales en fait de nouveau un enjeu sanitaire important en France. En effet, *Claviceps purpurea*, champignon phytopathogène responsable de la maladie, produit des sclérotés contenant des alcaloïdes toxiques pour l'homme et l'animal. Ce champignon contamine à la fois les céréales à paille et les graminées adventices.

## Cycle biologique de *Claviceps purpurea* :



## Une sensibilité des céréales liée à l'allogamie



Test de Tukey, 5%

Source : enquêtes au champ ARVALIS 2012-2014 toutes cultures, 2060 parcelles

## Savoir gérer les adventices

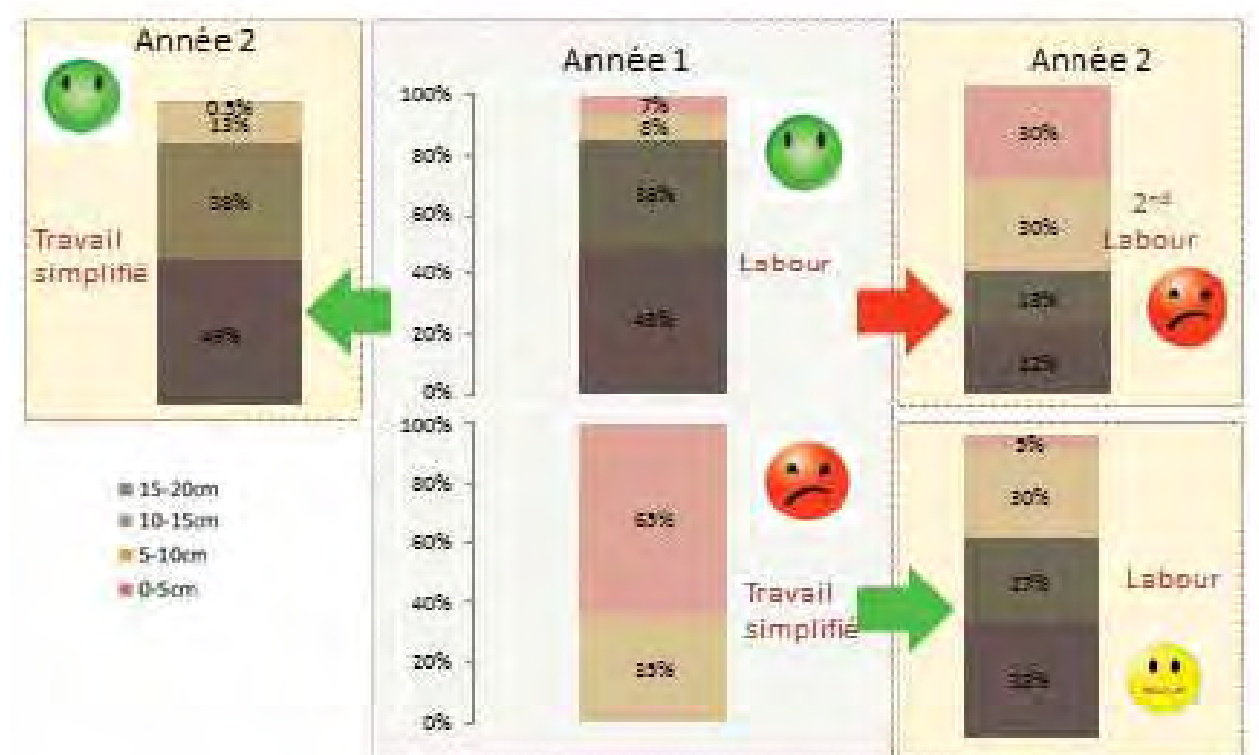
Les graminées adventices jouent un rôle majeur dans le maintien et la dispersion de de l'inoculum de *C. purpurea*.

Elles peuvent être contaminées directement par l'inoculum primaire et ainsi faire relais en devenant une source d'inoculum secondaire pouvant contaminer les céréales cultivées. Elles produiront des sclérotés qui en tombant au sol pourront aussi être la source d'un inoculum primaire l'année suivante.

à 1<sup>er</sup> facteur explicatif des teneurs en ergot et alcaloïdes dans les parcelles



## Maitriser l'inoculum dans le sol



à Adapter le travail du sol à la parcelle



Le saviez-vous ?



Le climat joue un rôle très important dans le développement du champignon :



Les sclérotés présents aux sols ont besoin de vernalisation pour germer (<10°C).

Des pluies régulières entre mars et mai vont permettre la germination des sclérotés, puis la libération des ascospores.

Des conditions défavorables à la fécondation (ex: froid à la méiose) vont diminuer le taux de fécondité des épis et favoriser la maladie: chaque fleur non fécondée est réceptive à la maladie!

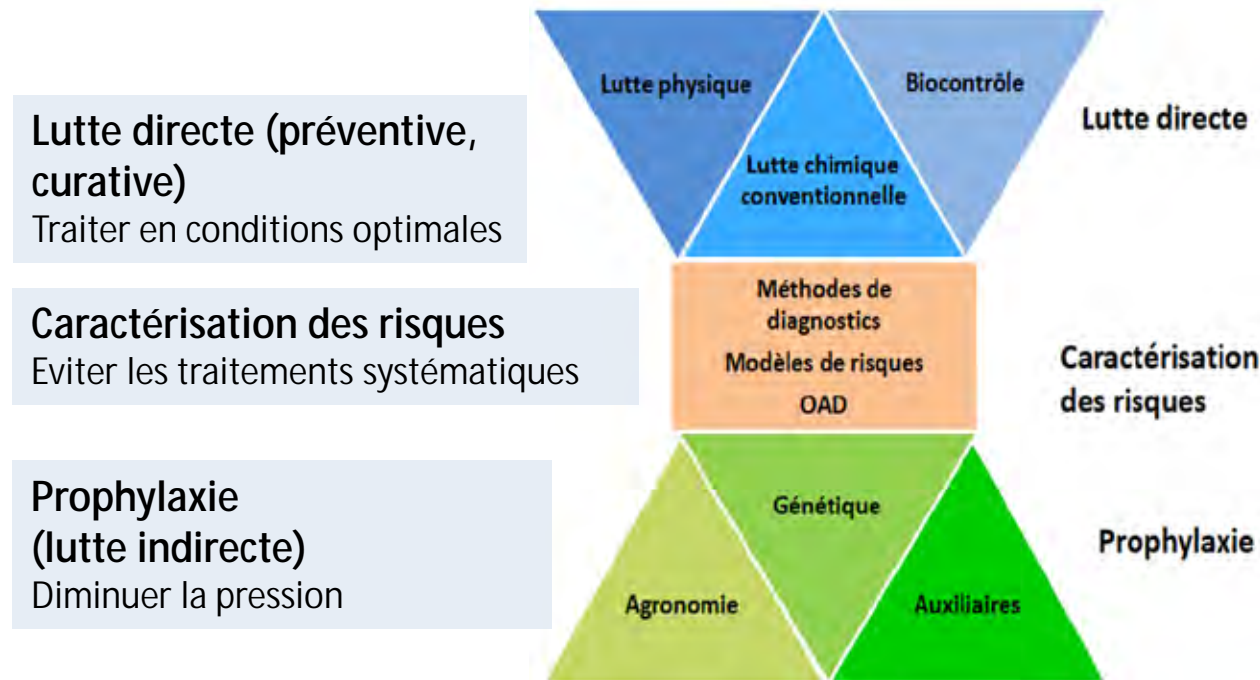
Le miellat est produit par la plante en réponse à la colonisation de l'ovaire par le champignon. C'est une substance sucrée et visqueuse contenant les conidies de *C. purpurea*. Les insectes vont être attirés par le miellat et ainsi participer à la dispersion du champignon!



La forme du sclérotés est en grande partie déterminée par les contraintes que lui imposent les glumelles de la plante hôte et par la précocité de l'infection.

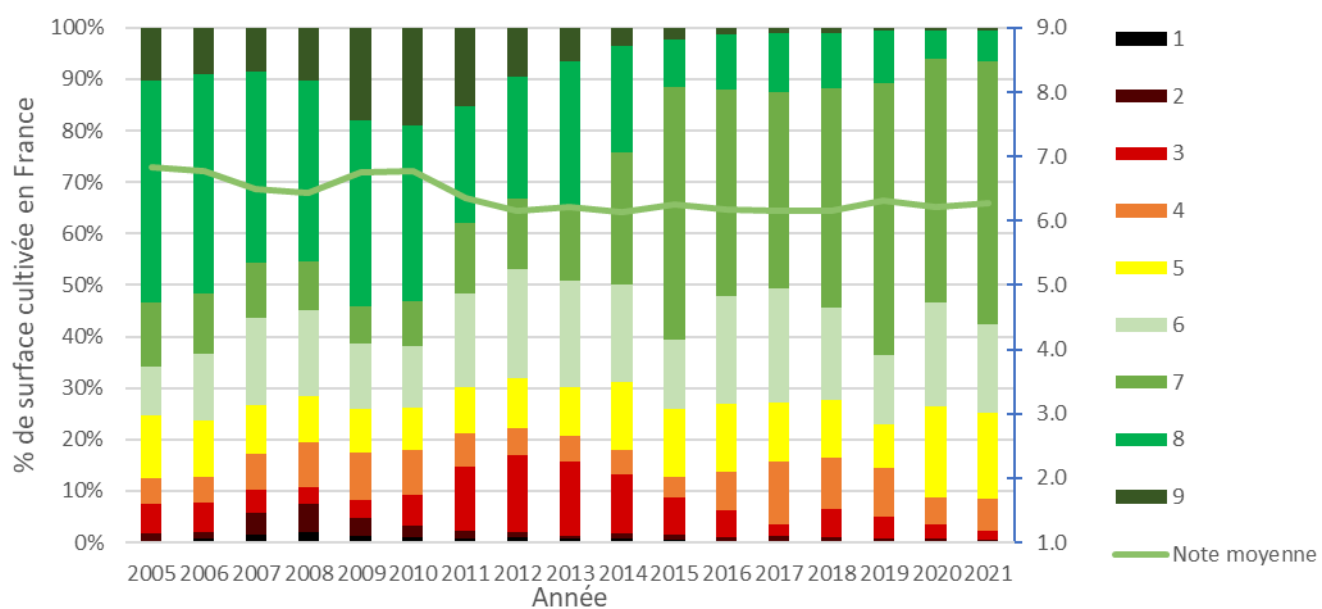
# Oser le changement ! Un seul traitement peut suffire

- Eviter les maladies en combinant les leviers de lutte intégrée

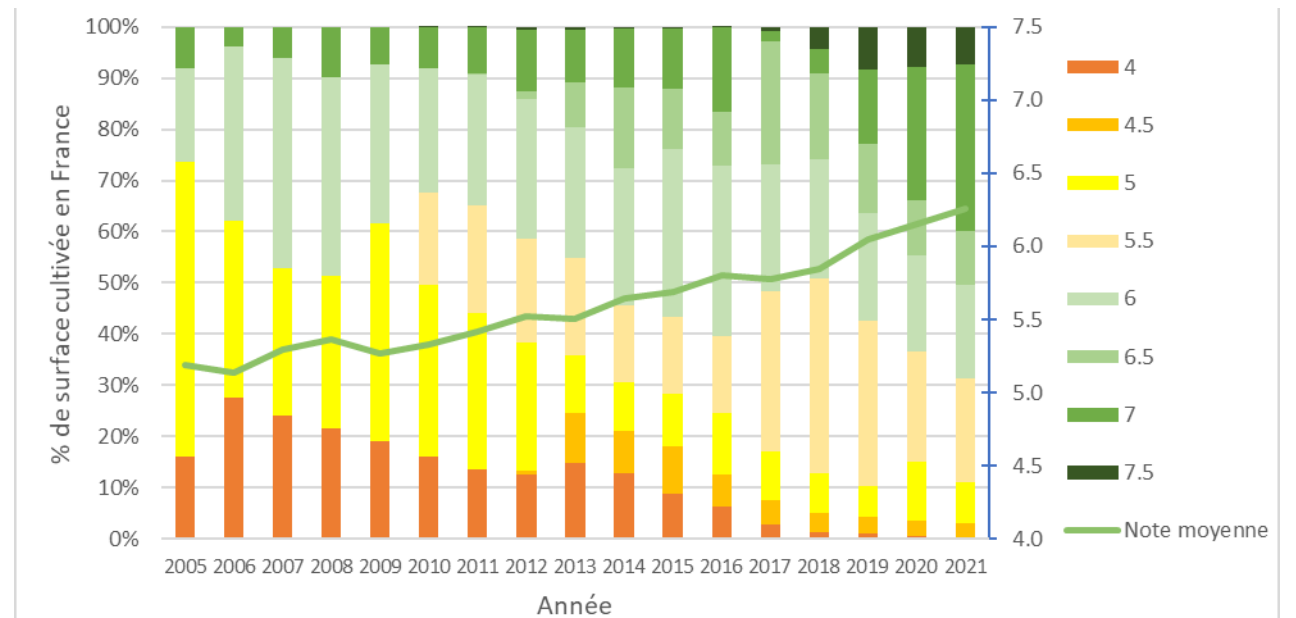


- L'offre des variétés résistantes se renforce : oser le changement de protection fongicide

Evolution du niveau de résistance à la rouille jaune des variétés de blé tendre cultivées en France sur la période 2005-2021

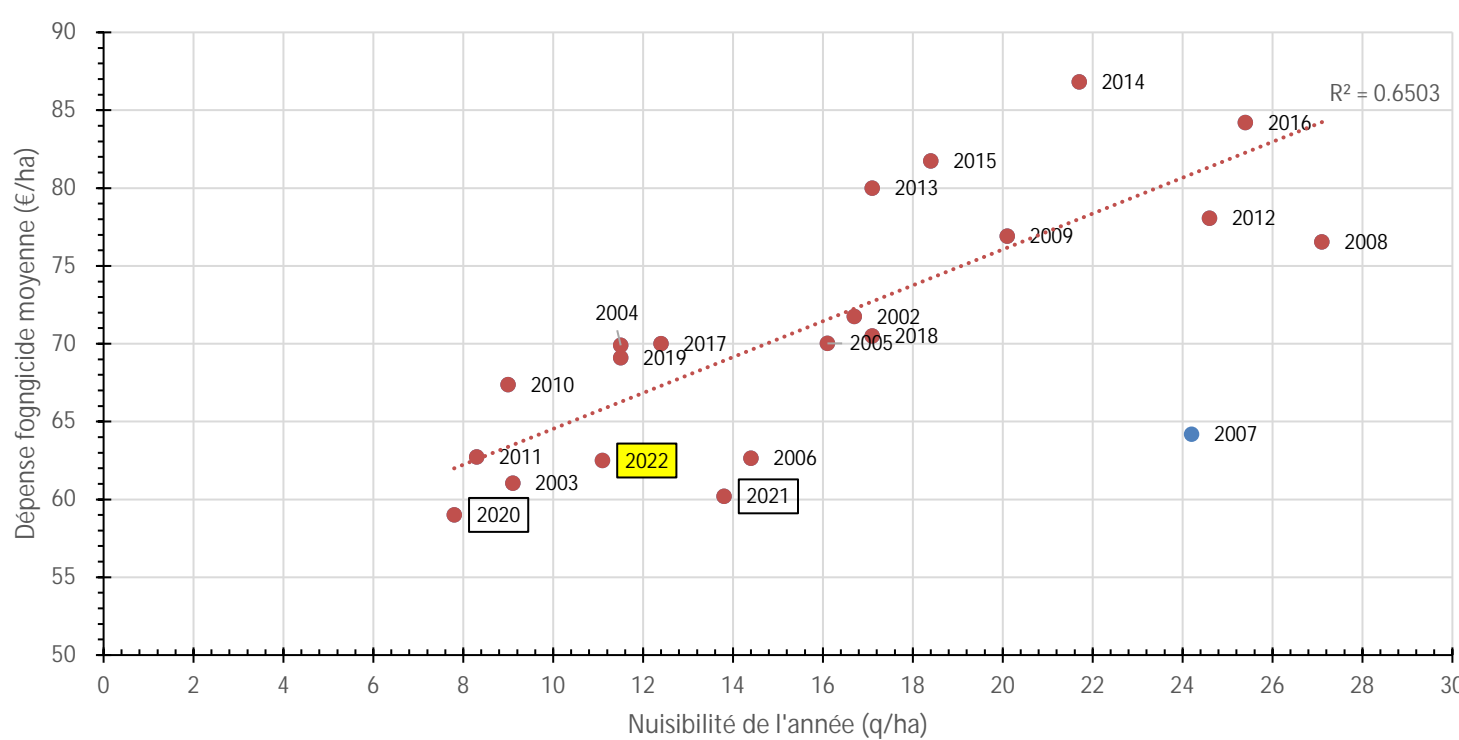


Evolution du niveau de résistance à la septoriose (*Z. tritici*) des variétés de blé tendre cultivées en France sur la période 2005-2021



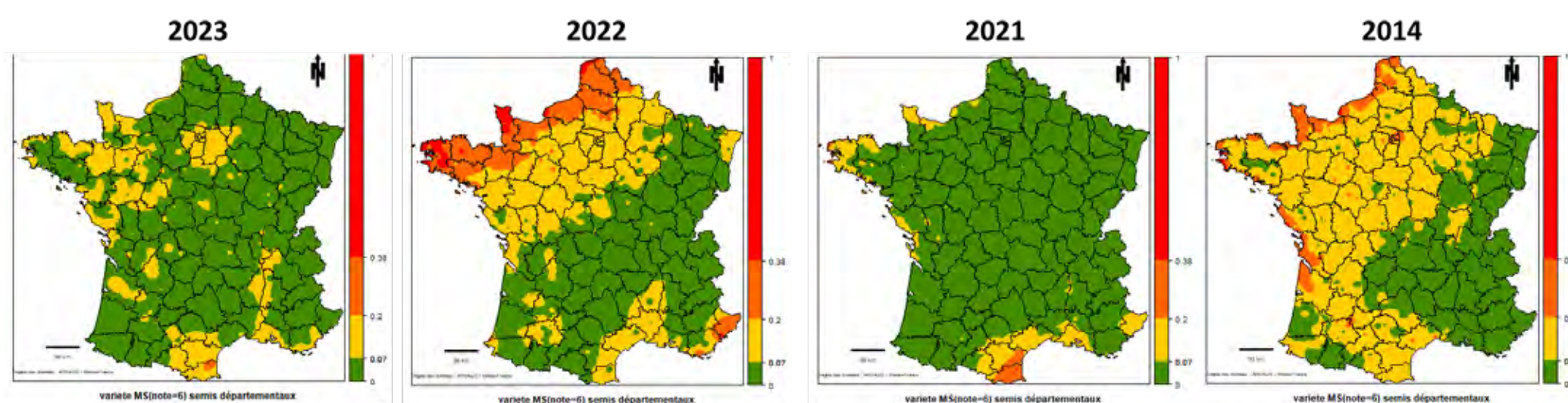
Sources : ARVALIS, FranceAgriMer, CTPS/GEVES

- La pression maladie est variable selon les années : profiter des économies possibles



- A chaque année son contexte maladies : les outils d'aide à la décision sont là pour sécuriser vos choix.

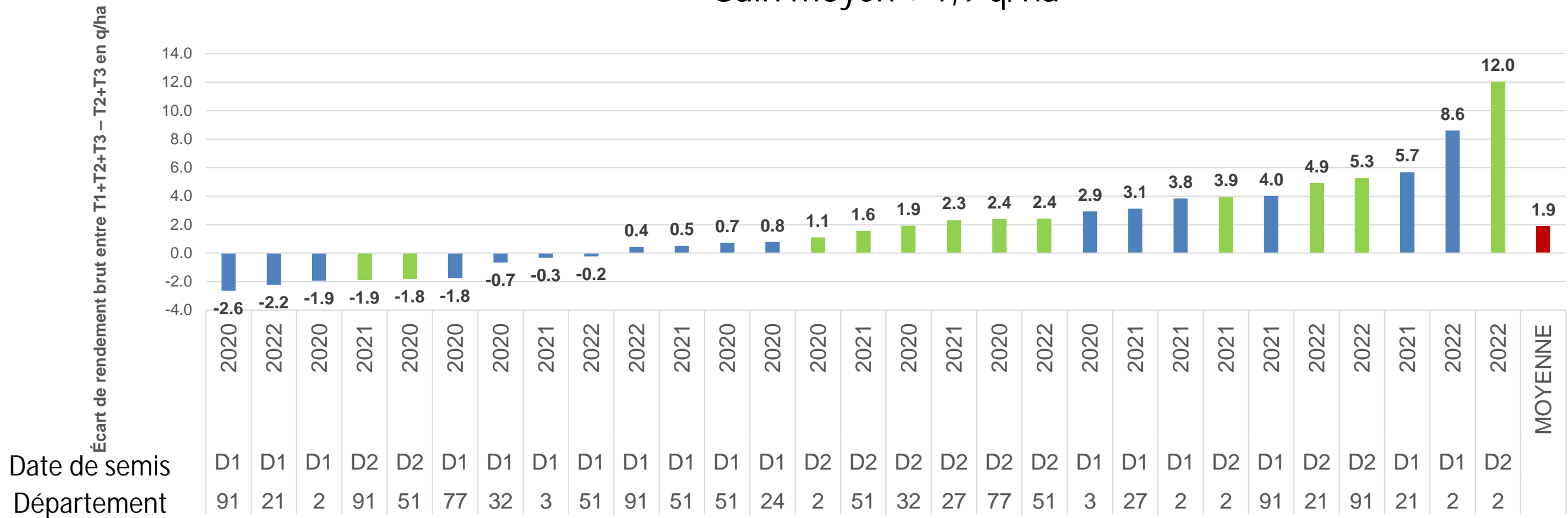
VARIETES MOYENNEMENT SENSIBLES (note6)  
Crusty\_v3 risque RJ semaine 14 du 03/04 au 10/04



# A chaque contexte maladies son optimum de protection fongicide

- Impasse T1 : une économie à oser dans de nombreuses situations

Variabilité de la valorisation du T1 en q/ha sur variétés sensibles  
Gain moyen + 1,9 q/ha



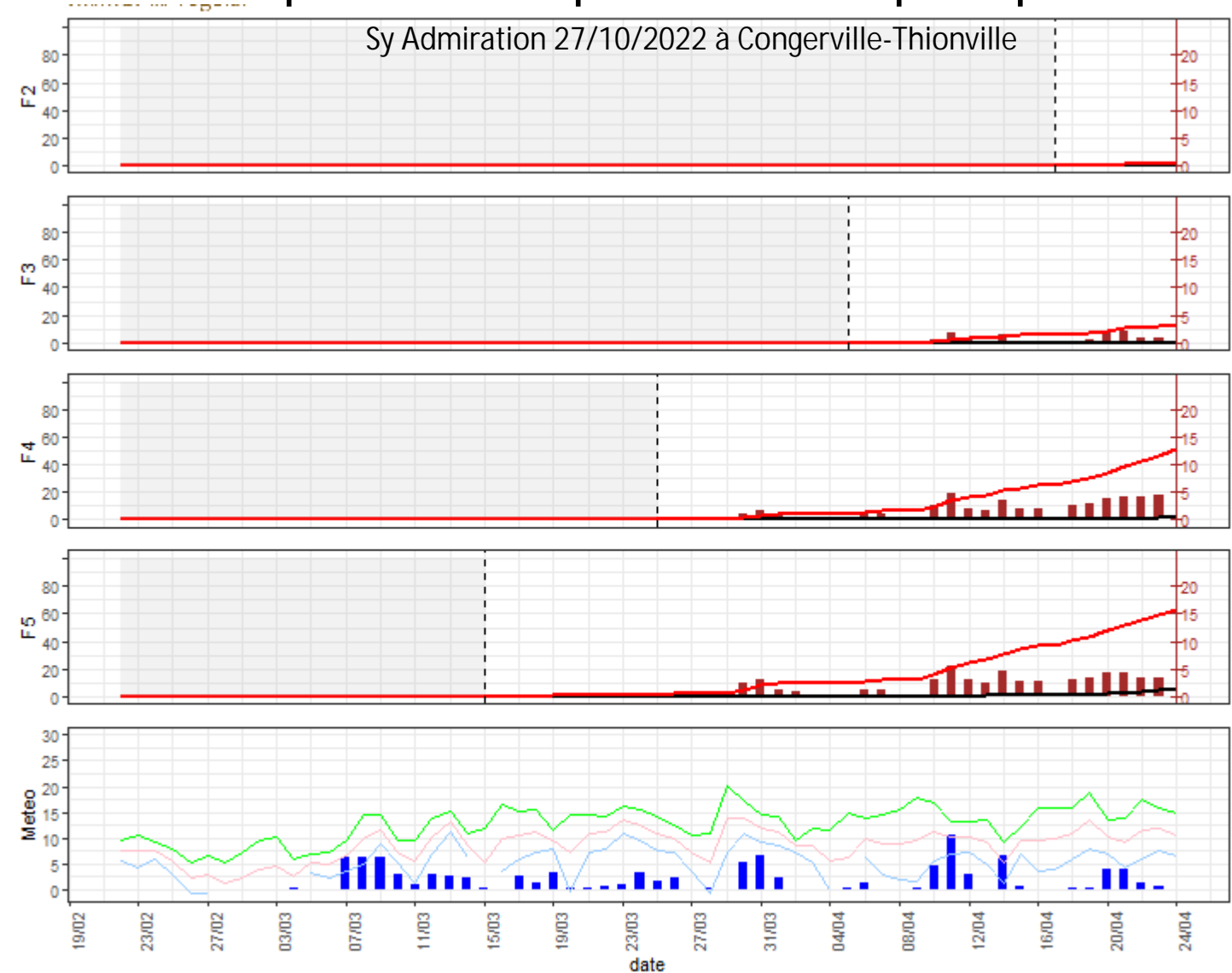
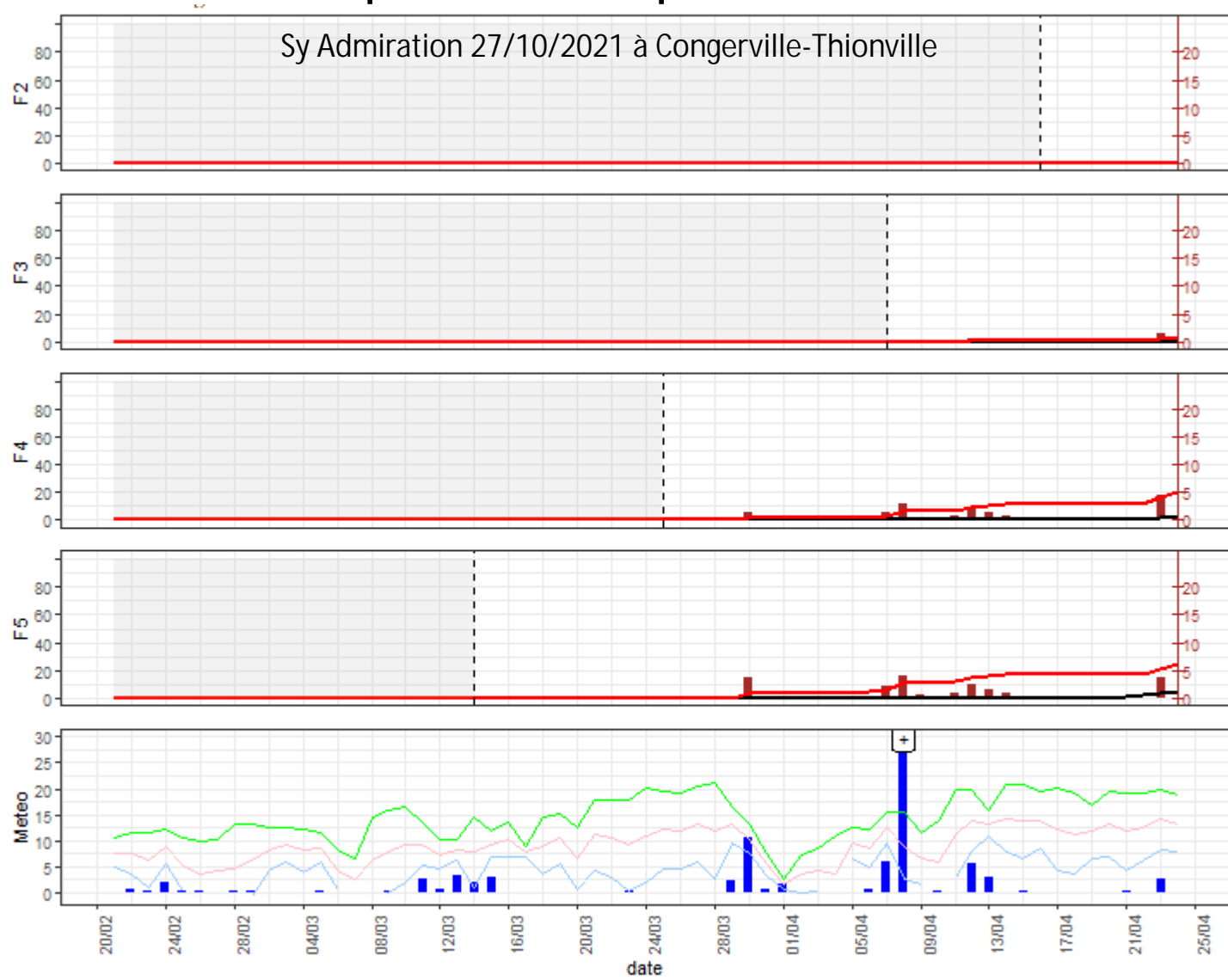
Source : Synthèse de 29 essais combinaisons de leviers 2020-2022

D1 date de semis classique (14 octobre), D2 date de semis retardée de 22 jours (3 novembre)

- Septo-LIS : la bonne décision dans chaque contexte

2022 : La pression septoriose est tardive

2023 : La pression septoriose est plus précoce



Septo-LIS ne déclenche pas de T1.

Le dépense fongicide T1 est économisée tout en préservant le rendement. La marge brute est améliorée.

Septo-LIS conseille une protection T1

au moment où elle sera le plus efficace. Le rendement et le revenu sont préservés.

- L'impasse de T1 : la règle pour les variétés peu sensibles à la Septoriose (note  $\geq 6.5$ ), et hors risque rouille jaune

Septo-LIS®	Septoriose Tardive		Septoriose Précoce	
	Note S $\geq$ ou = 6.5	Note S < 6.5	Note S $\geq$ ou = 6.5	Note S < 6.5
Pas de Rouille jaune ou Note RJ $\geq$ 7	Pas de T1		Pas de T1	(T1)
Rouille jaune présente avant DFE et Note RJ < 7	T1 (avec IDM ou Qol)			

# A chaque contexte maladies son optimum de protection fongicide

T3 : Traitement appliqué début épiaison et au-delà

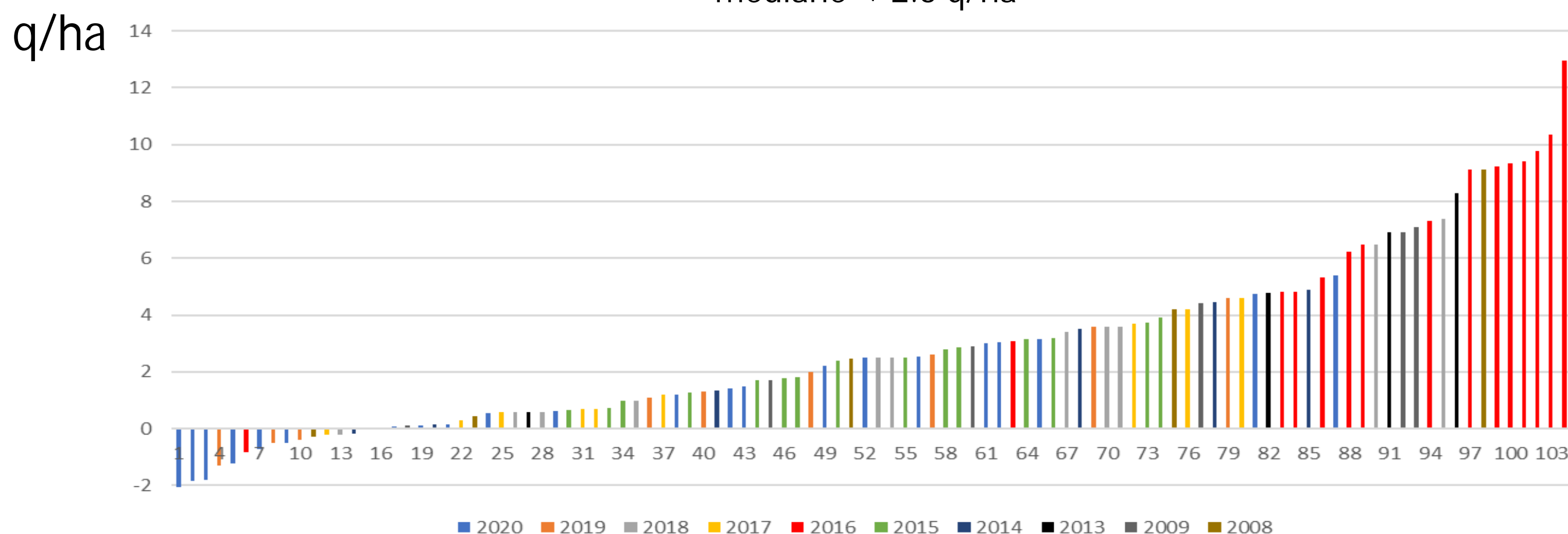
- Pour prolonger l'activité sur feuille du T2 en cas de risque septoriose ou rouille brune et variétés sensibles
- Si risque fusariose (grille DON + météo floraison)

- Relais de protection T3 : sa valorisation rendement n'est pas systématique !

Variabilité de la valorisation du T3 appliqué à la floraison en q/ha

Gain moyen + 2,9 q/ha (104 essais – 2008 à 2020)

médiane + 2.5 q/ha



Un traitement inutile coûte aussi cher qu'une mauvaise impasse

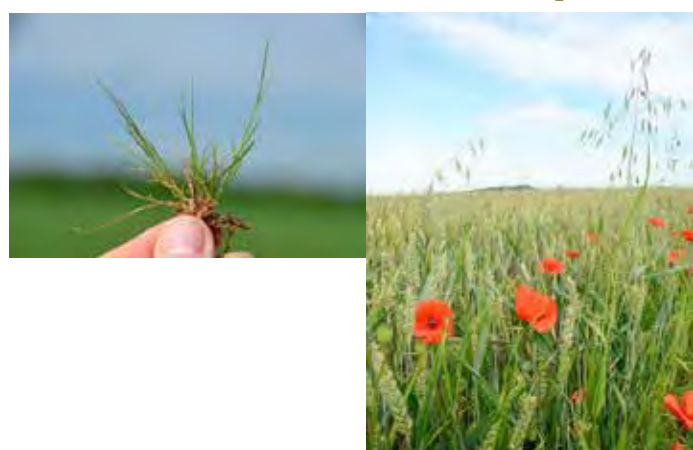
- Et pour ne pas prendre de risques avec les mycotoxines : utiliser la grille d'aide à la décision

Gestion des résidus*	Sensibilité variétale	Risque	Pluie (mm) autour de la floraison (+/- 7 jours)		
			<10	10-40	>40
Céréales à paille, colza, lin, pois, féverole, tournesol	Labour ou résidus enfouis	Peu sensibles			
		Moyennement sensibles			
		Sensibles			T
	Techniques sans labour ou résidus en surface	Peu sensibles			
		Moyennement sensibles			
		Sensibles			T
Betteraves, pomme de terre, soja, autres	Labour ou résidus enfouis	Peu sensibles			
		Moyennement sensibles			
		Sensibles			T
	Techniques sans labour ou résidus en surface	Peu sensibles			
		Moyennement sensibles			
		Sensibles		T	T
Maïs et sorgho fourrages	Labour ou résidus enfouis	Peu sensibles			
		Moyennement sensibles			
		Sensibles			T
	Techniques sans labour ou résidus en surface	Peu sensibles		T	T
		Moyennement sensibles		T	T
		Sensibles	T	T	T
Maïs et sorgho grains	Labour ou résidus enfouis	Peu sensibles			
		Moyennement sensibles			T
		Sensibles			T
	Techniques sans labour ou résidus en surface	Peu sensibles		T	T
		Moyennement sensibles		T	T
		Sensibles	T	T	T

# Stratégies de désherbage en céréales à paille

- Un contexte de plus en plus difficile pour le désherbage des céréales à paille

Adventices en expansion



Réglementation et impacts

- Restriction d'usage de certains produits : passages 1 an/2, DVP 20 m, interdiction sur sols drainés
- Impasse sur certaines cibles à simplifications de rotations et des pratiques

Résistance aux herbicides



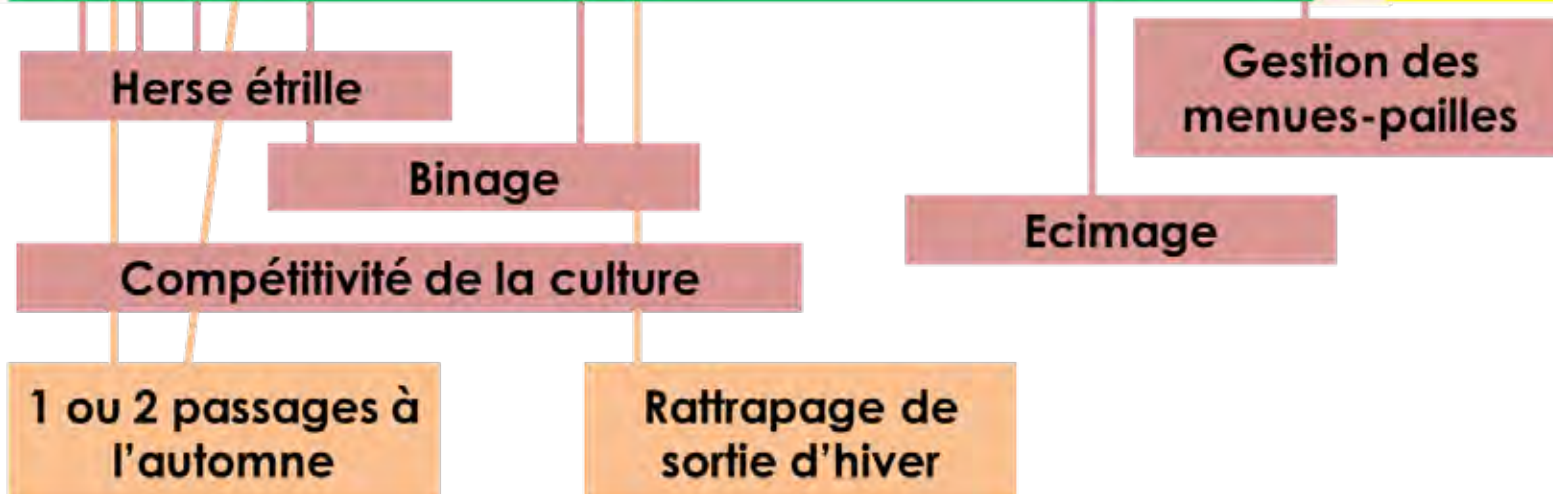
- Face à ces nouvelles évolutions, la **DIVERSIFICATION** est le maître mot

L'ensemble des leviers doivent être activés avec une gestion agronomique, une lutte physique et chimique. Les outils ou leviers à activer dépendent des conditions (sol, stade, adventices...)

Lutte agronomique



Lutte physique



Lutte chimique

- Les différents leviers à activer

Coûts chantier sans MO, équivalent 250 ha

		Coût d'un passage	Coût produits	Prix matériel à neuf	Efficacité	Enjeu marge brute	
Lutte agronomique	Rotation culturale	/	/	/	■	+/-	
	Labour (6 corps portée, vari-large)	48 €/ha	/	34 k€	■	++	
	Faux-semis (déchaumeur à disques indépendants 4 m)	29 €/ha	/	27.5 k€	■	+/0	
	Semis décalé	/	11 €/ha	/	■	++/-	
Lutte physique	Herse étrille (12 m)	10.6 €/ha	/	15.4 k€	■	+/0	
	Compétitivité de la culture	Variété	/	=	/	■	0
		Densité	/	25 €/ha	/	■	0
		Culture sous-couvert (semoir à disques 4 m)	45.4 €/ha	40 €/ha	67 k€	■	0/--
	Binage (4 m, IR 15-20 cm, guidage caméra)	21 €/ha	/	42.9 k€	■	+/0	
	Ecimage (9 m) pour 100 ha	26.7 €/ha	/	21.6 k€	■	+/-	
Menues-pailles (récupérateur 10 m³) 200 ha	28 €/ha	/	52 k€	■	+/-		
Lutte chimique (rampe 24 m)	1 ou 2 passages à l'automne	7.3 €/ha	30 à 100 €/ha	34.3 k€	■	++/0	
	Rattrapage de sortie d'hiver	7.3 €/ha	3 à 55 €/ha		■	+/0	

Résultats satisfaisants (>95%)

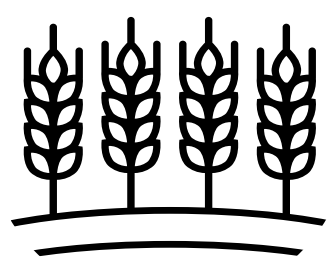
Résultats moyens (entre 85 et 95%)

Résultats irréguliers (entre 70 et 85%)

Résultats insuffisants (<70%)

# Le décalage de la date de semis

- Pourquoi décaler la date de semis et sur quelles cultures ?



- Pour semer après levée et destruction des graminées adventices, et hors période préférentielle = **stratégie d'évitement**.
- Cette stratégie est essentiellement mise en pratique sur céréales d'hiver mais elle peut également être efficace sur maïs ou soja au printemps – Attention toutefois au dessèchement du lit de semence.
- Technique à réserver aux parcelles « sales » !

- Le décalage de la date de semis en images



Semis du 1/10  
280 pl/m<sup>2</sup>



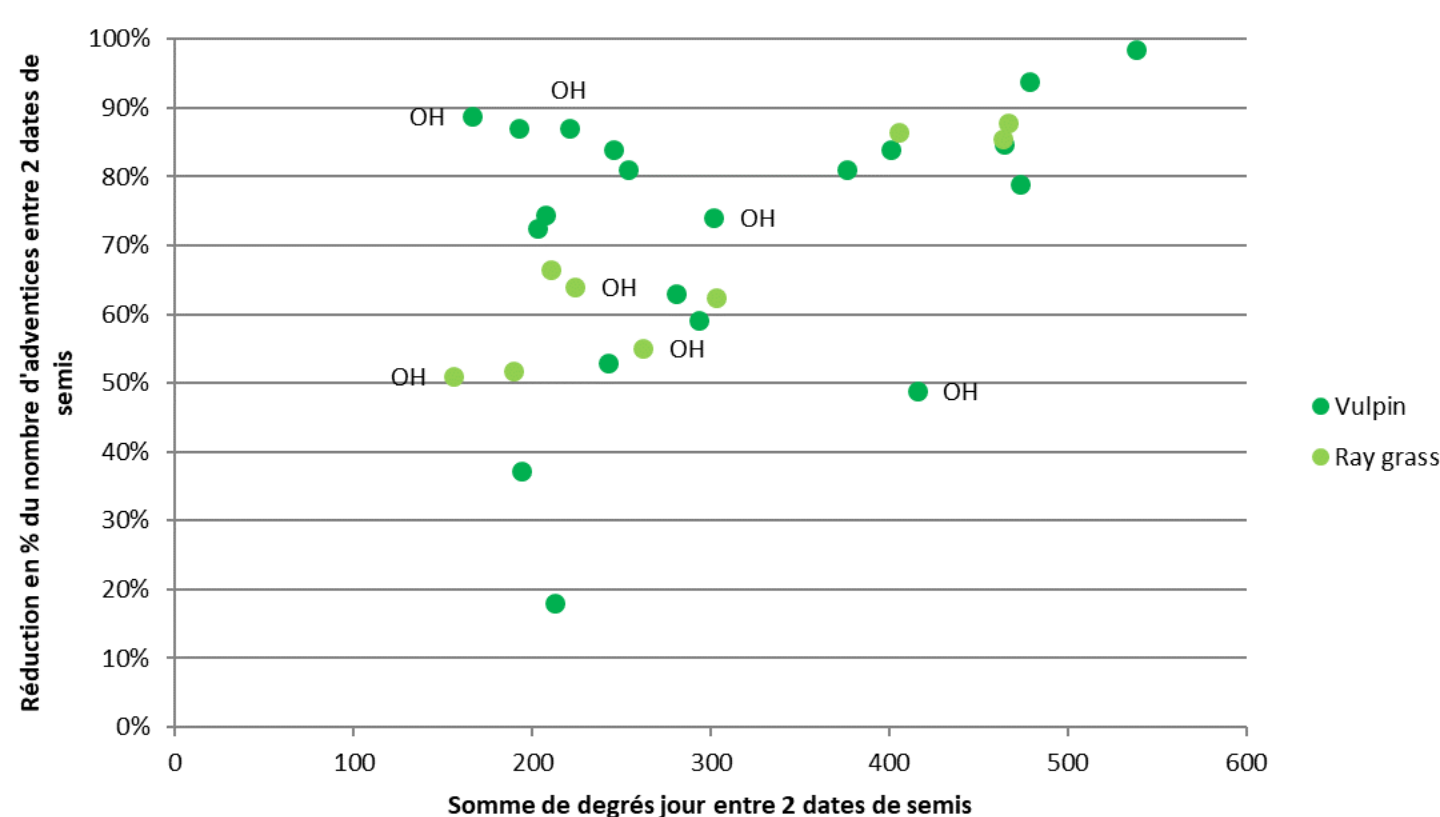
Semis du 21/10  
94 pl/m<sup>2</sup>



Semis du 10/11  
34 pl/m<sup>2</sup>

Ceci est possible grâce à la **période préférentielle de levée** des graminées adventices qui se situe **préférentiellement** en octobre.

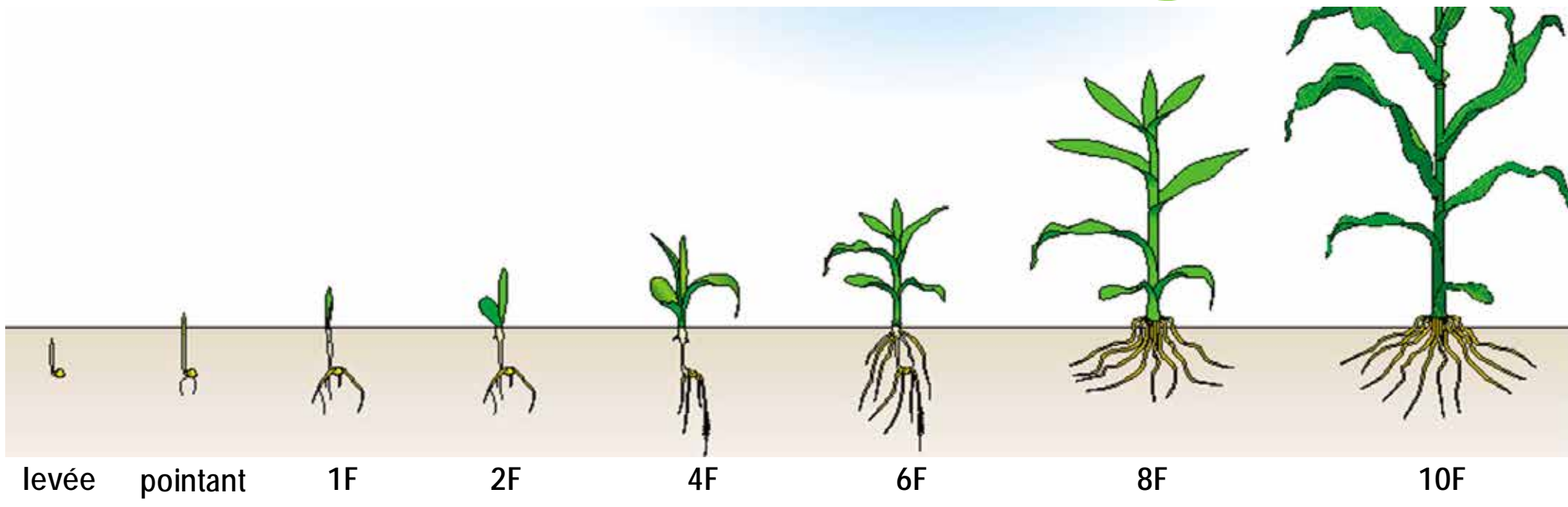
- Quelles efficacités sur graminées ?



- ▢ Le décalage de la date de semis, permet de réduire les populations de graminées de l'ordre de 20 à 95%, en fonction du décalage. Plus celui-ci est important, plus la réduction des adventices sera importante ;
- ▢ En intégrant les coûts de désherbage et l'éventuelle perte de potentiel, la meilleure stratégie se situe entre 200 et 350°j de décalage – soit 2 à 3 semaines.



# Localiser le désherbage de pré-levée sur le rang de maïs



levée pointant 1F 2F 4F 6F 8F 10F

pré-levée en plein

pré-levée localisée

pré-levée localisée

2 opérations de binage de l'inter-rang

Rattrapage chimique en plein

Synthèse de 15 essais réalisés par Arvalis entre 2020 et 2022 avec le concours de BASF, Bayer, Syngenta

Stratégies :

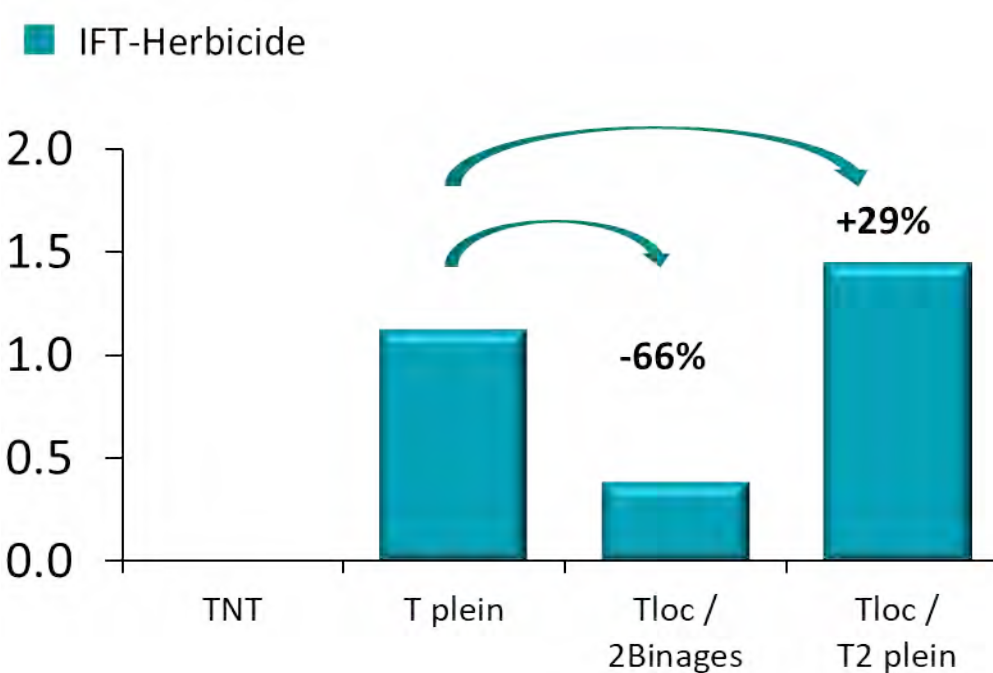
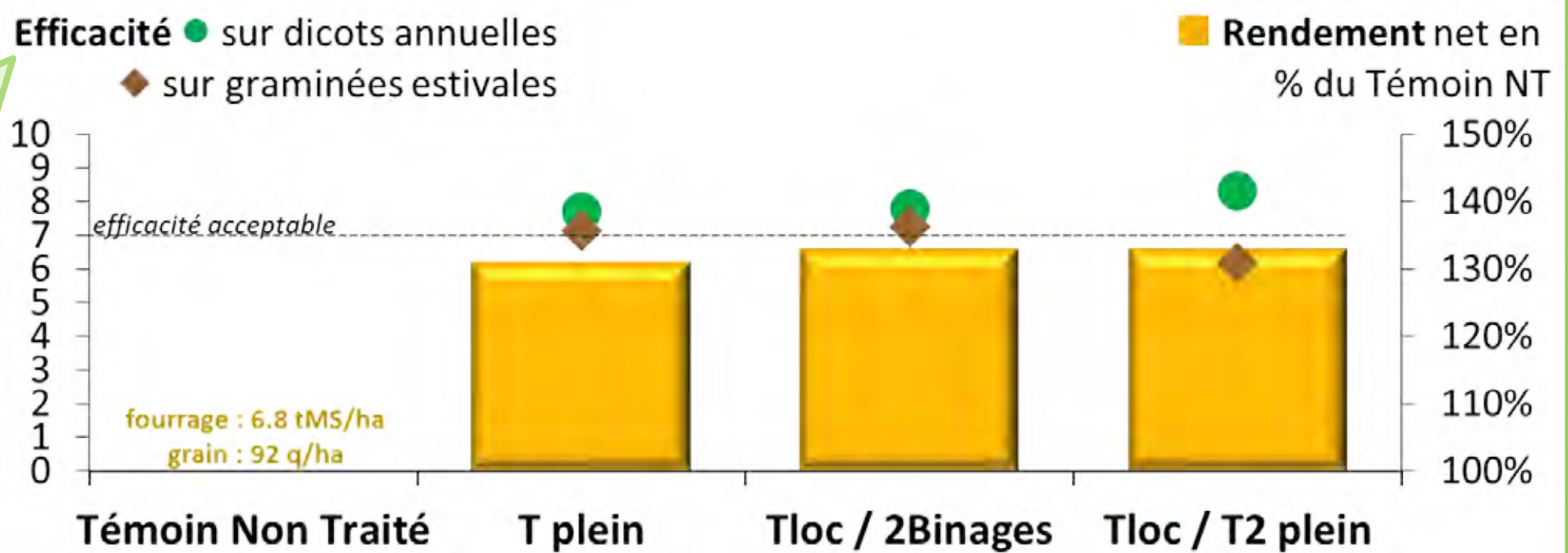
**T plein** : chimie conventionnelle en plein

**Tloc / 2Binages** : chimie localisée / binages

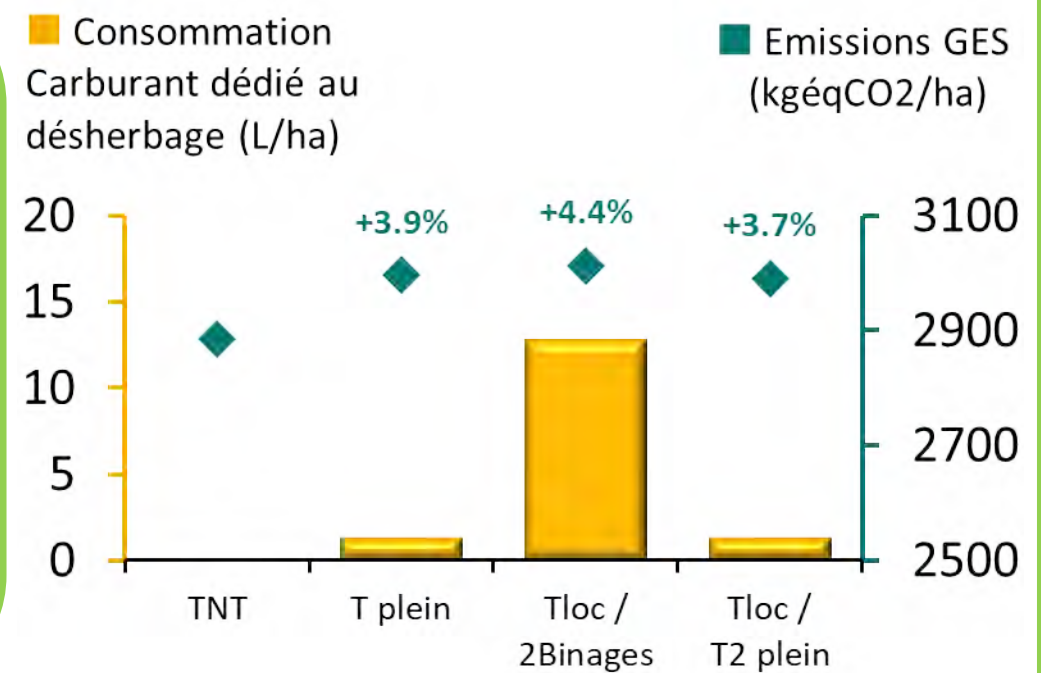
**Tloc / T2 plein** : chimie localisée et en plein

Le maïs est très sensible à la compétition des mauvaises herbes en particulier en début de cycle c'est pourquoi il est délicat de faire l'impasse totale sur la pré-levée. Or, la pharmacopée se réduit et les contraintes d'utilisation se durcissent. C'est la raison pour laquelle des essais sont conduits depuis quelques années dans le but de réduire le recours aux herbicides racinaires en limitant leur application là où ils sont indispensables c'est à dire au plus près du jeune rang de culture. Ils sont complétés d'évaluations multicritères réalisées avec le logiciel Systemre®.

Lorsque les bonnes conditions pédoclimatiques sont réunies tant pour les interventions chimiques que pour le binage, les efficacités sont au rendez-vous et le rendement net est préservé. A l'inverse, sans désherbage le potentiel est fortement compromis.

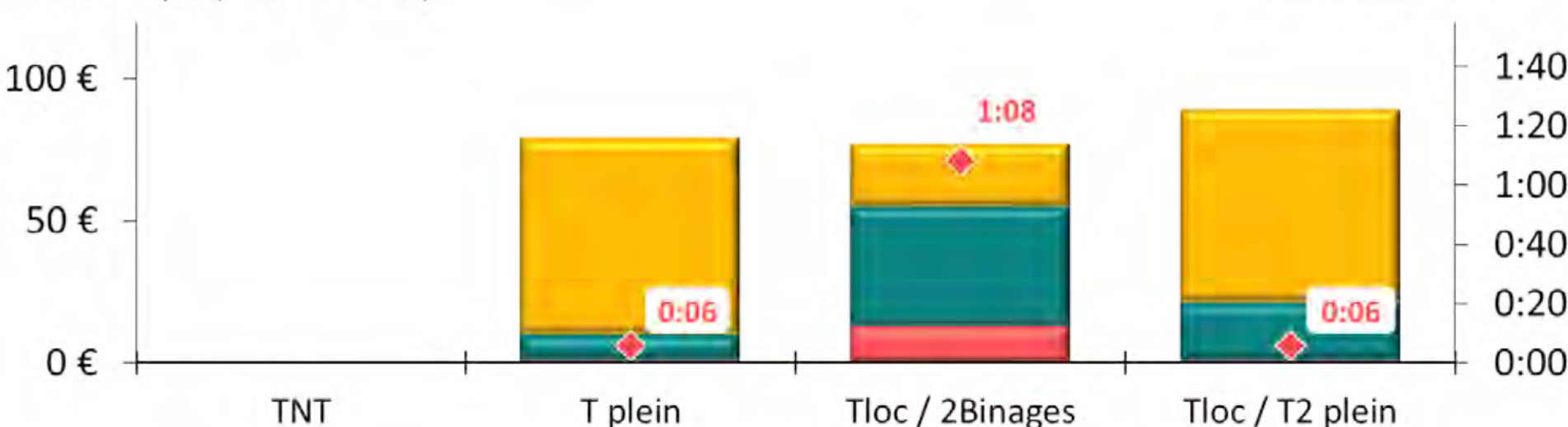


Localiser la pré-levée sur le rang, et/ou remplacer le rattrapage chimique par 2 binages, permet de réduire l'IFT-H. Bien que le recours au binage augmente la consommation de carburant, les effets sont quasi neutres sur les émissions de GES.



Charges dédiées au désherbage (€/ha) :

herbicides, salariales, mécanique (hors carburant)



Les simulations montrent que même avec un GNR à 2 €/l, la stratégie de pré-levée localisée +2 binages reste compétitive. Toutefois, les temps de travaux sont fortement impactés, même s'il est possible de les réduire avec une caméra de guidage HD.

De ces 15 essais on peut retenir que localiser la pré-levée sur le rang de maïs et remplacer un rattrapage chimique par 2 binages est possible sous réserve d'avoir la main d'œuvre disponible nécessaire et de réunir les bonnes conditions d'efficacité sachant que leur fréquence n'est pas satisfaisante partout (type de sol, climat...)

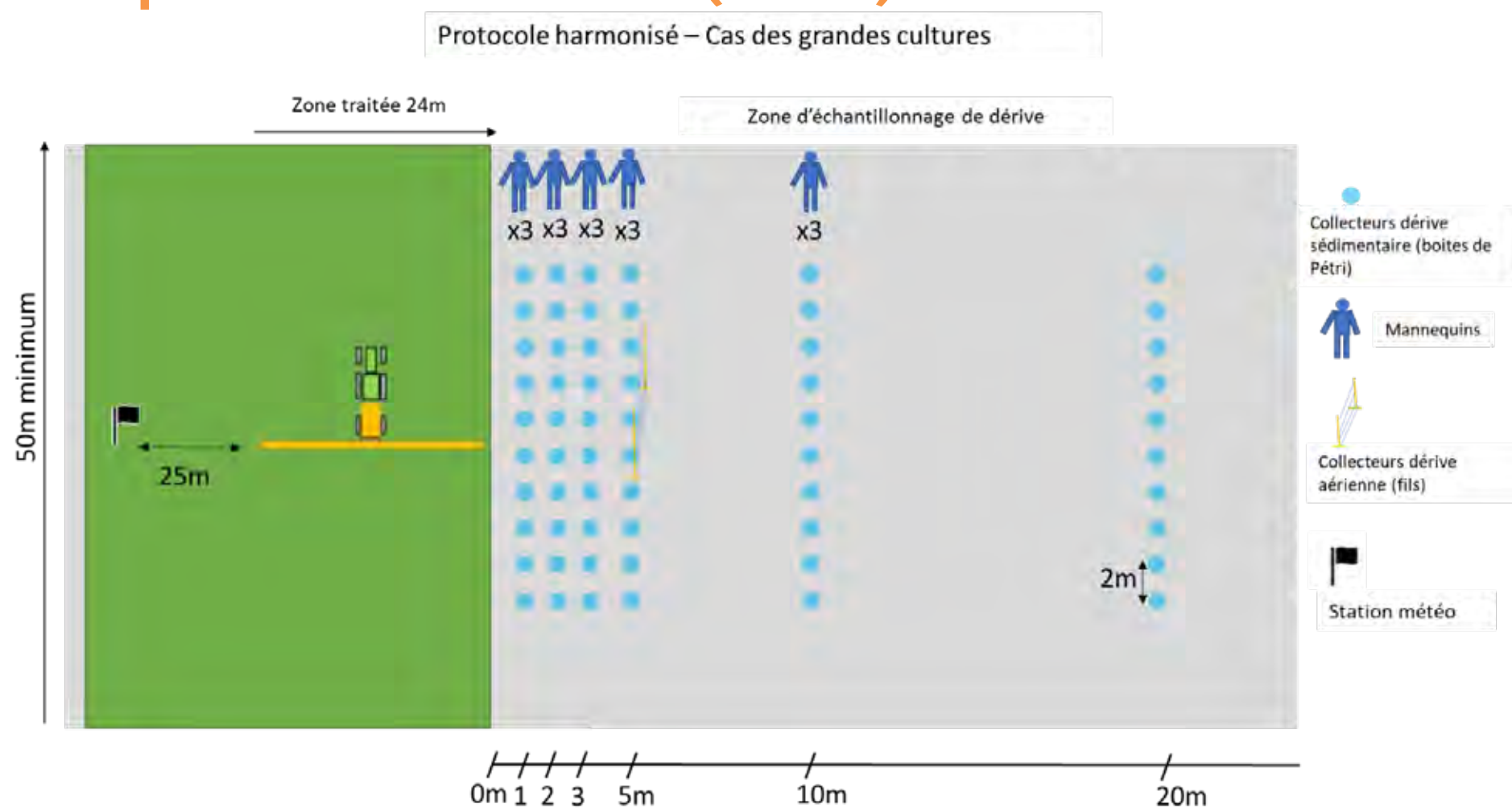


Valérie BIBARD [v.bibard@arvalis.fr](mailto:v.bibard@arvalis.fr)  
Emilie NOUGUÉ, [e.nougue@arvalis.fr](mailto:e.nougue@arvalis.fr)



# CAPRIV: Concilier Application des Produits phytosanitaires et protection des RIverains

Un protocole harmonisé pour tester 4 types de buses sans haie (2021) et en présence de haie (2022)



XR, Teejet  
Référence



CVI, Albus  
66%



ID, Lechler  
75%

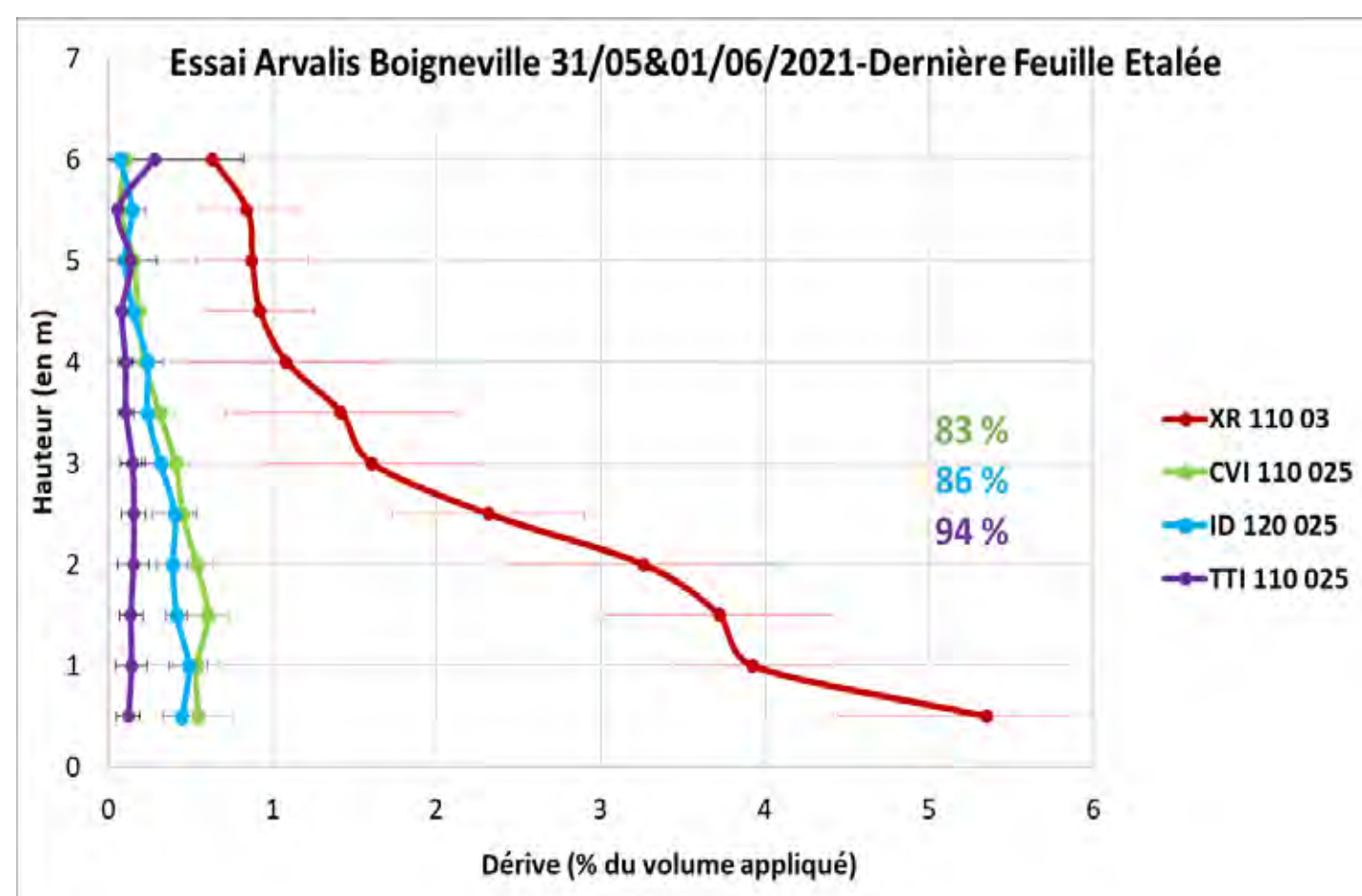
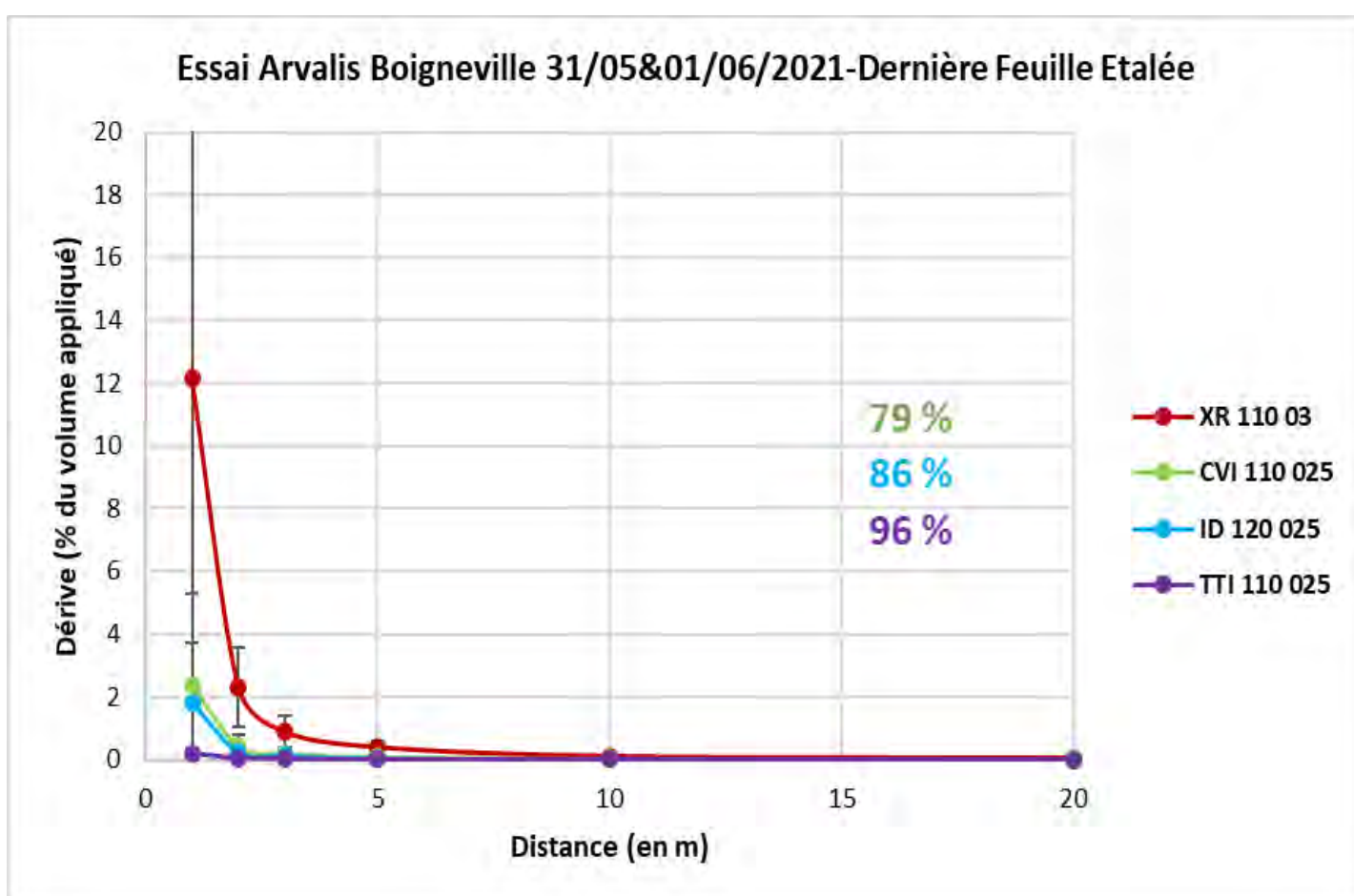


TTI, Teejet  
90%

## 3 types de collecteurs pour 3 types de dérive



## Dérive sédimentaire et aérienne: des résultats encourageants



## Et la suite?

- ü Prise en compte des données par l'EFSA et l'ANSES dans les modèles d'homologation
- ü Mise en place de mesures d'atténuation du risque

# Les technologies pour moduler avec un pulvérisateur

## Buses PWM (Pulse Width Modulation)

« Buse à pulsation »

Le débit est ajusté par modification du temps d'ouverture de la buse

## Porte-buses à sélection automatique :

4 buses/2 buses

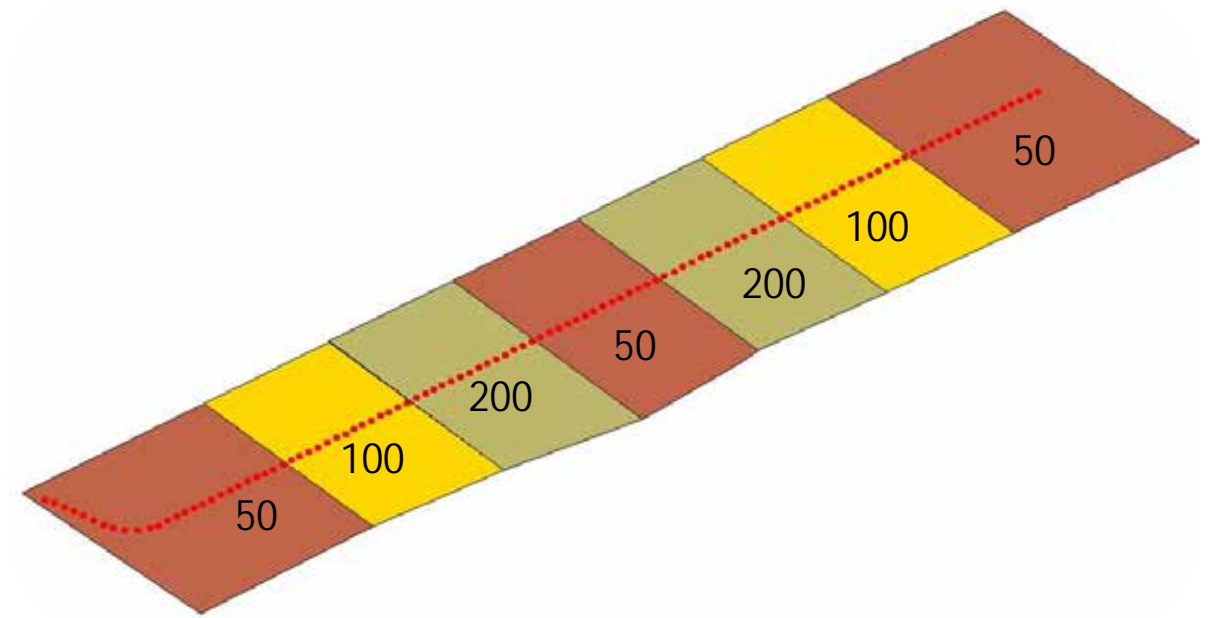
Sélection électrique ou pneumatique

Le logiciel choisit la ou les buses adaptée(s) au débit souhaité



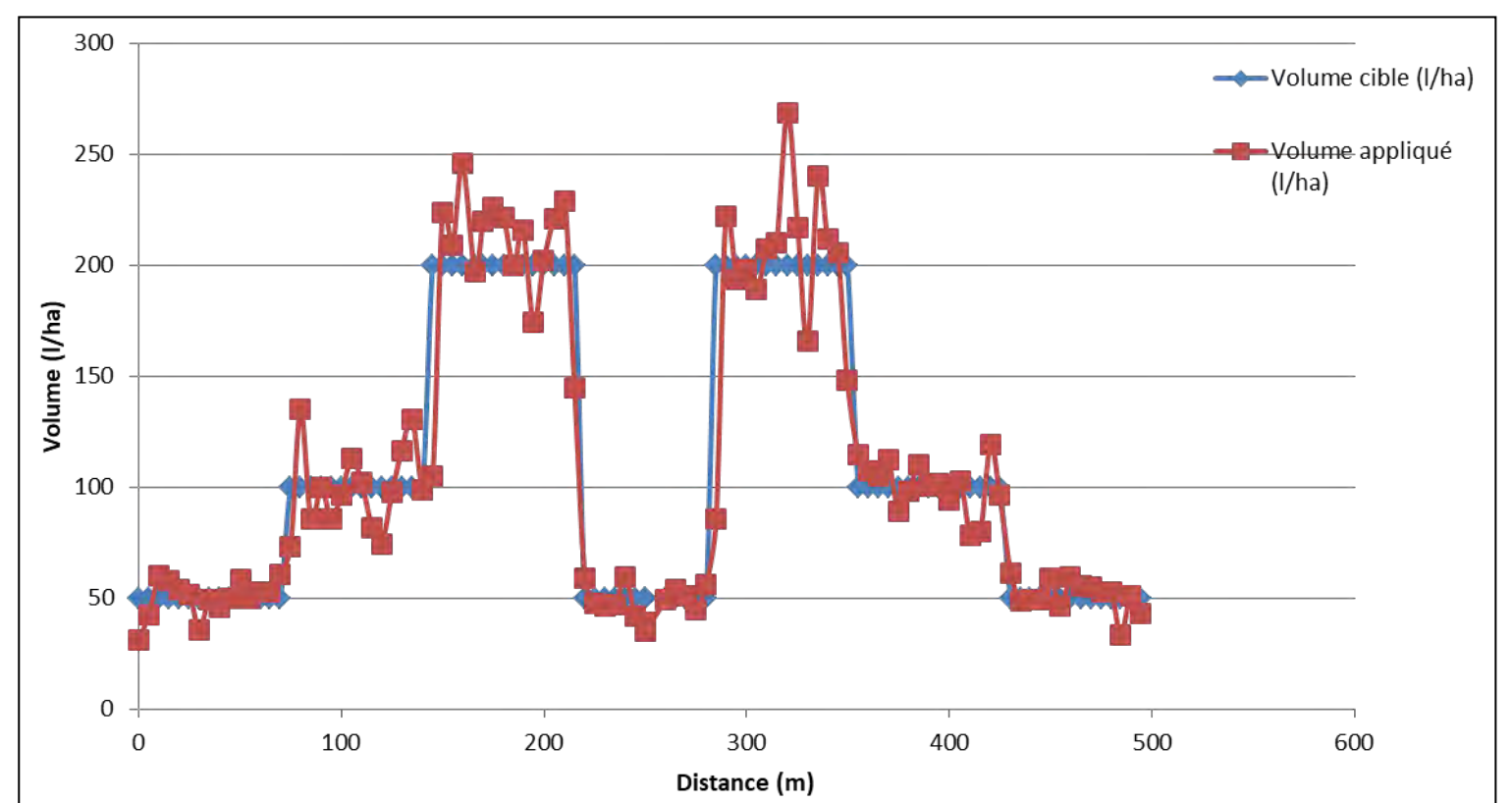
## Objectifs des systèmes

- Maintenir le volume/ha et la taille de gouttes constants indépendamment de la vitesse d'avancement
- Permettre la modulation du volume/ha
- Réguler le débit sous la rampe dans les courbes



## Moduler le volume de bouillie par le PWM

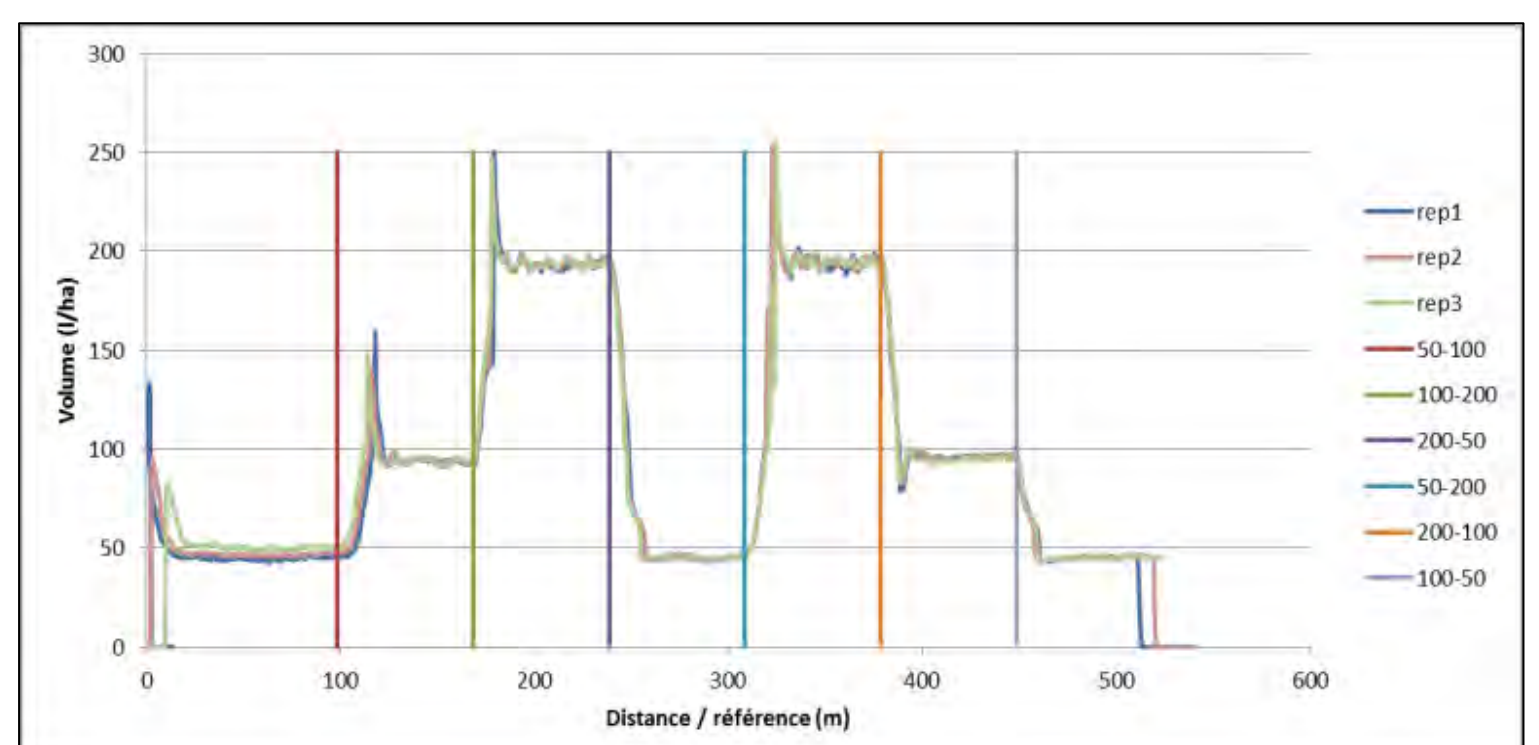
Bonne adéquation avec le GPS  
Volume moyen appliqué égal au volume cible à  $\pm 5\%$  à OK  
Délai quasi-instantané



Expérimentation Hawkeye-Raven, 2016

## Moduler le volume de bouillie avec les porte-buses

Bonne adéquation avec le GPS  
Volume moyen appliqué égal au volume cible à  $\pm 5\%$  à OK  
Délai moyen de 4 à 6 secondes



Expérimentation Amaselect-Amazone, 2016

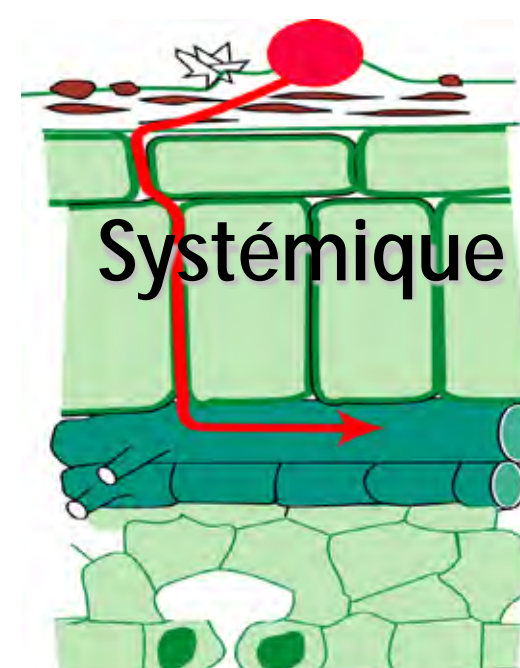
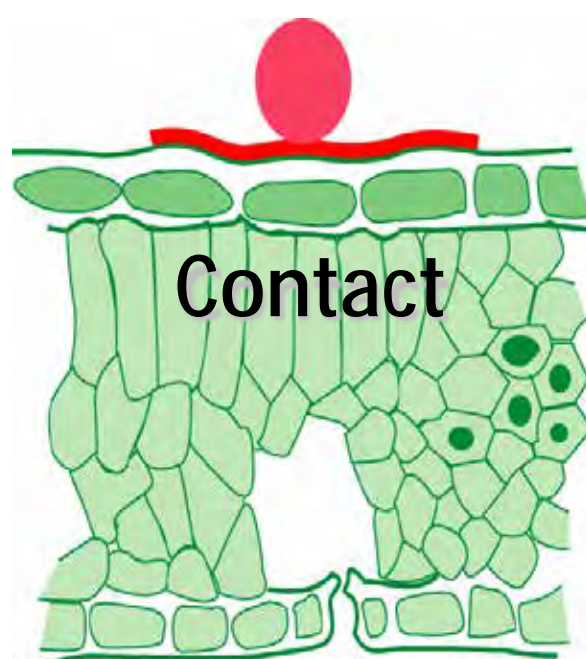
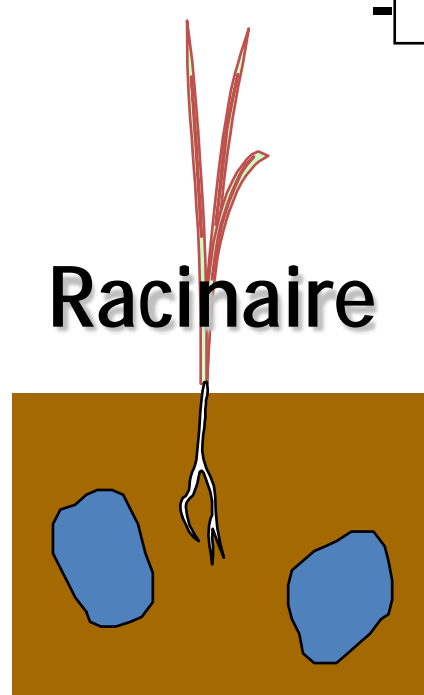
# Les facteurs à prendre en compte dépendent du produit utilisé

Sol - Racines

Où applique-t-on le produit ?

Feuilles

- influence des conditions climatiques +



EAU dans le Sol  
% ARGILE  
% MATIERE ORGANIQUE

ACCESSIBILITE DE LA CIBLE  
ET  
STADE DE LA PLANTE

TEMPERATURE  
HYGROMETRIE  
+ TEMPS POUSSANT

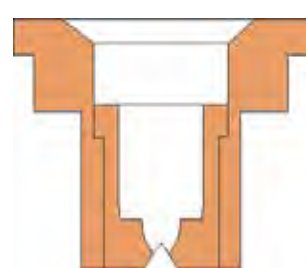
INDIFFERENT AU  
TYPE DE BUSE ET AU  
VOLUME/HA

QUALITE DE PULVERISATION  
ATTENTION AUX  
BAS VOLUMES (<80 l/ha) AVEC  
BUSES A INJECTION D'AIR

BUSES  
A INJECTION D'AIR OK  
pour des volumes  
> 50 l/ha

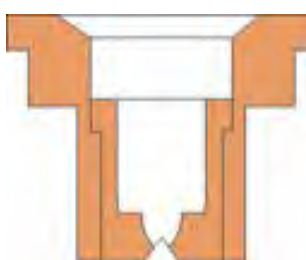
## Les différents types de buses

Fente  
classique  
Standard



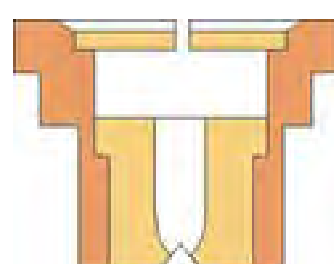
Angle formé à partir de 2 bars  
Pression d'utilisation : 2-3 bars

Basse  
pression



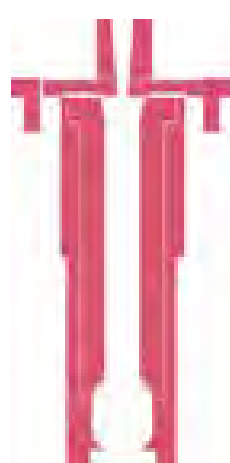
Angle formé à partir de 1.5 bar  
Pression d'utilisation : 1.5-3bars

A pastille  
de  
calibrage



Présence d'une pastille de calibrage  
Formation de grosses gouttes  
Pression d'utilisation : 2-3bars

A injection  
d'air



Aspiration d'air par effet VENTURI

Buses IA Classique : 3-6 bars

Buses IA Basse pression : 2-5 bars

Pour en savoir plus... OAD Choix des buses ARVALIS :



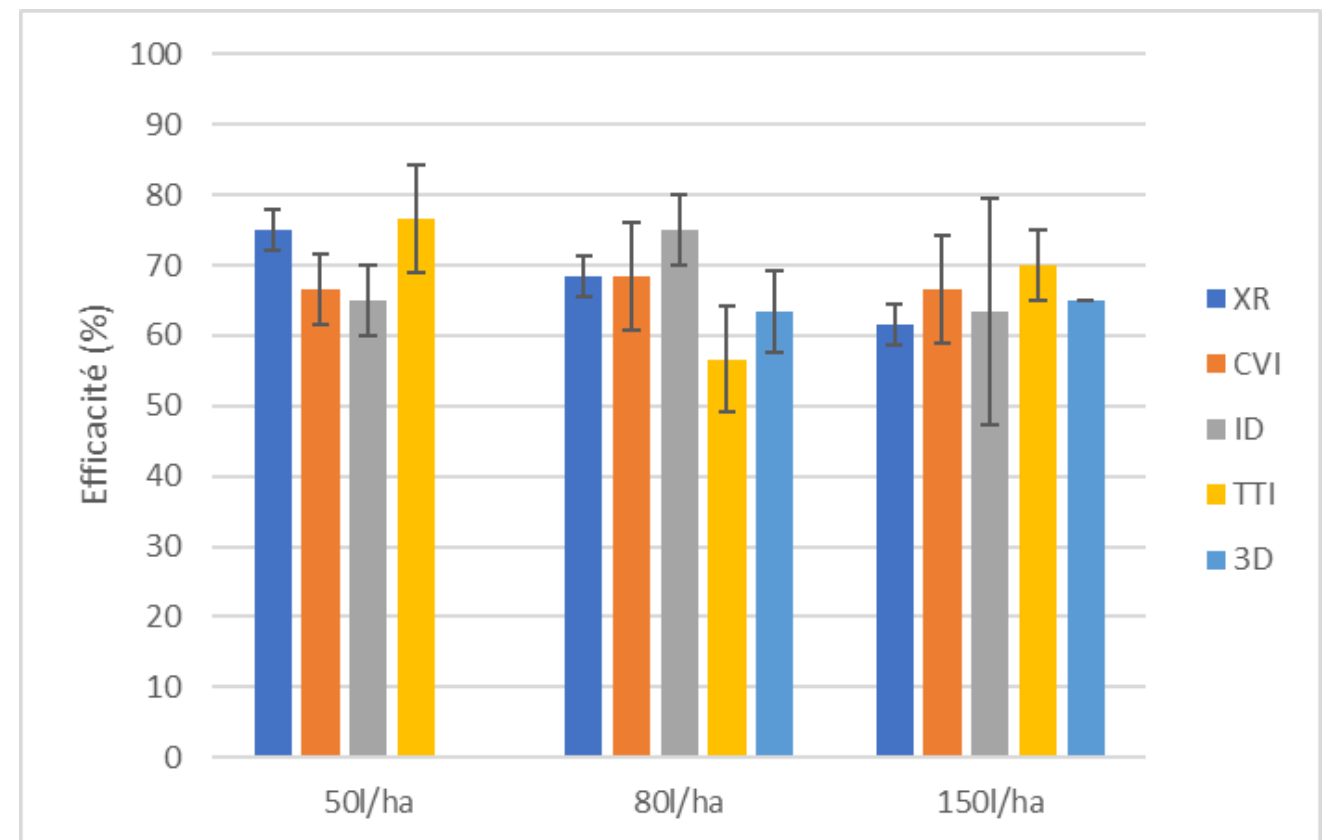
# Adapter le volume de bouillie au mode d'action des produits

## Produits racinaires : indépendants du volume et du type de buse

§ Prosulfocarbe- 2021

ü Coudray (45) Ray-Grass 78/m<sup>2</sup>

ü 3 volumes et 4 buses testées



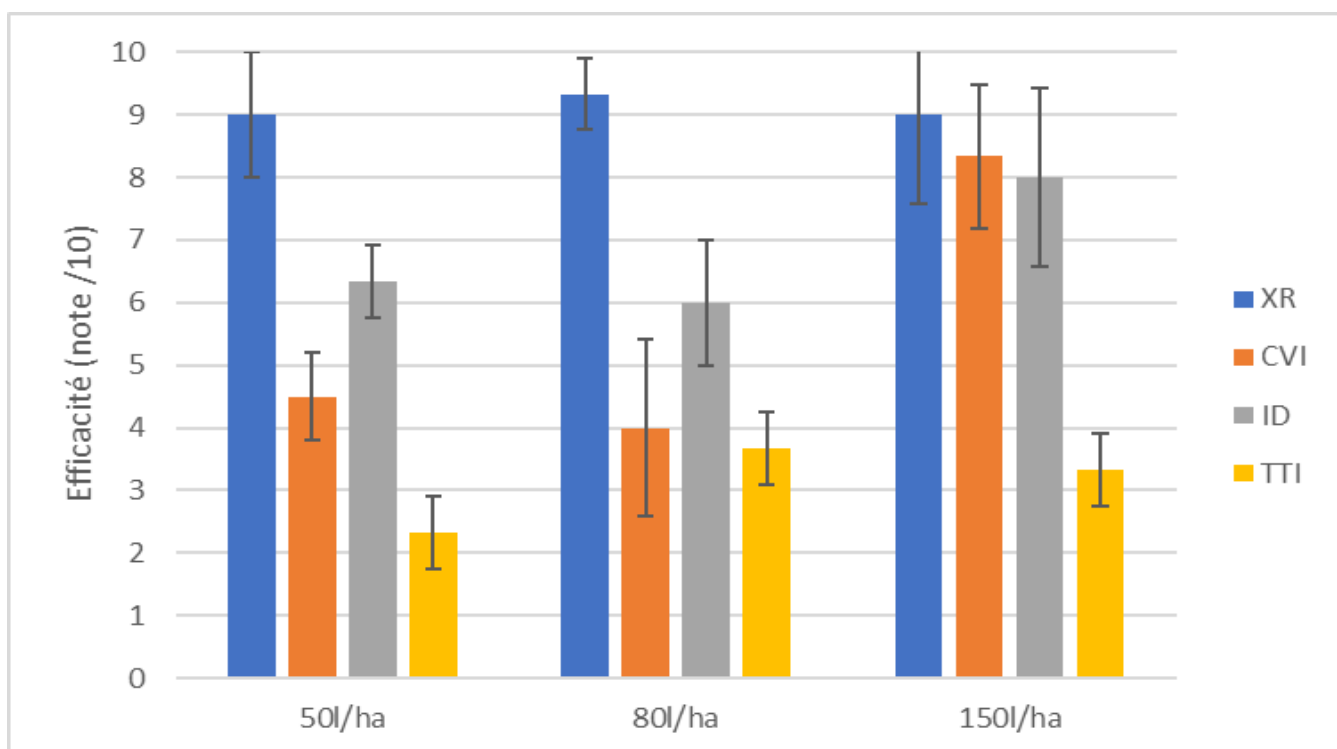
Anova NS à 45%

## Produits de contact

§ Bétanal- ITB- 2022

ü Buno-Bonnevaux (91)

ü 3 volumes et 4 buses testées



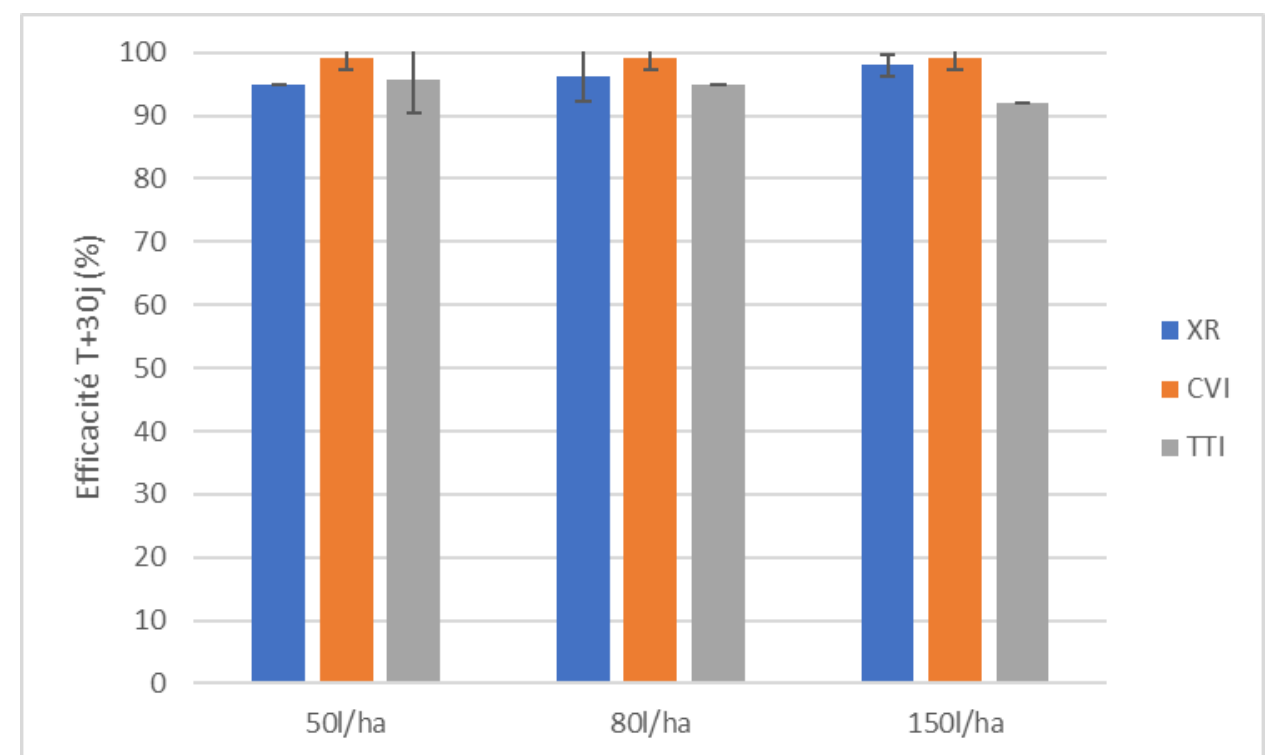
Anova S à 5%

## Produits systémiques

§ Glyphosate- 2022

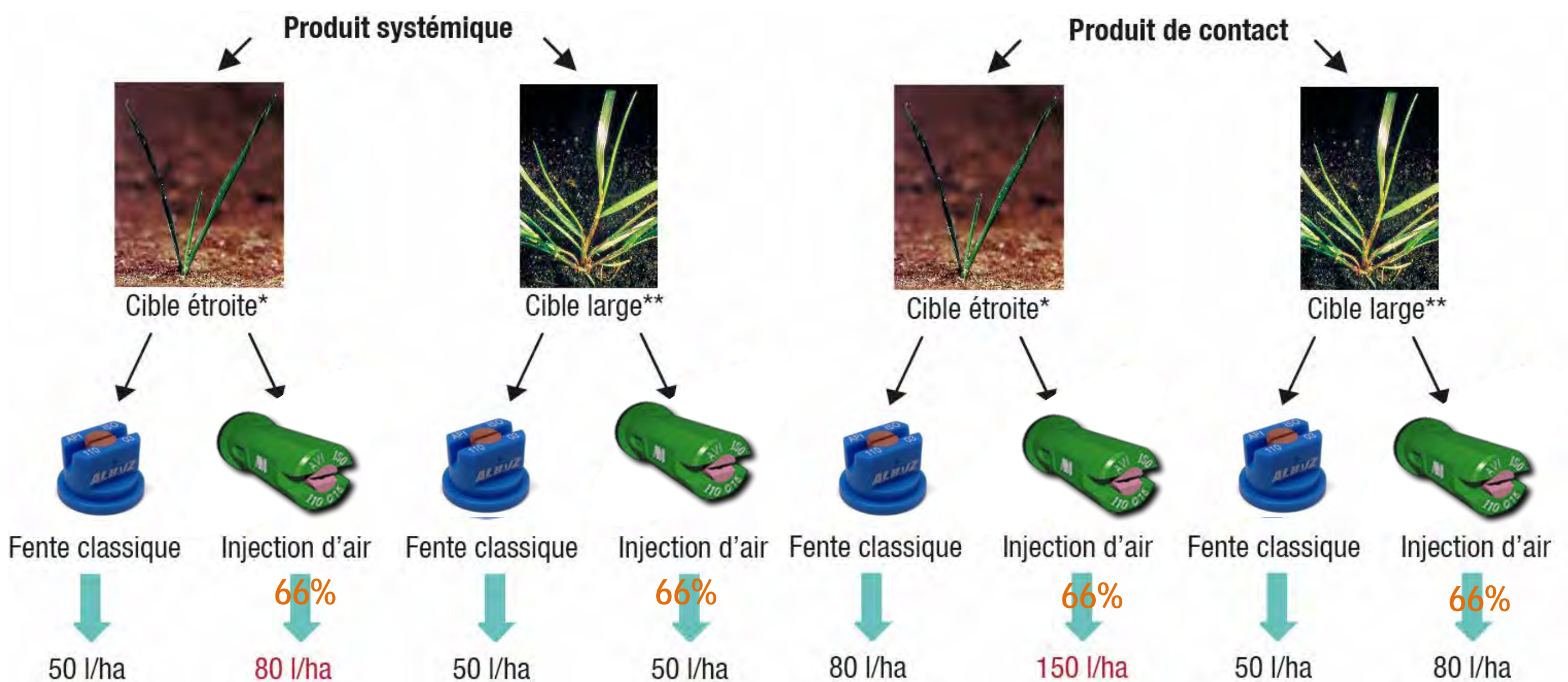
ü Boigneville (91) repousses de colza

ü 3 volumes et 3 buses testées



Anova NS à 5%

## Buses et volume : que choisir?



En cours de mise à jour pour les buses homologuées à 75 et 90%

# Désherbage ciblé

Le désherbage ciblé localise les adventices et ne pulvérise que celles-ci avec le produit adéquat. Selon le salissement de la parcelle, le % de produit économisé varie de 80 à 99% dans nos essais.

## La localisation des adventices

Localisation grâce à des capteurs embarqués  
Détection d'une adventice ou de « tout sauf culture »



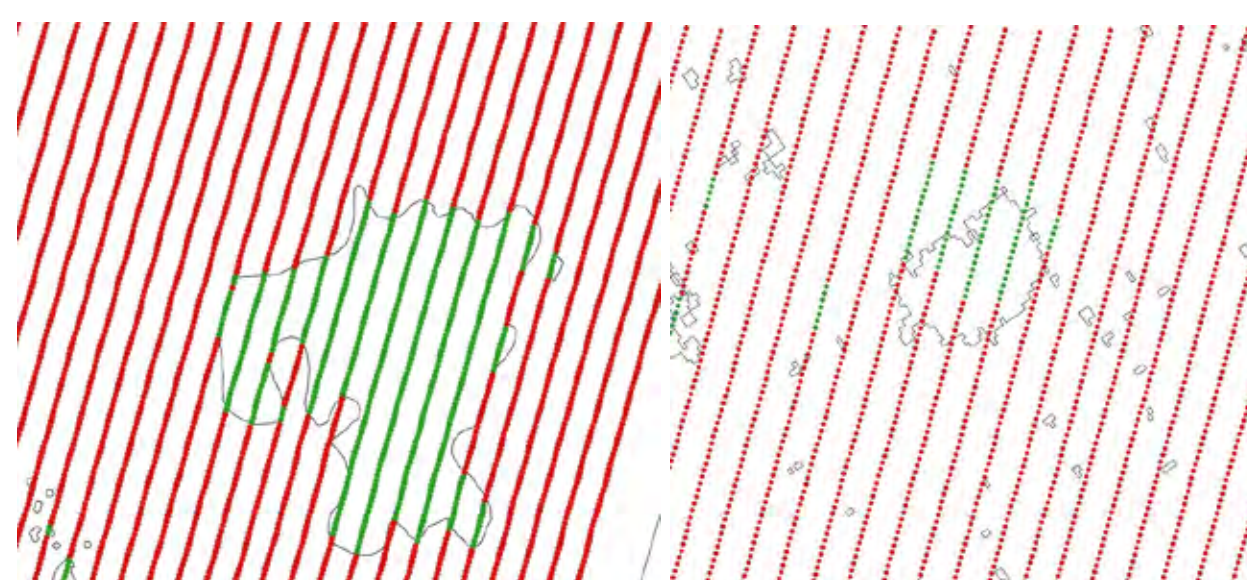
	Adventice détectée par capteur	Pas d'adventice détectée par capteurs
Adventice sur le terrain	29%	0.5%
Pas d'adventice terrain	21%	49.5%

Source: Boigneville, 2022

Exemple du chardon sur maïs :  
80% de bonnes détections et 1 adventice oubliée

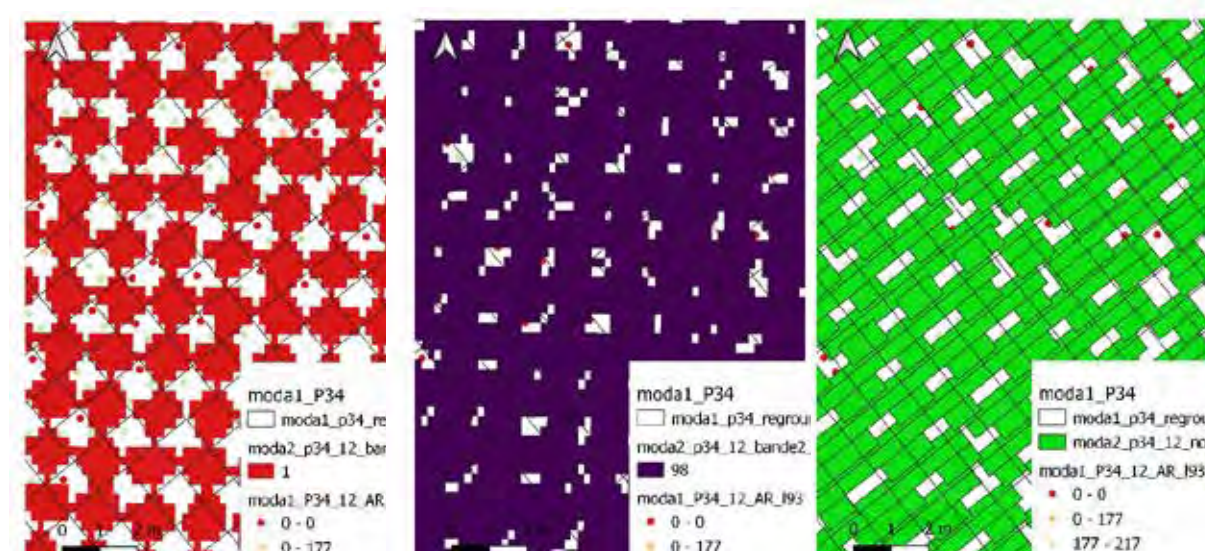
## L'application en temps différé

Le poids de la carte (nombre nœuds et polygones) influence la capacité de l'électronique à respecter la carte de préconisation



## L'application en temps réel

Bonne détection (carte rouge) des adventices mais la carte d'application n'est pas parfaite (carte verte) sur les polygones de petite taille



Scénarii	Automoteur 36m 173000€ (taux de propriété 13%)	=> Idem + option pulvérisation ciblée 84000€	=> Idem 85% surface pulvérisée	=> Idem 50% surface pulvérisée	=> Idem 15% surface pulvérisée
Temps de travail (h/Ha)	4.79	4.79	4.8	4.8	4.8
IFT herbicides	1.32	1.32	1.23	1.03	0.83
Charges herbicides €/Ha	46	46	44	42	39
Marge brute avec aides €/Ha	1038	1038	1039	1042	1044
Charges méca €/Ha	243	248	248	248	248
Marge nette avec aides €/Ha	434	429	430	432	435

Source: Phloème, 2022

SYSTEMERE

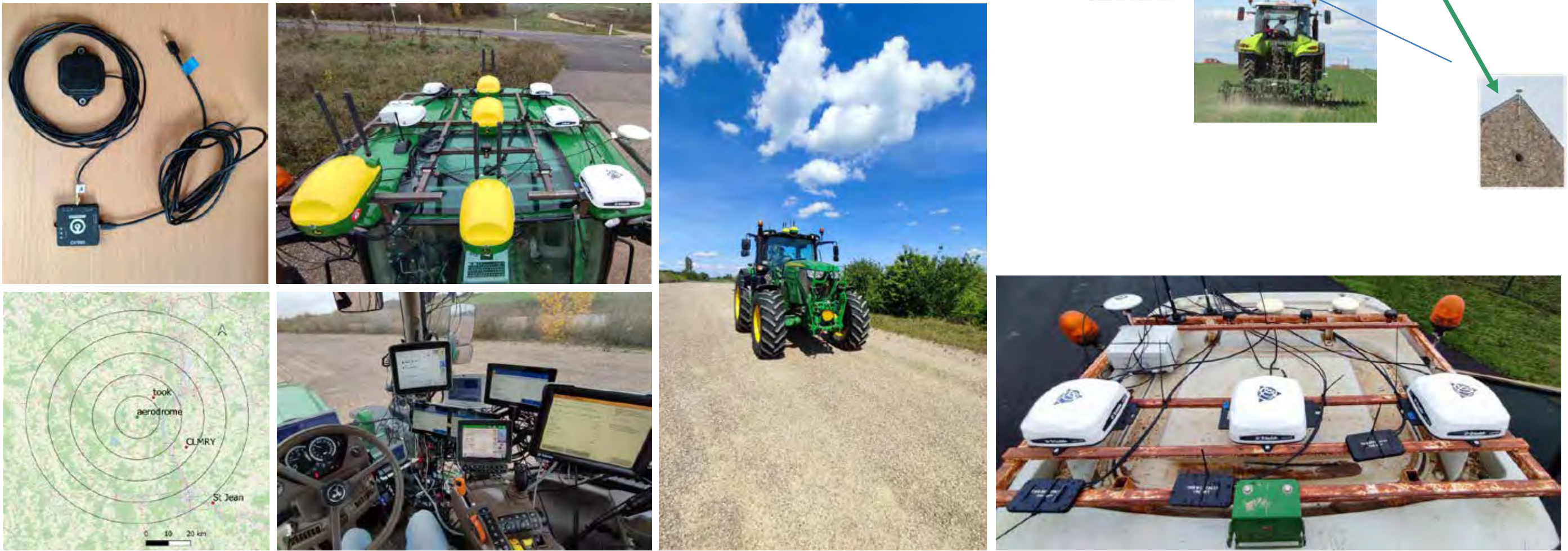
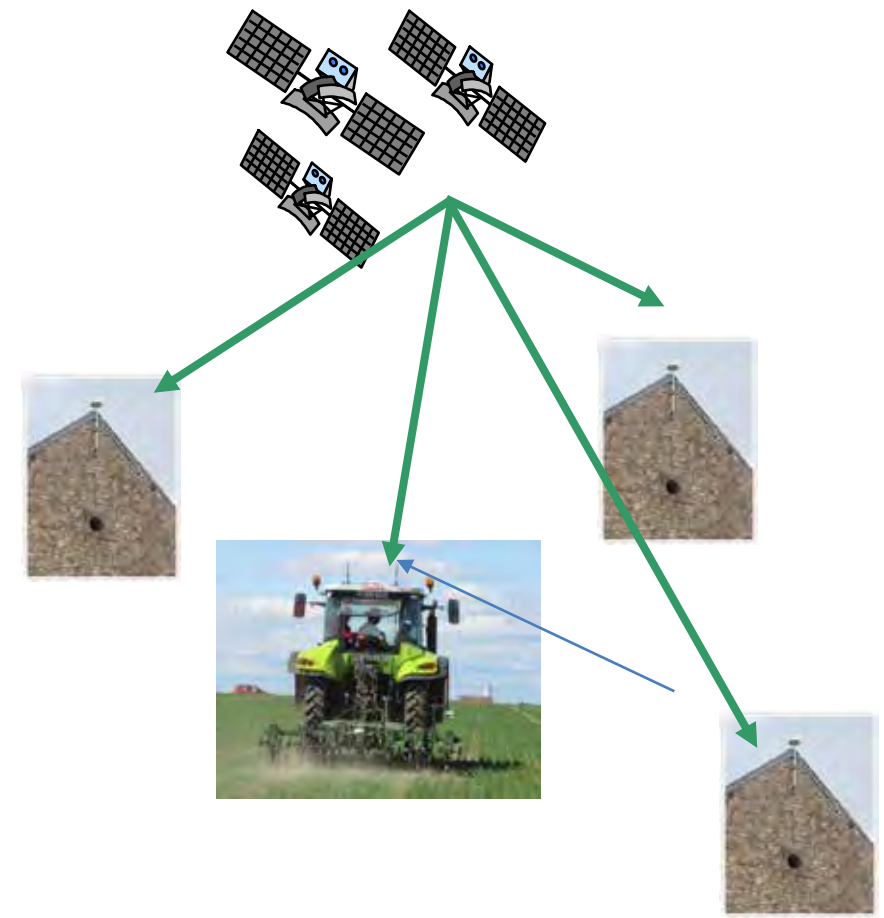


Ferme de St Hilaire (55)  
130Ha 0.8UTH- Prairie/Mais Fourrage/ Colza/ Blé/Orge

Détection rumex sur prairies :  
Rentabilité dès 50% de surface traitée dans les parcelles concernées malgré un surcoût de 84000€ HT

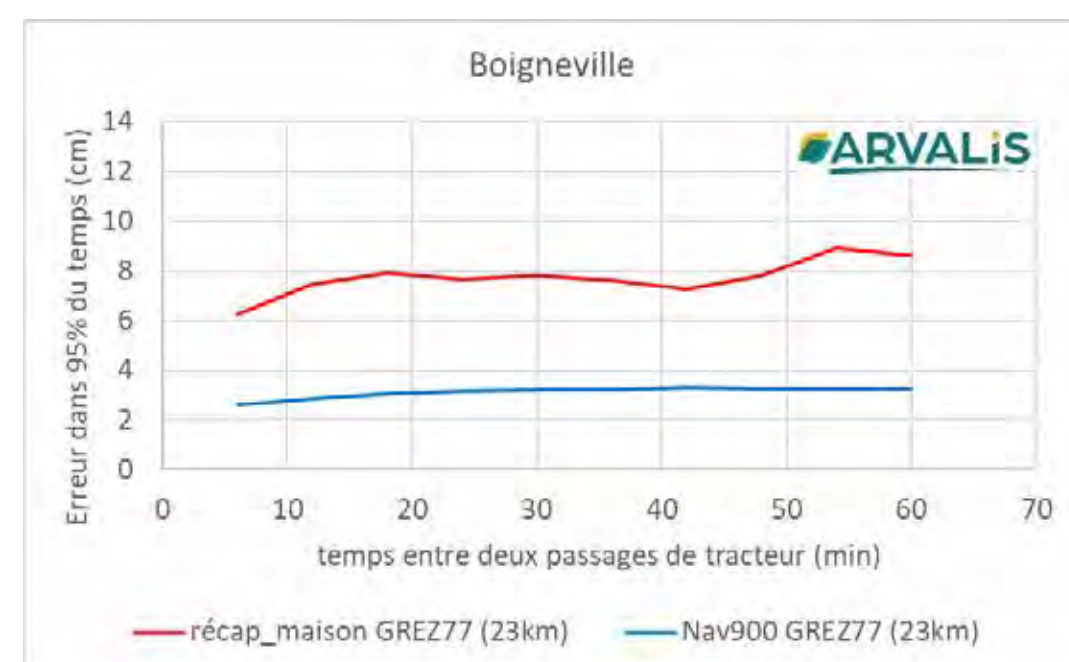
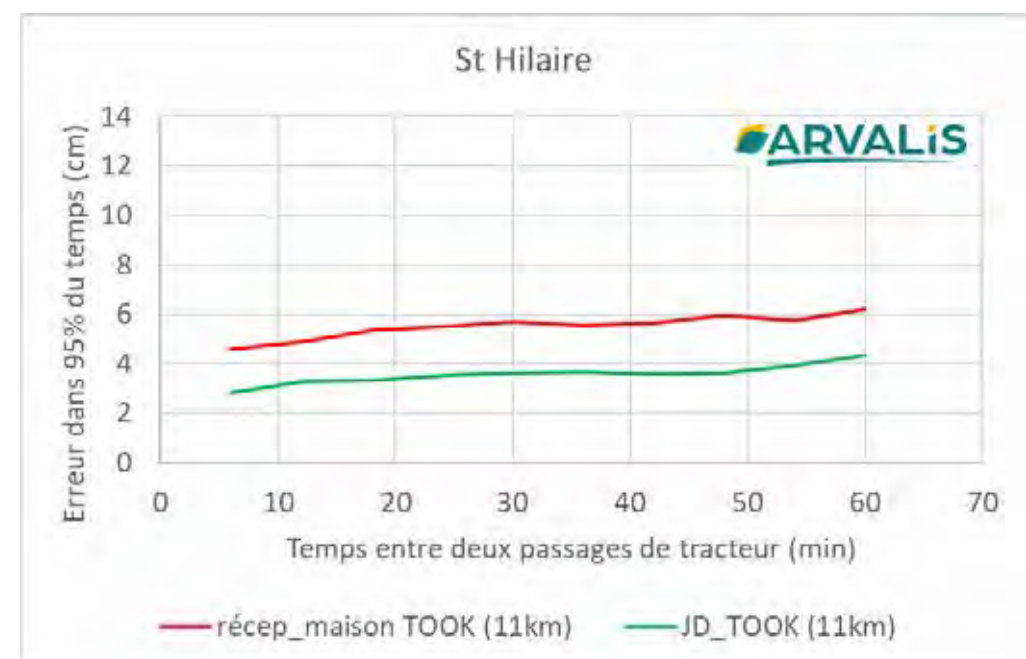
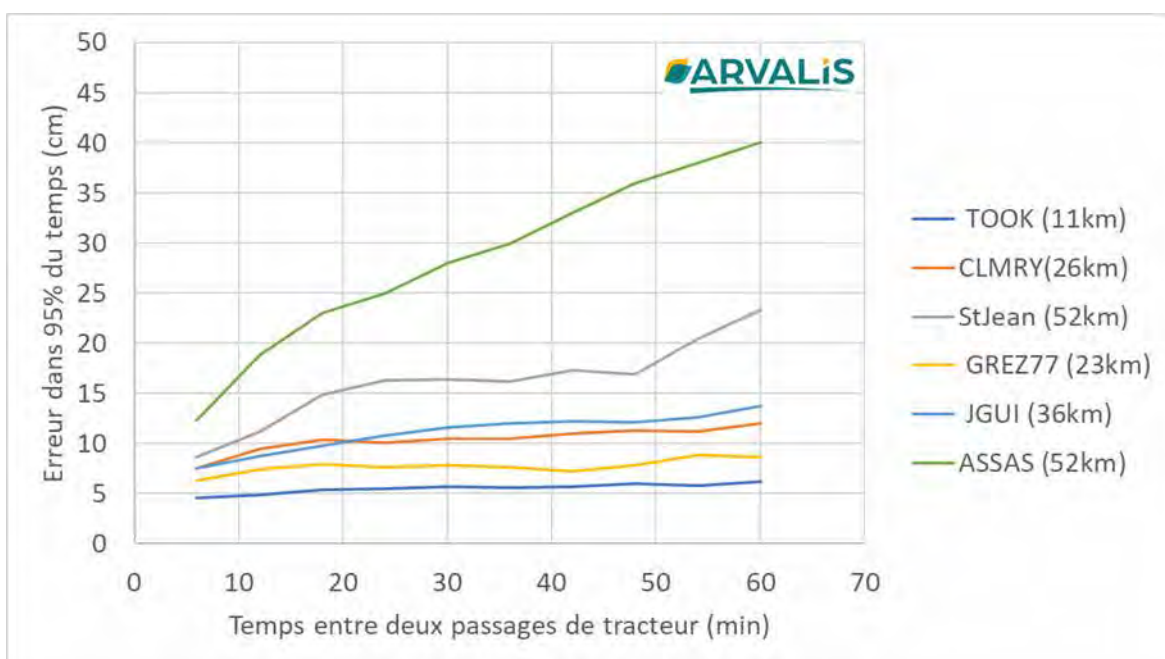
# Le RTK monobase en transmission téléphone - Centipède

Réseau à l'initiative de l'INRAE depuis 2019.  
La correction vient d'une seule base RTK Centipède.  
Utilisable sur un récepteur « maison » ou commercial  
(Trimble, John Deere ,...)



Influence de la ligne de base sur  
les récepteurs « maison »

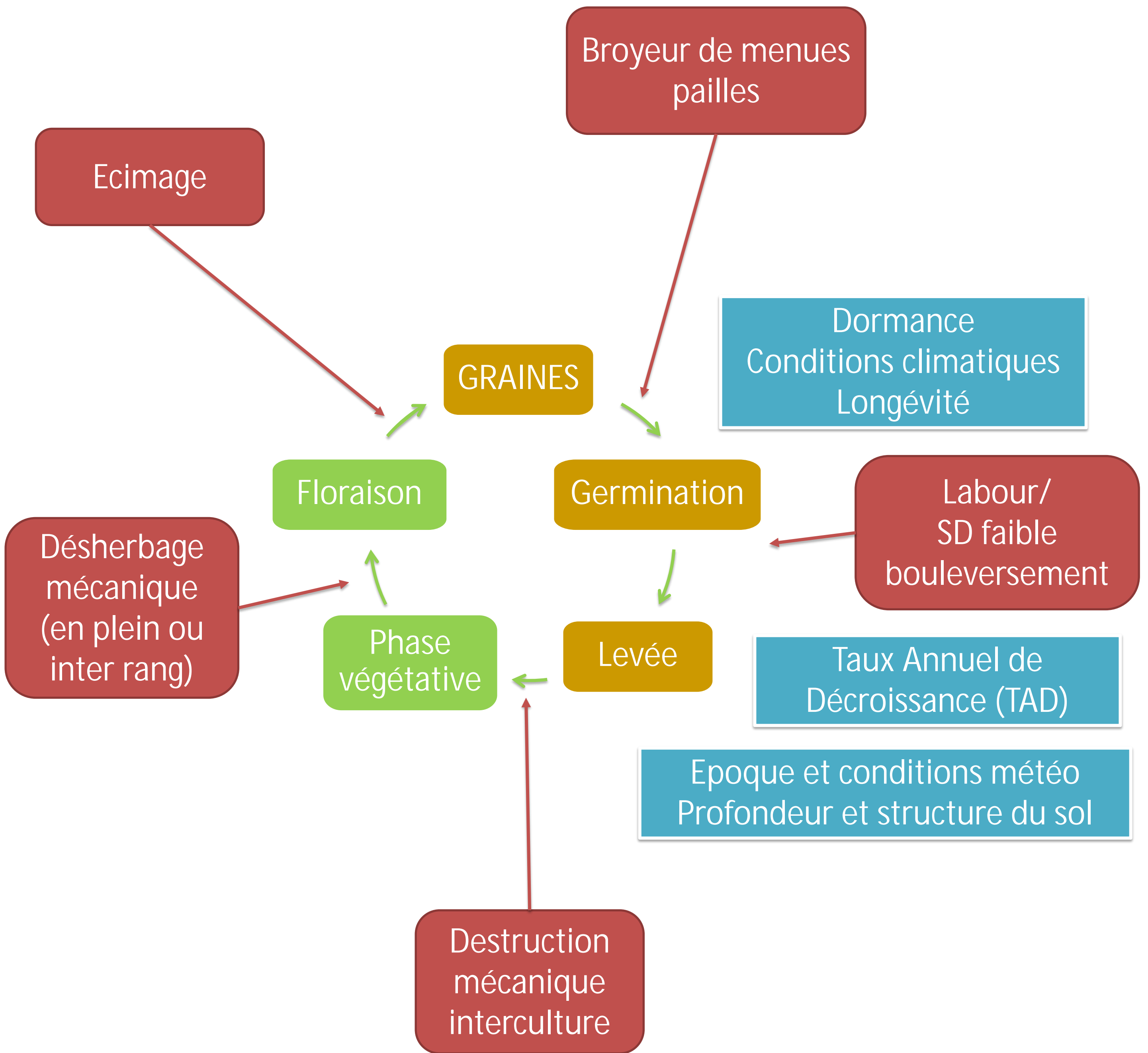
Centipède sur un récepteur  
commercial / récepteur maison



Plus la base Centipède est loin, plus  
la précision et la disponibilité se  
dégradent

Un récepteur commercial valorise  
mieux la précision Centipède qu'un  
récepteur « maison »

# Leviers mécaniques et cycle des adventices



## Légende

Leviers mécaniques de  
gestion des adventices

Biologie des adventices



### Un réseau d'experts techniques



4 axes de travail

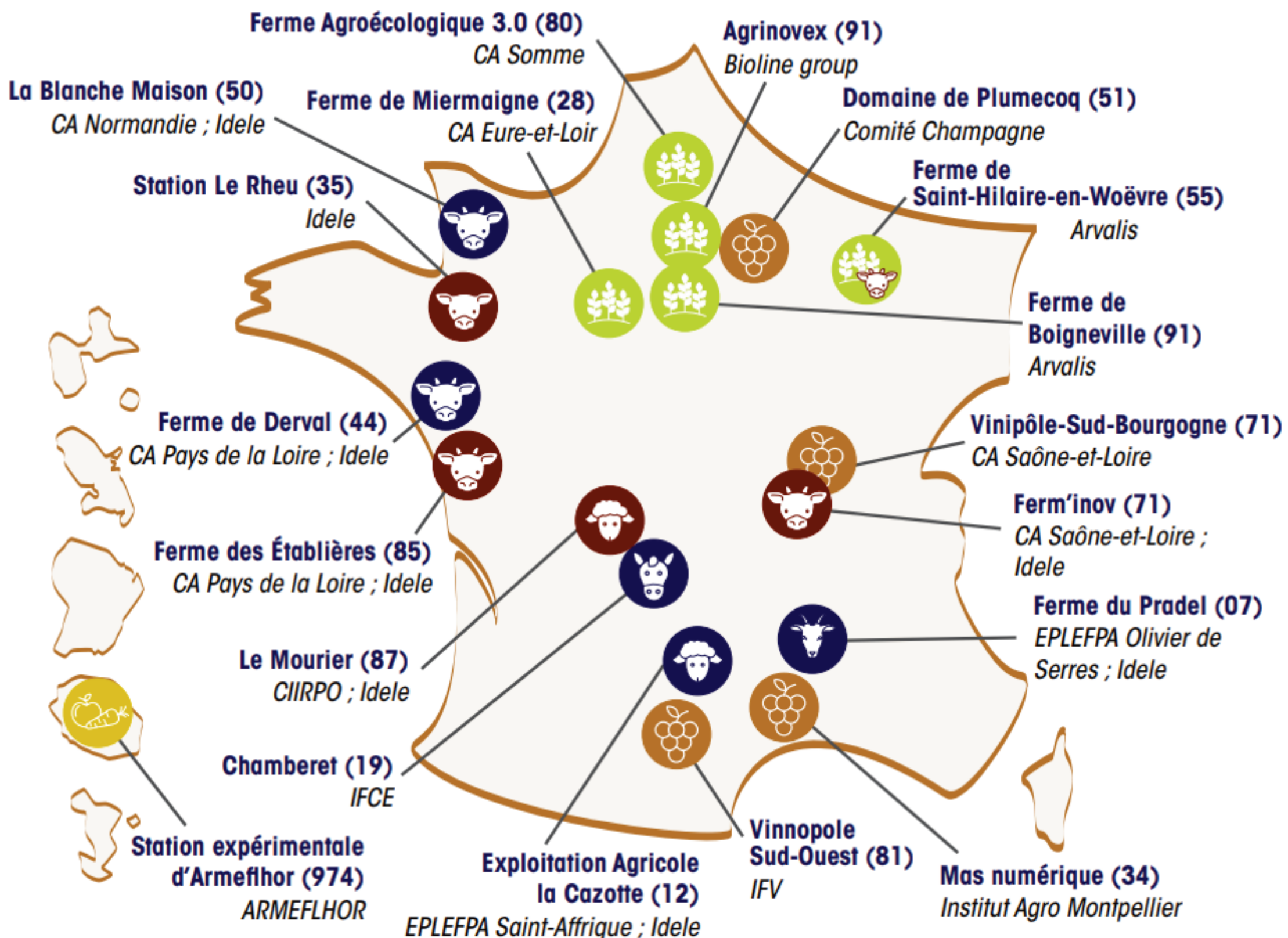
Un réseau de 19 sites expérimentaux agricoles qui évalue des innovations numériques en conditions réelles sur différentes productions

Les performances sur la production visée

La fonctionnalité des solutions numériques testées

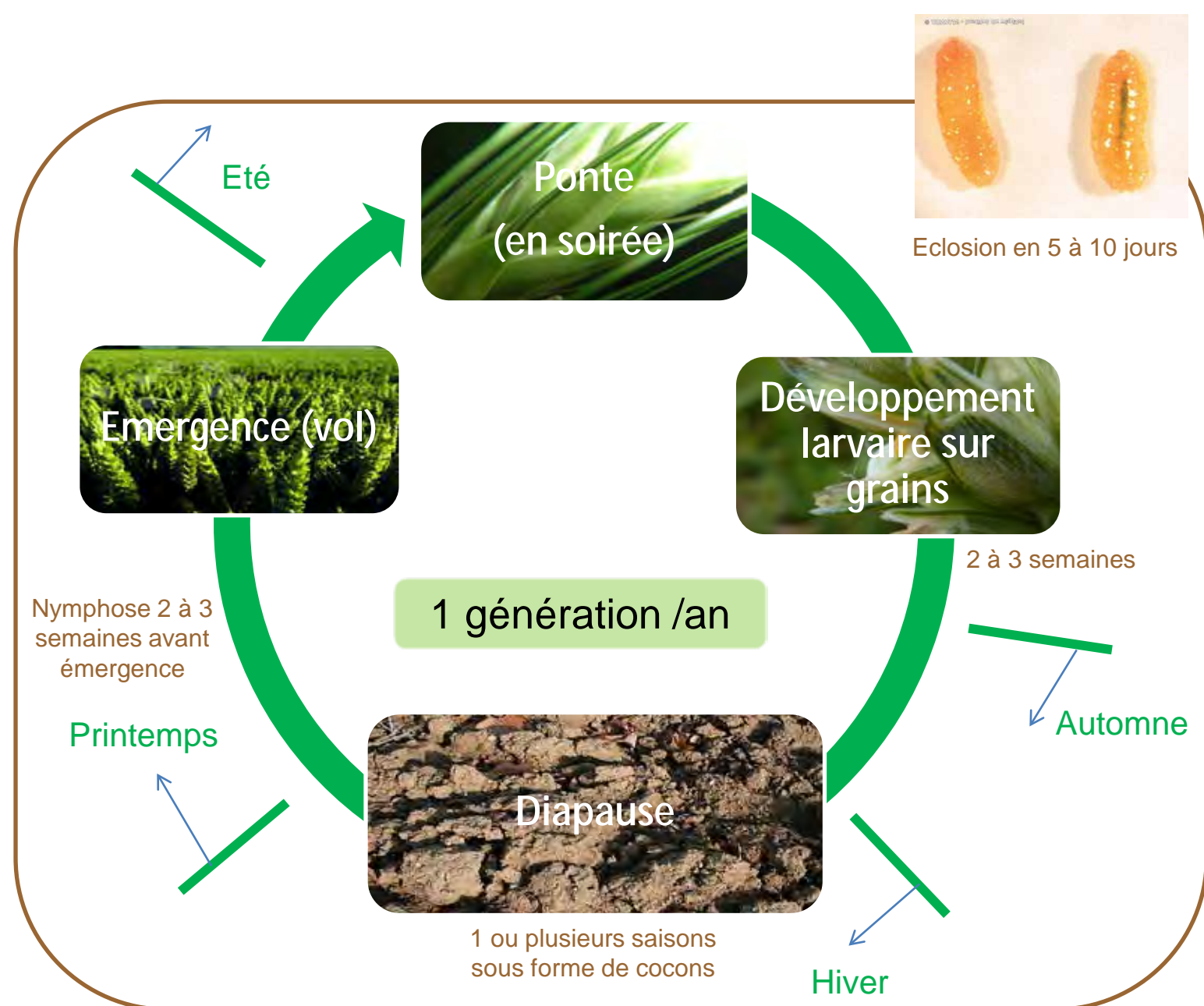
L'intégration des solutions numériques au sein de l'exploitation

La production et gestion des données



# Protection contre la cécidomyie orange *Sitodiplosis mosellana*

Moucheron d'environ 3mm de long avec des pattes longues et fines. L'adulte et la larve sont d'un orange vif caractéristique.



## Dégâts

- Grain déformé, mauvais remplissage

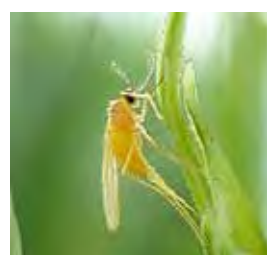


- Qualité boulangère de la farine affectée
- è Perte de rendement d'environ 1 q/ha pour 1 larve par épi

## Lutte variétale : méthode la plus efficace

Résistance monogénique (gène Sm1)

- Pas d'effet sur l'oviposition des femelles
- **Inhibition de la croissance des larves** grâce à la production accrue d'acides phénoliques
- è réduction de **90%** du nombre de larves/épis
- è gain de rendement jusqu'à **11q**



**Inefficace contre la cécidomyie jaune**  
*Contarinia tritici*

### Liste non exhaustive des variétés résistantes de BT

Nom	Obtenteur/ Représentant	Année d'inscription	Précocité montaison	Précocité épiaison	Classe qualité
KWS ULTIM	KWM	2020 (FR)	3	7	BPS
PRESTANCE	FD	2021 (FR)	6	7.5	BPS
PROVIDENCE	FD	2019 (FR)	4	7	BPS
SY ADMIRATION	SYN	2021 (FR)	4	6.5	BPS
GARFIELD	SEC	2020 (FR)	2	5.5	BPS
CELEBRITY	FD	2022 (FR)	(4)	7	BPS
RGT TWEETEO	RAG	2020 (FR)	(2)	7	BPS
TENOR	UNI	2018 (FR)	4	7	BPS

## Lutte directe : uniquement sur variétés sensibles

### 1. Grille agronomique d'évaluation du risque

Sensibilité variétale	Historique de la parcelle	Rotation sur la parcelle	Dominante du type de sol	RISQUE
Variété résistante				0
Variété sensible	Historique sans cécidomyies	Rotation sans Blé/Blé	Sableux	1
			Limoneux	1
			Argileux (+ craie)	2
		Rotation avec Blé/Blé	Sableux	3
			Limoneux	3
			Argileux (+ craie)	4
	Historique avec cécidomyies	Rotation sans Blé/Blé	Sableux	5
			Limoneux	5
Argileux (+ craie)			6	
Rotation avec Blé/Blé		Sableux	7	
Limoneux	7			
Argileux (+ craie)	8			

- 0 : Aucun risque. Ne pas traiter.  
 1 à 4 : Risque faible è pose de cuvettes conseillée.  
 5 et 6 : Risque moyen è poser 2 cuvettes jaunes par parcelle.  
 7 et 8 : Risque fort è Relever les cuvettes toutes les 48h, voire 24h.

### 2. Conseil de lutte en cas de risque



**Plages d'intervention limitées !**

Traitement appliqué le soir lorsque les 4 conditions suivantes sont réunies :

- q Capture de 10 cécidomyies /cuvette en 24 h
- q Stade du blé entre épiaison et fin floraison
- q Temps lourd et orageux et absence de vent ( $T^{\circ} > 15^{\circ}C$  et vent  $< 7$  km/h)
- q Cécidomyies en pleine activité de pontes ; cécidomyies visibles sur les épis



# La limace grise

## Deroceras reticulatum

### Espèce dominante en grandes cultures

- Couleur grisâtre à brun jaunâtre
- Jusqu'à 40mm en extension
- Durée de vie de 8 à 12 mois
- Chevauchement possible des populations dans une parcelle

Présence quasi constante en culture avec pic principal en automne et secondaire au printemps

### Consommation des grains



### Consommation des feuilles dès la levée



Manque à la levée / Perte de plants & de vigueur

## Evaluation du risque

### Surveillance de l'activité des limaces

Idéalement 4 pièges de 0,25m<sup>2</sup> à l'intérieur et en bordure de parcelle



- Espacement minimum de 5m
- Relevé hebdomadaire
- Quelques semaines avant semis jusqu'à la fin de la période sensible (3-4 feuilles)

**Attention** : difficile d'établir une relation entre nombre de limaces observées et niveau de dégâts à beaucoup d'autres facteurs à prendre en compte.

### Facteurs liés à la parcelle

Les pratiques culturales (travail du sol, rotation...), l'appétence de la culture, le type de sol ou encore l'environnement parcellaire peuvent influencer sur l'abondance et l'activité des limaces.

à cf **Fiche Ciblage® ACTA** pour évaluer le risque en amont.

### Facteurs climatiques

Douceur et humidité sont propices à l'activité des limaces. Le **modèle climatique ACTA** peut être utilisé pour positionner le risque limaces global de l'année en cours par rapport à des années de référence.

## Moyens de lutte

### Court terme : lutte directe

Raisonner l'intervention selon le niveau de risque et le stade de la culture.

2 SA autorisées: métaldéhyde (conventionnel) et phosphate ferrique (biocontrôle)

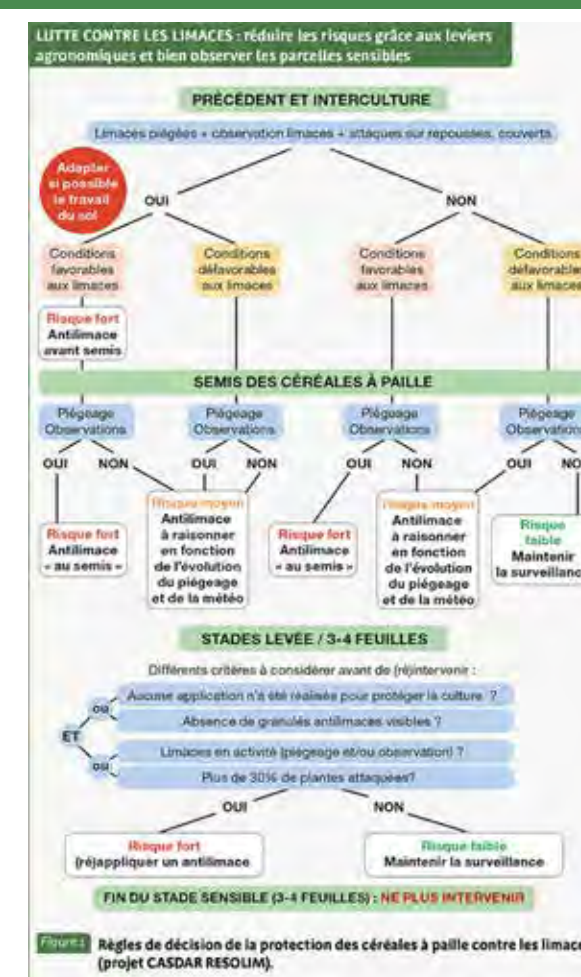
- Efficacité équivalente à J+8
  - Léger retard d'action les 3 premiers jours pour le phosphate ferrique
- Δ Tous les produits à base de phosphate ferrique n'ont pas la même efficacité

Soigner l'application et utiliser si possible un matériel spécifique adapté.

### Long terme : lutte agronomique

Adapter les pratiques pour perturber le milieu de vie et le développement des limaces.

- § Eviter le semis direct : les grains enfouis sont moins accessibles
- § Labour et déchaumage : élimination des œufs et des résidus (refuge & nourriture)
- § Allonger la rotation / incorporer des cultures et couverts peu appétents : moutarde, radis, vesce...



# PROTECTION INTÉGRÉE CONTRE LA JNO : Les bonnes pratiques



## CHOISIR LA BONNE VARIÉTÉ

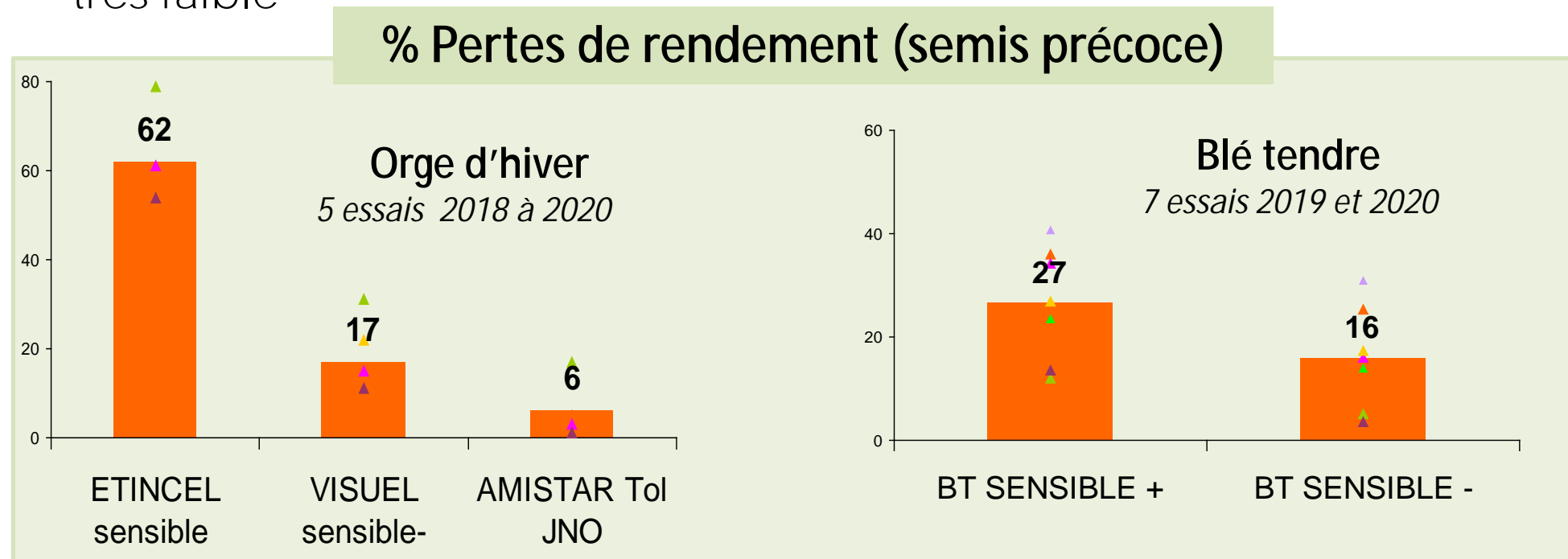
### ORGE

Selon la destination de la production, privilégier les **variétés tolérantes à la JNO**

- § Une protection robuste
- § Quelques symptômes mais nuisibilité très faible

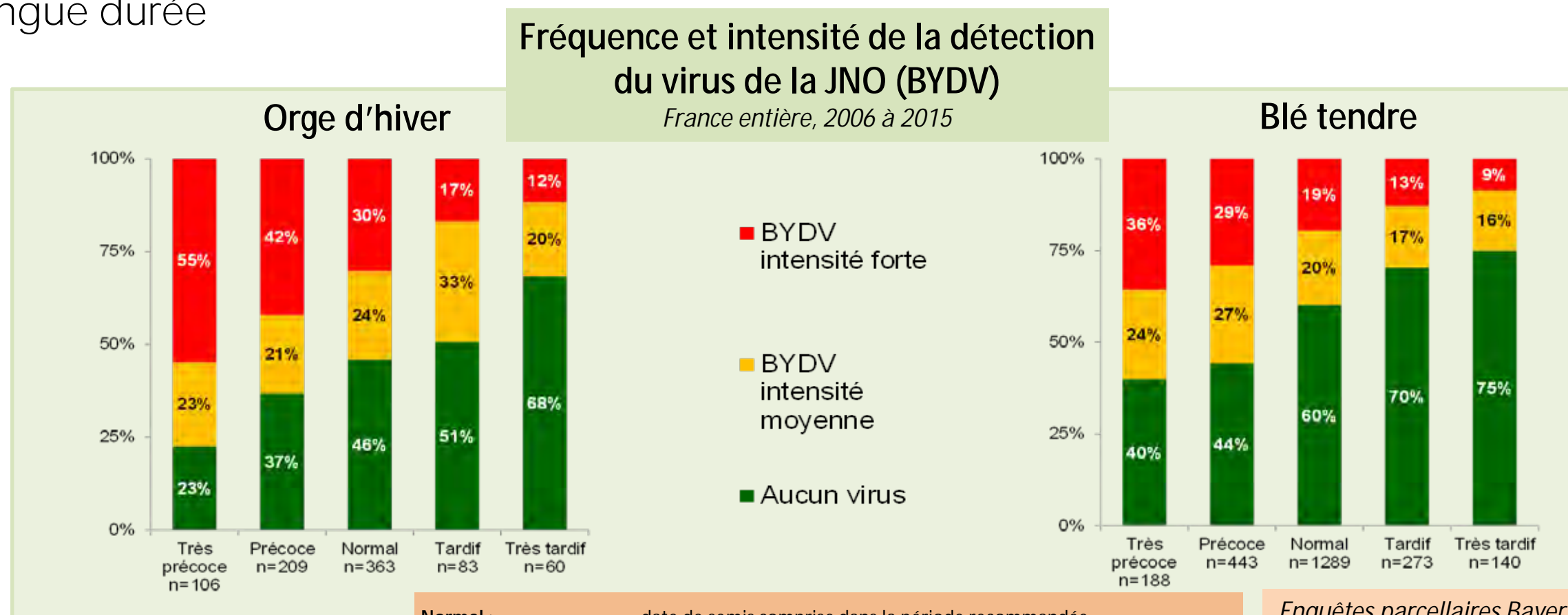
### BLÉ TENDRE

- § Écarts de sensibilité entre variétés
- § Une nouvelle variété résistante partielle à l'essai



## NE PAS SEMER TROP TÔT

Limite les situations favorables aux arrivées de pucerons et les infestations élevées sur une longue durée



Normal : date de semis comprise dans la période recommandée  
Précoce / tardif : semis réalisé entre 1 et 10 jours avant / après la période recommandée  
Très précoce / Très tardif : semis réalisé au moins 10 jours avant / après la période recommandée

Enquêtes parcelaires Bayer, INRAE, Arvalis



## SURVEILLER LES CULTURES

Rechercher et **détecter la présence de pucerons sur plantes jusqu'aux 1<sup>ers</sup> vrais gels** :

- § Par beau temps, aux heures les plus chaudes
- § Privilégier les zones proches de haies, bandes enherbées, jachères, mais...
- § Entre les feuilles, dans le cornet, à la base du plateau de tallage

Plantes sensibles jusqu'à fin tallage



## INTERVENIR AU BON MOMENT

- ù **Pyréthroïdes** : action par contact, persistance assez limitée, efficaces si bien positionnées
- ù Pas d'intervention recommandée sur les variétés d'orge tolérante à la JNO et sans pression cicadelles

Ne pas traiter à un stade mais si **>10 % de plantes avec pucerons ou plus de 10 jours de présence** et renouveler l'intervention si de nouvelles infestations sont constatées

# PROTECTION INTÉGRÉE CONTRE LA JNO : Recherche et développement



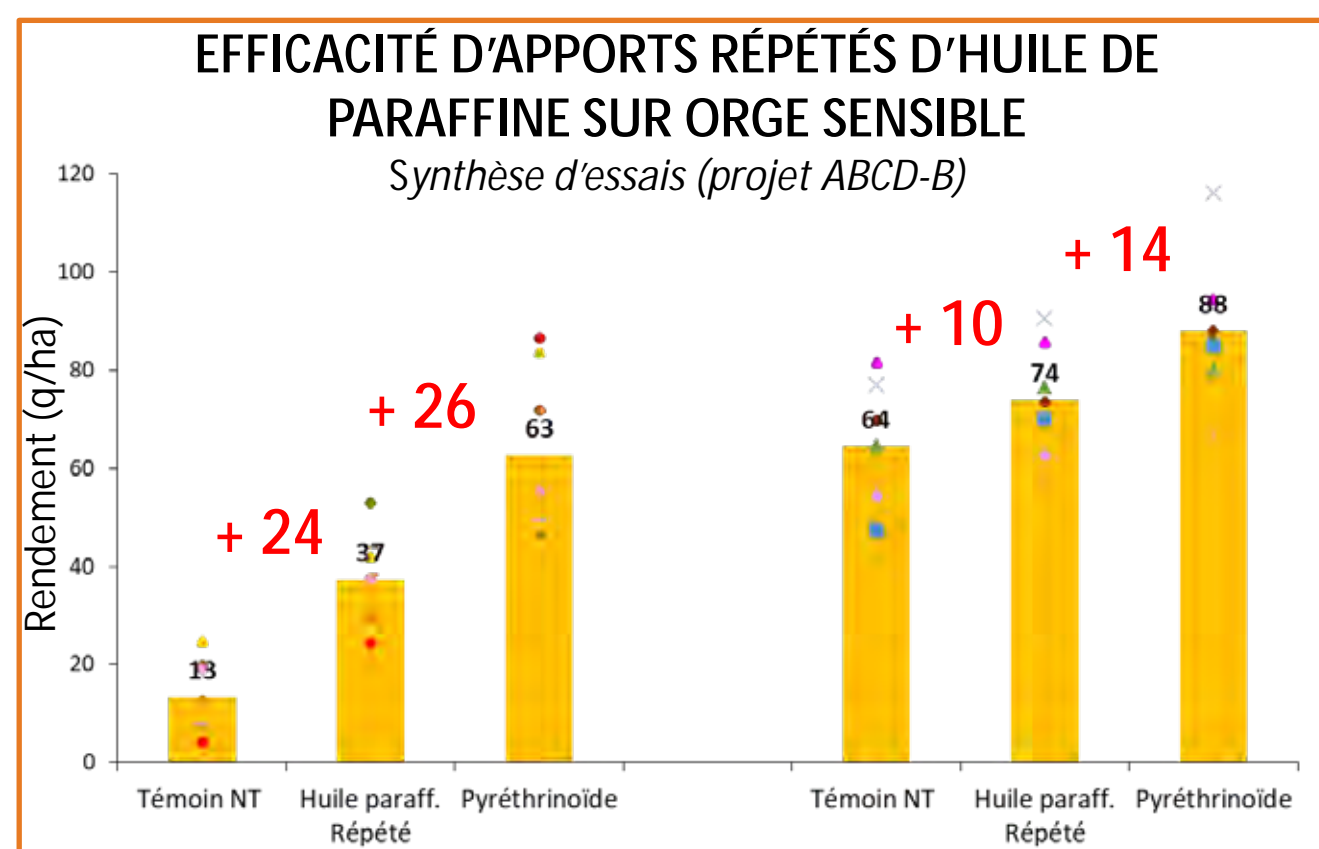
## LUTTE DIRECTE

### ∅ Produits de biocontrôle

Pour combiner demain avec d'autres leviers : date de semis, sensibilité variétale...

### ∅ Alternatives aux pyréthrinoïdes

### ∅ Participation à la surveillance des résistances aux pyréthrinoïdes



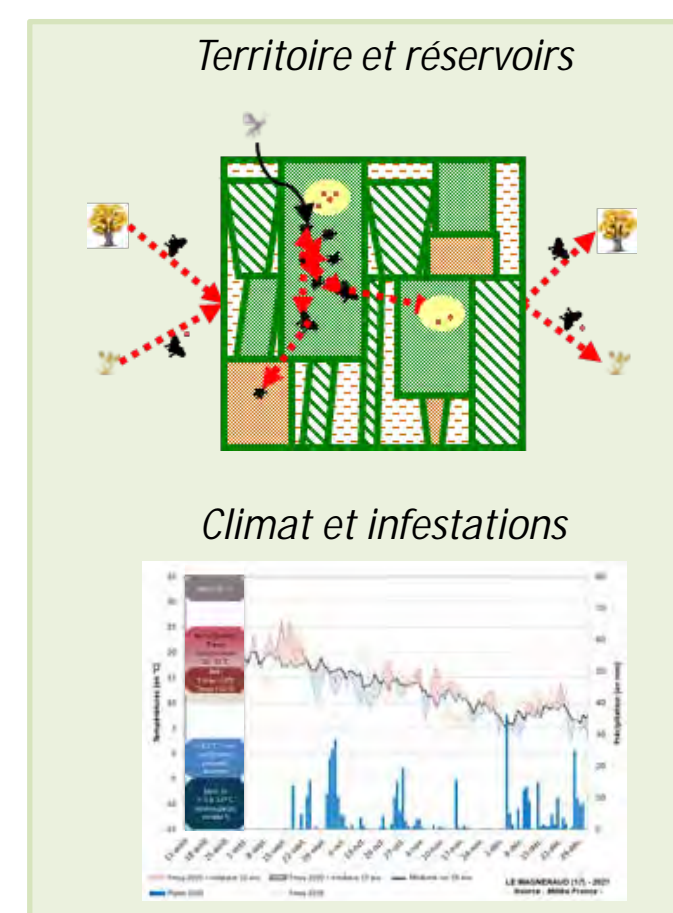
## CARACTÉRISATION DES RISQUES

### ∅ Identification des espèces de pucerons

### ∅ Etude du virome et élaboration d'outils de diagnostic des virus d'intérêt agronomique

### ∅ Surveillance des parcelles

### ∅ Modèle de prévision du risque de JNO



## LUTTE INDIRECTE

### ∅ Variétés résistantes/tolérantes

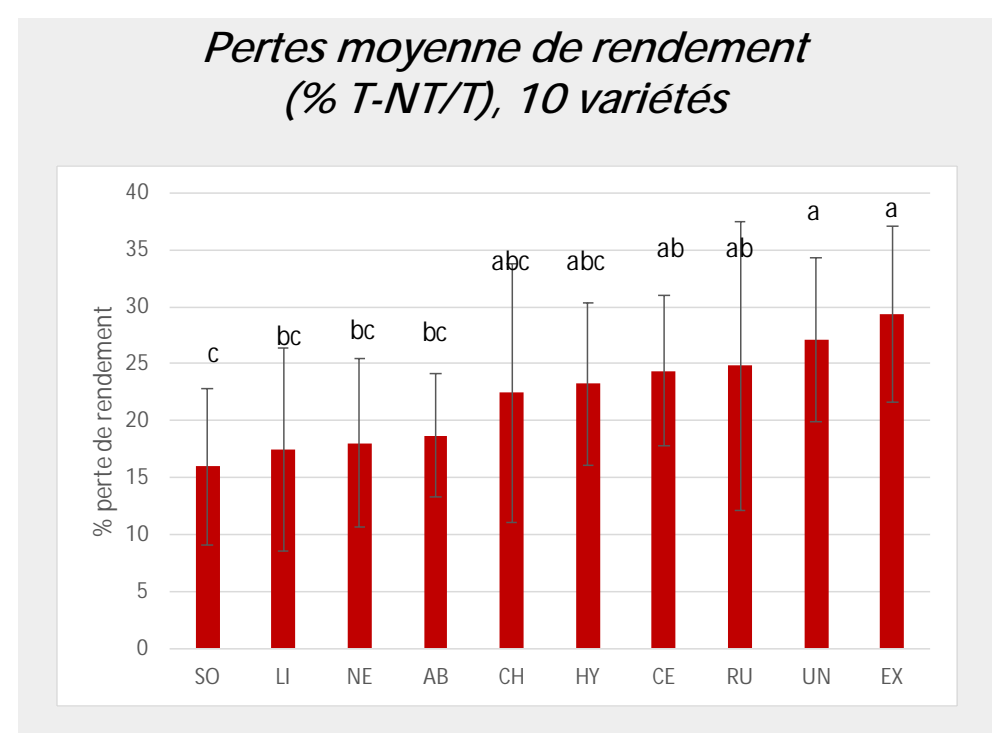
#### ORGE

- Intérêt des **gènes de tolérance**
- Durabilité de ces gènes
- Ecarts de sensibilité entre variétés sans gènes de tolérance



#### BLÉ TENDRE

- Intérêt du **gène de résistance partielle**
- Durabilité de ce gène
- Ecarts de sensibilité entre variétés



### ∅ Régulation par les auxiliaires

### ∅ Décalage de la date de semis

# PROTECTION INTÉGRÉE CONTRE LE VIRUS DES PIEDS CHÉTIFS

Les  
Culturales®  
2023 14-15 juin  
CONGERVILLE - THIONVILLE (91)



## NE PAS SEMER TROP TÔT

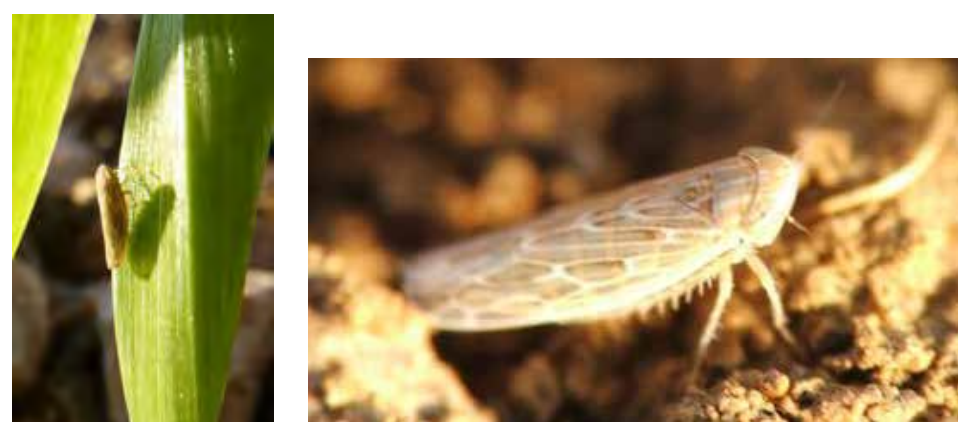
Limite les situations favorables aux arrivées de cicadelles sur la parcelle



## SURVEILLER LES CULTURES

Rechercher la présence de cicadelles dans la parcelle par beau temps, aux heures les plus chaudes. Les cicadelles sont des insectes très mobiles, elles sautent lorsque l'on se déplace dans la parcelle

Plantes sensibles  
jusqu'au stade 1 nœud



## INTERVENIR AU BON MOMENT

ü **Seuil d'intervention recommandé :**

- § Observations régionales : **30 captures hebdomadaires de cicadelles *Psammotettix alienus*** sur un piège englué jaune (A4 ; 21x29.7 cm). Ou selon l'accroissement de l'activité des cicadelles à différence d'une vingtaine de captures entre 2 relevés (suivi bi-hebdomadaire).
- § Observation sur la parcelle : si une forte activité est observée sur **5 endroits de la parcelle faisant sauter devant soi au moins 5 cicadelles pour chaque endroit** (parcourir la parcelle en période ensoleillée, la plus chaude de la journée, opération de quelques minutes pouvant être renouvelée autant de fois que nécessaire).

ü **Produits à base de pyréthrinoïdes :** action par contact, persistance assez limitée. En cas d'attaque précoce, le traitement peut être nécessaire dès le stade une feuille de la céréale. Il pourra, certaines années, être renouvelé en cas de présence prolongée des insectes à l'automne

Symptômes de pieds chétifs sur orge d'hiver  
2023 - BRUX (86)



Symptômes de pieds chétifs sur blé tendre  
d'hiver / 2023 - BRUX (86)



## LES TRAVAUX DE RECHERCHE

- Ø Etude de la sensibilité de différentes génétiques de blé et d'orge vis-à-vis du virus des pieds chétifs
- Ø Tests de différents produits conventionnels et de biocontrôle

# Produire du blé en toute sérénité !

Mon objectif : avoir une situation la plus saine possible pour optimiser la lutte directe en culture



J'identifie la ou les problématiques de ma parcelle pour combiner les leviers les plus adaptés !

## ETAPE 1 : Je choisis mes variétés !



Pour limiter la pression des maladies foliaires et du pied (piétin verse, mosaïques)

Pour résister aux principaux ravageurs :  
cécidomyies orange et d'automne et cicadelles

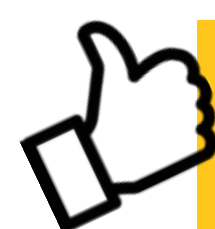
Pour prévenir la verse sans réguler

Pour concurrencer les adventices (par le pouvoir couvrant)

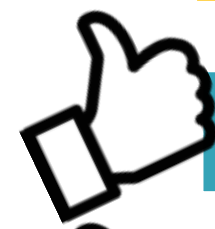
## ETAPE 2 : Le semis : « je sème plus tard ? »



pour la gestion des adventices : levier agronomique le plus performant à l'échelle de la culture



pour esquiver les pics d'activité des ravageurs : pucerons d'automne et cicadelles



pour baisser la pression des maladies



pour limiter le risque de verse physiologique



Et j'adapte mes densités de semis : PAS TROP DENSE

## ETAPE 3 : Je vais observer pour décider mes interventions !



Maladie, ravageurs, risque verse, rattrapage adventices ...  
... j'identifie et j'analyse mon risque avec les OAD disponibles  
... pour éviter toute intervention inutile (ex : impasse T1 septoriose)

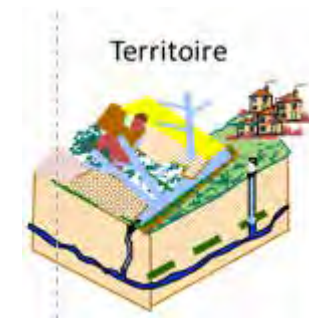


Je m'adapte tout au long de la campagne



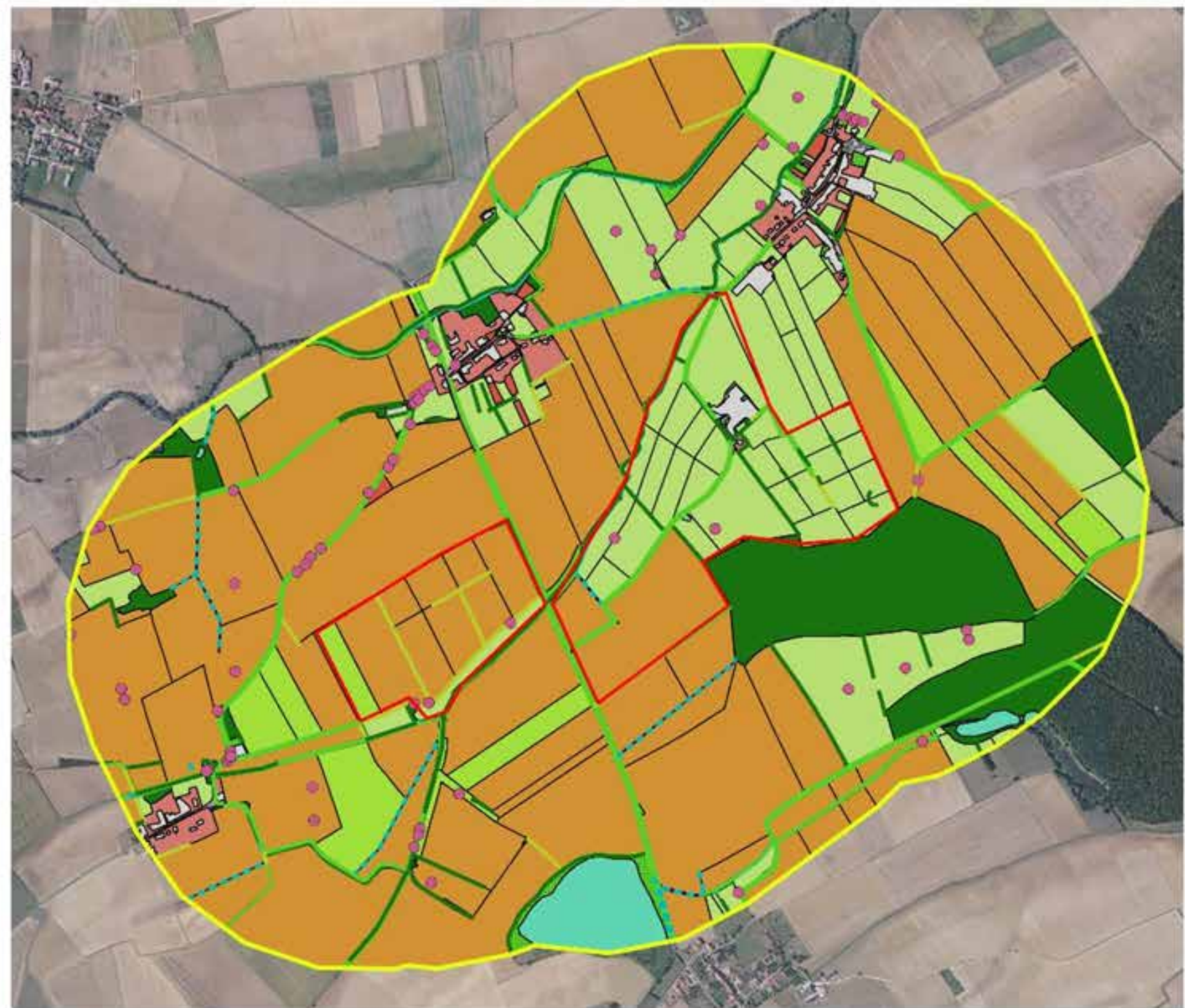
LA COMBINAISON DE LEVIERS  
N'AFFECTE PAS MON PORTE-MONNAIE

# Des systèmes de culture et des paysages favorables à la régulation naturelle

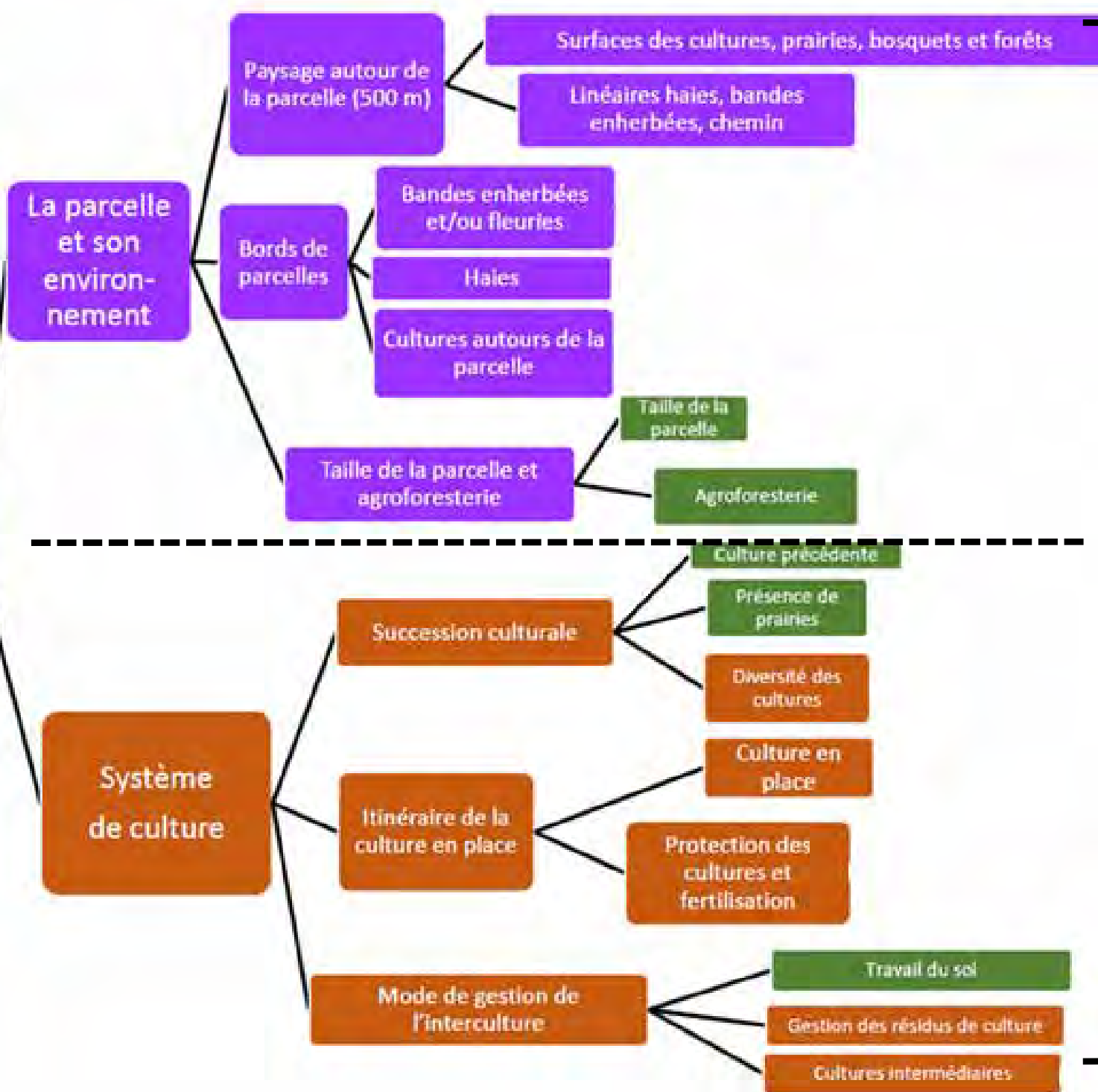


## Légende

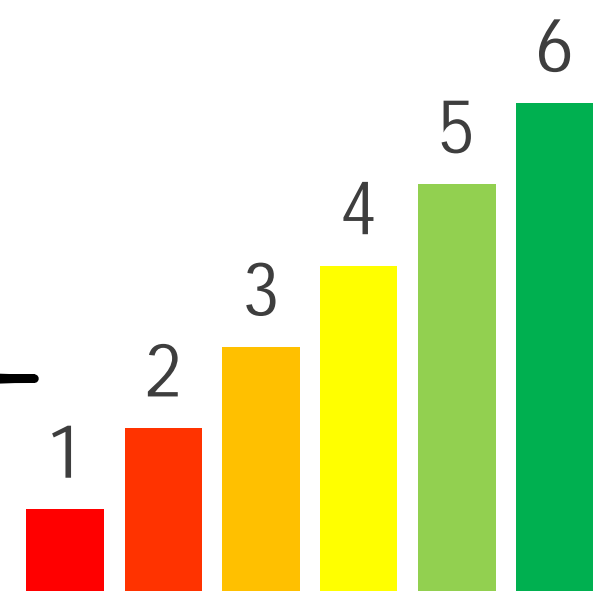
- Parcellaire de l'exploitation
- Zone d'étude
- Arbres isolés
- Éléments linéaires
  - Bordure
  - Chemin enherbé
  - Cours d'eau
  - Fossé/ cours d'eau temporaires
  - Haie
- Éléments surfaciques
  - Bois et bosquets
  - Bâti
  - Bandes enherbées
  - Zone d'herbe non exploitée
  - Jardins
  - Etangs et mares
  - Prairies permanentes
  - Parcelles cultivées
  - Prairies Temporaires
  - Vergers



250 0 250 500 750 1000 m



Potentiel auxiliaire



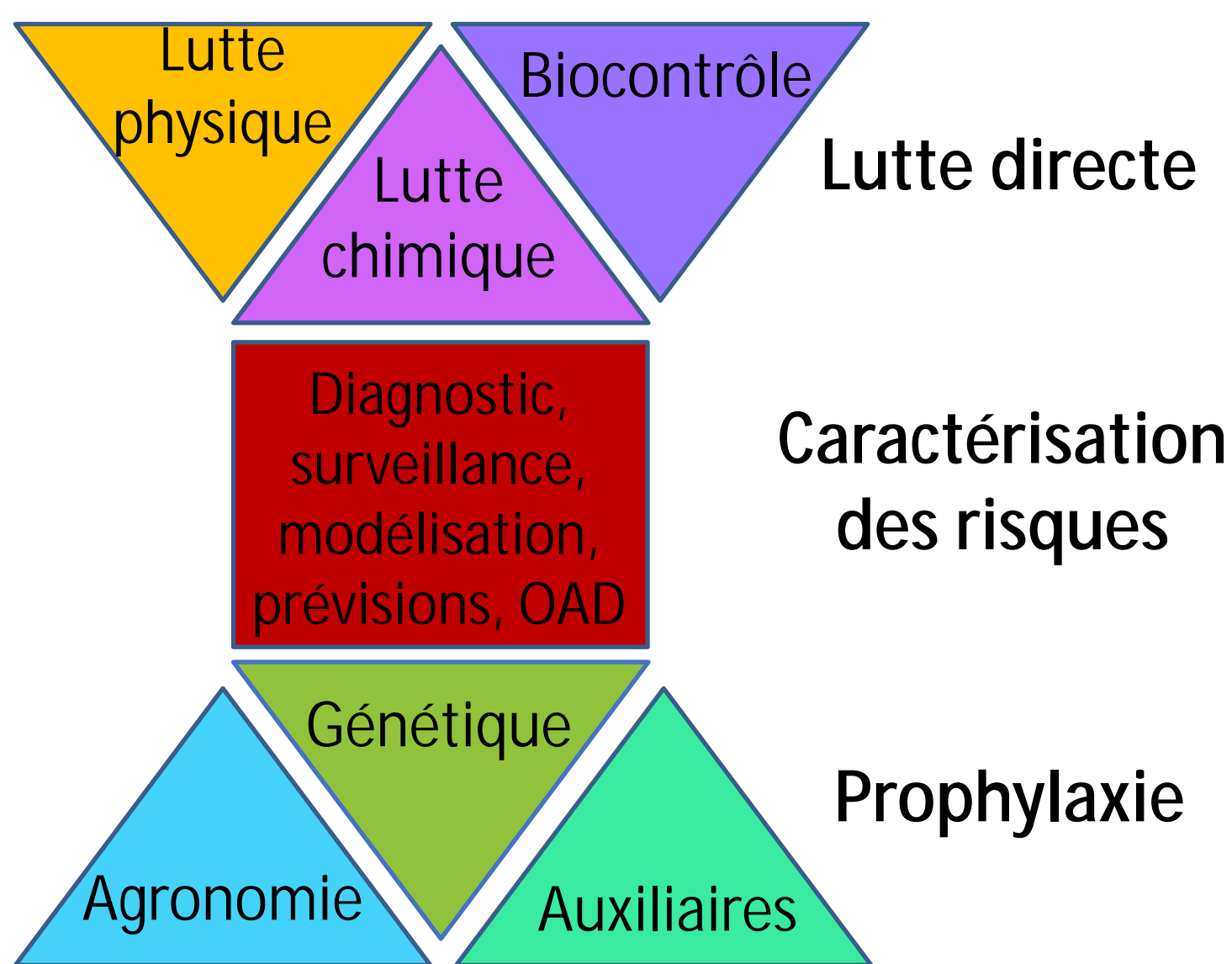
Les parcelles sont globalement favorables à l'accueil des auxiliaires à Saint-Hilaire : note entre 4 et 6.



# Cap du futur : activer les leviers de la protection intégrée

## Objectifs du dispositif :

- Ø Assurer la rentabilité économique
- Ø Gérer durablement les adventices
- Ø Limiter la dépendance aux produits phytosanitaires
- Ø Produire des céréales de qualité



## Des leviers à l'échelle du système

### Equilibrer la rotation :

- Perturber le cycle des adventices avec des cultures ayant des périodes de semis différentes (2 hiver / 2 été)
- Répartir les labours (1 ≈ 3 ans) pour enfouir le stock de graines de RG puis travail superficiel pour ne pas remonter un stock encore viable.

### Limiter la présence d'adventices

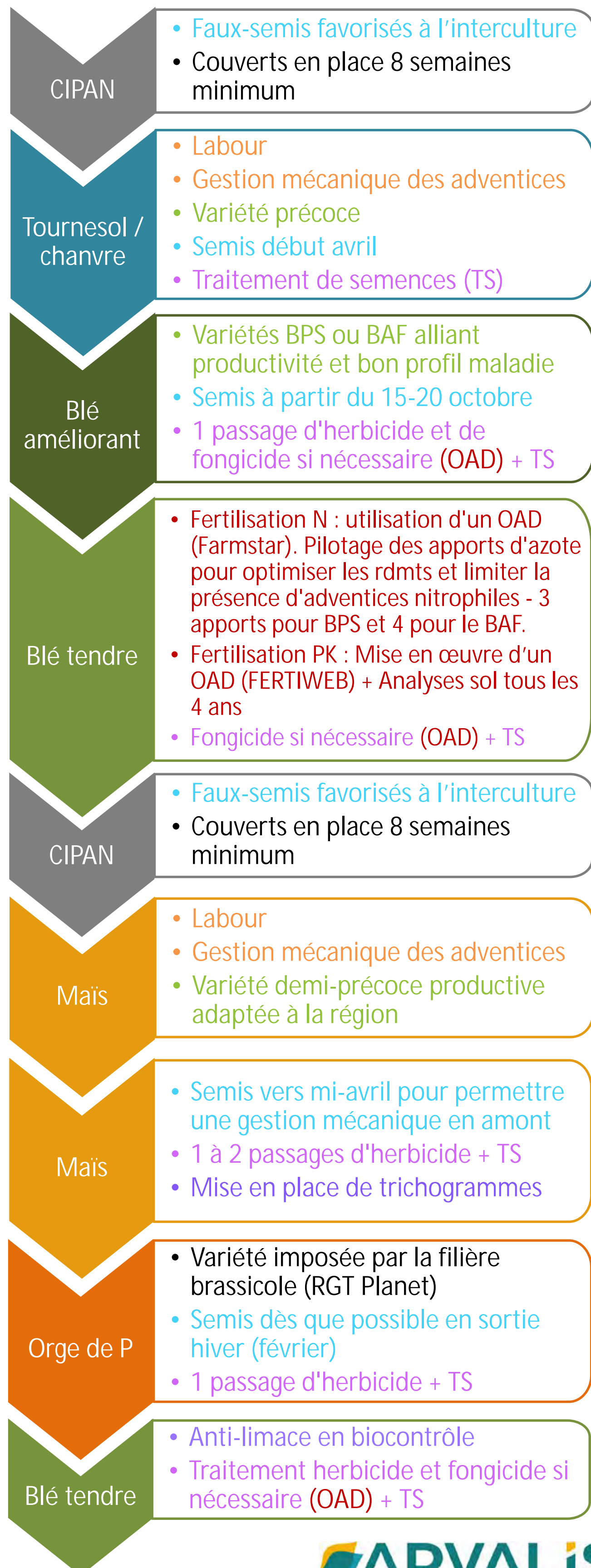
- Multiplier les faux semis et destructions
- Décaler les dates de semis
- Semer sur sol propre
- Utiliser des semences « propres »
- Piloter les apports d'azote pour limiter la présence des adventices nitrophiles (RG)
- Désherber chimiquement lorsque les seuils de nuisibilités sont atteints.

### Eviter l'introduction d'adventices

- Nettoyer la moissonneuse-batteuse entre les parcelles
- Gérer les bords de parcelles

Sols limono-argileux sur calcaire dur  
Sols moyennement à peu profonds  
7 parcelles irriguées sur 47 ha

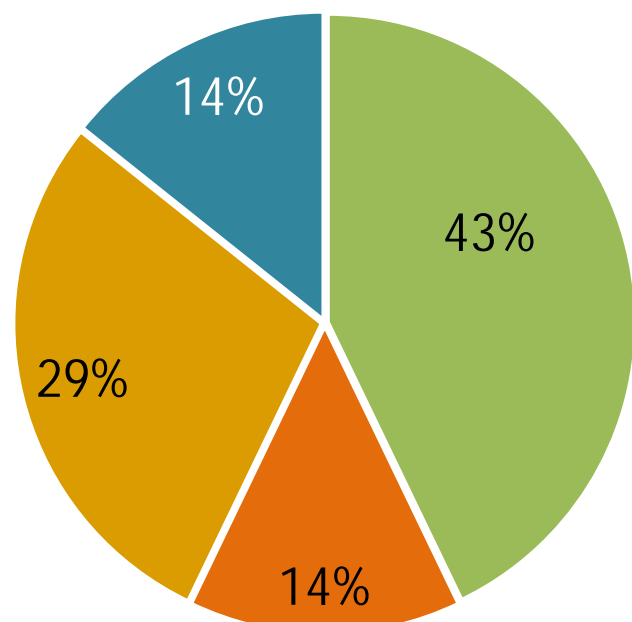
## Des leviers à l'échelle de la culture



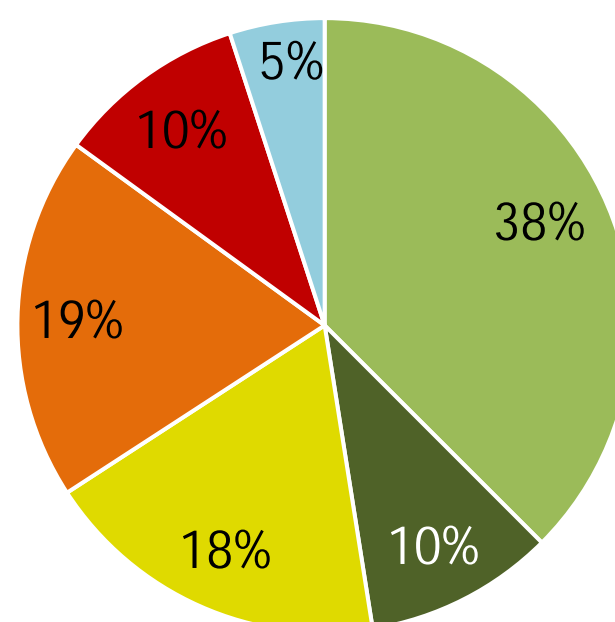
# Cap du futur : évaluation de la multiperformance du dispositif

Extrapolation des résultats à l'échelle d'une exploitation agricole  
à 300 ha  
à 1 UTH familial  
à 45% sols superficiels + 55% sols moyennement profonds  
à Parc matériel dimensionné, chantiers selon jours disponibles  
à Surfaces irrigables : 100% sur Cap du futur / 75% sur la ferme de référence  
à MO salariée : 1 UTH pour le Cap du futur / 0.5 UTH pour la ferme de référence

Cap du futur



Ferme de Boigneville

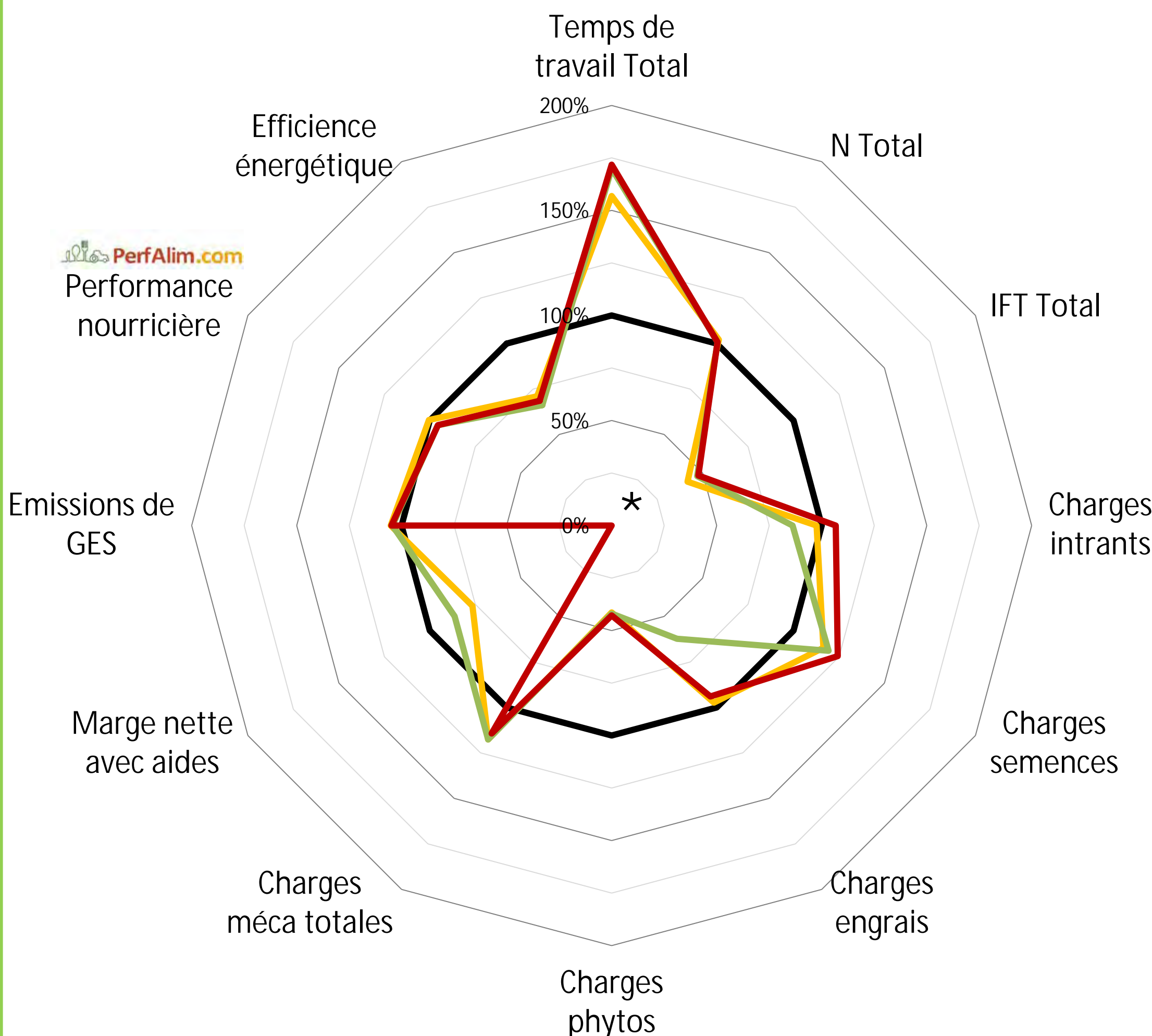


Suivi des pratiques locales avec la Chambre d'Agriculture IdF



- Blé tendre d'hiver
- Blé dur d'hiver
- Colza d'hiver
- Pois de printemps
- Tournesol
- Orge de printemps
- Mais
- Betterave

## Evaluation multicritère du dispositif "Cap du futur" par rapport à la ferme-type performante de Boigneville



### Hypothèses scénario 2023

- Phytos : +10% / 2022
- Semences :
  - Céréales à pailles : +25% / 2022
  - Oléoprotéagineux : +2% / 2022
- Electricité : +10% / 2022
- ER véhicule : +10% / 2022
- ER bâtiment : +7% / 2022
- Fermage : +3.55% / 2022
- Travaux par tiers : +15% / 2022
- Assurances & intérêts : +2% / 2022
- Impôts et taxes : +0% / 2022
- Charges sociales exploitant : +42% / 2022
- Rémunération personnel et charge sociales : +2% / 2022
- Amortissements : +6% / 2022
- Prix de vente : moy. 2018-2022

\* Marge négative sous les hypothèses retenues pour la récolte 2023

Evaluation conduite avec



# Focus sur 3 maladies « superficielles » de la pomme de terre : symptômes et diagnostics

Il existe environ 160 maladies sur pomme de terre dont une cinquantaine causée uniquement par des champignons.

## La Dartrose - *Colletotrichum coccodes*

La **dartrose**, ou la « **maladie des points noirs** », est une maladie touchant les parties aériennes de la plante et les tubercules. Elle se manifeste par un dépérissement des tiges et feuilles, la destruction des racines et par l'apparition de points noirs (**sclérotés**) sur les tiges et tubercules.



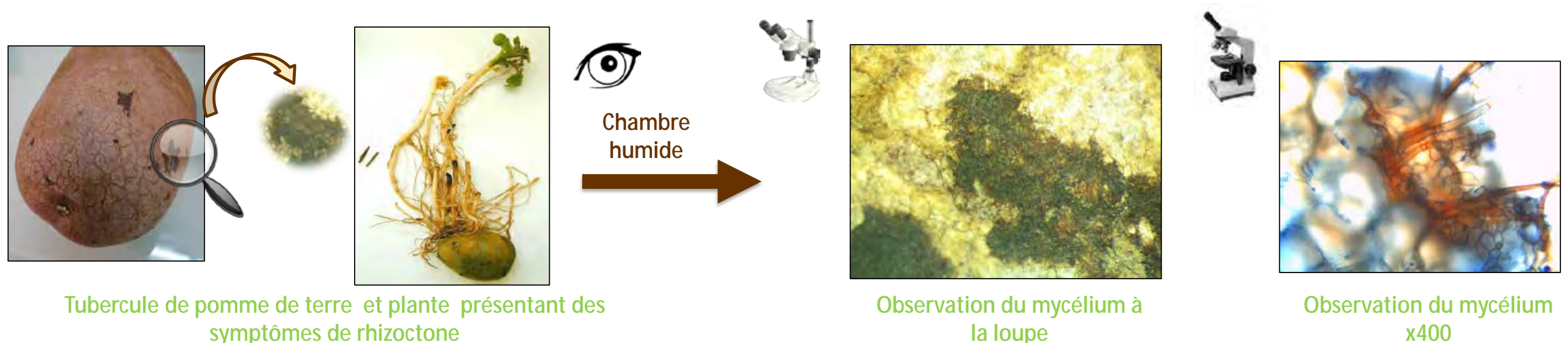
## La Gale argentée - *Helminthosporium solani*

La **gale argentée** est une maladie touchant les tubercules de la plante et se manifeste par **des taches claires, argentées recouvertes de fins points noirs**. Ces points noirs correspondent à la sporulation du champignon. Très peu visibles à la récolte, **les symptômes se manifestent d'avantage lors de la conservation** lorsque la température et l'humidité sont favorables.



## Le Rhizoctone brun - *Rhizoctonia solani*

Le **rhizoctone** est une maladie touchant les parties aériennes de la plante et les tubercules. Les symptômes se manifestent notamment par **des levées irrégulières ou tardives** et des **tâches brunes** plus ou moins profondes. Les **sclérotés** sont également observables sur tubercule et persistent même après lavage.



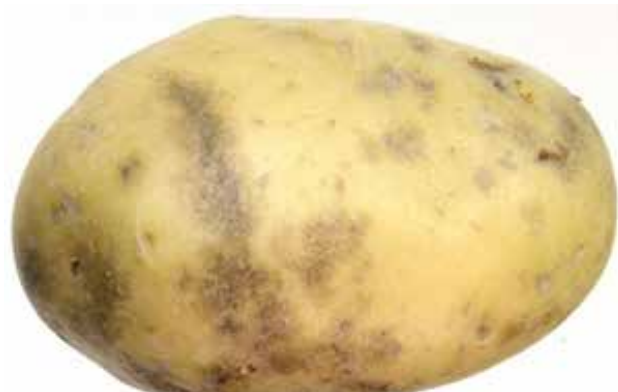
# Lutte contre les maladies de présentation des tubercules

## A la réception du plant

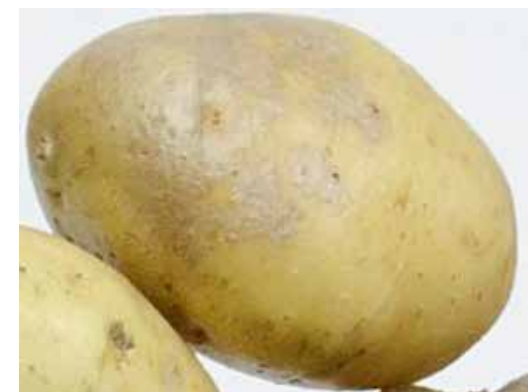
Un examen rigoureux de chaque lot pour détecter la présence de rhizoctone brun, gale argentée, dartrose et de pourritures (sèches, humides) est indispensable.



Rhizoctone brun



Dartrose

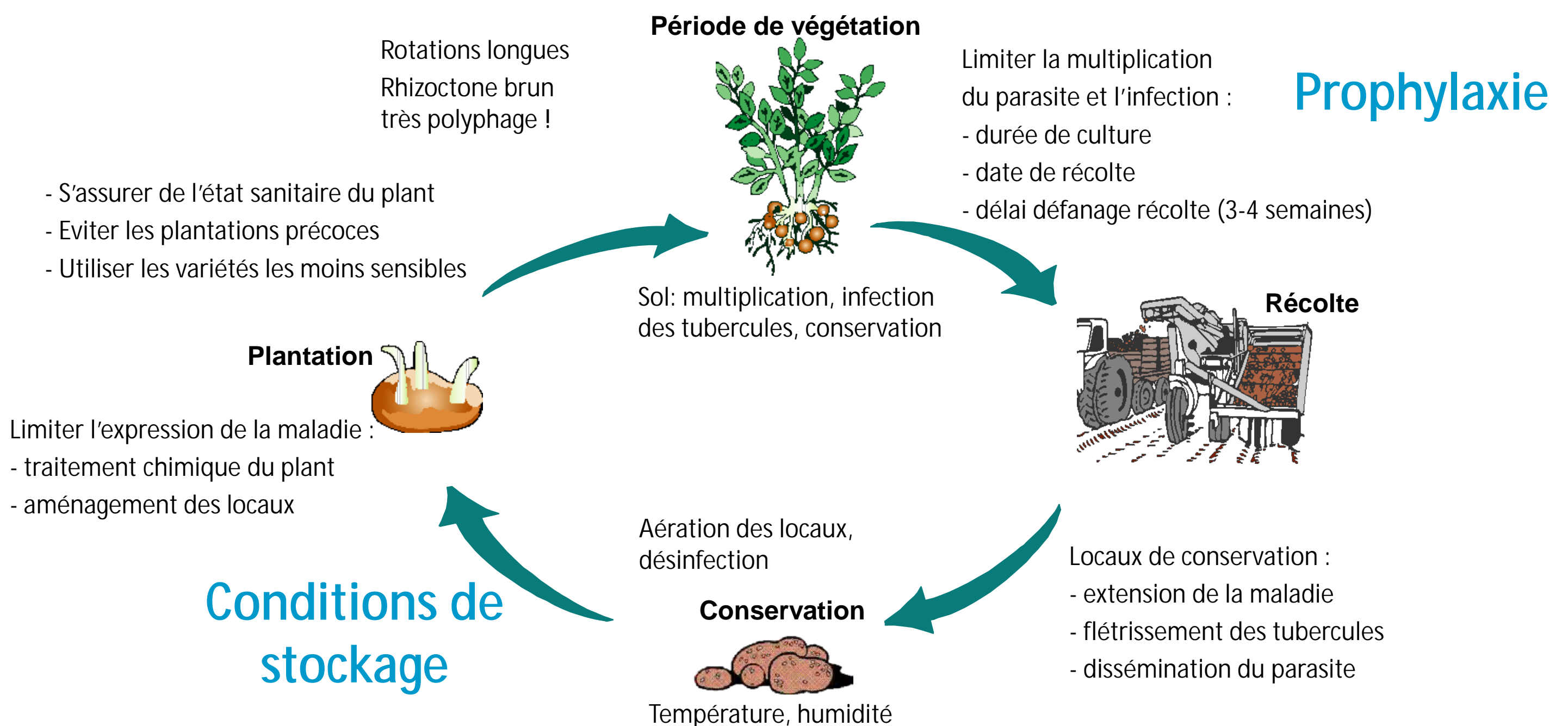


Gale argentée

## Choisir son traitement de plant en fonction de sa production

Type de production	Objectifs	Problèmes visés	Choix du traitement
Transformation et fécule	<ul style="list-style-type: none"> <li>ü Bonne levée</li> <li>ü Qualité de présentation moyenne tolérée (pas de tubercules déformés)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ø Rhizoctone sur tiges et stolons en début de végétation</li> </ul>	§ Anti-rhizoctone
Consommation et lavée Marché du frais	<ul style="list-style-type: none"> <li>ü Bonne levée</li> <li>ü Excellente qualité de présentation à la récolte et après conservation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ø Rhizoctone sur tiges et stolons en début de végétation</li> <li>Ø Gale argentée et dartrose</li> </ul>	§ Anti-rhizoctone, gale argentée et dartrose

Indépendamment du type de production si la parcelle présente un risque rhizoctone brun et/ou dartrose un traitement du sol en raie de plantation est nécessaire avec Amistar 3l/ha.



## La qualité de présentation

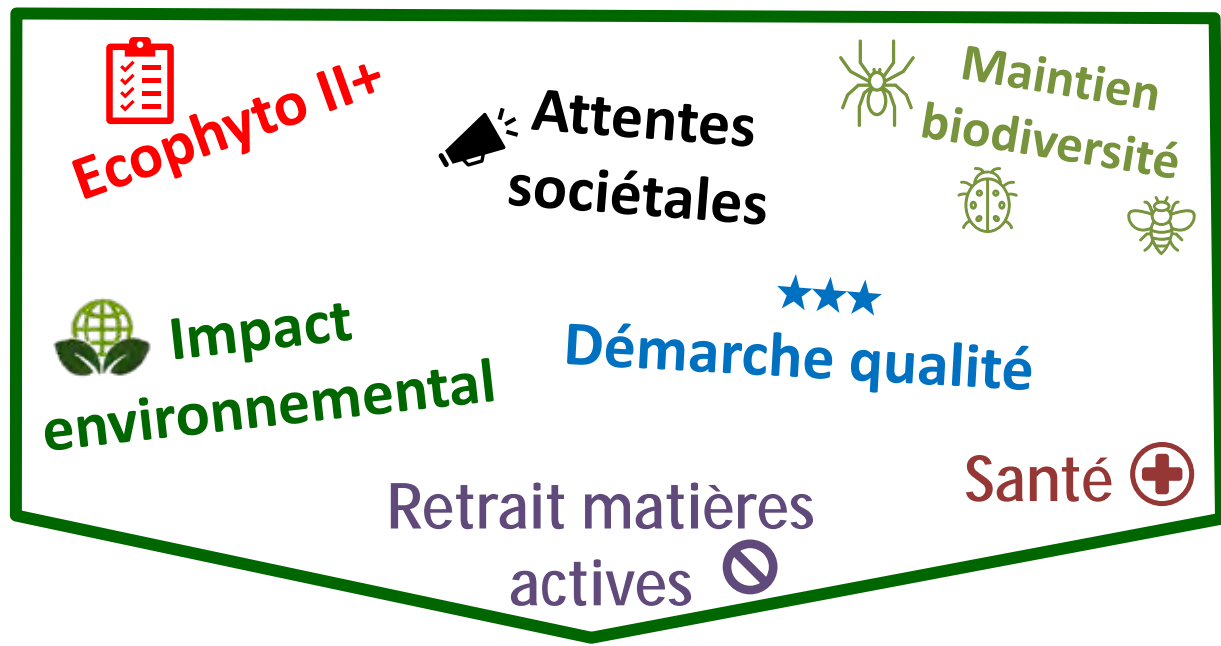
Une très bonne qualité de présentation des tubercules est exigée par la grande distribution/marché du frais : tubercules non déformés, bien lavés, sans tâches, lisses...

Les tubercules touchés par ses maladies sont consommables en l'état, pas de mycotoxines, l'épluchage suffit à retirer la peau avec les parties atteintes (maladies superficielles).

Si une bonne qualité à la plantation est nécessaire pour éviter les pertes de rendement en végétation, la qualité de présentation post récolte et post stockage ne réduisent en général que le rendement commercialisable...

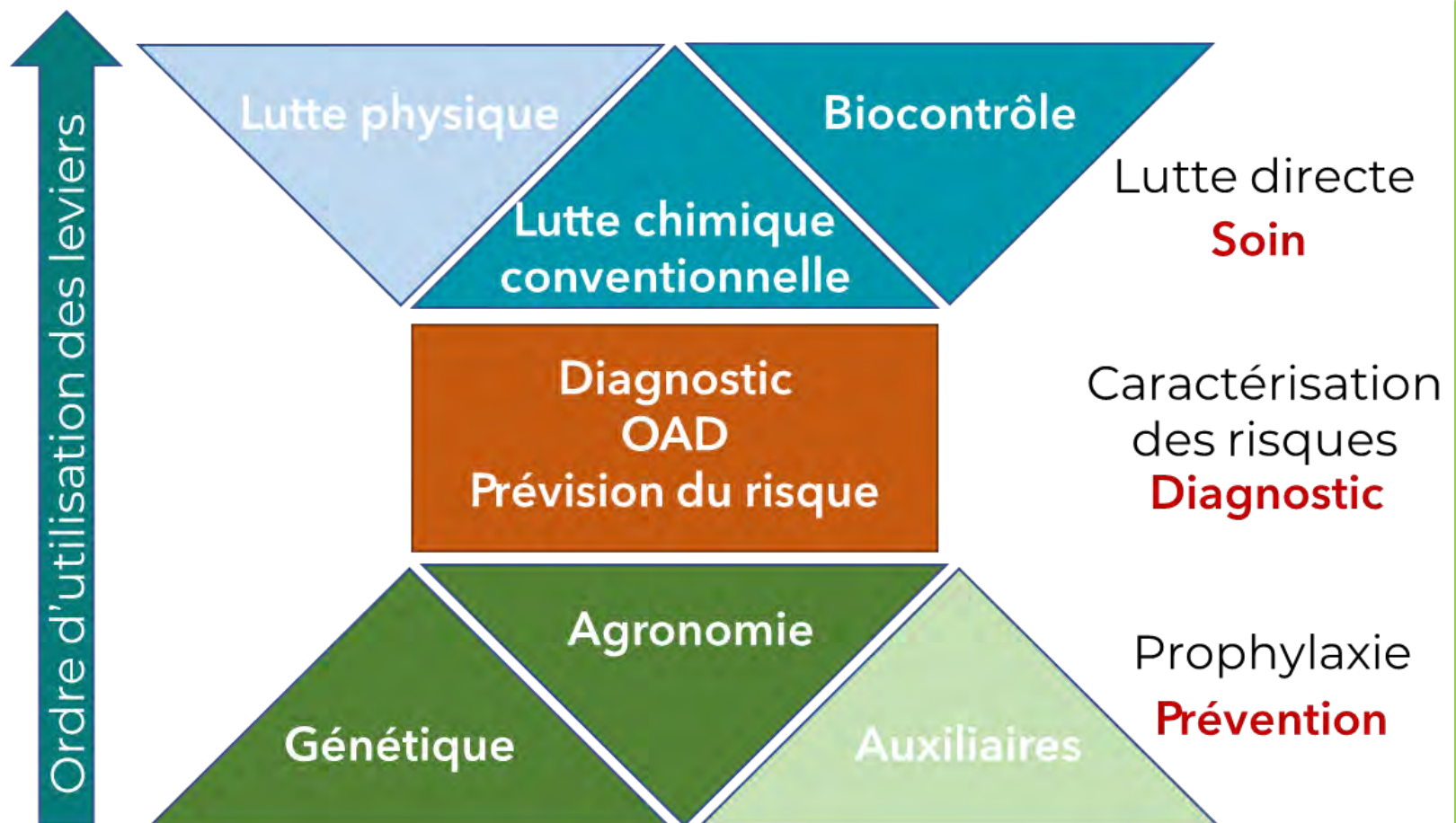
# Combinaison des leviers dans la lutte contre le mildiou

## Contexte



Baisser significativement l'IFT fongicide de la pomme de terre grâce à la protection intégrée des cultures

## Protection Intégrée des Cultures (PIC)



## Leviers utilisés

Evaluer le potentiel de réduction d'IFT et l'efficacité des programmes de combinaison de leviers



Variété

- Sensible (CTPS  $\leq$  4)  
Ex: Bintje
- Intermédiaire (CTPS  $\geq$  5)  
Ex: Magnum



OAD

Traitements pilotés par Mileos®



Biocontrôle

Phosphonate de potassium, en association avec fongicide à dose ajustée



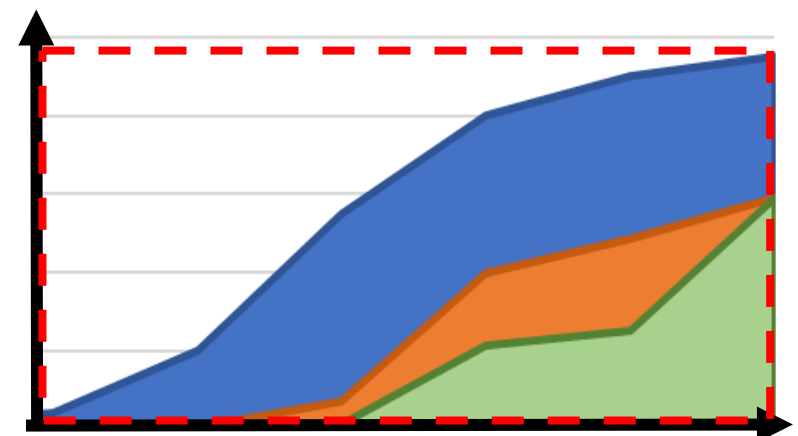
Fongicide

Dose ajustée à la pression mildiou et à la variété

## rAUDPC (0-1)

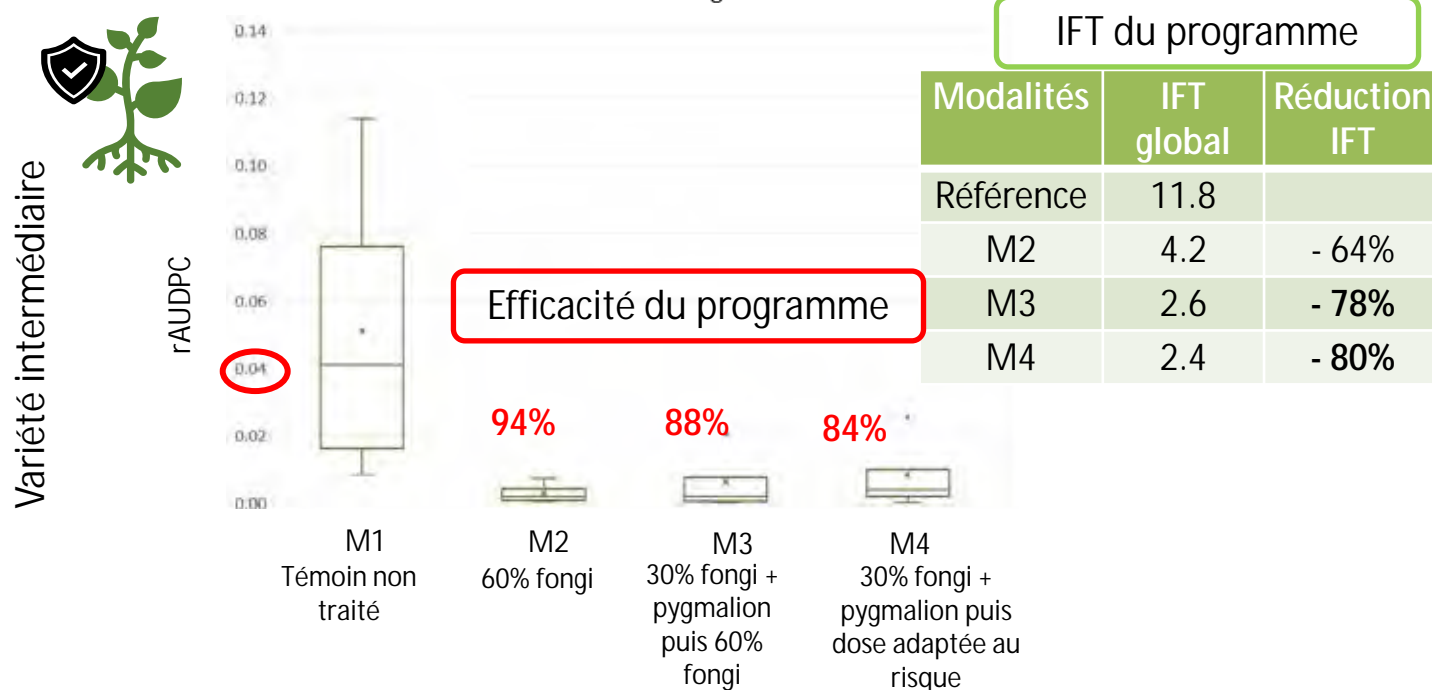
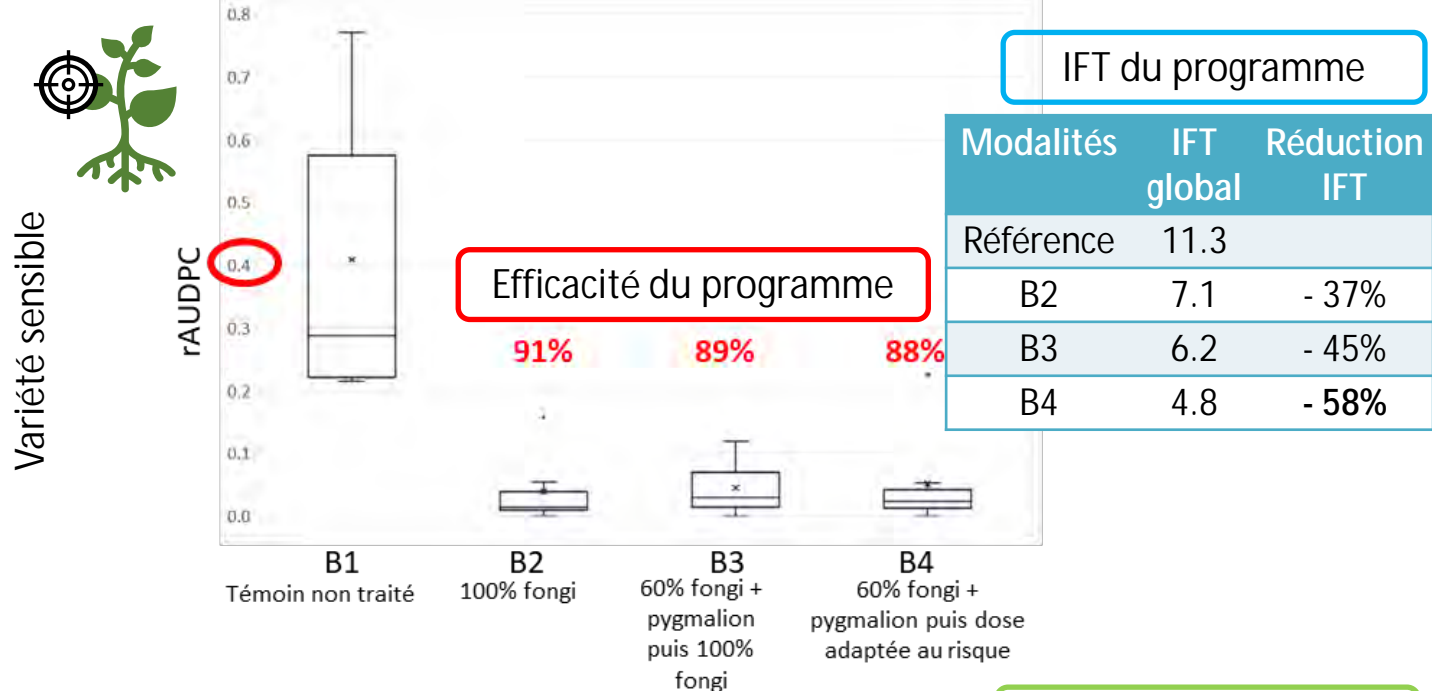
La valeur de rAUDPC traduit la pression de la maladie durant la saison

AUDPC<sub>max</sub> > AUDPC > AUDPC > AUDPC

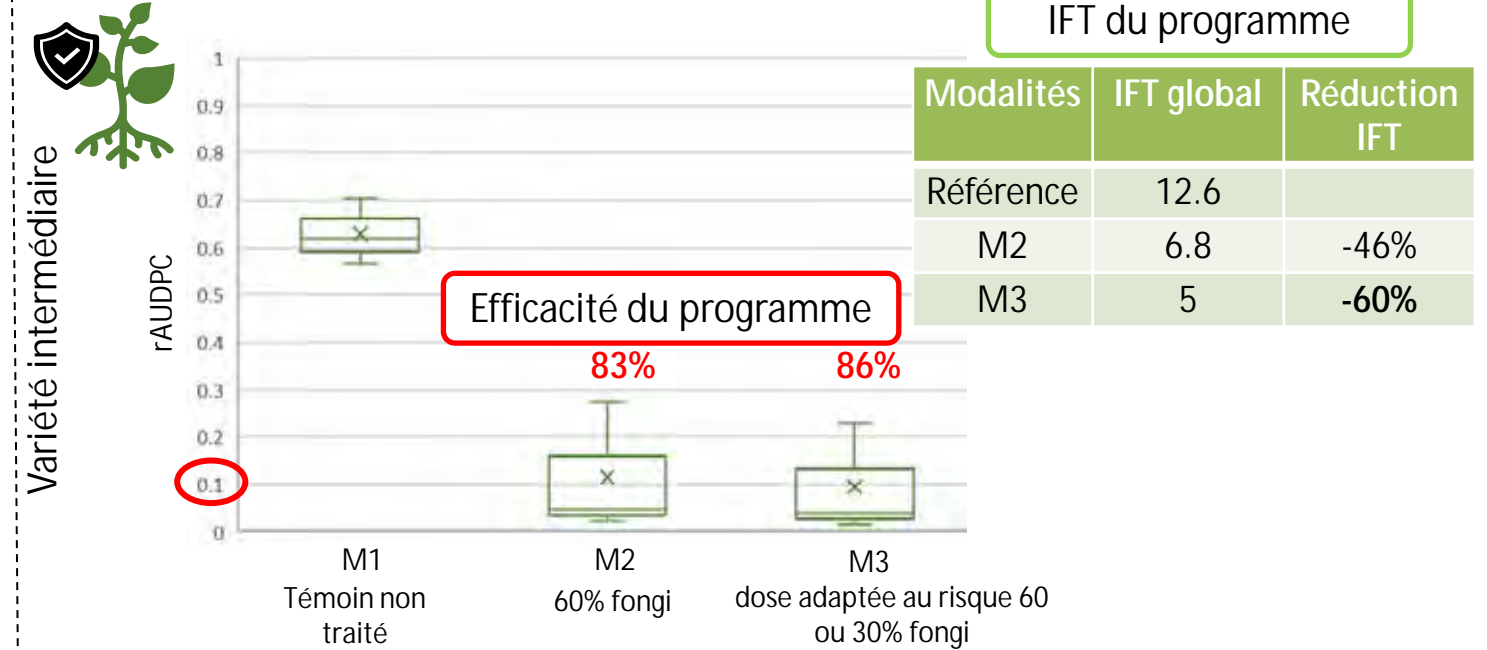
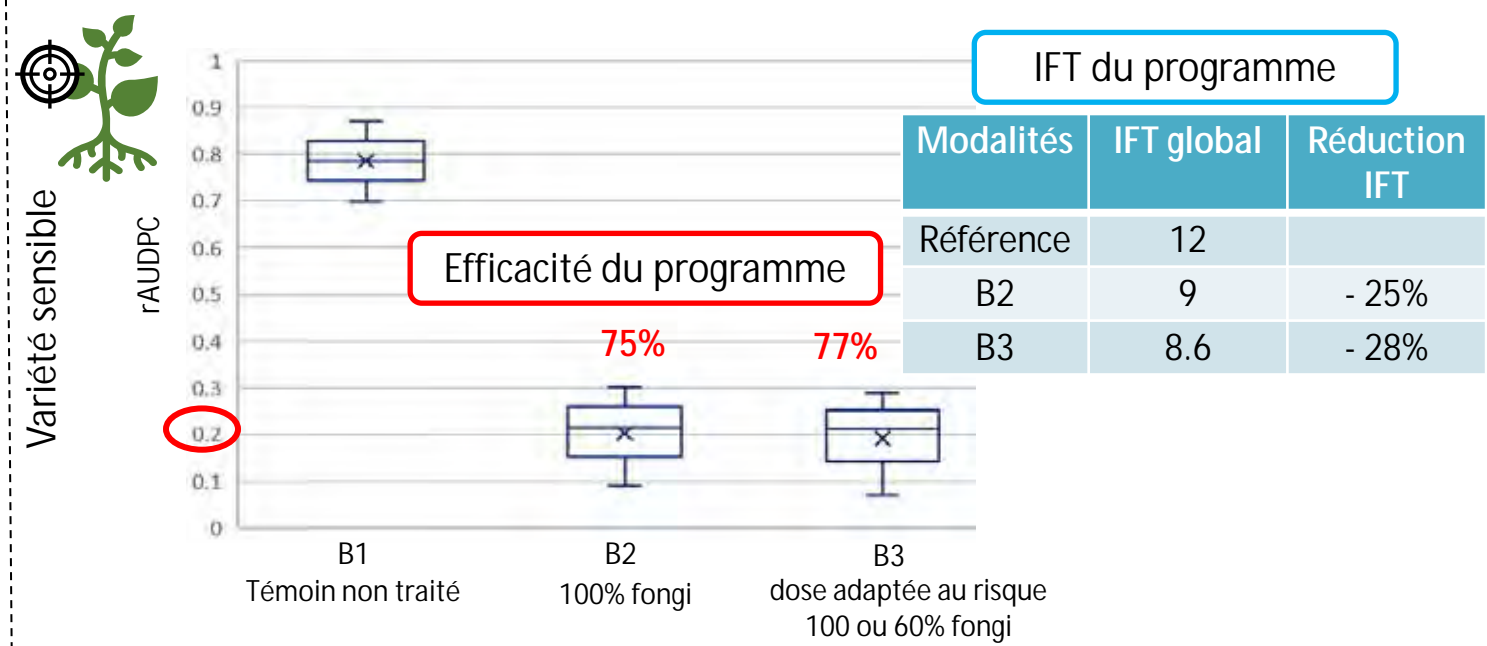


## Résultats

### 2018-2020 : faible pression



### 2021 : forte pression



## Conclusions

Faible/moyenne pression : réduction des IFT : -50% sur Bintje et -80% sur Magnum.

Forte pression : gains limités d'IFT, -30% sur Bintje et -60% sur Magnum pour conserver l'efficacité.

Le levier variétal est le pilier de la PIC : moindre infestation, réduction du nombre de traitement, valorisation du biocontrôle est ajustement des doses

## Perspectives

Au regard des retraits actuels et futurs de matières actives, des attentes sociétales et environnementales, comment gérer le mildiou, dans 10-20 ans, en contexte bas IFT, en année difficile ?

- § Remplacement des variétés sensibles très majoritaires aujourd'hui par des variétés intermédiaires ou peu à très peu sensibles
- § Meilleure gestion de l'inoculum primaire (tas de déchets, repousses, jardins,...)
- § Généralisation de l'utilisation et du respect des préconisations de Mileos®
- § Adaptation des doses de fongicides en fonction de la résistance variétale et du risque mildiou

# Alternariose - Pomme de terre

## L'heure du bilan!

### Prophylaxie

Une bonne gestion par l'agronomie



Détruire les sources d'inoculum primaire  
Tas de déchets, repousses

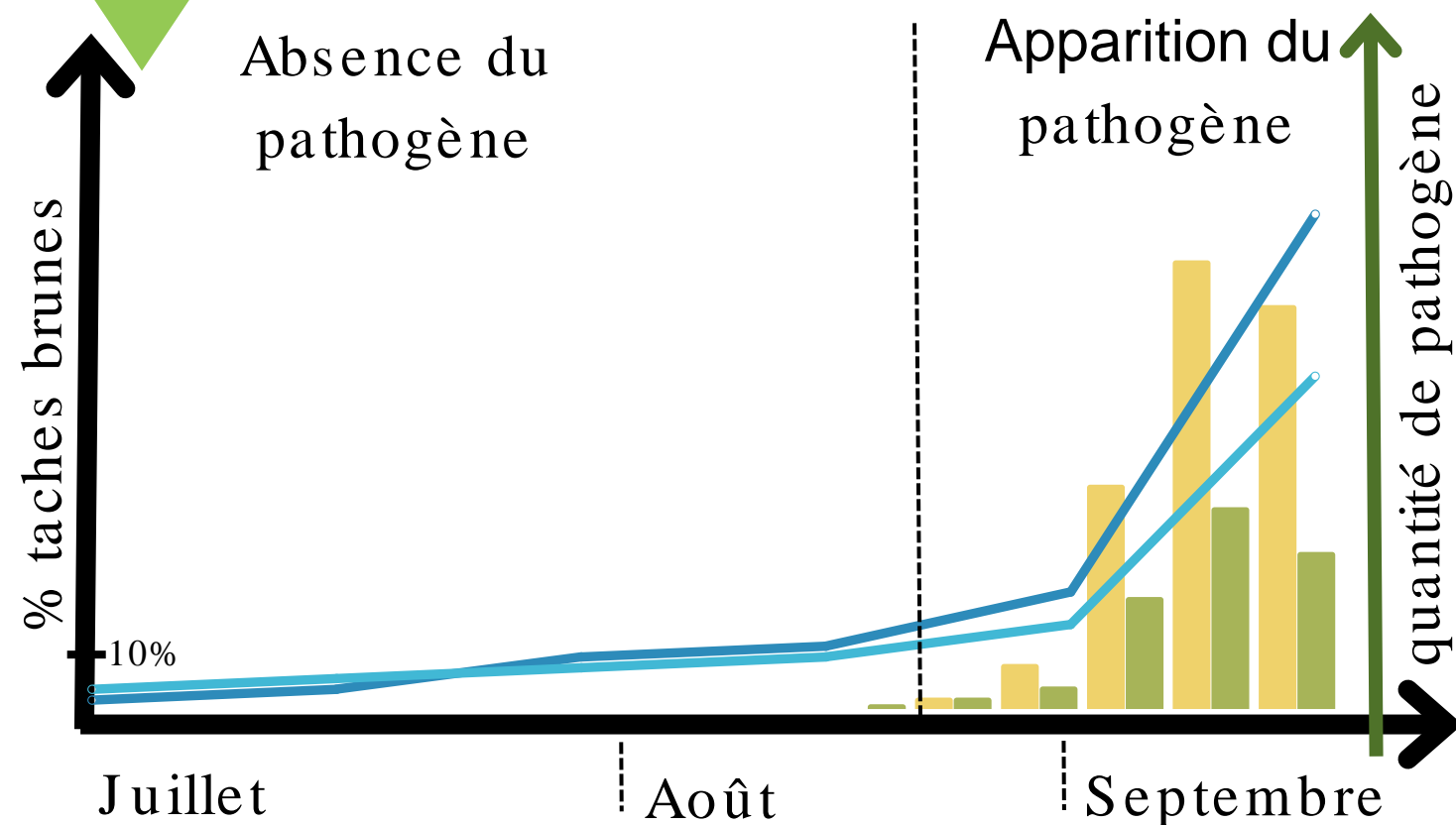


Fertilisation et irrigation équilibrée  
Attention à l'excès !



Eviter tout stress de la plante entraînant la sénescence précoce

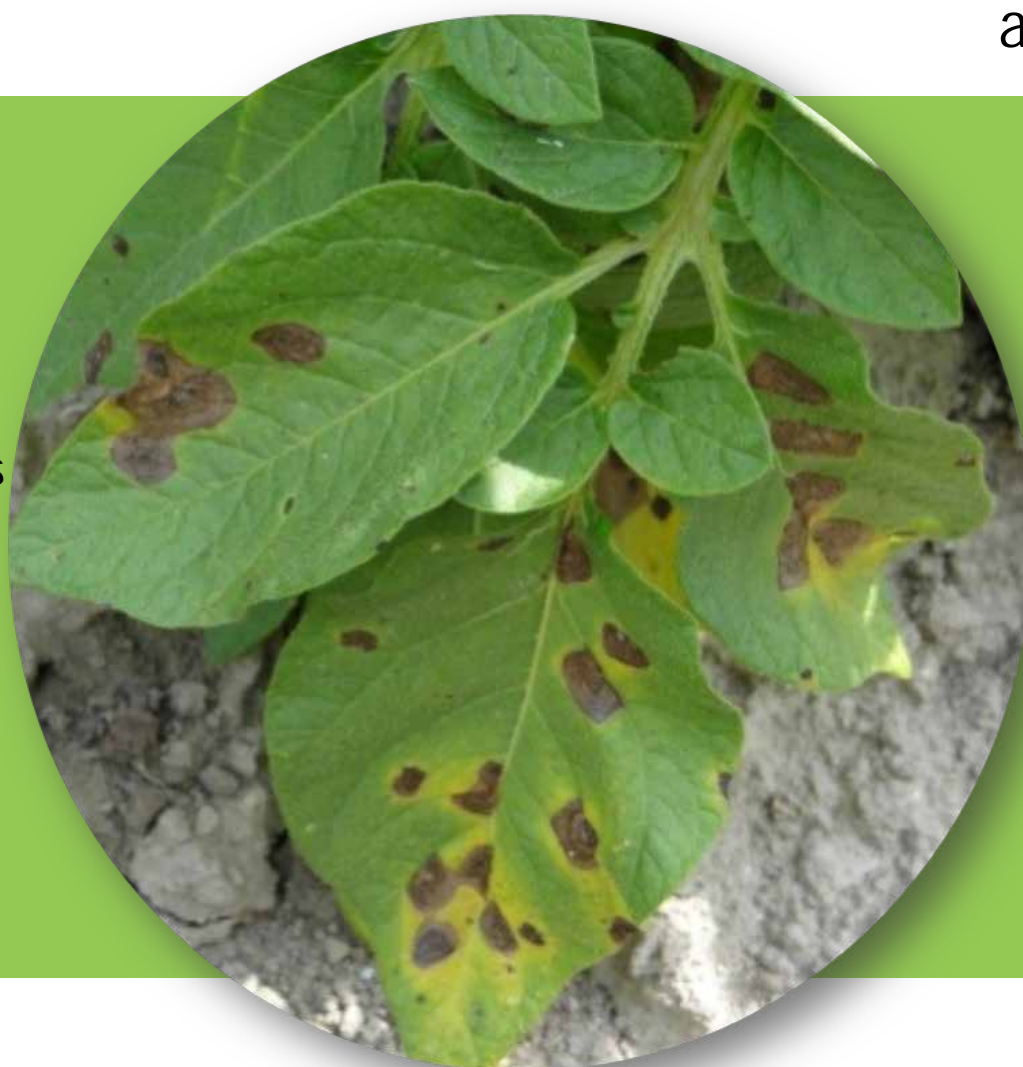
### Maladie de faiblesse



Des symptômes décorrélés de la présence du pathogène. Il apparaît très tard en saison et en lien avec la sénescence.

### Des symptômes trompeurs

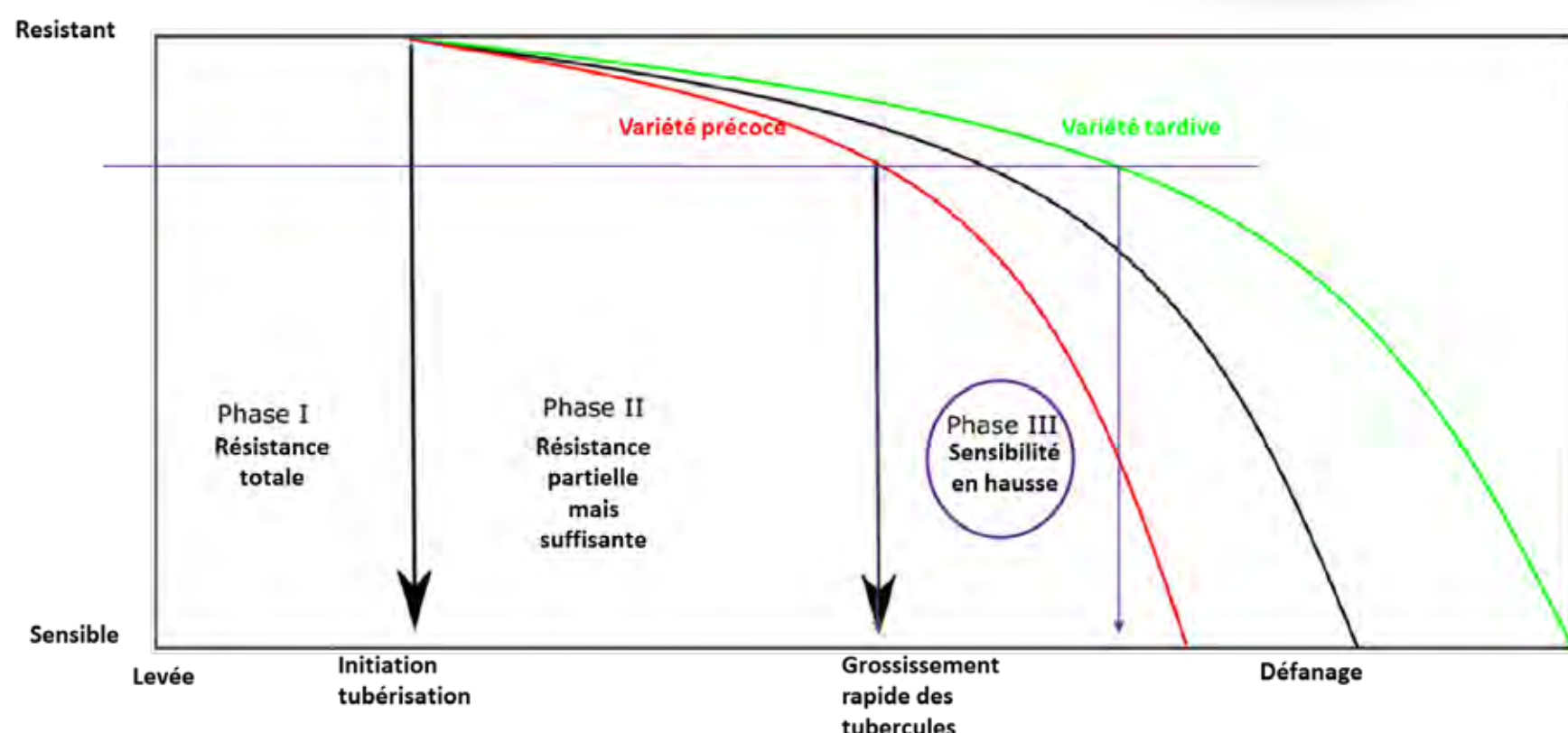
Il existe beaucoup de confusions : carences, lésions, brûlures, sénescence... On parle alors de symptômes « supposés » d'alternaria. Dans 2/3 des cas, un symptôme supposé d'alternaria n'est pas confirmé par l'analyse. Cela engendre des traitements inutiles, car trop précoces, parfois dès juin/juillet.



Pour s'assurer de la présence d'Alternaria

Chambre humide et observation des spores à la loupe

Analyse laboratoire pour connaître l'espèce



Etape 1 : Quand la plante devient-elle trop sensible (entrée en phase III) ?  
à **Modèle physiologique**

Etape 2 : En phase III, quand positionner le T1 et le renouveler si besoin ?  
à **Modèle épidémiologique**

### Un nouveau modèle de risque

#### A retenir :

Maladie de faiblesse rarement préjudiciable

Arrivée tardive de l'agent pathogène

Confusions des symptômes fréquentes

Une bonne gestion agronomique est primordiale

Un modèle physiologique et épidémiologique est en validation au champ

# Lin fibre : Les leviers de la protection intégrée

J'anticipe

J'observe

Je protège



## MALADIES RESPONSABLES DE LA FONTE DES SEMIS

- |  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| § Semences certifiées                      | § Manques à la levée                  | § THERMOSEM®  |
| § Intervalle minimal de 6 ans entre 2 lins | § Disparitions de plantes déjà levées | § Biocontrôle |
|  |                                       | § PPP         |



## ALTISES DU LIN

- |   |                                       |       |
|---|---------------------------------------|-------|
| § Semis dans un sol ressuyé, réchauffé et non motteux | § Nombre de morsures sur les feuilles | § PPP |
|   | § Stades de la culture / Météorologie |       |
|   | § Grille de risque ARVALIS / BSV      |       |



## ADVENTICES EN COURS DE VEGETATION

- |   |  |                        |
|---|--|------------------------|
| § Allongement et diversification de la rotation | § Comptages et identification des adventices | § Désherbage mécanique |
| § Faux-semis                                    |  | § PPP                  |



## MALADIES EN COURS DE VEGETATION

- |  |                                 |               |
|--|---------------------------------|---------------|
| § Variétés tolérantes                      | § Symptômes sur feuilles / tige | § Biocontrôle |
| § Intervalle minimal de 6 ans entre 2 lins | § BSV                           | § PPP         |
| § Densité optimale de semis                |                                 |               |
| § Fertilisation azotée                     |                                 |               |



## VERSE PHYSIOLOGIQUE

- |                                      |                            |       |
|--------------------------------------|----------------------------|-------|
| § Variété                            | § Temps orageux            | § PPP |
| § Gestion de la fertilisation azotée | § Croissance forte         |       |
| § Densité optimale de semis          | § Grille de risque ARVALIS |       |

PPP = Produits phytopharmaceutiques

# Lin fibre : Impacts technico-économiques des combinaisons de leviers alternatifs aux PPP

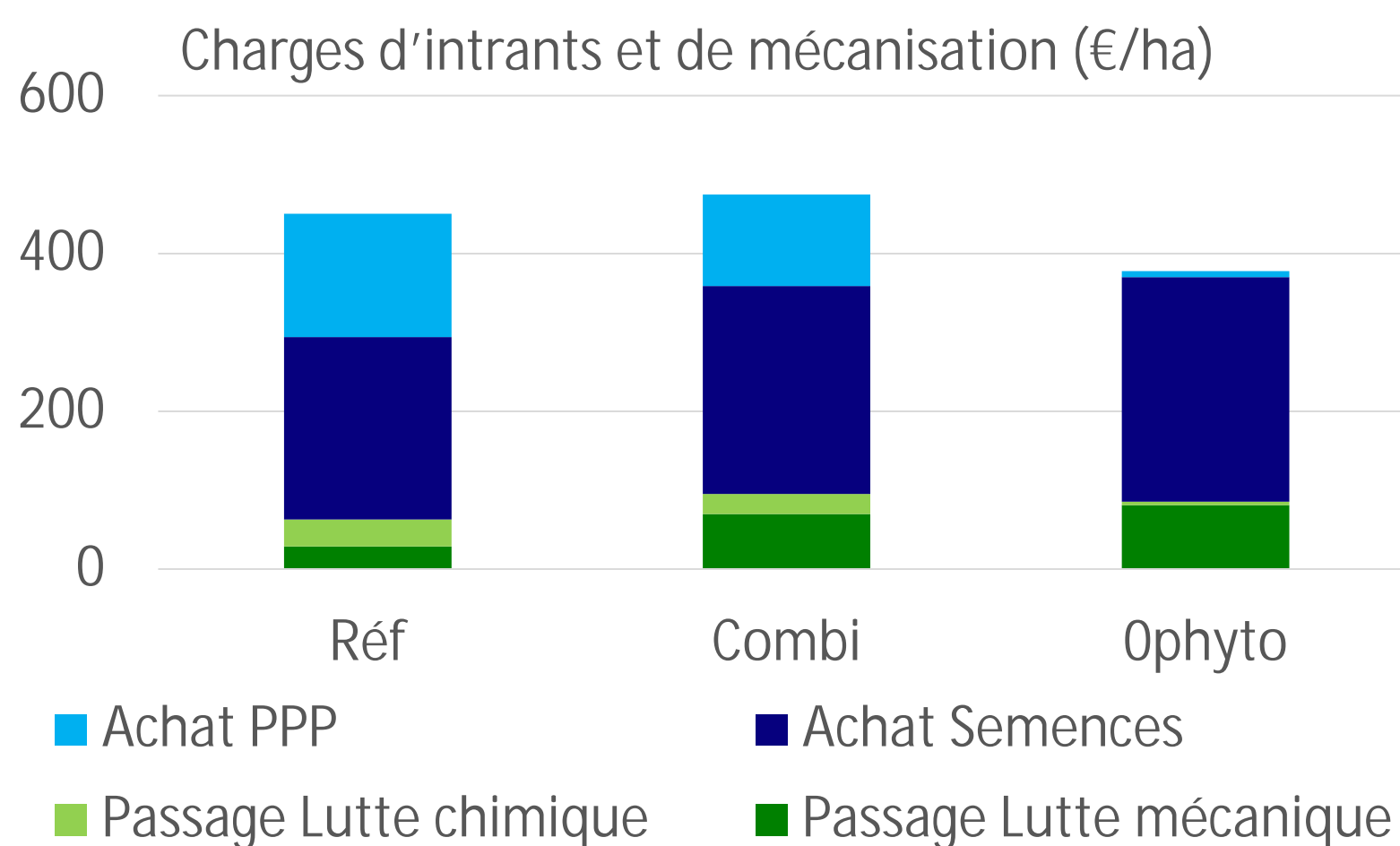
- 3 ITK testés sur 3 années
- ITK Réf : correspondant aux pratiques de l'agriculteur
  - ITK Combi : combinaisons de leviers avec possibilité d'usage des PPP
  - ITK Ophyto : combinaisons de leviers sans PPP de synthèse

## Charges : le compromis fragile de l'ITK Combi

+ 30mn/ha pour les ITK combi et Ophyto par rapport à l'ITK Réf.

-80€/ha de charges pour l'ITK Ophyto contre +20€/ha pour l'ITK combi (hors main d'œuvre)

	ITK Réf	ITK Combi	ITK Ophyto
Temps de travail (h/ha)	8.8	9.3	9.3
Nb passages	21	21	18
Dont Lutte chimique	5	3.5	0.5
Dont Lutte mécanique	0.5	2	2.5



## Des performances techniques satisfaisantes

	ITK Réf	ITK Combi	ITK OPhyto
RNB (T/ha)	6.5	6.3	6.3
LT (% RNB)	17.2	18.1	18.7
IFT	4.9	3.5	0.6

Des leviers permettant une lutte efficace contre les bio-agresseurs :

- Le décalage de la **date de semis**
- L'utilisation de **variétés tolérantes**
- Le **soufre** en biocontrôle

Le **faux semis** et la **lutte mécanique** (désherbage, retournage et soulèvement), des leviers qui ne suffisent pas toujours à maîtriser les adventices.

Des leviers fortement dépendants des **conditions climatiques**.

Une réflexion à l'échelle du **système de culture** est nécessaire.

Mais des difficultés à gérer l'enherbement

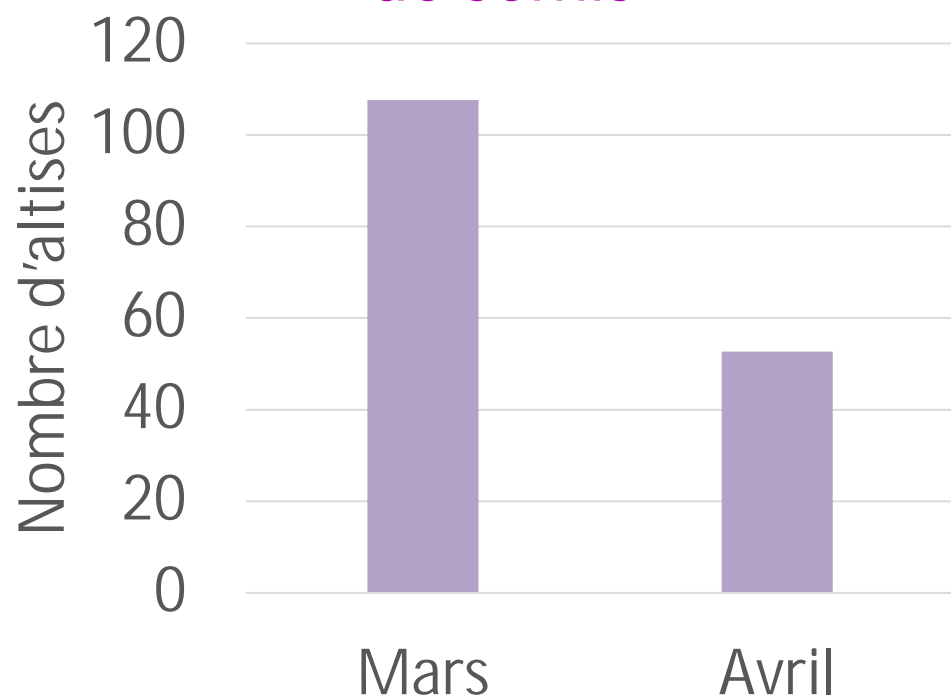


# Lin fibre : zoom sur quelques leviers de protection intégrée

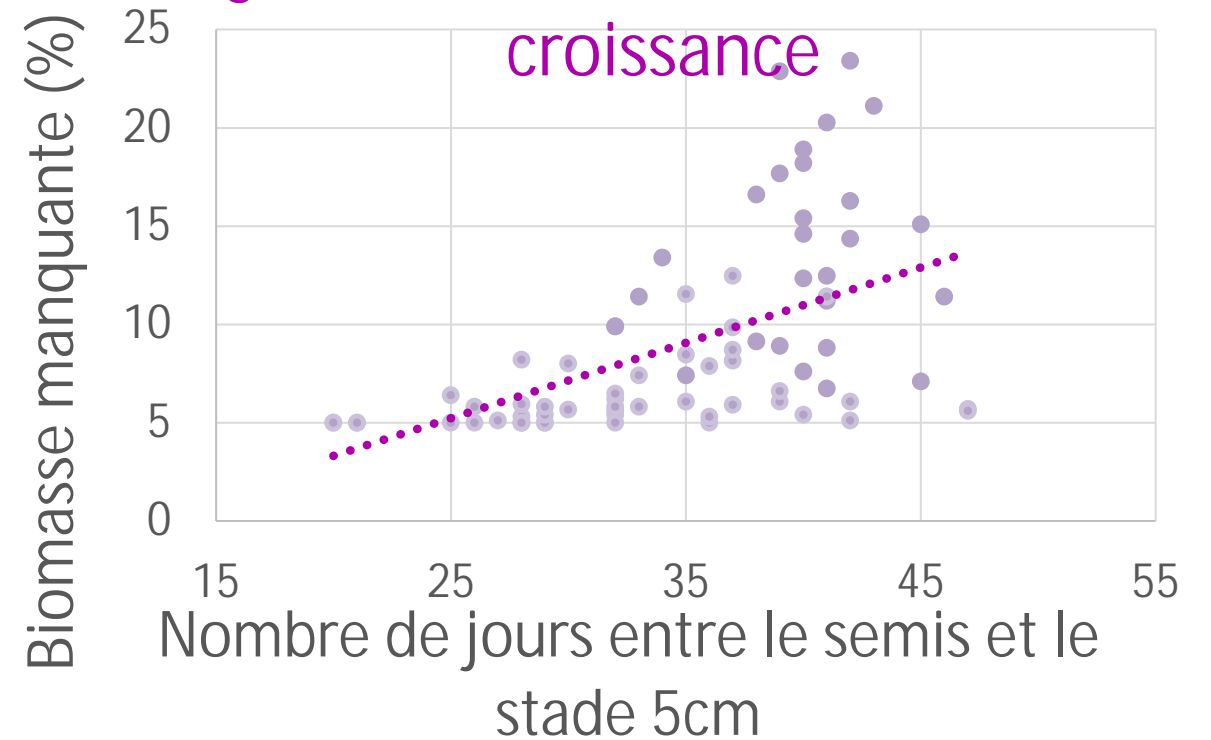
## ALTISES : Décaler la date de semis et assurer une levée rapide



Abondance en fonction du mois de semis

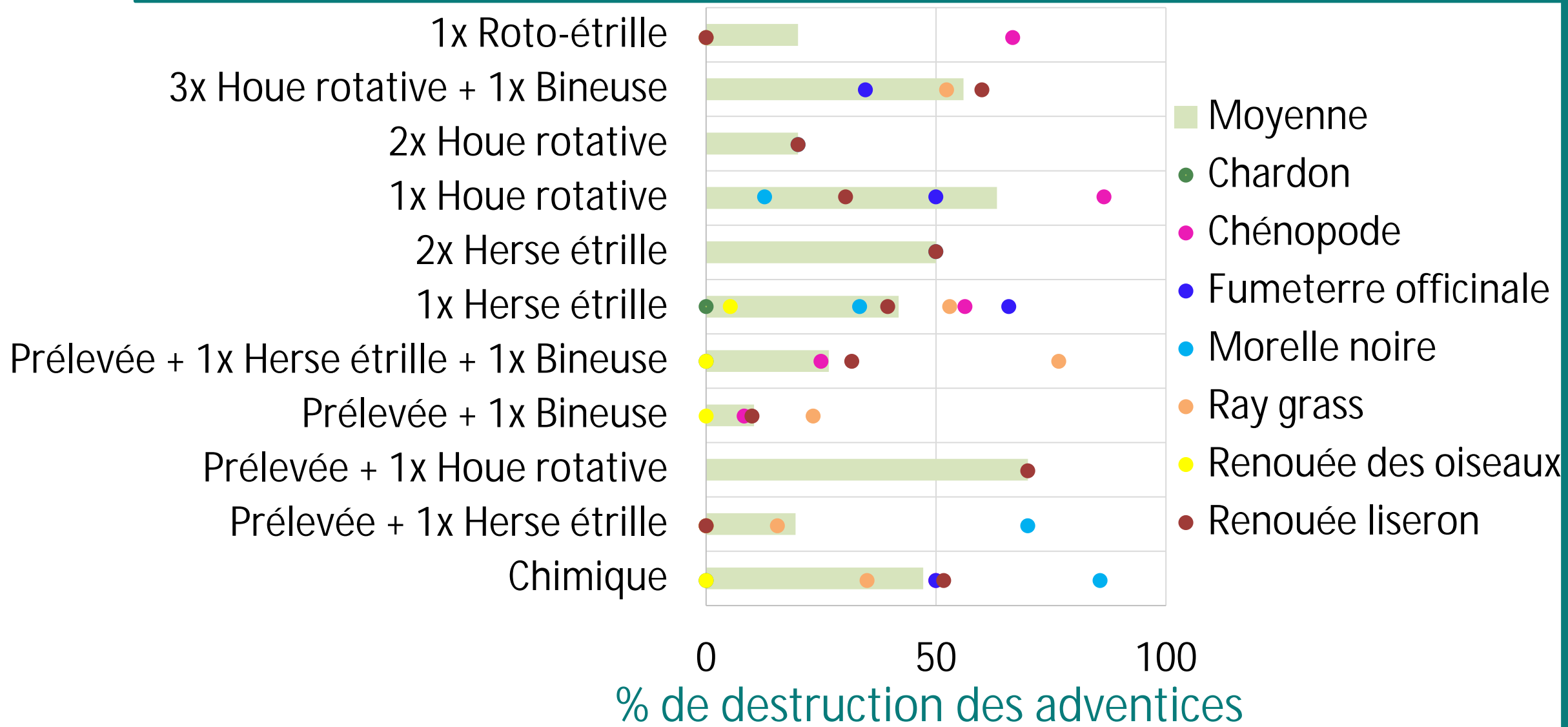


Dégâts en fonction de la vitesse de croissance



Source : Réseau d'étude ARVALIS – Caractérisation risque altise - 77 parcelles (2021-2022)

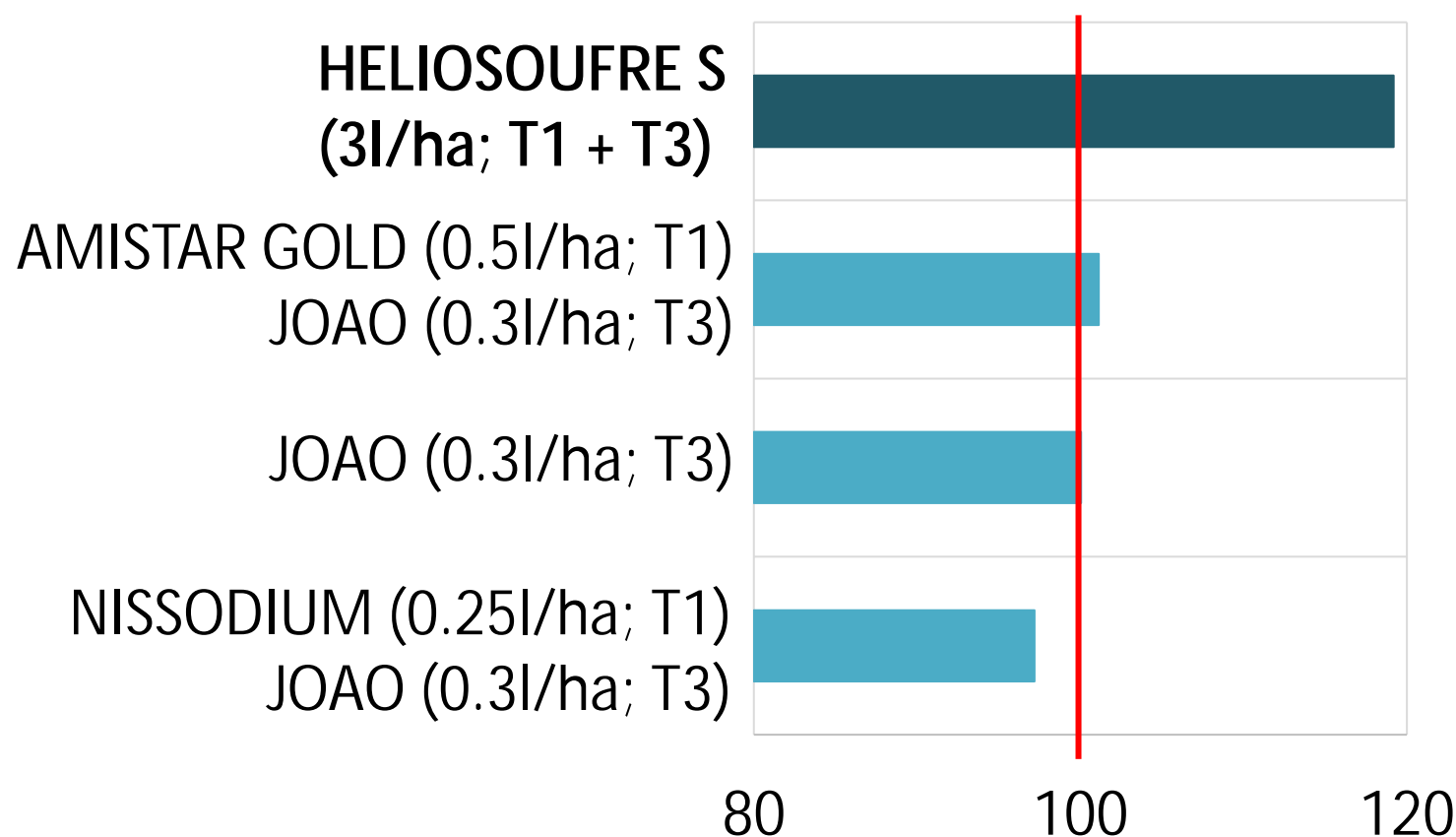
## ADVENTICES : une efficacité variable du désherbage mécanique



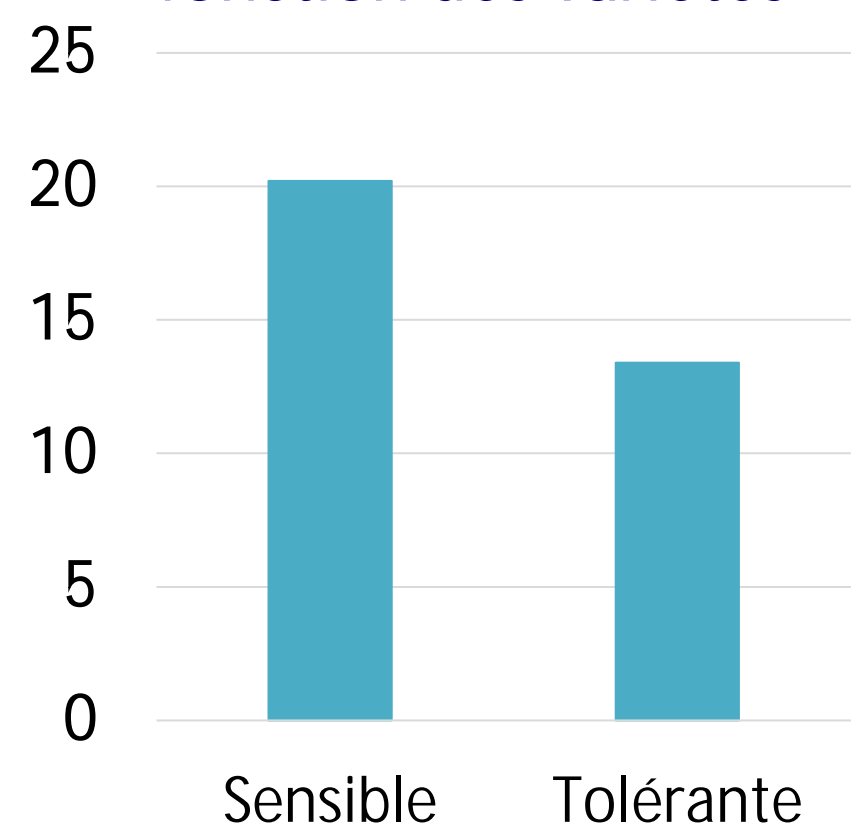
Source : Essais ARVALIS- Désherbage mécanique – Données pluriannuelles 2020 à 2022

## MALADIES : l'effet de la tolérance variétale et du biocontrôle

Gain en Lin Teillé en % du TNT



Nuisibilité (%) en fonction des variétés



Source : Essais ARVALIS – Evaluation de solutions fongicide - 2022

# La boîte à outils pour gérer le risque jaunisse en 2023

L'ITB accompagne les planteurs avec des conseils prophylactiques et de traitements, une prévision et un suivi du risque, ainsi que des recommandations aux agriculteurs volontaires pour implanter des plantes compagnes.



## → Gérer les réservoirs viraux

Avant les semis, l'ITB conseille de détruire toutes repousses de betteraves (repousses dans les cordons de déterrage et dans les parcelles implantées après betteraves).

## → Prévoir le risque

L'ITB propose une prévision de la date d'arrivée des pucerons et de leur abondance, pour :

- évaluer le rapport bénéfice/risque de la mise en place de mesures de prévention qui pourraient avoir un impact sur le rendement
- accroître la vigilance dans les champs à la période identifiée comme à risque, et ainsi positionner au mieux les traitements en végétation\*.

## → Suivre le risque avec l'OAD Alerte Pucerons

L'OAD informe en temps réel, tout au long du printemps, sur la présence de pucerons verts dans chaque zone géographique. La carte interactive indique l'évolution du risque jaunisse autour de chaque exploitation et aide ainsi au positionnement des traitements aphicides\*.

## → Planter des plantes compagnes

L'efficacité des plantes compagnes en alternative aux néonicotinoïdes est testée dans le PNRI. Les premiers résultats sont prometteurs mais l'itinéraire technique reste à affiner pour limiter la concurrence avec la betterave. La boîte à outils donne des conseils pour les agriculteurs volontaires pour leur mise en œuvre.

## → Traiter avec des aphicides

Pour contenir les populations de pucerons verts *Myzus persicae*, seules deux matières actives, en mélange avec de l'huile, sont efficaces : la flonicamide, produit homologué et le spirotétramat, produit sous dérogation d'usage pour 2023. La boîte à outil précise les conditions d'utilisation de ces produits et les conseils d'application pour maximiser leur efficacité\*.

Consulter la boîte à outil :



# Quels sont les auxiliaires utiles pour lutter contre les pucerons de la betterave ?

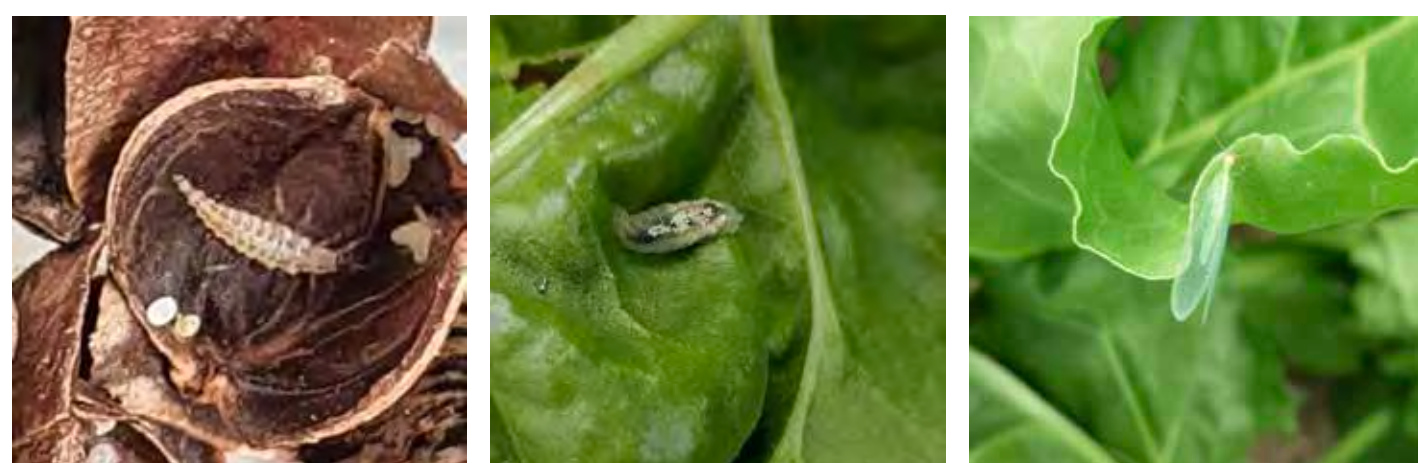
Les coccinelles, syrphes, chrysopes et hyménoptères parasitoïdes sont des insectes fréquemment observés sur betteraves au printemps. Ils participent à la régulation des populations de pucerons vecteurs de jaunisses. Des entomophthorales, champignons qui parasitent les insectes, sont aussi observés sur les pucerons. D'autres prédateurs peuvent être observés plus ponctuellement sur betteraves comme des araignées, des carabes, des punaises prédatrices, des cantharides...

## Coccinelles

Capacité de régulation : une larve peut consommer jusqu'à 80 pucerons en une journée.

Stades observables sur betteraves : adulte, nymphe, larves et oeufs

*Les différents stades de développement des coccinelles.*



*Larve de chrysope*

*Larve de syrphe*

*Chrysope adulte*

## Chrysopes et syrphes

Capacité de régulation : une larve consomme plusieurs centaines de pucerons dans sa vie

Stades observables sur betteraves : nymphes, larves et oeufs.

Les adultes sont observables dans l'environnement.

## Les hyménoptères parasitoïdes\*

Capacité de régulation : ces parasitoïdes pondent dans les pucerons. La larve se développe ensuite au dépend du puceron.

Stades observables sur betteraves : momies



*« Momie », puceron parasité par un Aphidius ©Bioline*

\*Parasitoïde : organisme qui se développe au détriment d'un « hôte », qu'il tue inévitablement.

# PNRI : Plan National de Recherche et Innovation

« Vers des solutions opérationnelles contre la jaunisse »

## 4 axes principaux :



1- Amélioration de la compréhension de la situation sanitaire



2- Identification et démonstration des solutions à l'échelle de la culture

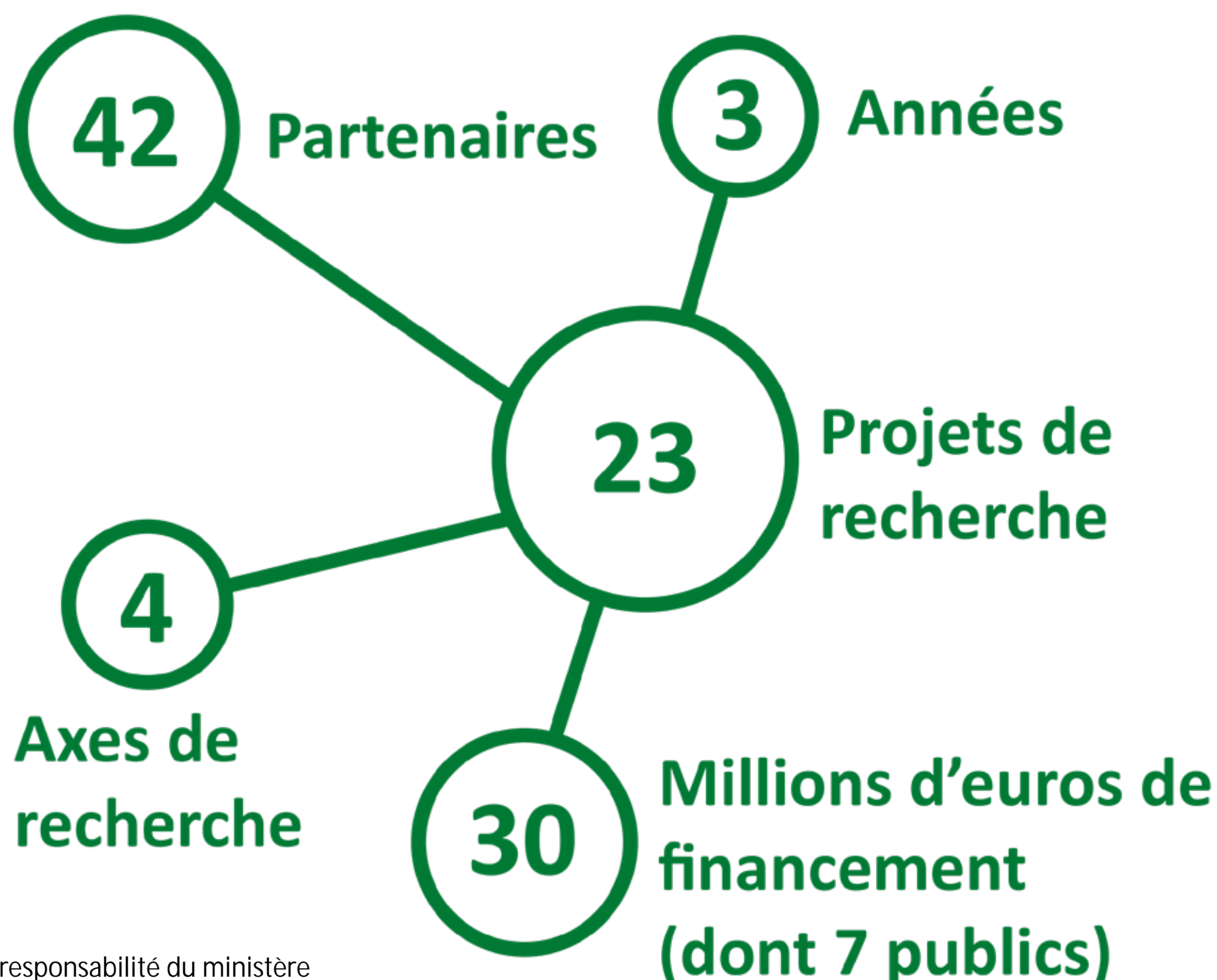


3- Identification et démonstration des solutions de régulations à l'échelle de l'environnement des plantes, des cultures et des paysages



4- Transition vers un modèle économique durable

## Le PNRI en chiffres :



La responsabilité du ministère ne saurait être engagée



# Semis et désherbage autonome des betteraves avec le robot Farmdroid FD20

Disposant de batteries alimentées par ses panneaux solaires, le robot est doté d'une autonomie de travail de 24h.

◦ Vitesse : 700 m/h ◦ Débit de chantier : 4/5 ha/j ◦ Coût: 100K€



## Semis autonome

Au semis, la position de chaque graine est référencée grâce au **GPS RTK**. Le robot sème **6 rangs** (45 ou 50 cm d'écartement). L'espacement des graines dans le rang est **régulier**, paramétrable depuis la console du robot.

## Désherbage mécanique intra-rang et inter-rang

La position de chaque graine étant enregistrée lors du semis au RTK, le robot peut **biner les adventices** au plus près de la culture dans **le rang et l'inter-rang**, et ce avant même la levée de la betterave. Le dernier binage peut être réalisé au stade 12-14 feuilles des betteraves.



# Des plantes compagnes pour réduire les symptômes de jaunisse sur betterave

## • Itinéraire technique :

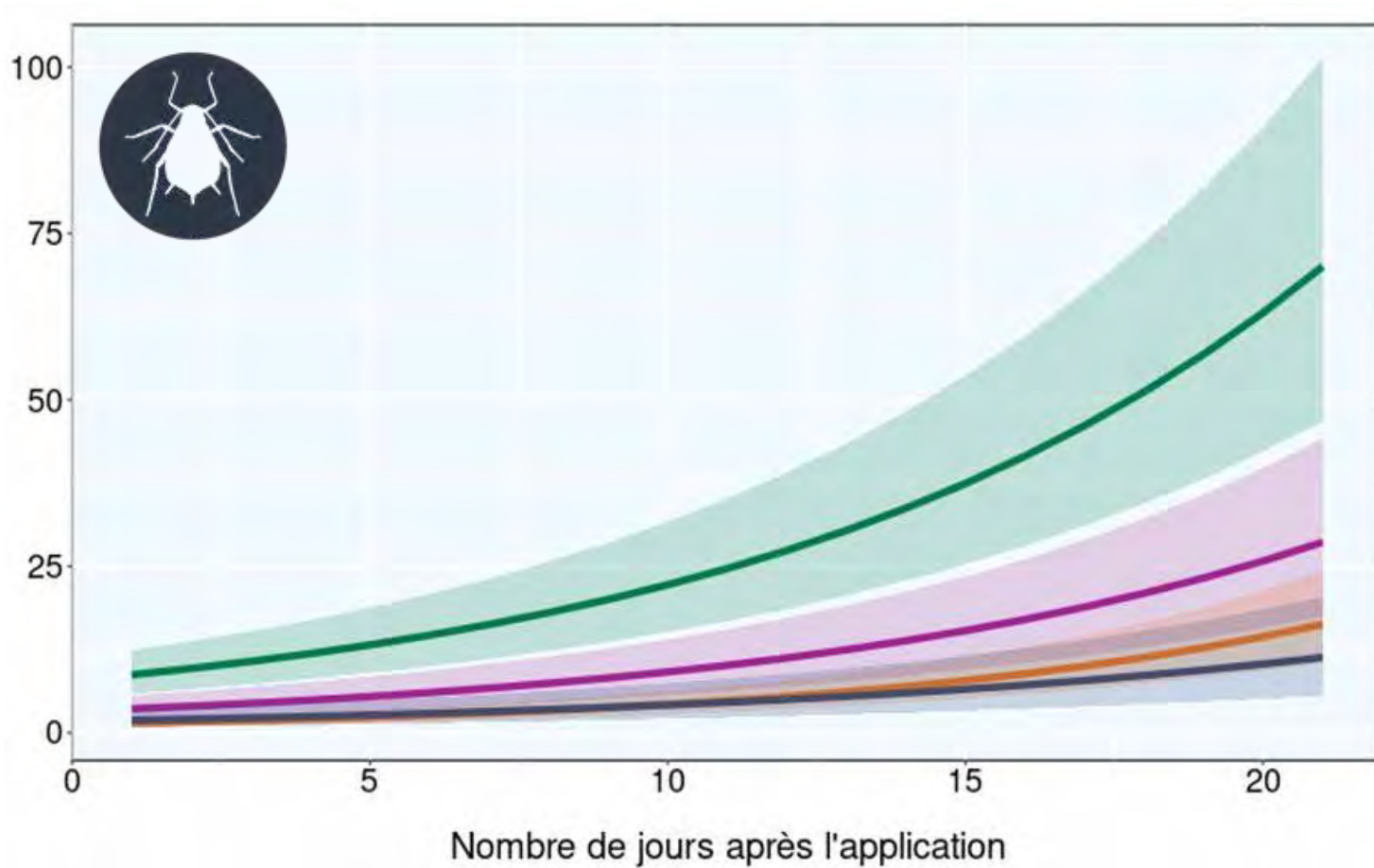
- Espèces à privilégier : **avoine / orge**,
- Semis **au même moment que les betteraves** à une densité de 75 grains/m<sup>2</sup>,
- **Destruction chimique** au stade 4 à 6 feuilles des betteraves.



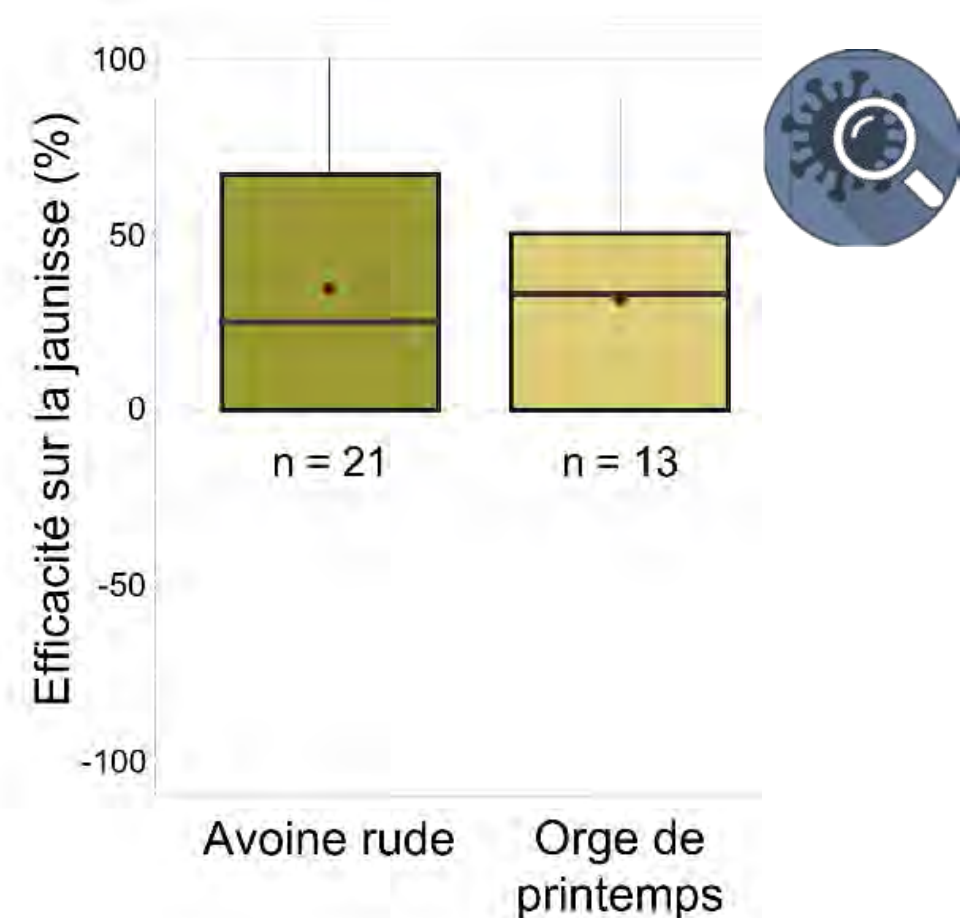
Stade indicatif de destruction des plantes compagnes

## • Résultats obtenus :

Traitement — Non traité — Avoine — Teppeki — Teppeki et Avoine



Prédiction du nombre de pucerons aptères verts pour 10 betteraves après traitement



Efficacité sur la jaunisse  
n : nombre d'essais



**4 feuilles** : stade des betteraves au-delà duquel la plante compagne exerce une concurrence qui pénalise le rendement

## • Conclusions :

- Un **itinéraire technique** à valider,
- Une **efficacité** inférieure à celle de l'aphicide Teppeki®, à base de flonicamide,
- Un **intérêt à valider**, en combinaison avec une protection aphicide, dans les situations à risque jugé élevé.

# Technologie Smart en betteraves

Les  
Culturales  
2023 14-15 juin  
CONGERVILLE-THIONVILLE (91)

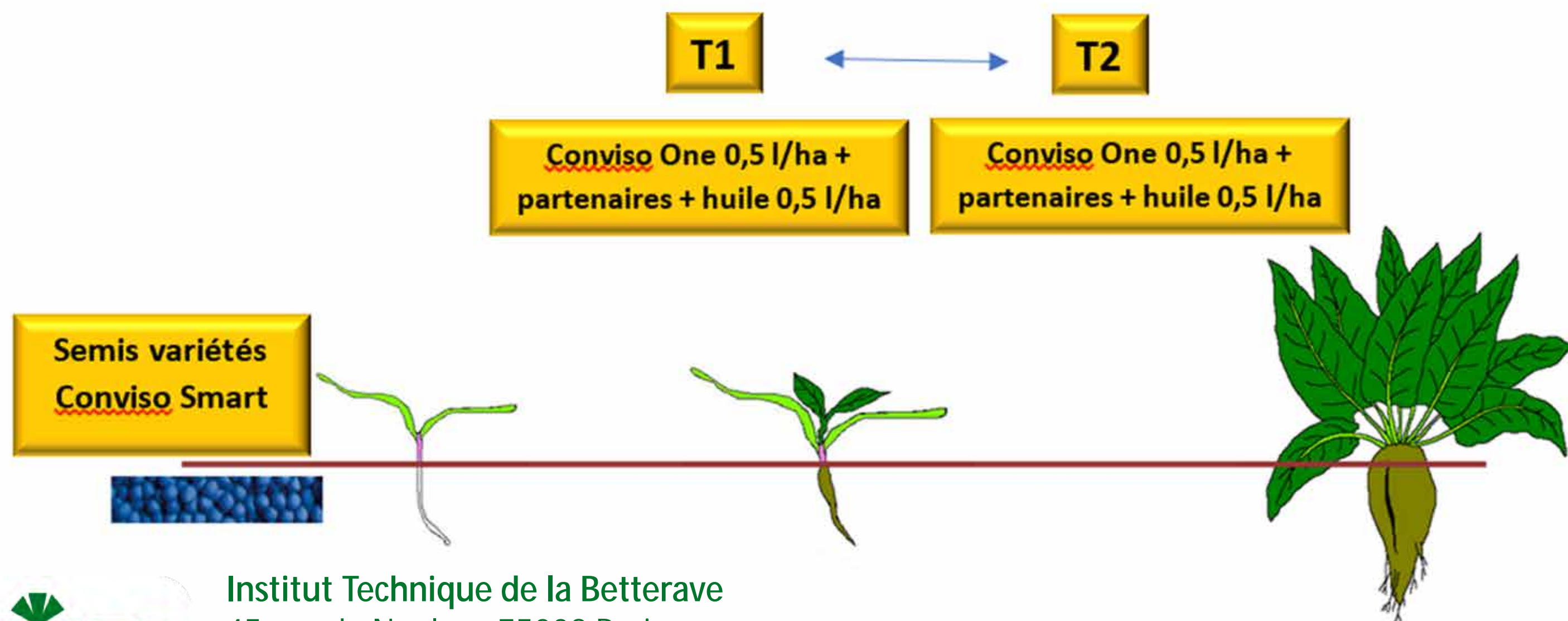
## Principales recommandations pour le désherbage des variétés Smart :

- Réaliser **2 passages avec le produit Conviso One** à base de foramsulfuron et de thiencazzone-méthyl à la dose de 0,5 l/ha.
- Ajouter **0,5 l/ha d'huile**.
- Attendre le stade 2 feuilles des premiers chénopodes. Un intervalle minimum de **10 à 14 jours** est conseillé entre les 2 passages.
- Ajouter **obligatoirement un ou deux partenaires** avec des modes d'action différents (phenmédiphame, éthofumésate, métamitrone, clomazone, lénacile,...).
- **Respecter les conditions d'application** : tôt le matin, absence de vent et bonne hygrométrie (supérieure à 60 %).
- **Nettoyer** tous les organes du pulvérisateur après l'intervention.
- Eviter cette technologie en cas de présence de **graminées résistantes** au groupe HRAC\*2.
- Réaliser un **traitement spécifique** à base de clopyralid contre les chardons.

Pour la suite de l'itinéraire, les montées à graines de l'année doivent être arrachées au plus tôt et sorties de la parcelle.

\*HRAC : Herbicide Resistance Action Committee (Comité d'Action pour les Résistances aux Herbicides).

## Représentation schématique des différentes opérations de la technologie Smart



# Les stratégies de désherbage mécanique en betteraves

Réduction possible de l'IFT jusqu'à **60 %** avec :



**Bineuse avec moulinets**

4 à 12 km/h

**Roto-étrille**

4 à 7 km/h

**Herse étrille à câble**

4 à 7 km/h

**Houe rotative**

15 à 20 km/h

*Efficacité et possibilité d'intervention avec ces outils :*

Stade de la betterave		Prélevée	Levée / stade crose	Cotylédons	2 feuilles	4 à 12 feuilles
Houe rotative	Perte de pieds	Perte moyenne	Non conseillée	Forte perte		Faible perte
	Efficacité sur adventices	Moyenne		Moyenne		
Herse étrille à câbles	Perte de pieds	Perte moyenne	Non conseillée	Perte forte à moyenne	Perte moyenne	Très faible perte
	Efficacité sur adventices	Moyenne		Bonne		
Roto-étrille	Perte de pieds	Forte perte	Non conseillée	Forte perte		Faible perte
	Efficacité sur adventices	Moyenne		Bonne		
Bineuse	Perte de pieds	Non conseillée	Non conseillée	Non conseillée	Perte moyenne	Très faible perte
	Efficacité sur adventices				Très bonne	
Doigts Kress	Perte de pieds	Non conseillée	Non conseillée	Non conseillée	Forte perte	Perte moyenne à faible
	Efficacité sur adventices				Bonne	Moyenne



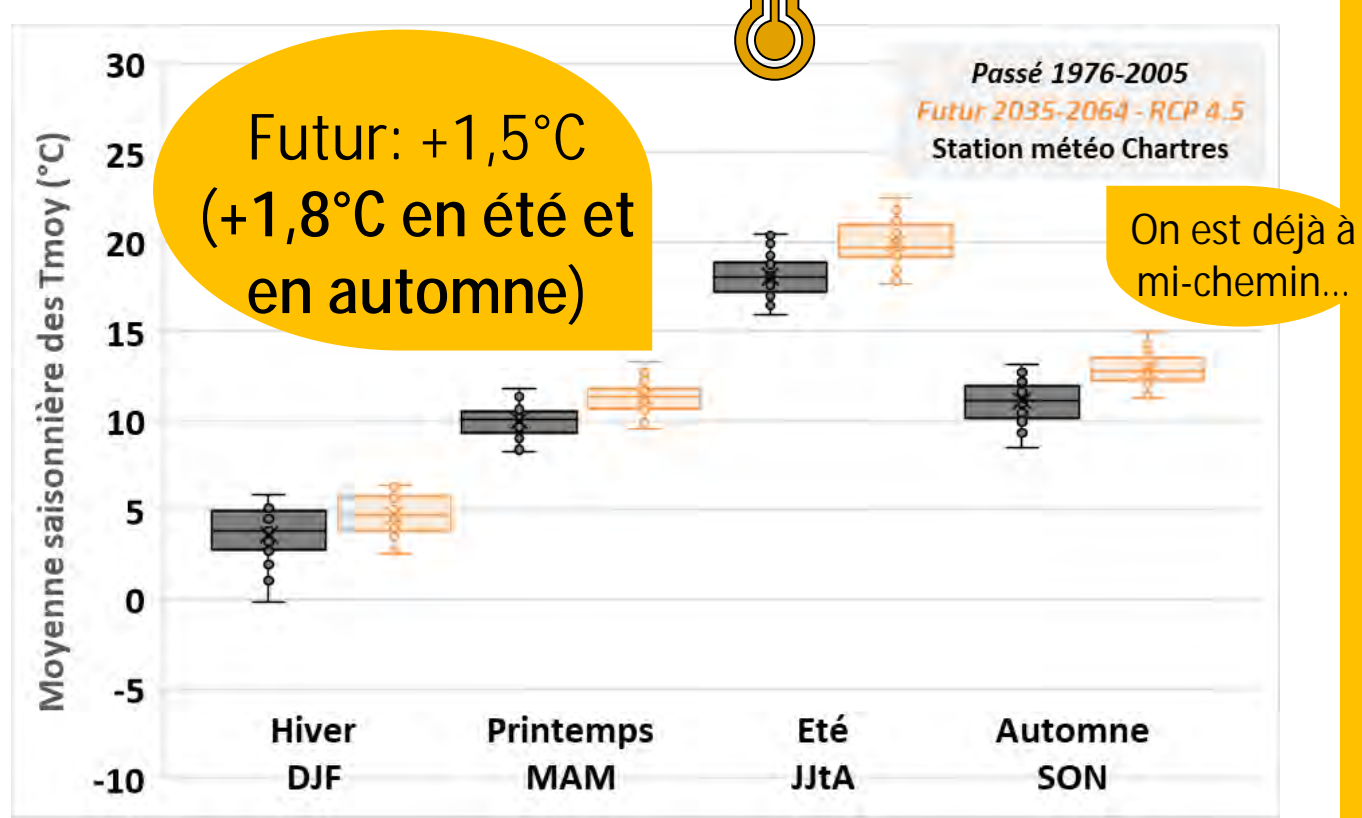
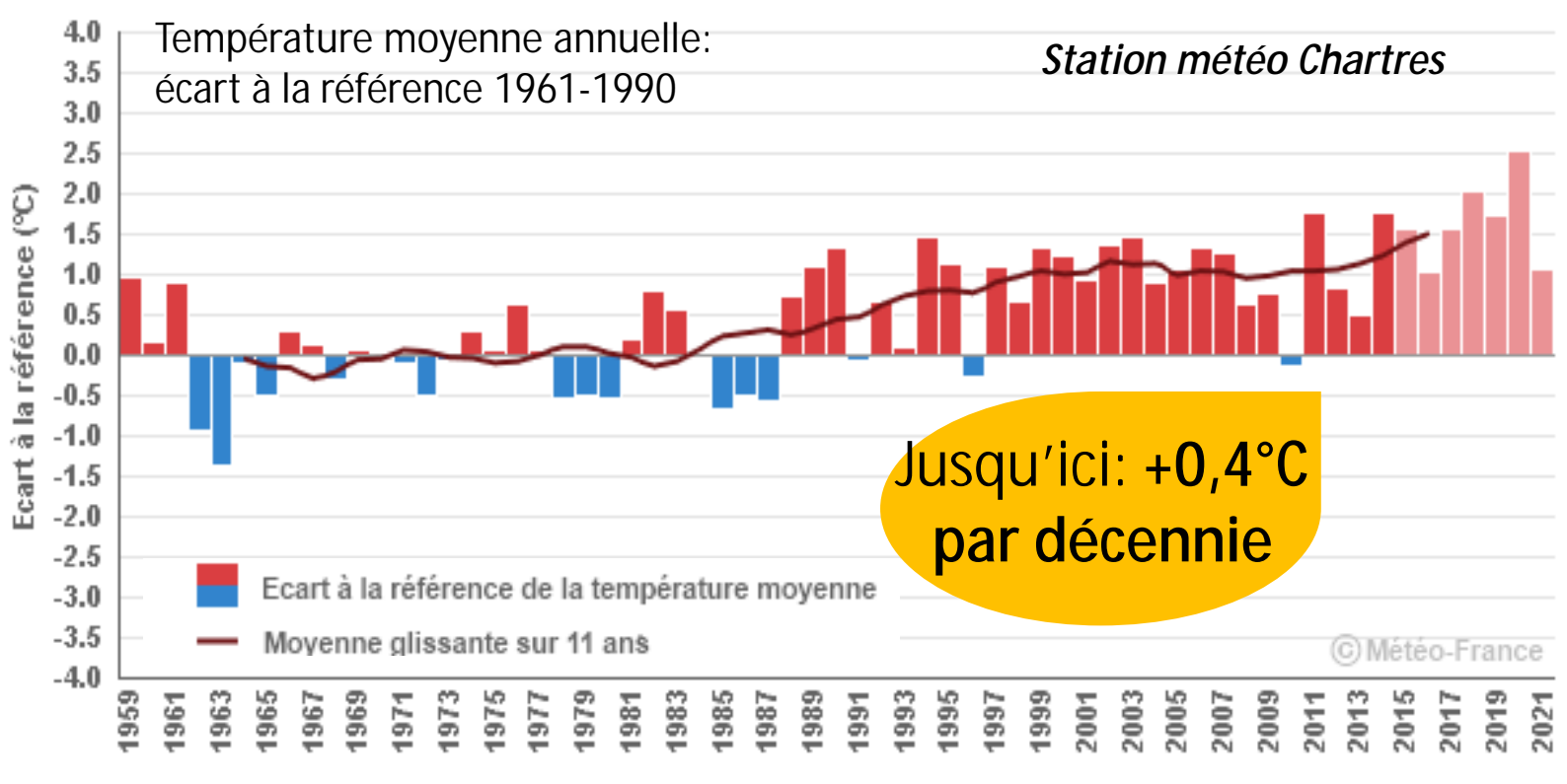
**Espace 3 :**

**CHANGEMENT  
CLIMATIQUE**



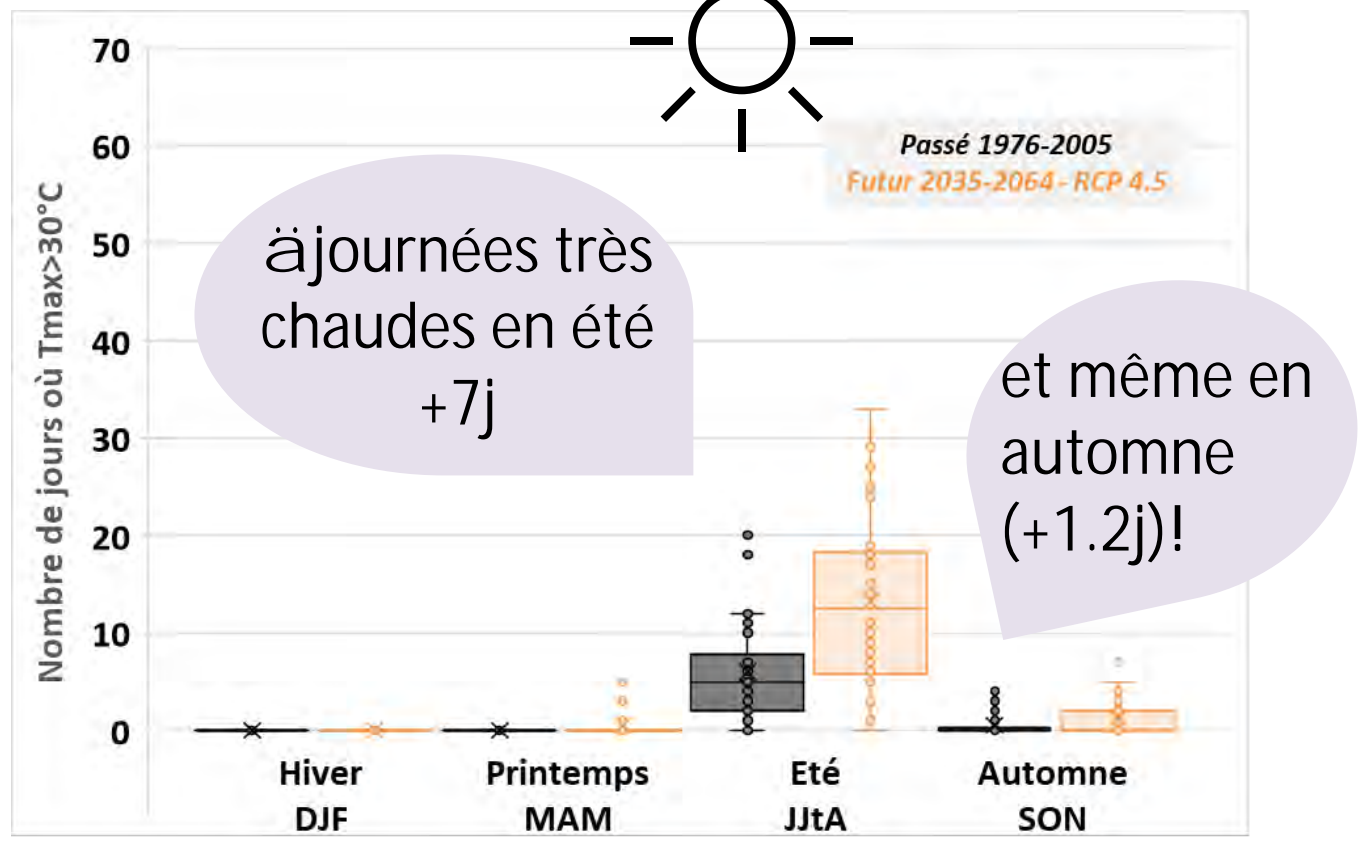
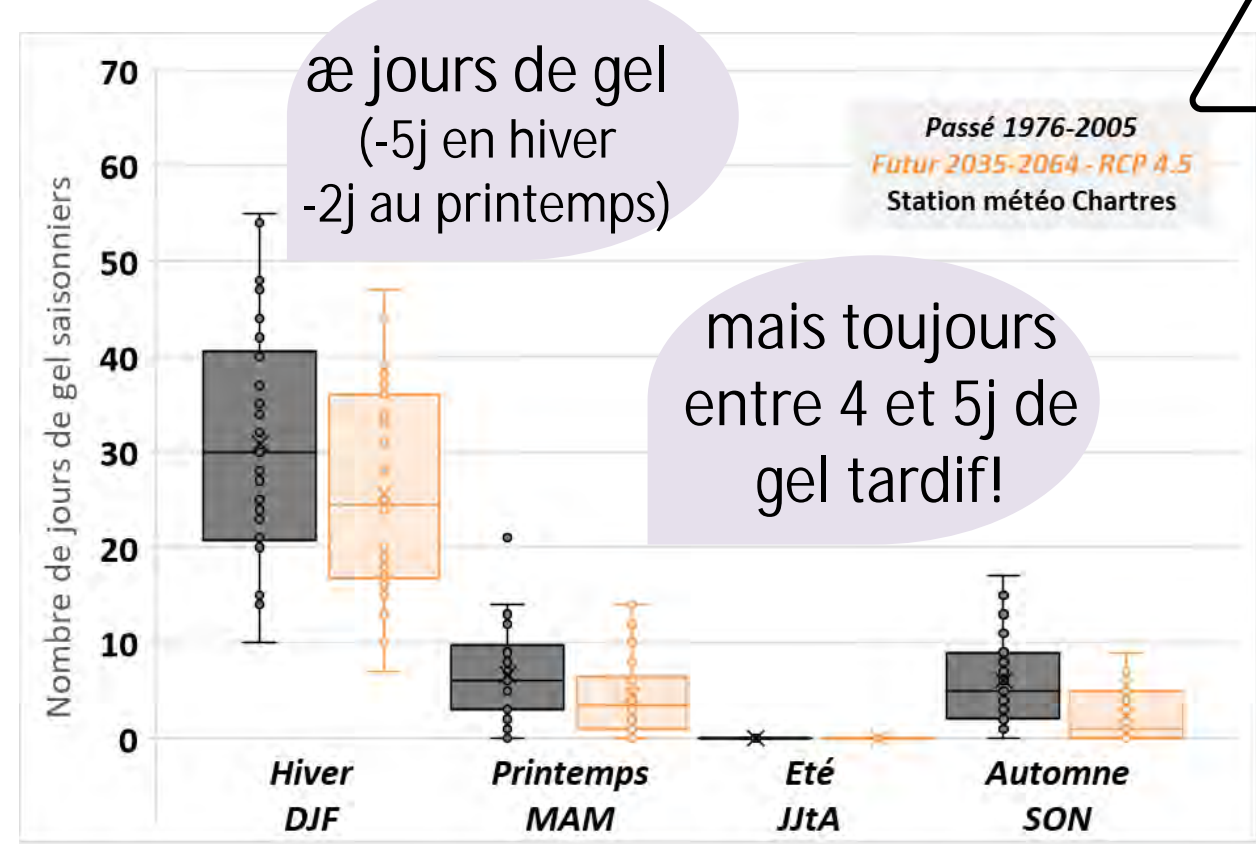
# Il fait et fera + chaud

## Une augmentation des températures moyennes



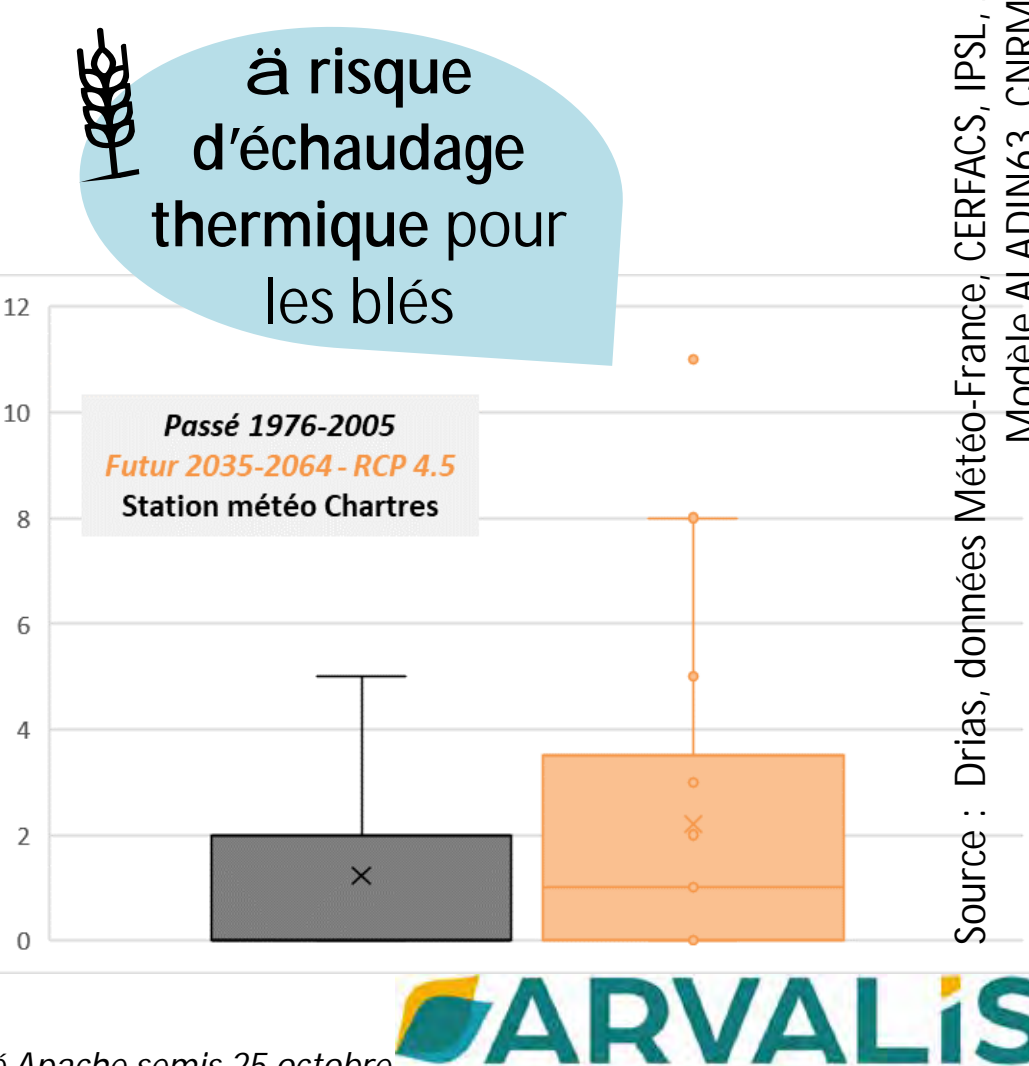
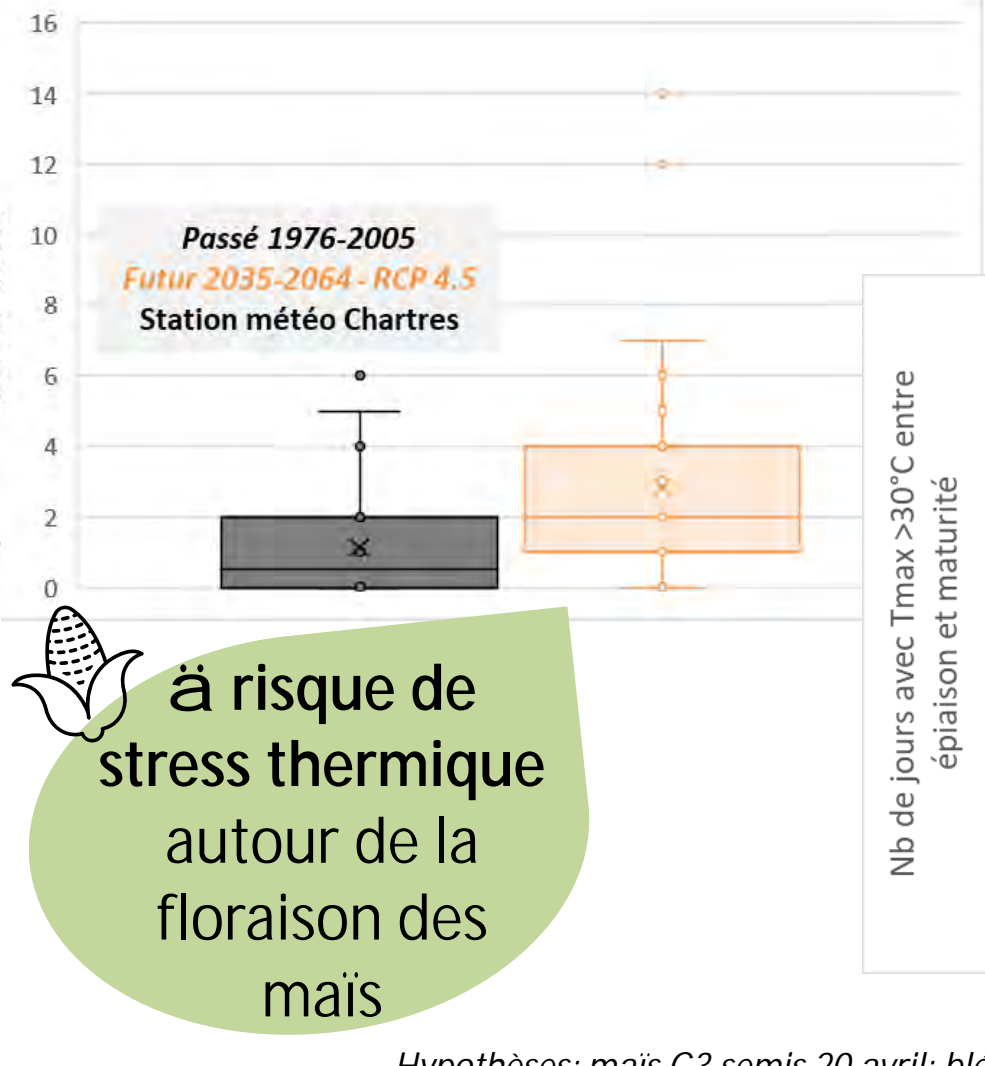
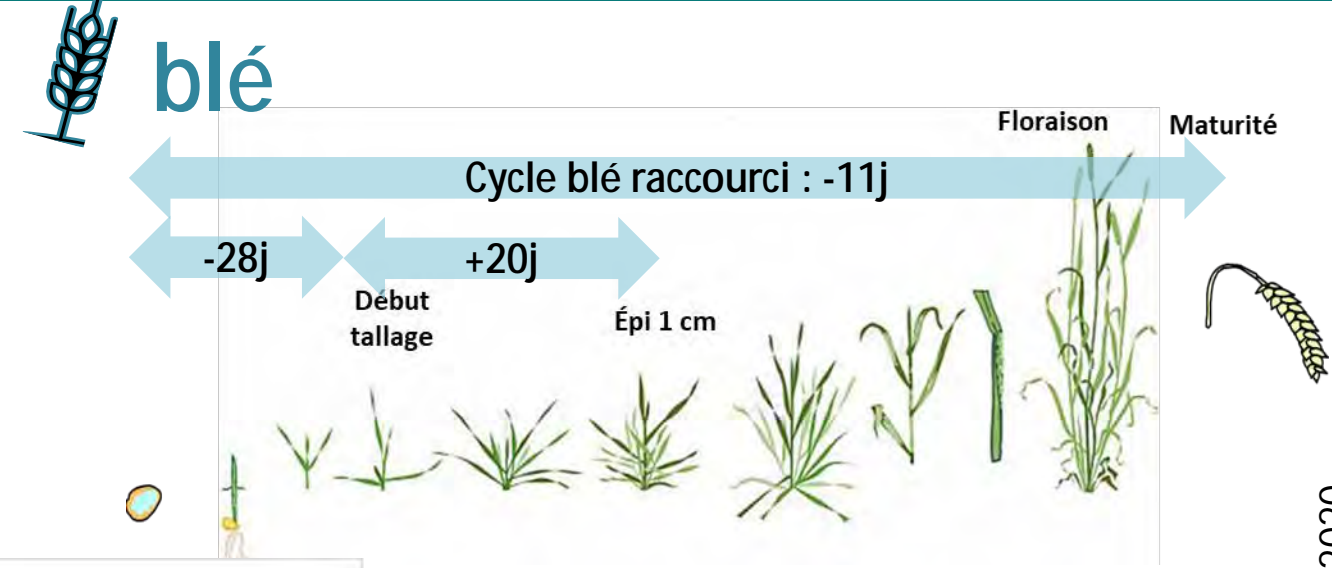
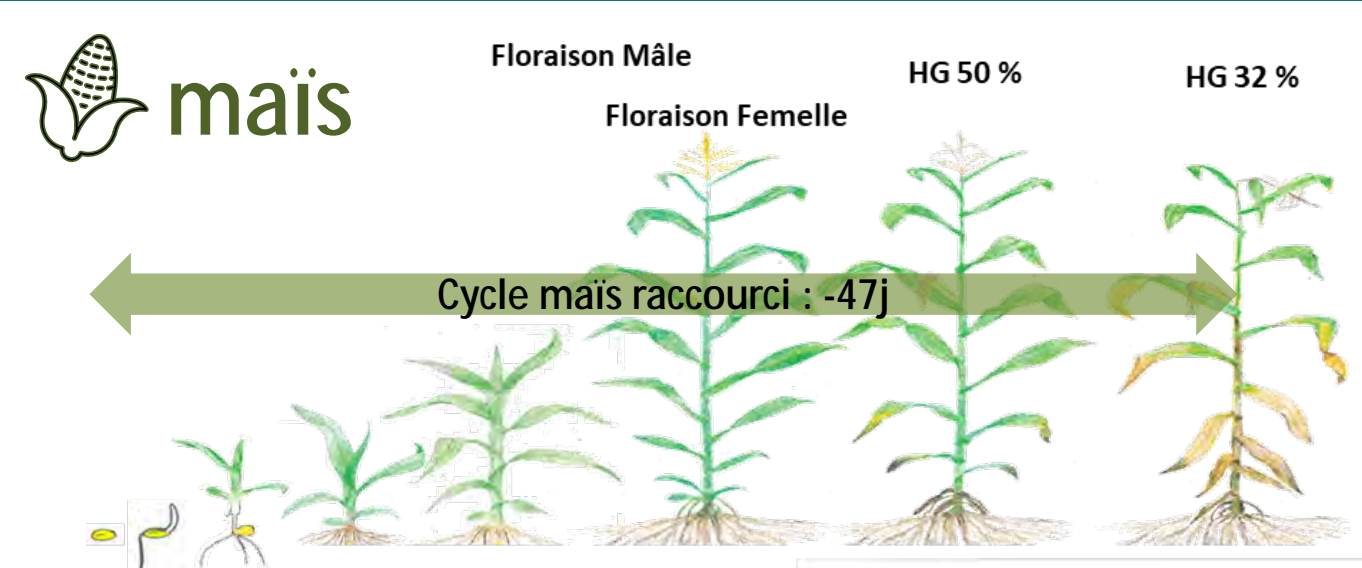
Source : Drias, données Météo-France, CERFACS, IPSL, 2020. Modèle ALADIN63\_CNRM-CM5

## Attention aux extrêmes !



Source : Drias, données Météo-France, CERFACS, IPSL, 2020. Modèle ALADIN63\_CNRM-CM5

## Risques et opportunités pour les cultures

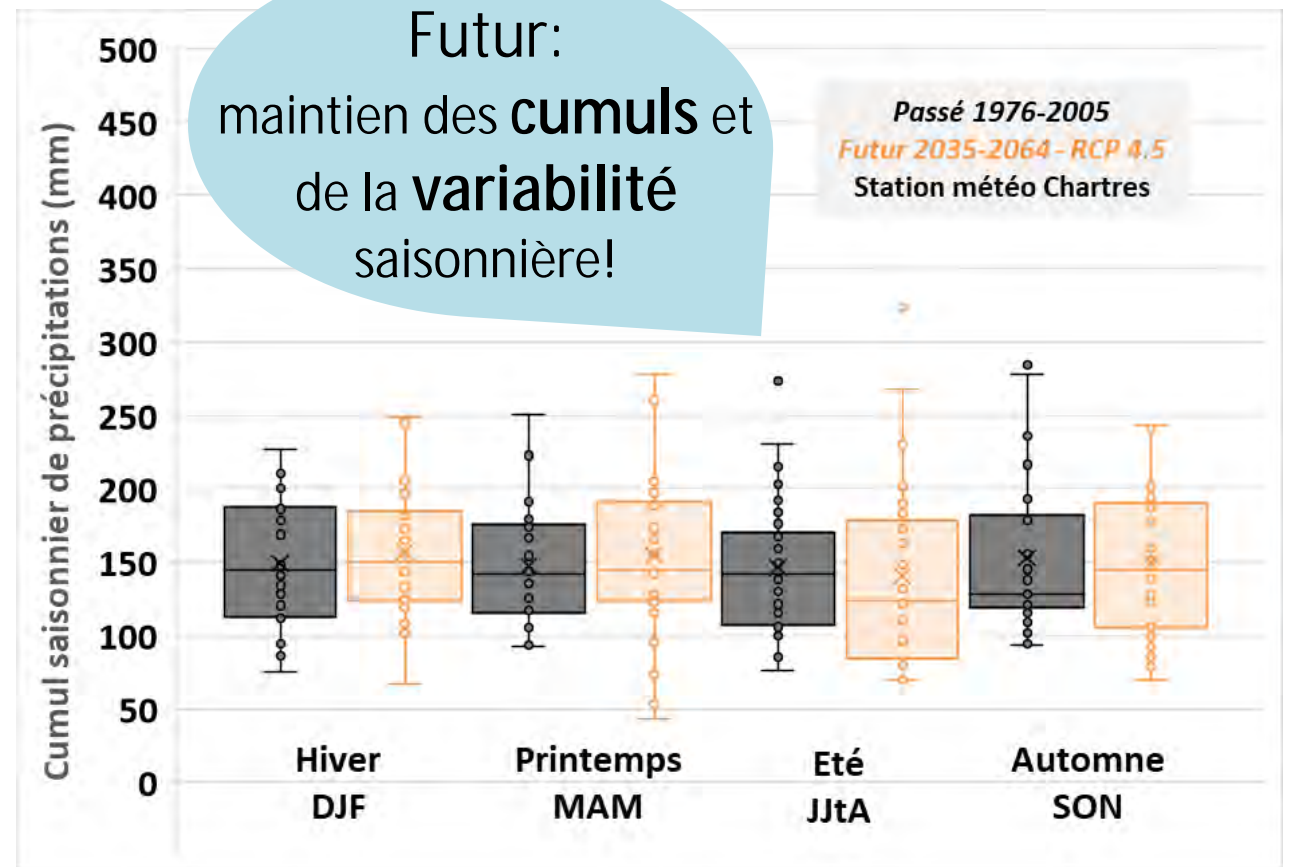
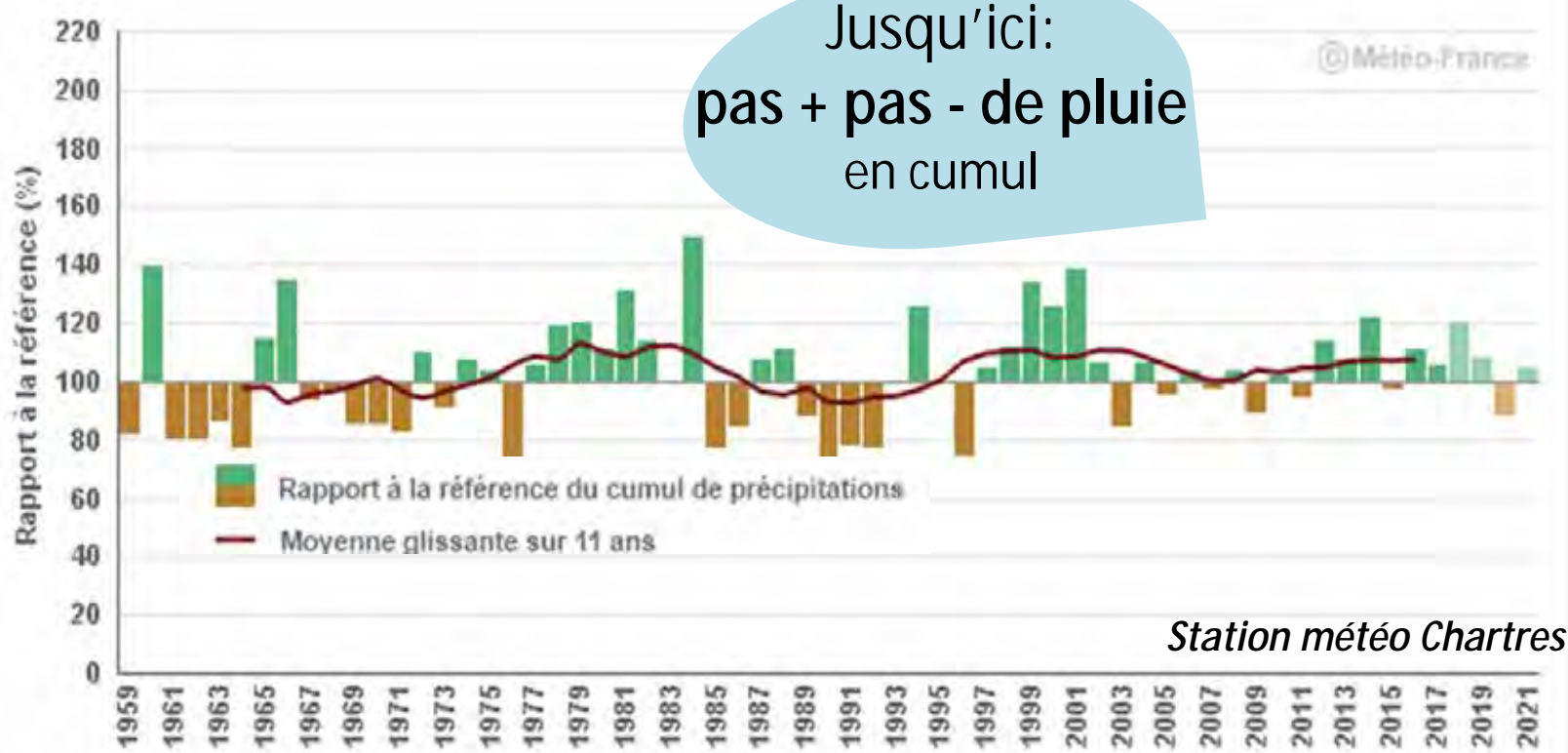


Hypothèses: maïs G3 semis 20 avril; blé Apache semis 25 octobre

# Moins d'eau et/ou plus de stress hydrique?

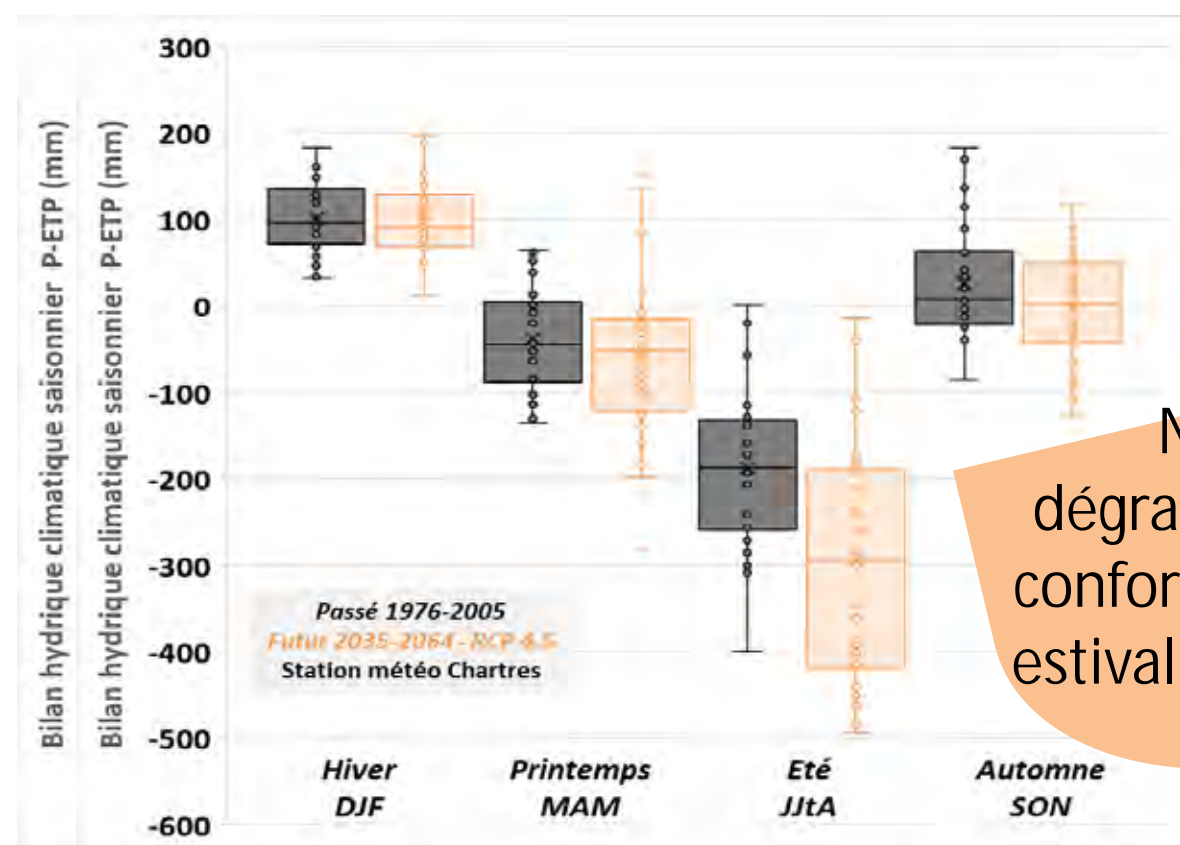
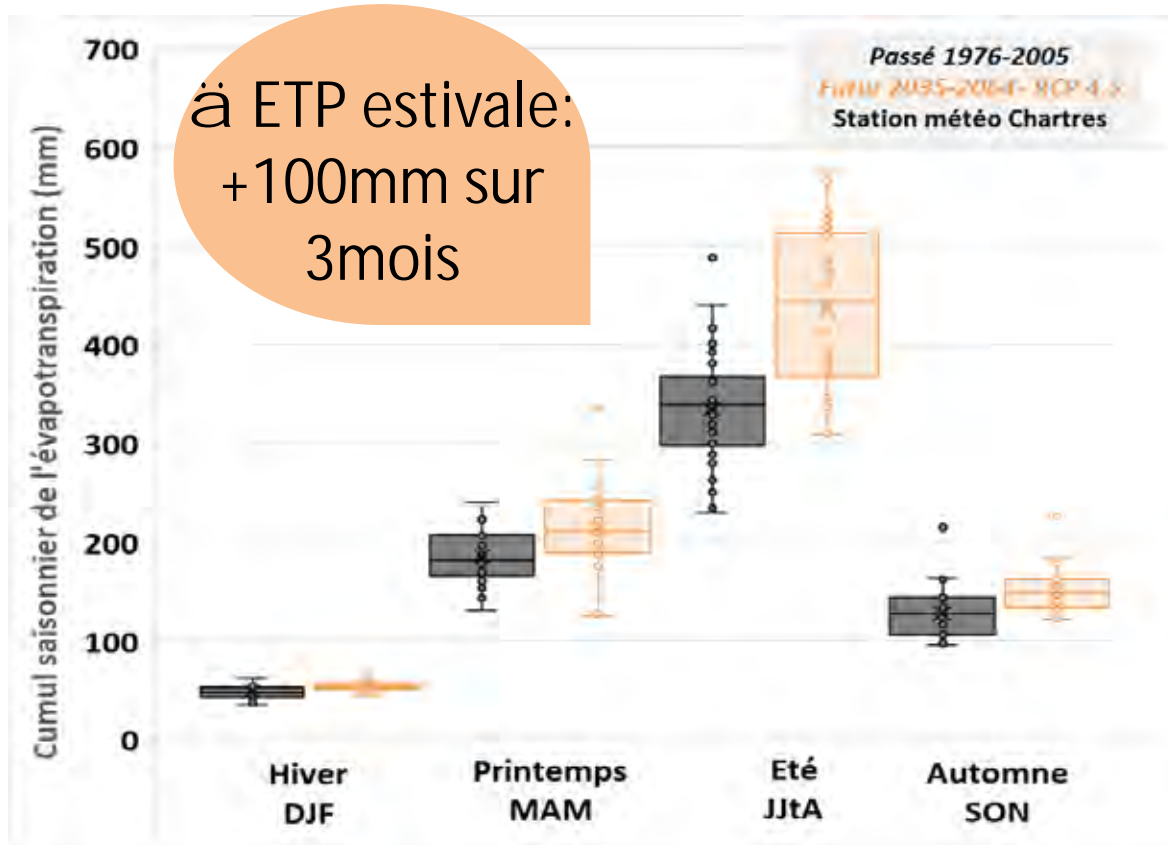
## Evolution des cumuls de pluie sur l'année: pas de tendance nette

Cumul annuel de précipitations: rapport à la référence (%) 1961-1990



Source : Drias, données Météo-France, CERFACS, IPSL, 2020. Modèle ALADIN63\_CNRM-CM5

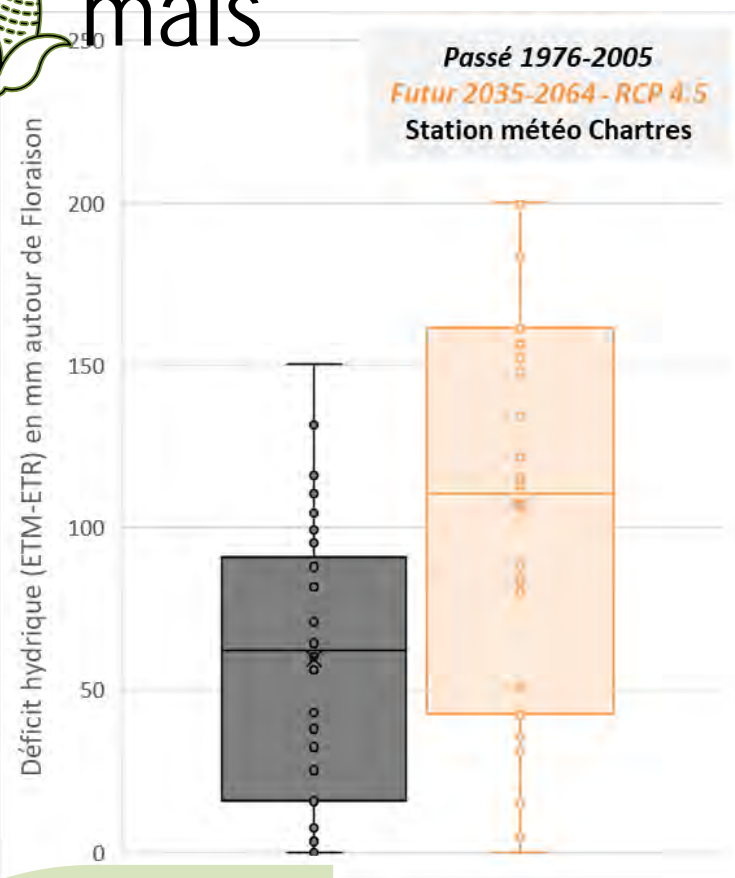
## La demande évaporative explose !



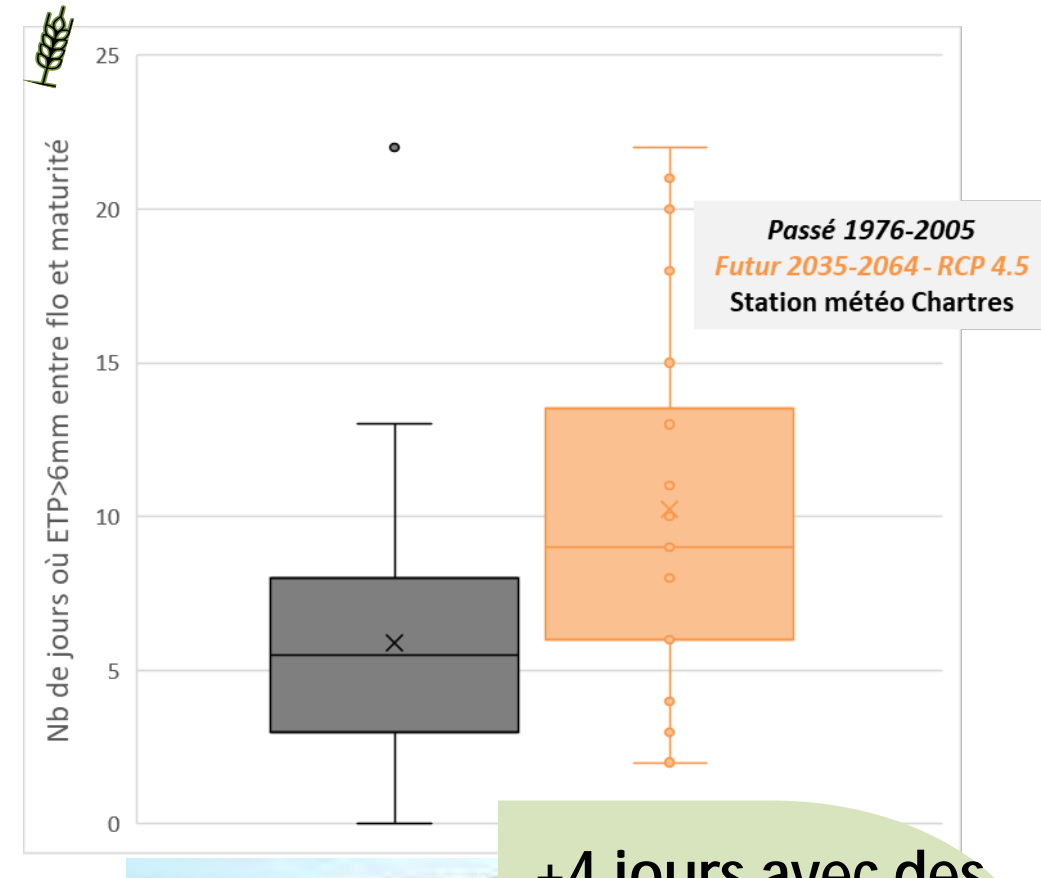
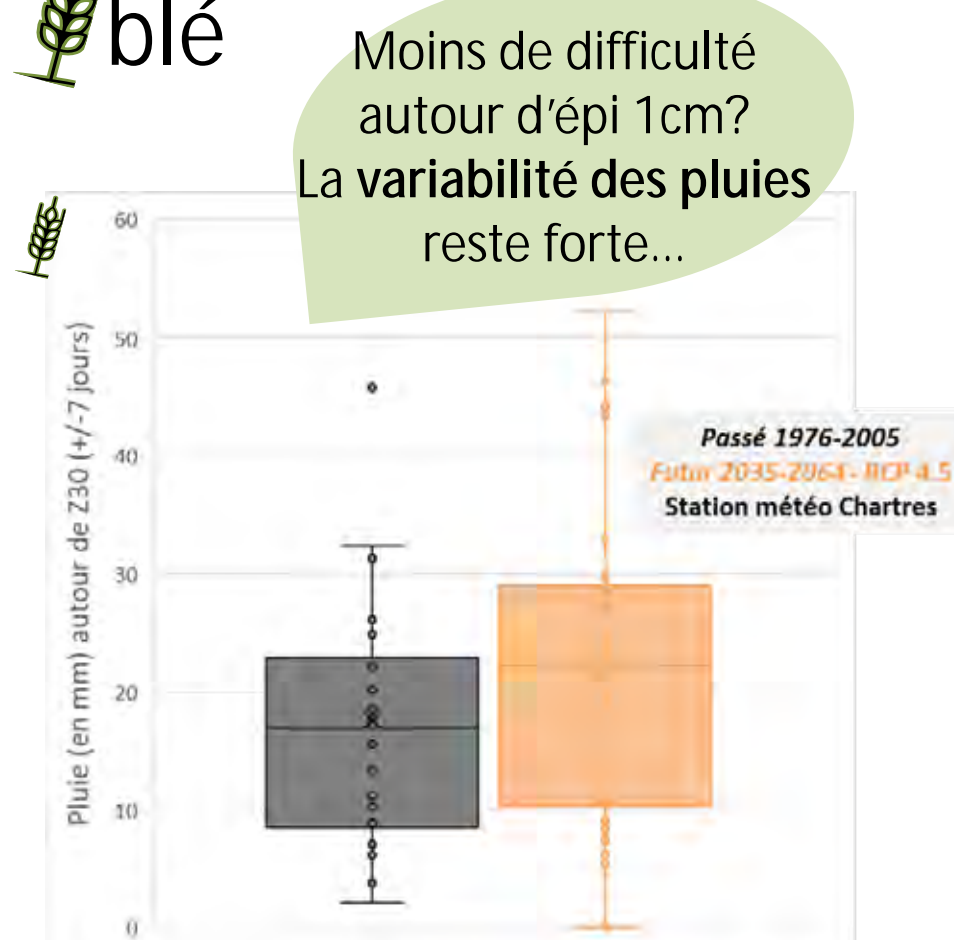
Source : Drias, données Météo-France, CERFACS, IPSL, 2020. Modèle ALADIN63\_CNRM-CM5

## Risques et opportunités pour les cultures

maïs



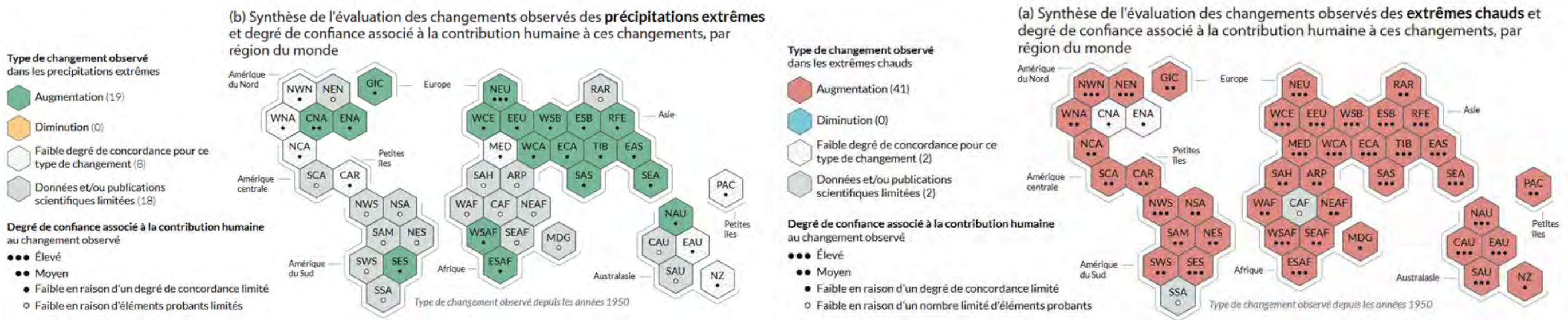
blé



Hypothèses: maïs G3 semis 20 avril; blé Apache semis 25 octobre  
Source : Drias, données Météo-France, CERFACS, IPSL, 2020. Modèle ALADIN63\_CNRM-CM5

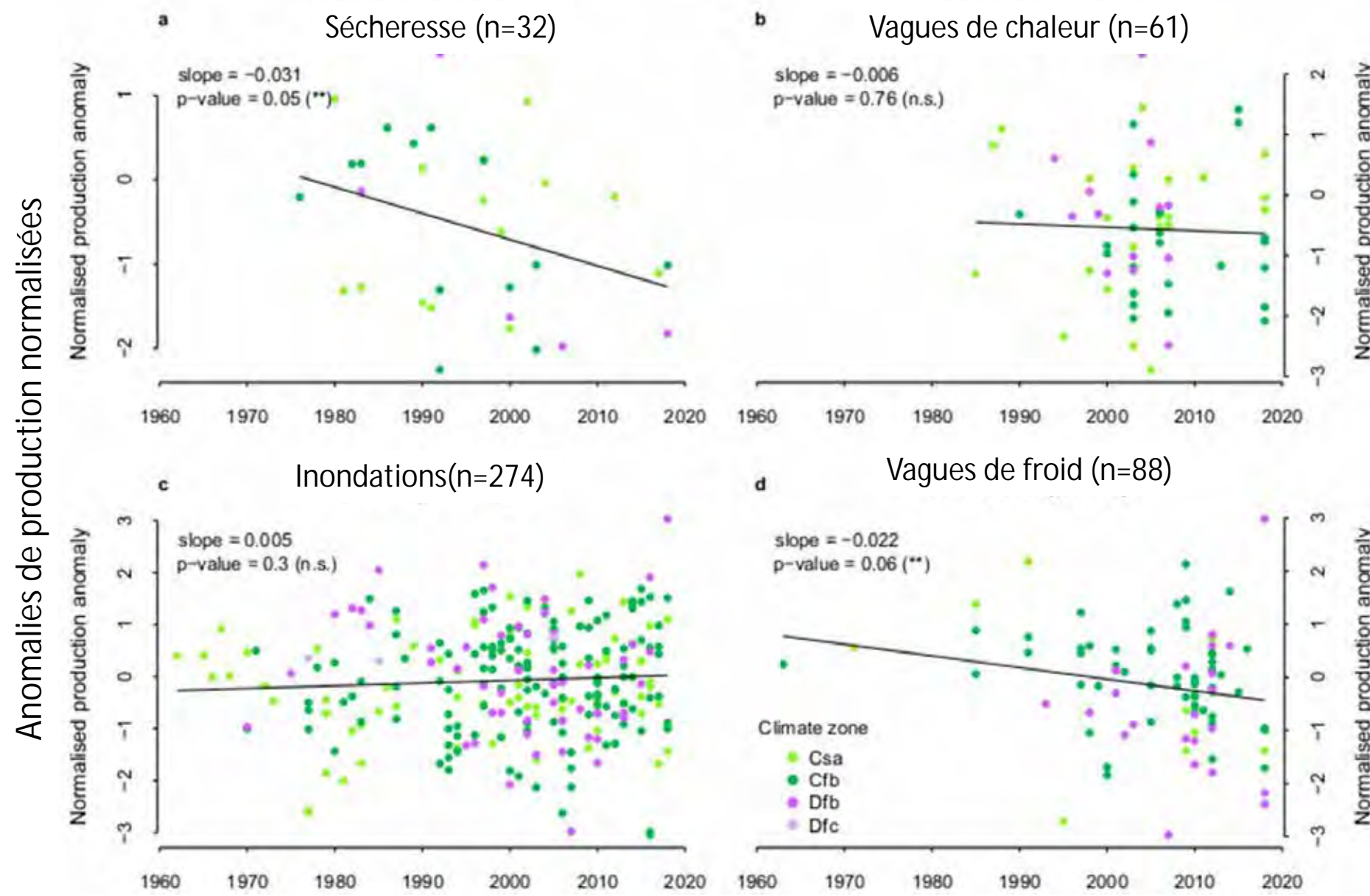
# Un climat plus extrême ?

## Constat avéré : changement de la fréquence et de l'intensité des aléas



Europe: anomalies de la production céréalière au cours des années où des catastrophes météorologiques extrêmes ont été signalées

Source: AR6 WGI SPM, Figure SPM.3



- La sévérité des sécheresses et des vagues de chaleur ont triplé sur les 50 dernières années en Europe
- Sécheresses et vagues de chaleur sont particulièrement néfastes pour la production céréalière
- Les pertes moyennes de rendement céréalière plus importantes en Europe de l'Est

Classification de Koepen  
Cfb: tempéré océanique  
Csa: méditerranéen  
Dfb: Été chaud continental humide,  
Dfc: subarctique

Brás, T. A., Seixas, J., Carvalhais, N., Jägermeyr, J. (2021): Severity of drought and heatwave crop losses tripled over the last five decades in Europe. - Environmental Research Letters, 16, 6, 065012.  
<https://doi.org/10.1088/1748-9326/abf004>

## « L'augmentation de l'ampleur du réchauffement accroît la probabilité d'incidences graves, généralisées et irréversibles »

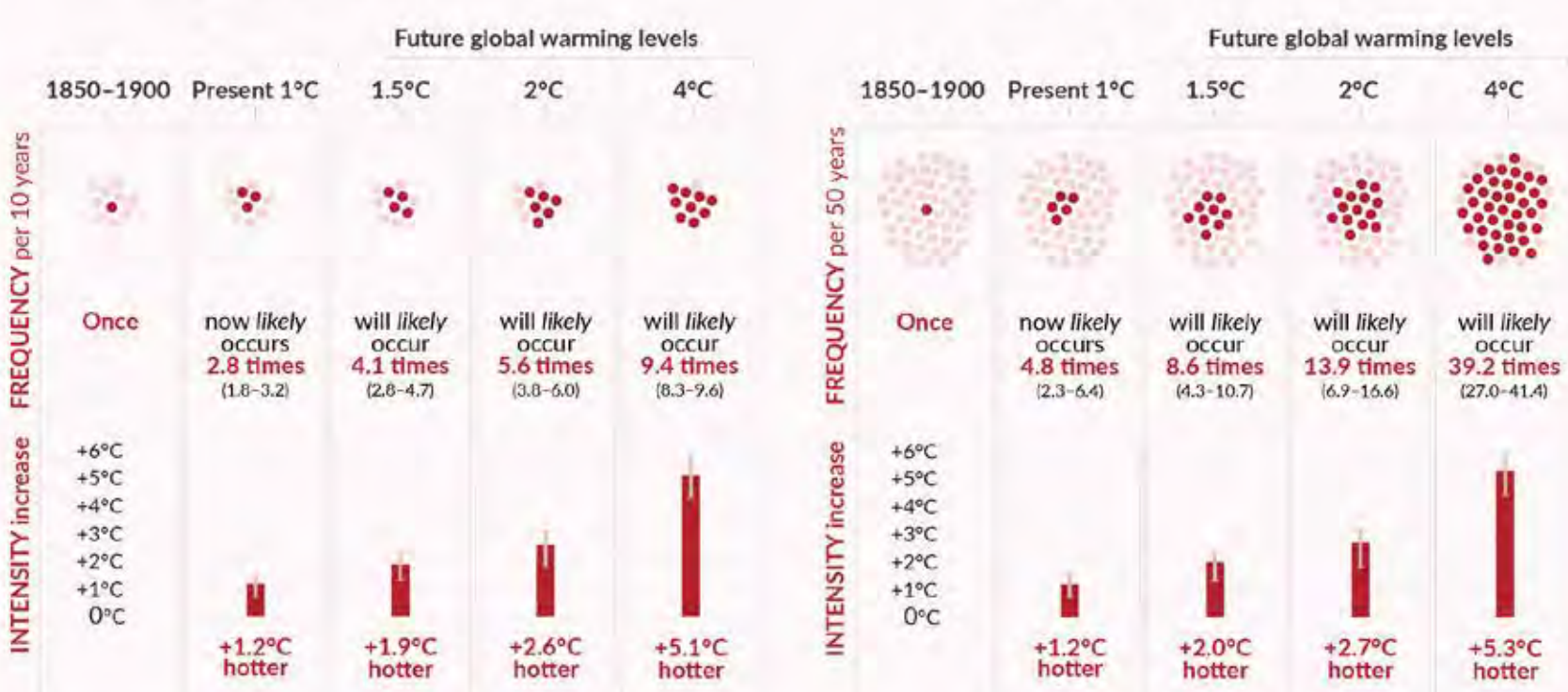
IPCC 2021

Changements prévus dans les phénomènes extrêmes plus fréquents et plus intenses à chaque augmentation supplémentaire du réchauffement

(Source: AR6 WGI SPM, Figure SPM.6)

Températures extrêmes chaudes sur les surfaces terrestres

Augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements de températures extrêmes avec une durée de retour de 10 ans ou 50 ans en moyenne dans un climat sans influence humaine

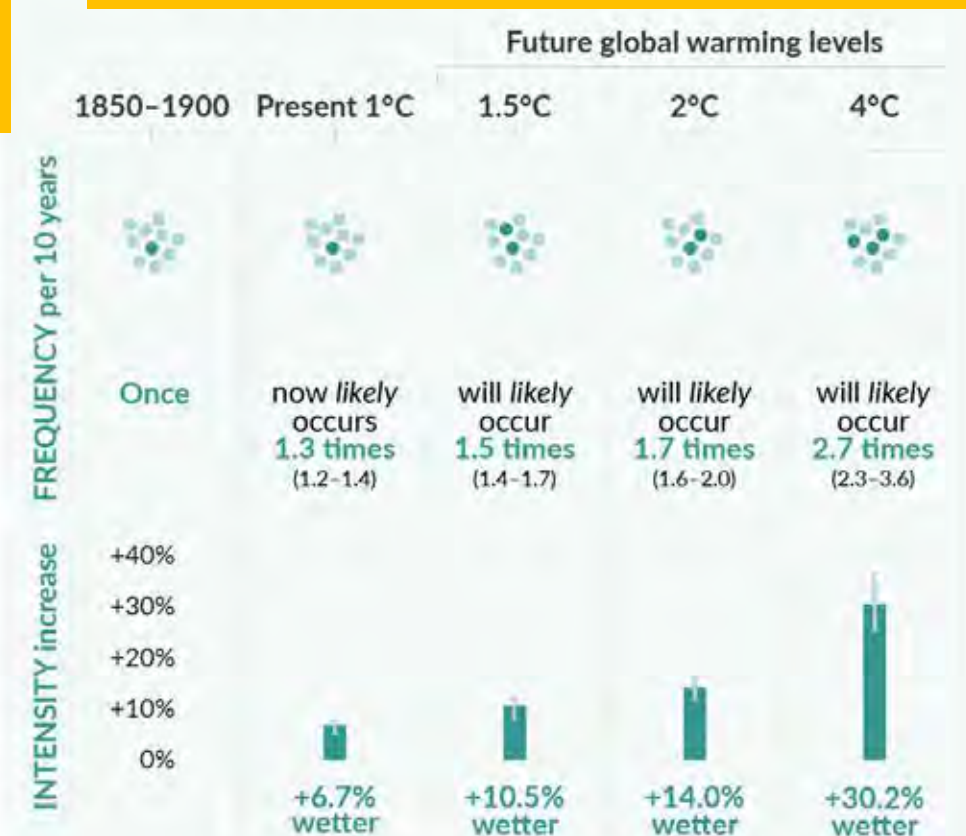


Période de retour 10 ans

Période de retour 50 ans

Pluies intenses sur les surfaces terrestres

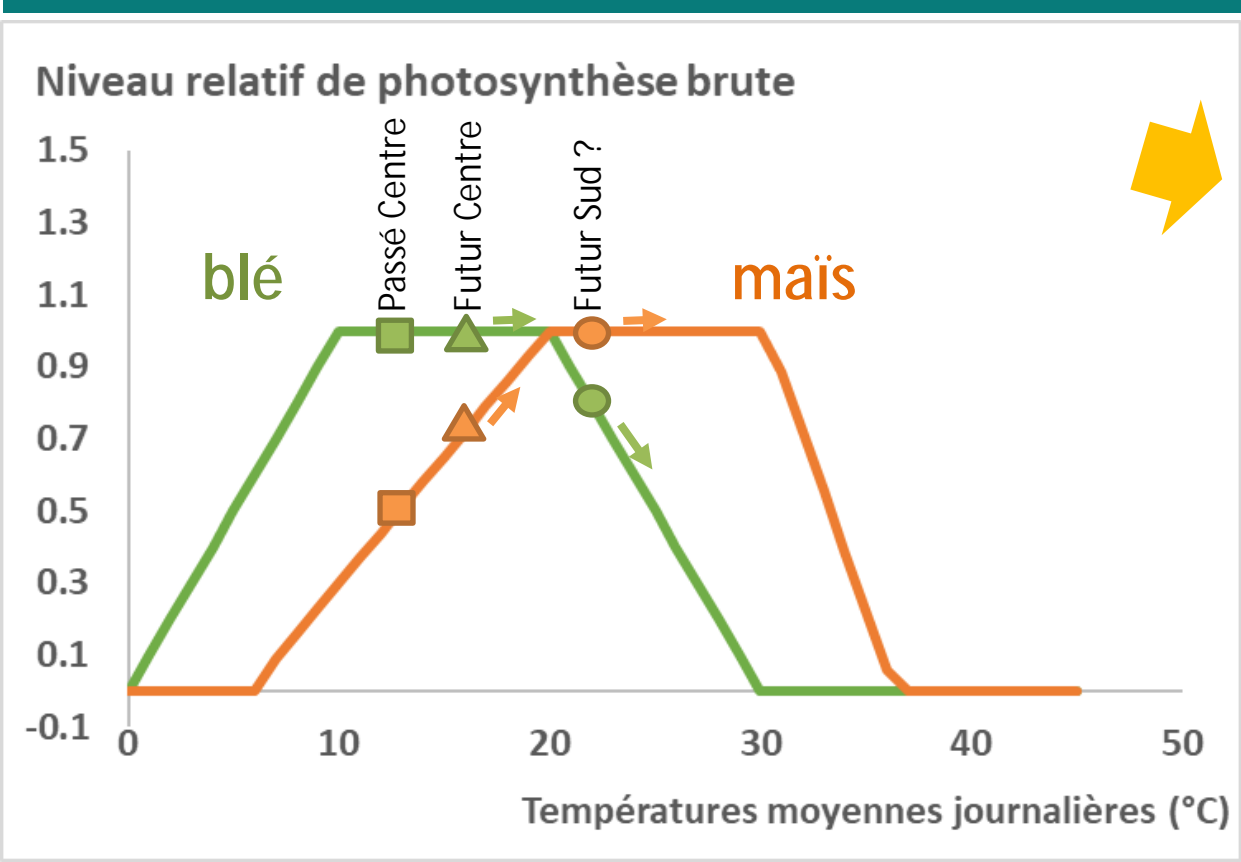
Augmentation de la fréquence et de l'intensité des pluies intenses journalières avec une durée de retour de 10 ans en moyenne dans un climat sans influence humaine



Période de retour 10 ans

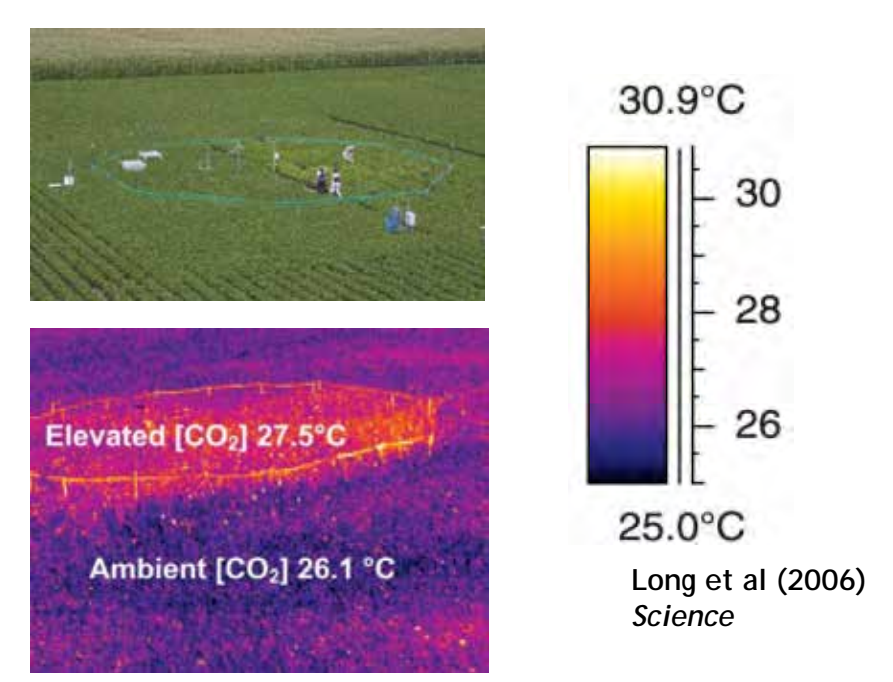
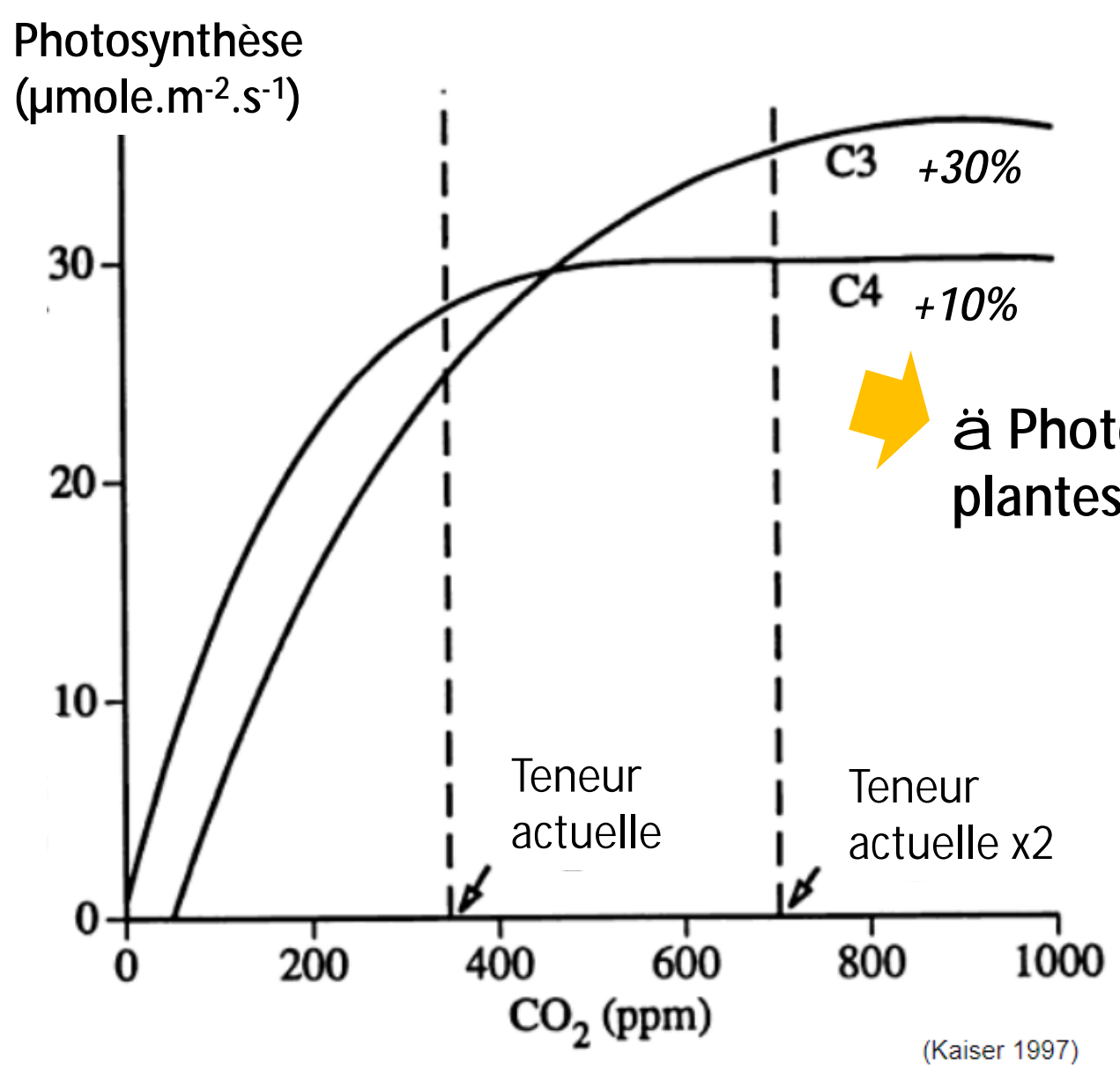
# Impacts du changement climatique sur la photosynthèse

## à T°C: effets contrastés selon le type de plante



Plantes en C4 (maïs): vers un meilleur rendement photosynthétique ?  
Plantes en C3 (blé): un rendement photosynthétique qui stagne voire diminue dans les zones les plus chaudes ?

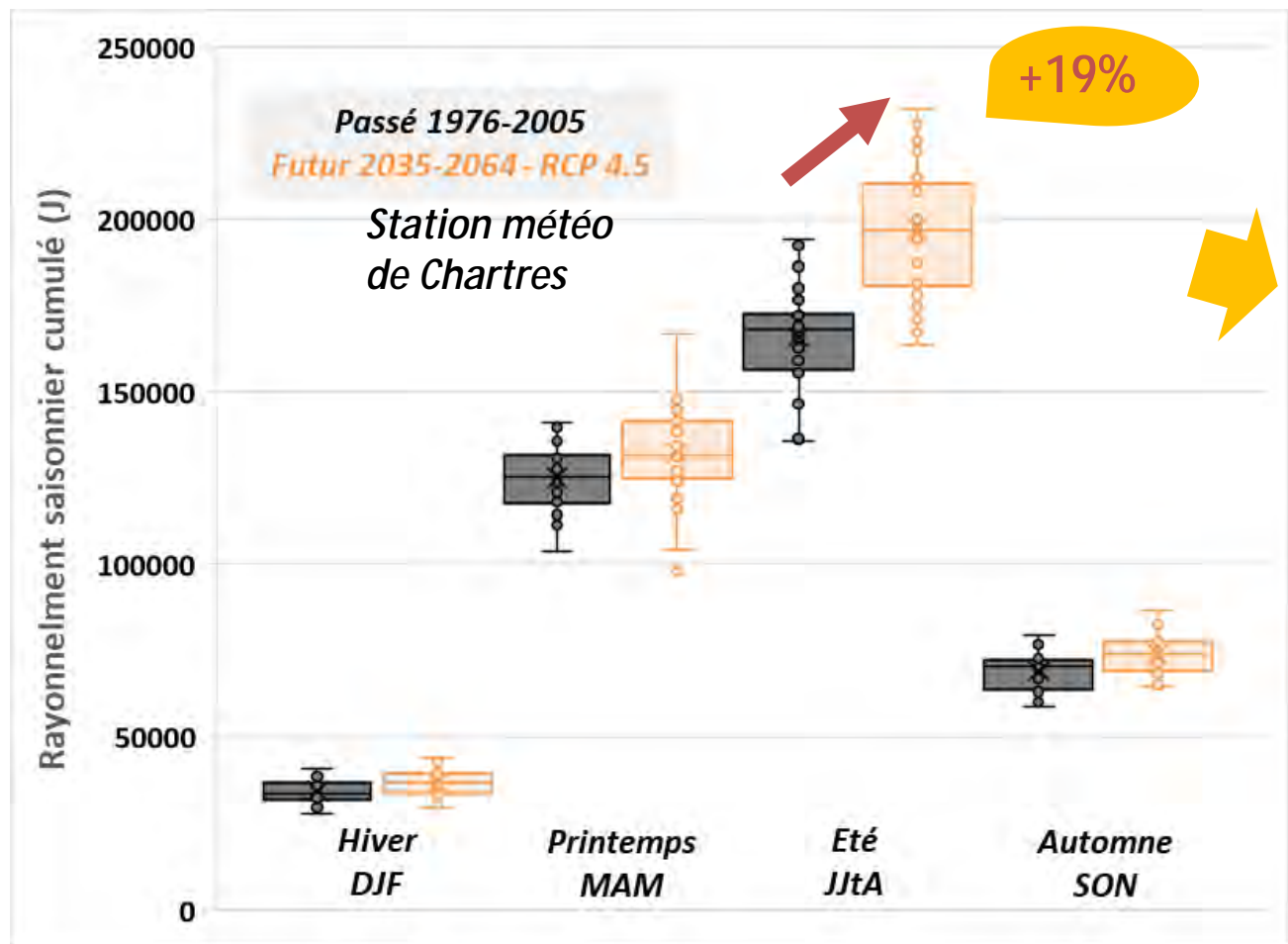
## à [CO2]: impacts positifs et négatifs sur la photosynthèse!



à Photosynthèse des plantes en C3 (blé)?

æ Transpiration => ↗ T°C & risque échauffement, baisse efficacité photosynthèse à certaines T°. Amplifié par stress hydrique!

## à rayonnement? = hausse de l'offre climatique?



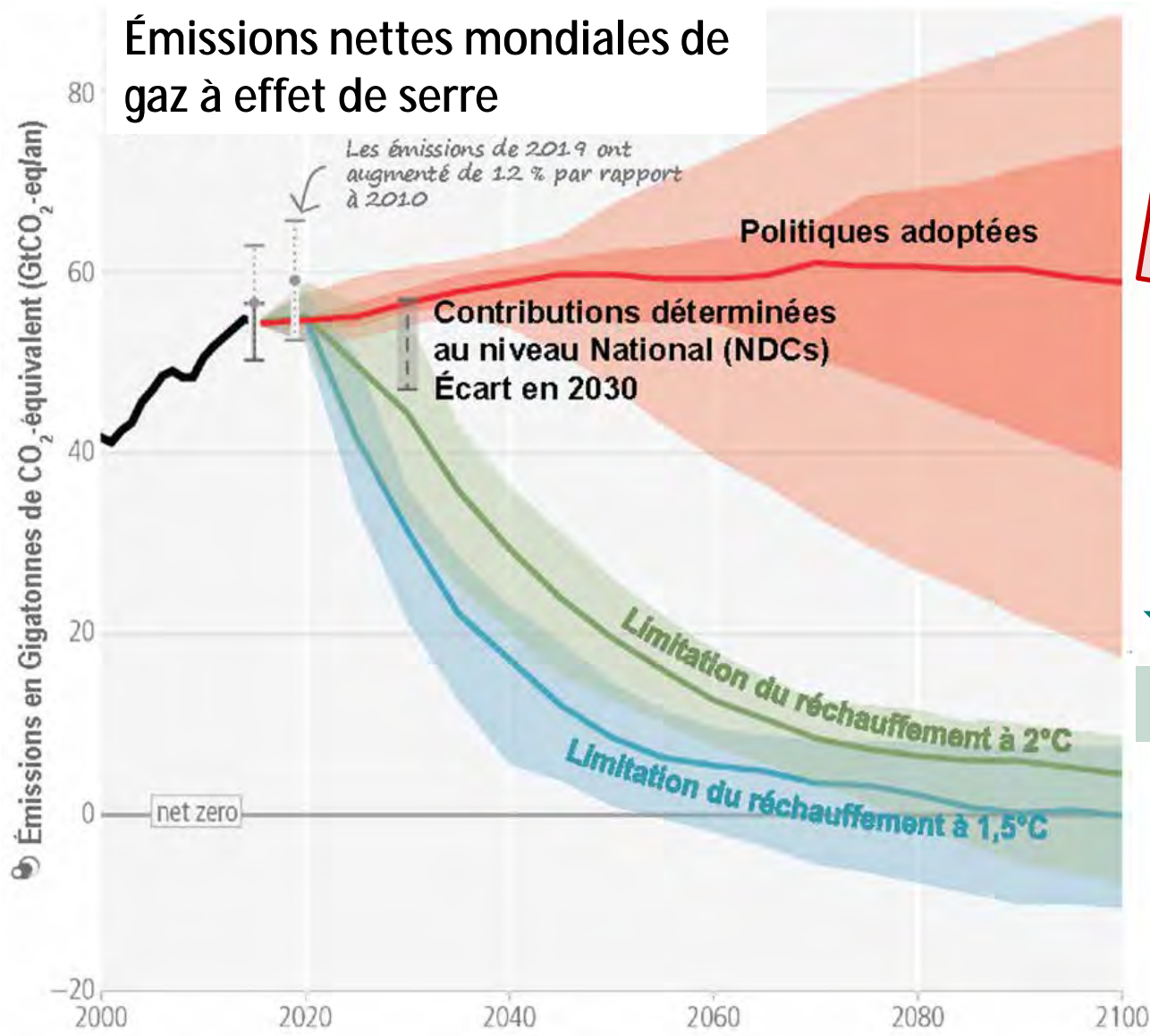
Hausse du rayonnement surtout en été et, dans une moindre mesure le reste de l'année  
Attention: variable très mal cernée dans les modèles de projections climatiques!

Source : Drias, données Météo-France, CERFACS, IPSL, 2020. Modèle ALADIN63\_CNRM-CM5

- Interactions T°C x CO2 x eau sur la photosynthèse
- Evolutions du rayonnement mal cernées
- Adaptation des plantes: quelle résultante?

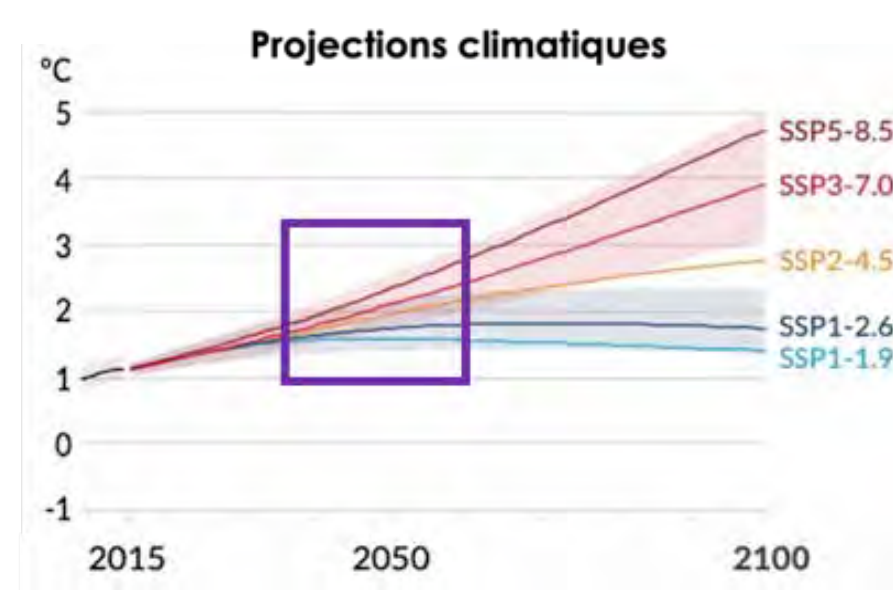
# Des actions à la hauteur des enjeux climatiques ?

## Accords internationaux : engagements et actions



**Réchauffement de 3.2°C**  
(variation de 2.2 à 3.5°C)  
= on continue à accumuler des gaz à effets de serre ! 😓

Pour limiter le réchauffement à 2°C il faut **+ d'efforts!**



### Objectifs des Accords de Paris (COP21 en 2015)

- ↳ Maintenir l'augmentation de la température moyenne bien en dessous de 2 °C et de préférence de limiter à 1,5 °C
- ↳ Atteindre le niveau net zéro dans la 2e moitié du XXIe siècle
- ↳ Renforcer les capacités d'adaptation aux effets néfastes des changements climatiques

**Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) = - 4.7% par an sur la période 2022-2030 !**  
(contre -1.7% d'émissions observées depuis 2010...)

- ↳ neutralité carbone à l'horizon 2050
- ↳ réduire l'empreinte carbone des Français

## Quelle trajectoire pour l'agriculture française?

En France l'agriculture contribue à l'émission de 20% des gaz à effet de serre :

**N<sub>2</sub>O** 1<sup>er</sup> GES de l'agriculture (50%)

**Origine :**  
Emissions directes et indirectes par les sols agricoles  
Productions animales  
Gestions des déchets

**1g N<sub>2</sub>O = 298g CO<sub>2</sub>**

**CH<sub>4</sub>** 2<sup>e</sup> GES de l'agriculture (40%)

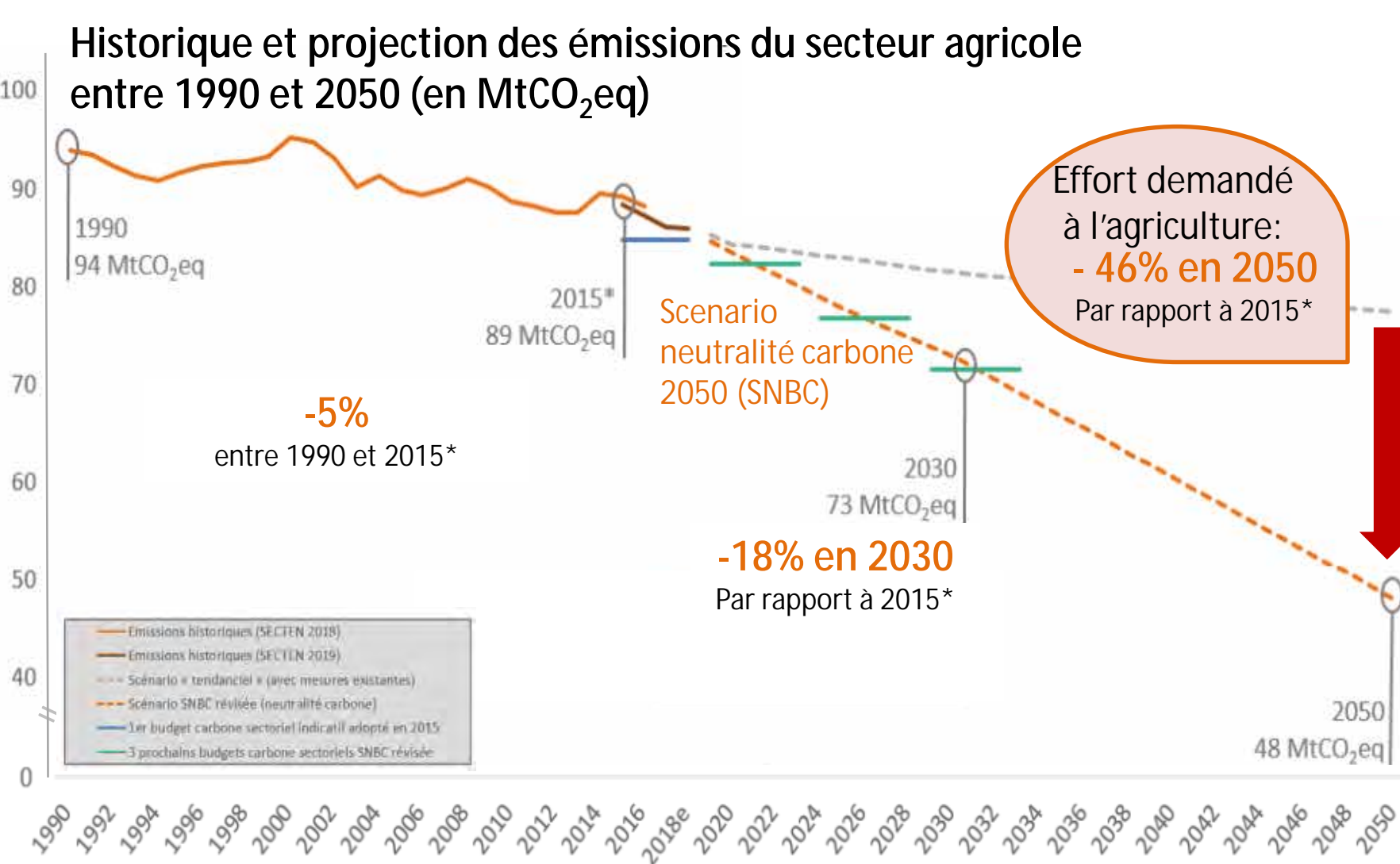
**Origine :**  
Fermentation entérique  
Gestion des effluents

**1g CH<sub>4</sub> = 28g CO<sub>2</sub>**

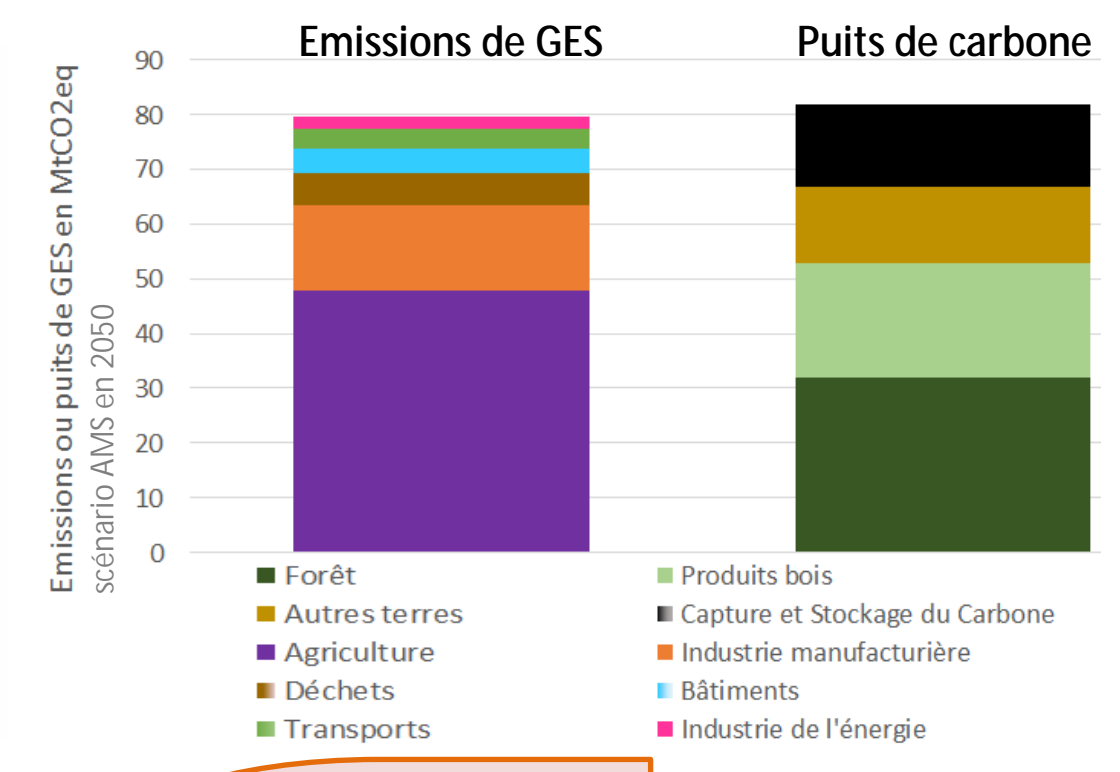
**CO<sub>2</sub>** 3<sup>e</sup> GES de l'agriculture (10%)

**Origine :**  
combustion énergies fossiles  
déforestation importée

Emissions agricoles :  
- majoritairement d'origine **non énergétique**  
- contrôlées par des **processus biologiques**



**Neutralité carbone 2050:** la quantité de GES émise est égale à la quantité absorbée par les puits de carbone

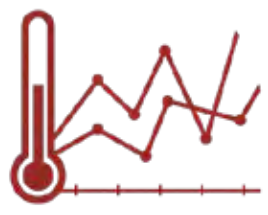


**Agriculture émettrice ET puits de carbone!**

\*Les émissions utilisées pour l'année 2015 sont celles de l'inventaire CITEPA SECTEN 2018

**NB** Objectifs de réduction des émissions 2050 par rapport à 2015 des autres secteurs:  
Industrie : -81% Transport: -97% Bâtiments: -95%

# Colza et changement climatique : des challenges possibles à relever



Augmentation des températures



Augmentation des aléas et épisodes extrêmes



Moins d'eau au semis



Augmentation du CO<sub>2</sub>



## Principaux impacts sur le colza

Températures automnales plus douces favorisant une croissance continue

Interaction du rendement avec rayonnement au printemps

Risque de gel réduit

Fortes capacités de compensation

Bonne capacité d'enracinement pour capter l'eau en profondeur



Terres Inovia : N. Harel

Difficulté d'implantation liée à la sécheresse : levée absente, irrégulière ou tardive

Hausse des températures favorisant les ravageurs (notamment en automne)

Difficulté de remplissage des grains en raison des stress thermiques (sénescence précoce)

Anoxie racinaire favorisée par les épisodes très pluvieux

## S'adapter pour assurer un colza « robuste »



Soigner l'implantation pour favoriser une levée précoce, des pieds vigoureux, enracinement profond

Associer le colza à une légumineuse gélive

Envisager une irrigation au semis pour assurer la réussite de la levée

Améliorer la génétique pour une meilleure résistance au stress hydrique de printemps

Robustesse



Evitement

Utiliser un outil de prévision des pluies d'août pour piloter le semis

Choisir une variété à reprise précoce

Capacités d'adaptation



Impacts

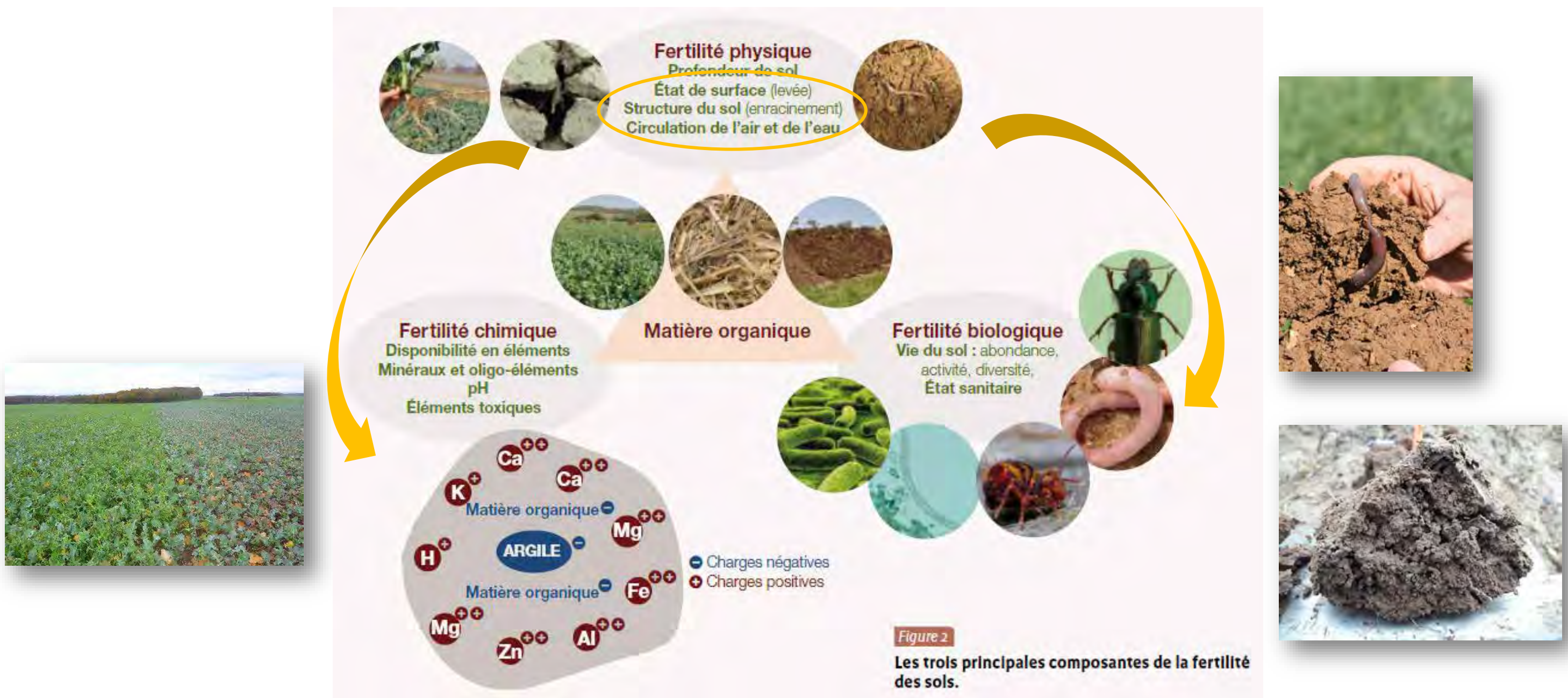
Vulnérabilité





# Travail du sol : observer et agir à l'échelle de la rotation

## Structure du sol : une des composantes de la fertilité du sol



## Objectifs de l'observation : diagnostiquer, évaluer, décider



1- Prélever un bloc



2- Observer l'état général du bloc



3- Observer l'état interne des mottes



Etat général Ouvert (O)



Etat général Bloc (B)



Etat général Continu (C)



Etat interne mottes Poreux (Γ)



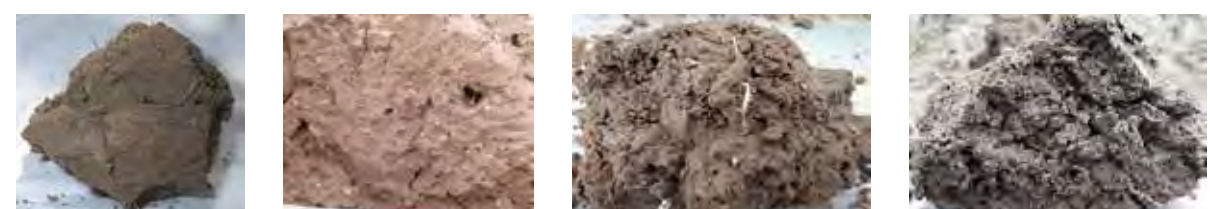
Etat interne mottes Poreux (Γ)



Etat interne mottes Tassé (Δ)



Etat interne mottes Fissuré (φ)



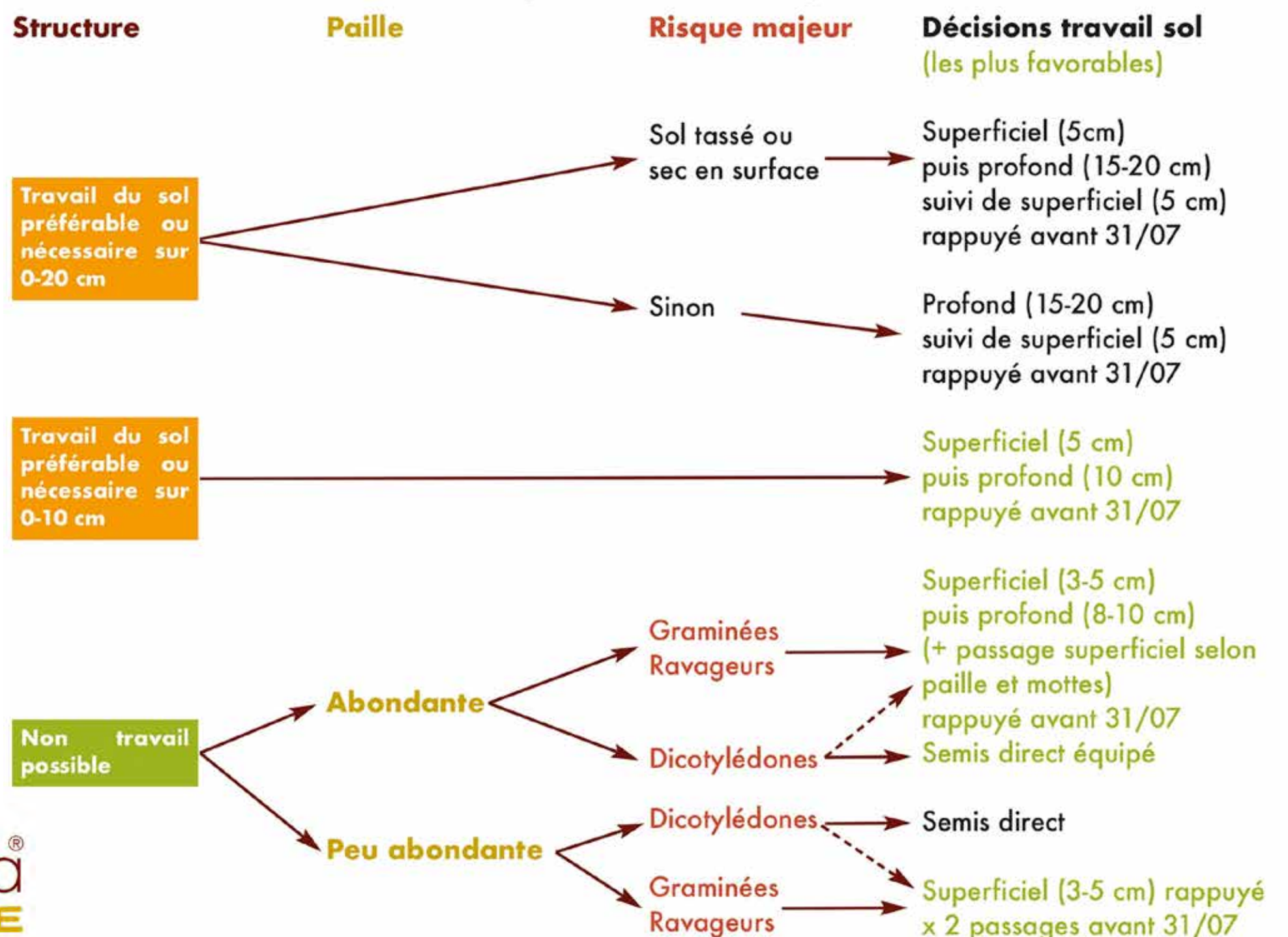
# Travail du sol : de l'observation à la prise de décision

Adapter le travail du sol aux observations et aux objectifs :

		Etat interne des mottes		
		Poreux (Gamma $\Gamma$ )	Fissuré (Phy $\Phi$ , lamellaire P)	Tassé (Delta $\Delta$ )
Etat général du bloc prélevé	Ouvert (terre fine)	Non travail possible	Non travail possible	Peu probable
	Bloc (mottes décimétrique)	Non travail possible	Sur 10-20 cm uniquement Non travail possible	Sur 0-10 cm uniquement Travail du sol préférable sur 0-10 cm
			Sur 0-10 cm Travail du sol préférable sur 0-10 cm	Sur 0-20 cm ou 10-20 cm Travail du sol préférable sur 0-20 cm
Continu (monobloc)	Situations rares de sol non travaillé depuis de nombreuses années fortement rattachés mais non tassés	Sur 0-10 cm uniquement Travail du sol préférable sur 0-10 cm  Sur 0-20 cm ou 10-20 cm Travail du sol préférable sur 0-20 cm	Sur 0-10 cm uniquement Travail du sol nécessaire sur 0-10 cm  Sur 0-20 cm ou 10-20 cm Travail du sol nécessaire sur 0-20 cm	



## En sol argileux (>22-25 % argiles)



# Tableau de bord général « colza robuste »



Colza robuste et performant
Appréciation agriculteur
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"><div style="width: 33%; height: 15px; background-color: red;"></div><div style="width: 33%; height: 15px; background-color: orange;"></div><div style="width: 33%; height: 15px; background-color: green;"></div></div>
non    partiel    oui

Plantes saines à floraison
Plante saines (%)
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"><div style="width: 33%; height: 15px; background-color: red;"></div><div style="width: 33%; height: 15px; background-color: orange;"></div><div style="width: 33%; height: 15px; background-color: green;"></div></div>
60    80

Levée précoce
Date de levée
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"><div style="width: 33%; height: 15px; background-color: green;"></div><div style="width: 33%; height: 15px; background-color: orange;"></div><div style="width: 33%; height: 15px; background-color: red;"></div></div>
31/08    05/09

Pieds vigoureux
Biom. EH (g/plante)
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"><div style="width: 33%; height: 15px; background-color: red;"></div><div style="width: 33%; height: 15px; background-color: orange;"></div><div style="width: 33%; height: 15px; background-color: green;"></div></div>
40    60

Croissance dynamique et continue à l'automne
Biom. EH (kg/m²)
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"><div style="width: 33%; height: 15px; background-color: red;"></div><div style="width: 33%; height: 15px; background-color: orange;"></div><div style="width: 33%; height: 15px; background-color: green;"></div></div>
1,0    1,5

Reprise dynamique sortie hiver
Appréciation visuelle
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"><div style="width: 33%; height: 15px; background-color: red;"></div><div style="width: 33%; height: 15px; background-color: orange;"></div><div style="width: 33%; height: 15px; background-color: green;"></div></div>
non    partiel    oui

Nutrition optimale
Appréciation visuelle
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"><div style="width: 33%; height: 15px; background-color: red;"></div><div style="width: 33%; height: 15px; background-color: orange;"></div><div style="width: 33%; height: 15px; background-color: green;"></div></div>
non    partiel    oui

Peuplement maîtrisé
Peuplement levé (plante/m²)
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"><div style="width: 33%; height: 15px; background-color: green;"></div><div style="width: 33%; height: 15px; background-color: orange;"></div><div style="width: 33%; height: 15px; background-color: red;"></div></div>
35    50

Pivot bien développé
Longueur pivot EH (cm)
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"><div style="width: 33%; height: 15px; background-color: red;"></div><div style="width: 33%; height: 15px; background-color: orange;"></div><div style="width: 33%; height: 15px; background-color: green;"></div></div>
10    15

**Pratiques-clés :**

- Semis précoce
- Travail du sol optimisé (éviter l'assèchement, la gêne des résidus, obtenir une structure du lit de semence favorable).

**Pratiques-clés :**

- Maîtrise de la densité de semis

**Pratiques-clés :**

- En amont : éviter les tassements.
- Dans l'interculture avant colza : restructurer le sol si tassement avéré.

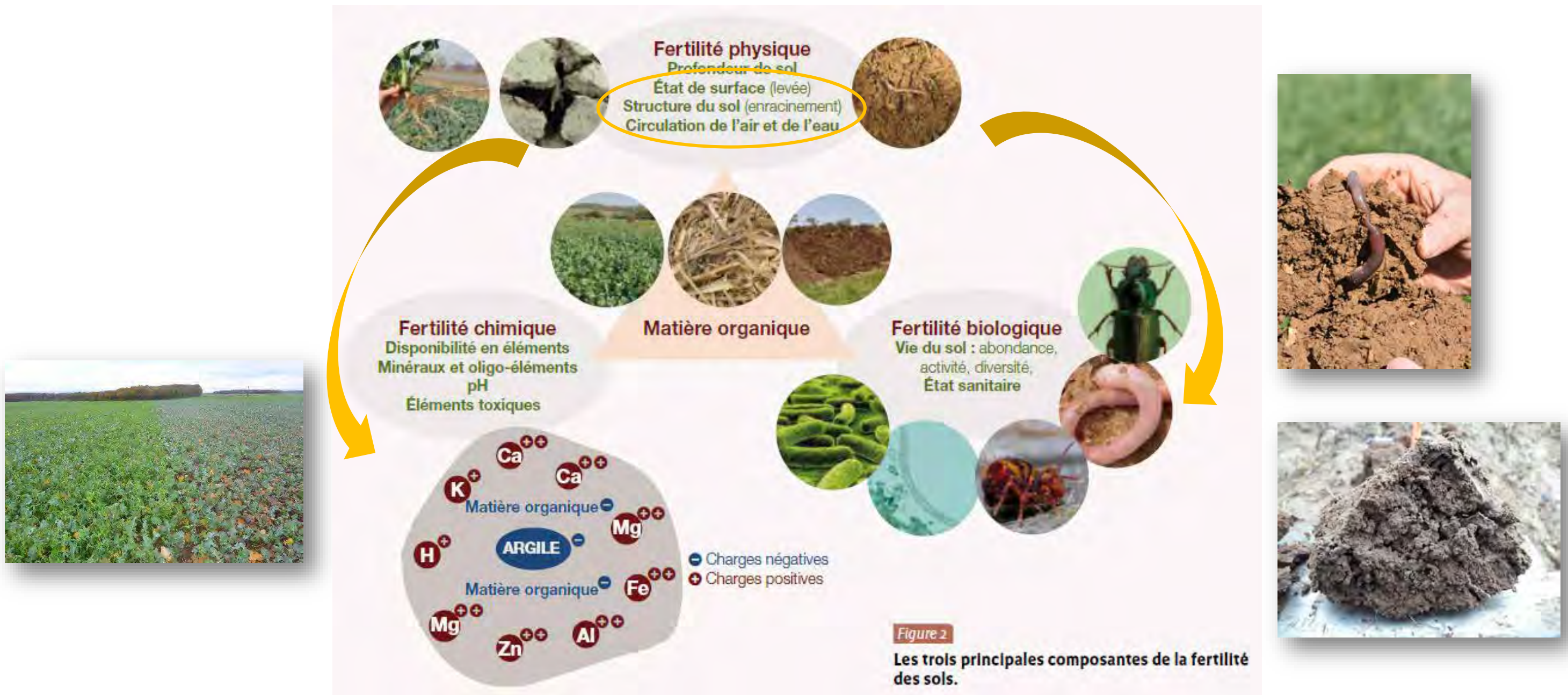
**Pratiques-clés :**

Sauf en sols à forte minéralisation :

- Précédent légumineuse
- ou fertilisation minérale ou organique au semis
- et association avec des légumineuses gélives.

# Travail du sol : observer et agir à l'échelle de la rotation

## Structure du sol : une des composantes de la fertilité du sol



## Objectifs de l'observation : diagnostiquer, évaluer, décider



1- Prélever un bloc



2- Observer l'état général du bloc



3- Observer l'état interne des mottes



Etat général Ouvert (O)



Etat général Bloc (B)



Etat général Continu (C)



Etat interne mottes Poreux (Γ)



Etat interne mottes Poreux (Γ)



Etat interne mottes Tassé (Δ)

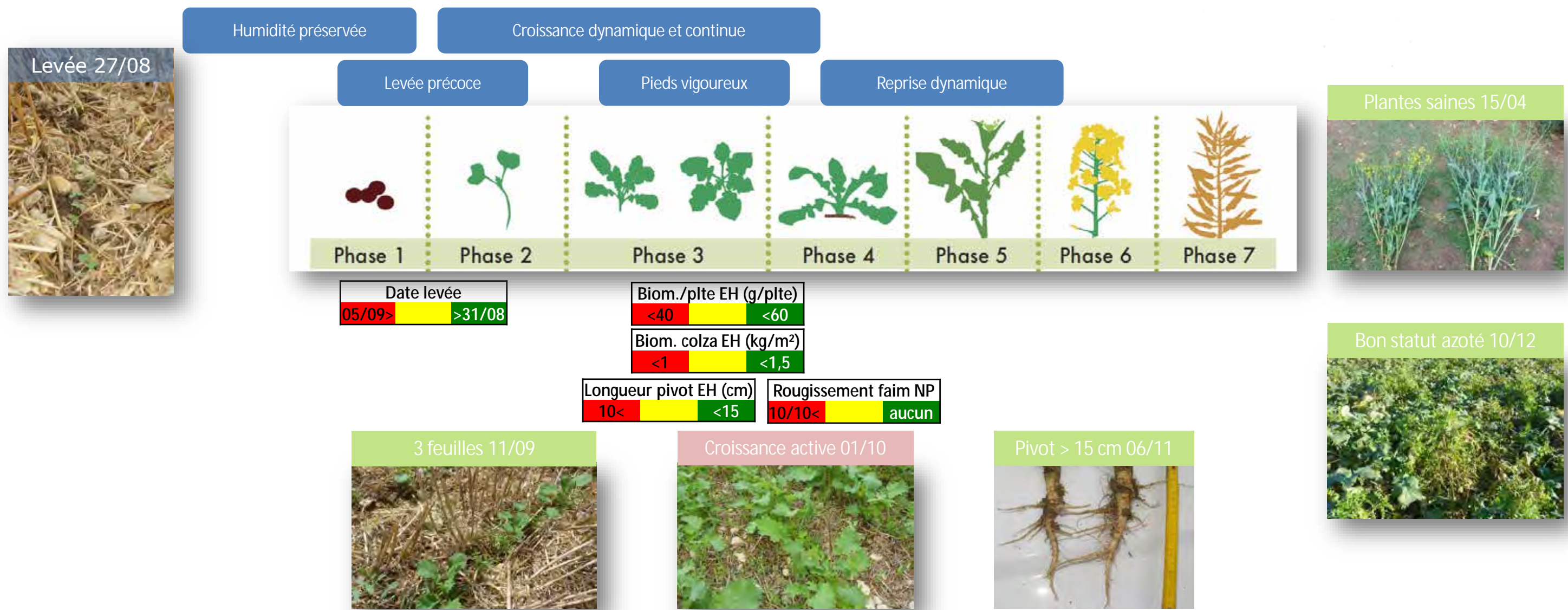
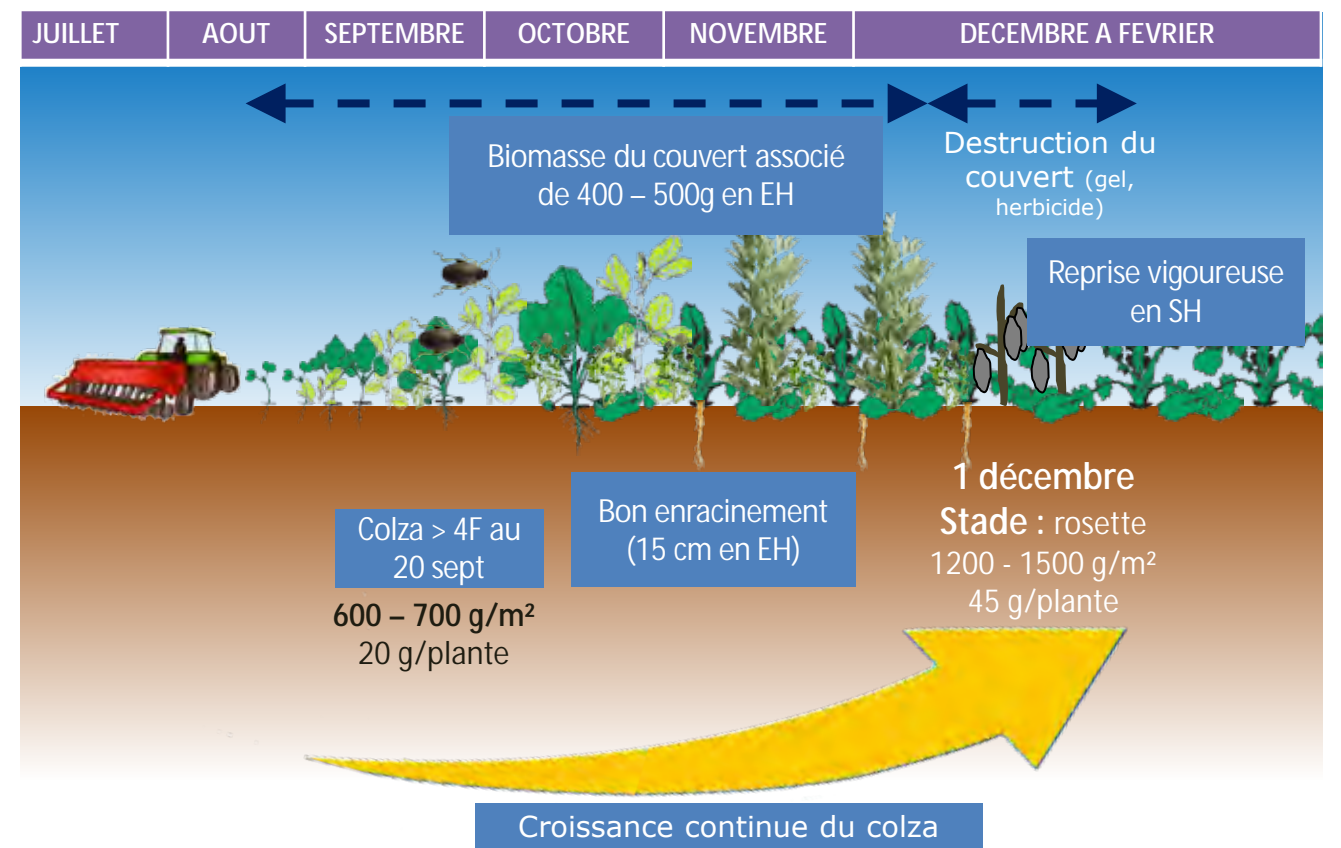
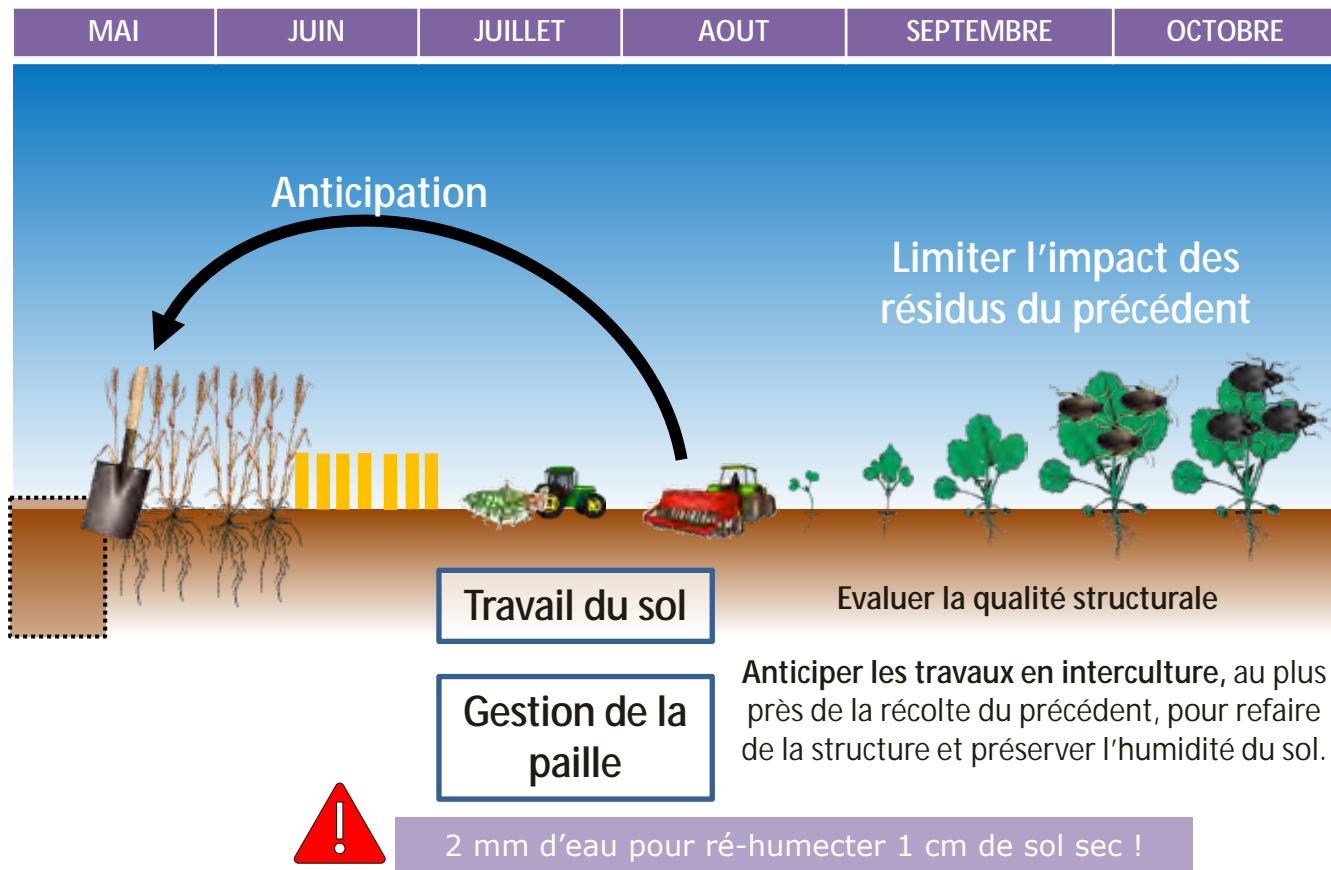


Etat interne mottes Fissuré (φ)



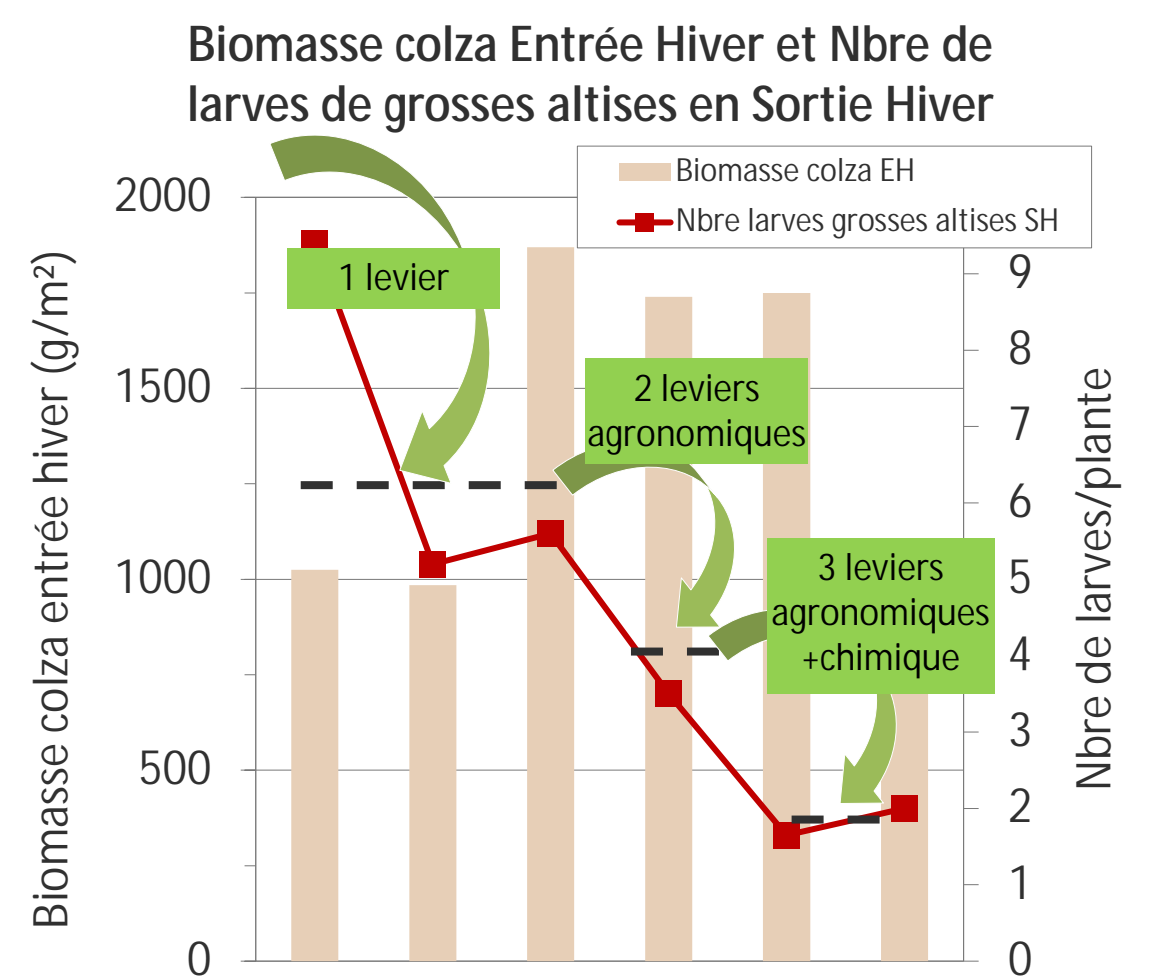
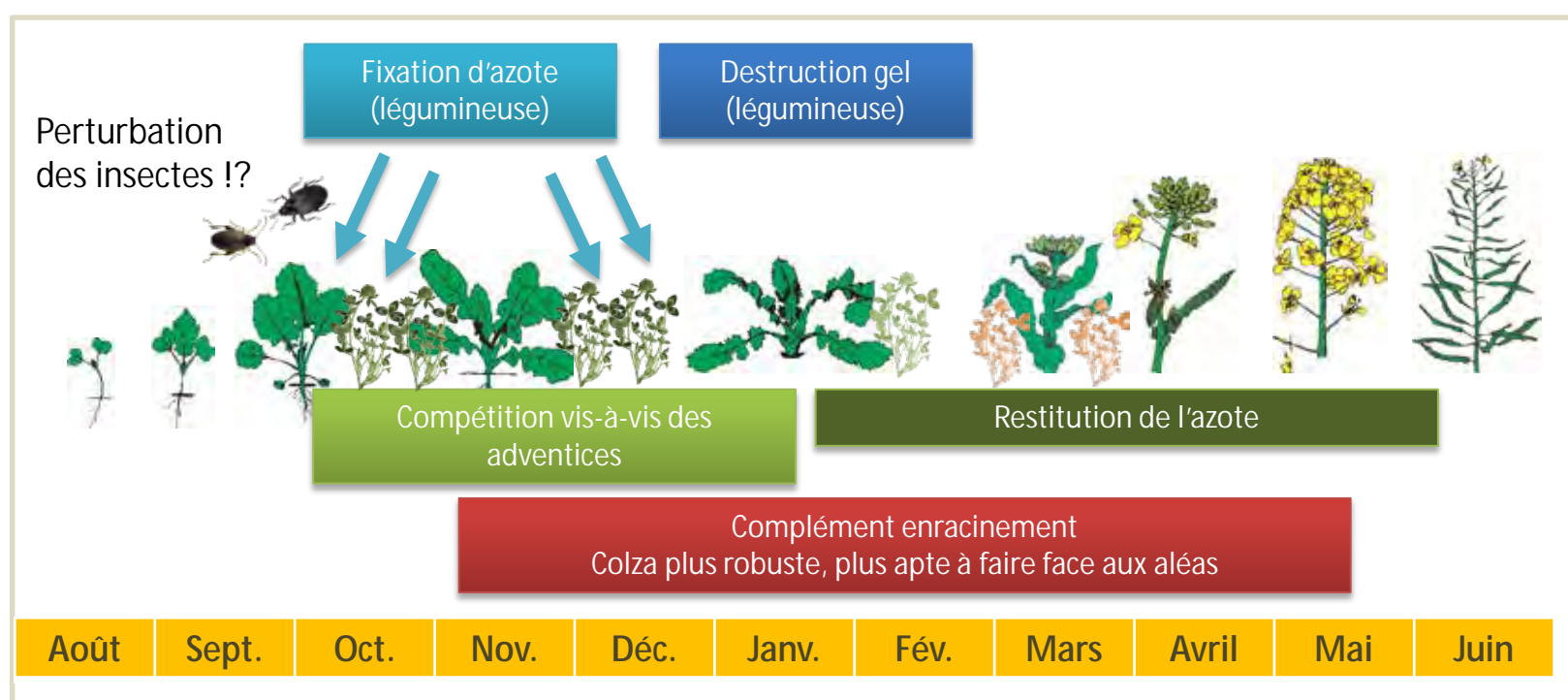
# La combinaison des leviers pour un colza robuste

## Les repères d'un colza robuste : anticiper et s'adapter



## Colza associé : un levier supplémentaire

1. Contribuer à la **fertilité** des sols
2. Limiter les effets négatifs de l'**hydromorphie** et de la **battance**
3. Contribuer à **limiter les dégâts d'insectes**
4. Améliorer la **nutrition azotée** du colza
5. Augmenter la **concurrence** de la culture vis-à-vis des **adventices**



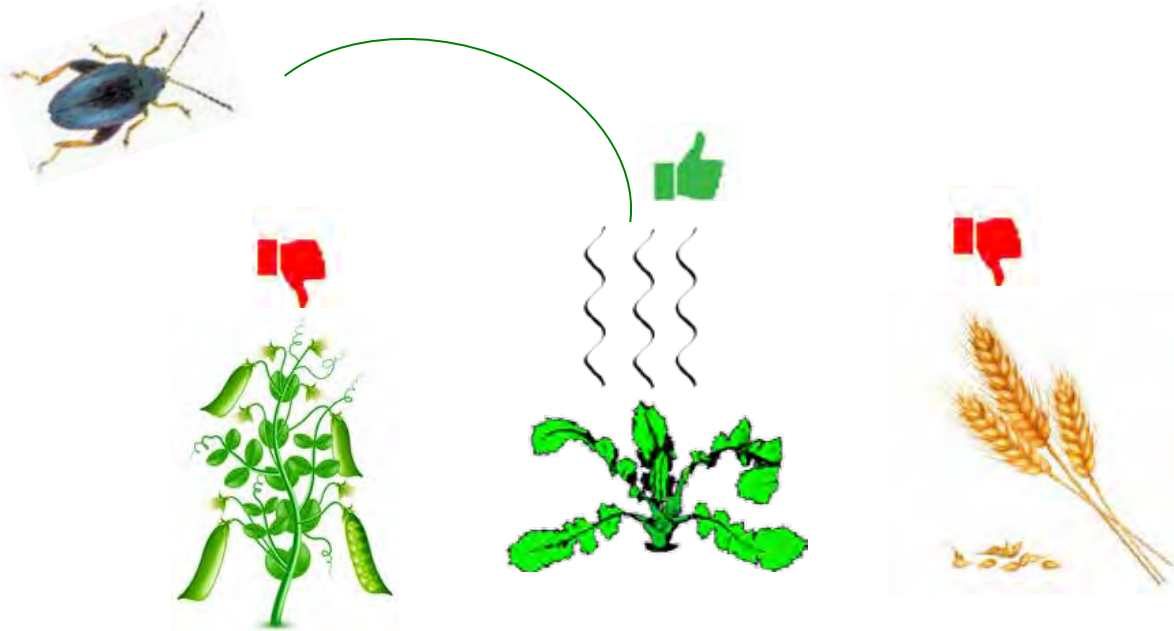
N+P au semis			oui	oui	oui	
Féverole associée		oui		oui	oui	
Insecticide					oui	oui

# Modifier le comportement des altises d'hiver, une piste prometteuse pour réduire les dégâts sur colza

Les leviers agronomiques efficaces pour réduire les dégâts d'altises d'hiver (semis précoces, associations avec des légumineuses gélives...) sont mis à rude épreuve : les conditions sèches de la fin de l'été pénalisent l'implantation du colza, étape clé pour limiter la nuisibilité des insectes d'automne. Terres Inovia et les acteurs de la recherche et du développement recherchent et expérimentent de nouveaux leviers de gestion, de l'échelle de la parcelle à l'échelle du paysage.

## Objectif : détourner les altises des colzas à protéger

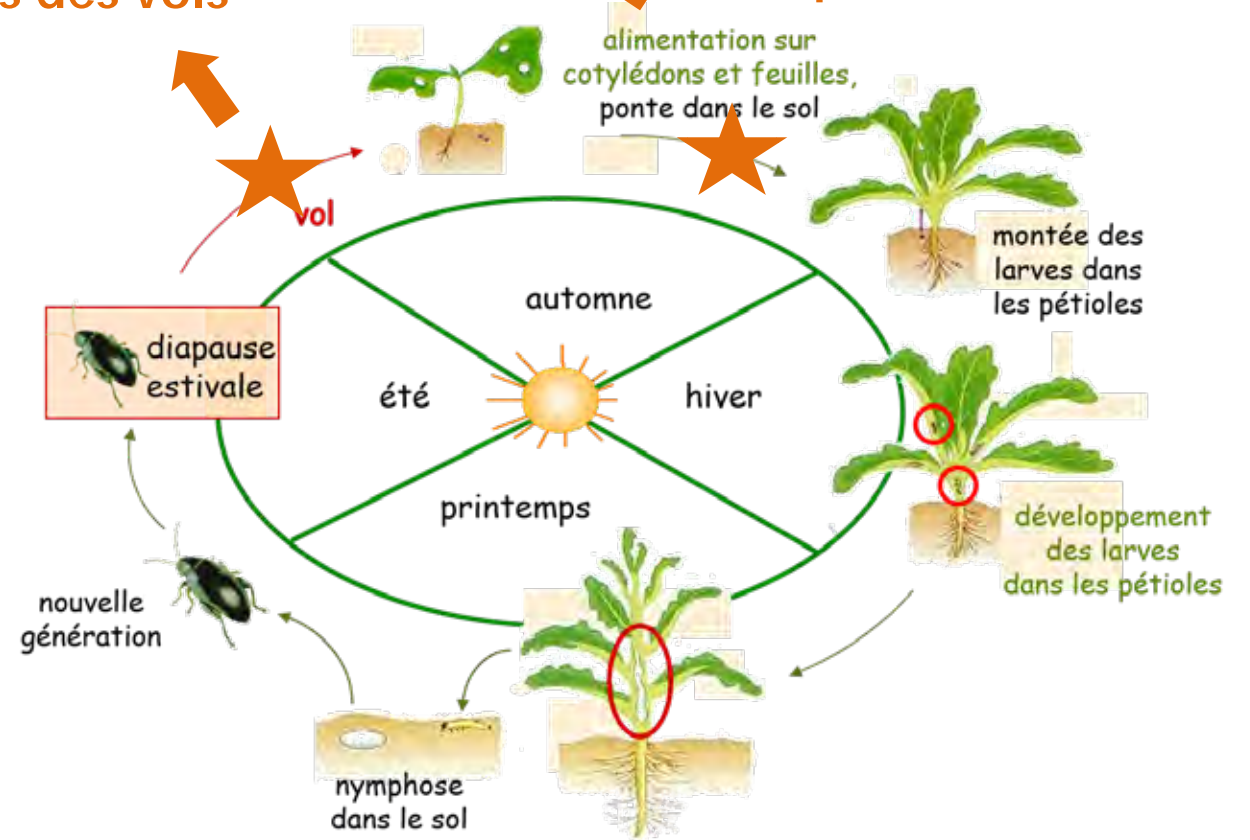
Les altises localisent leurs plantes hôtes grâce aux odeurs qu'elles émettent (Composés Organiques Volatils - COV).



Identification des COV en jeu dans le cadre du projet Ctrl-Alt.

Attraction (et piégeage) / répulsion longue distance lors des vols

Attraction (et piégeage) / répulsion courte distance dans les parcelles



## Les stratégies testées jusqu'à aujourd'hui (projet ADAPTACOL<sup>2</sup>)

### Echelle territoriale

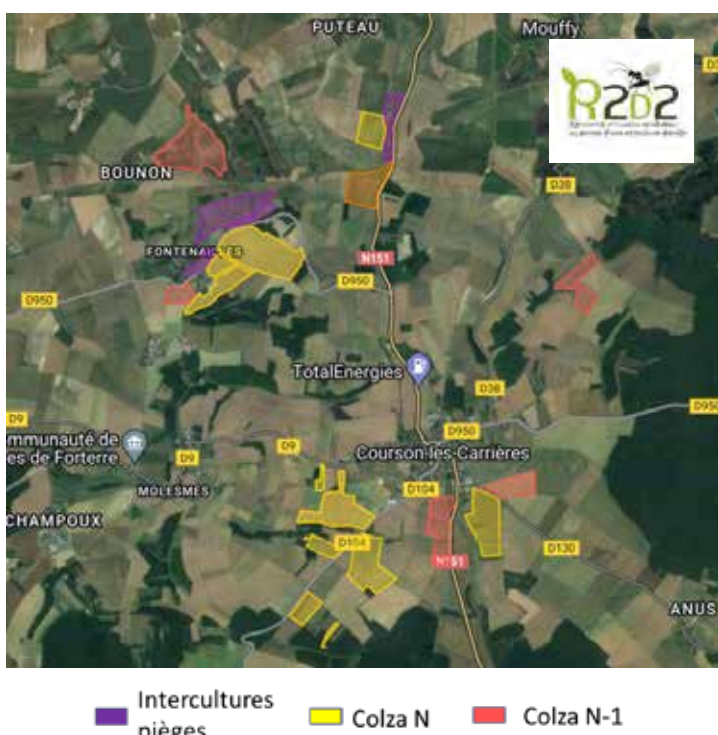
Attraction/piégeage longue distance lors des vols

Planter des crucifères attractives dans les parcelles d'intercultures + destruction avant l'hiver.

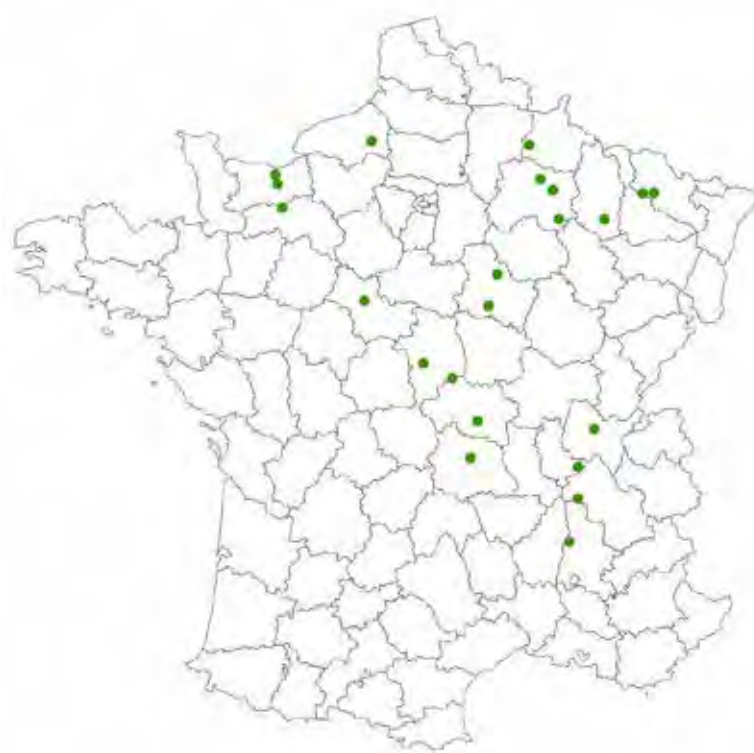
Obj-> réduction des populations d'altises dans les colzas années N et N+1

Depuis 2022, R2D2, un territoire pilote.

Action concertée entre agriculteurs à l'échelle d'un territoire de 1300 ha



En 2023, test de couples colza/intercultures (radis chinois) sur une 30aines de sites partenaires

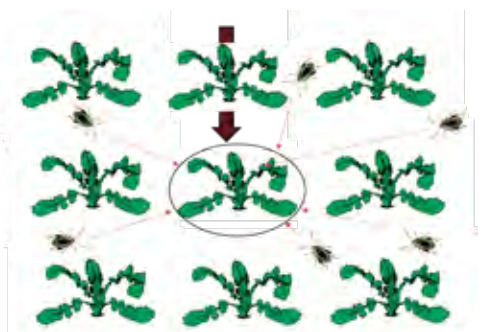


### Echelle parcelle

Attraction courte distance dans la parcelle

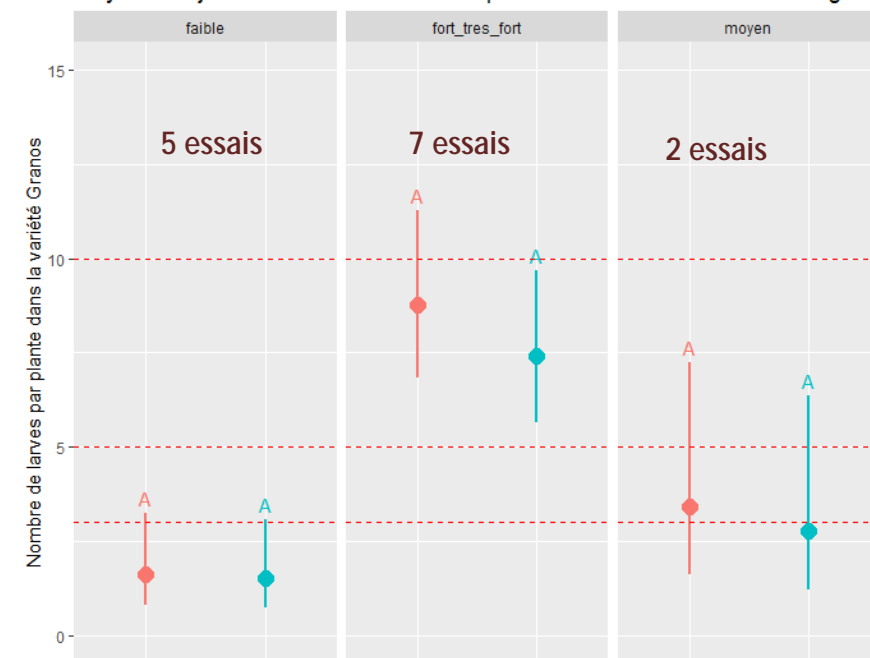
Associer les plantes de colza à protéger avec des plantes plus attractives

Obj-> réduction du nombre de larves dans les colzas



En 2022 et 2023, test de mélanges variétaux avec une variété dite « piège à insecte ».

Moyennes ajustées du nb de larves lorsque Granos est seule ou en mélange



Pas de différences significatives.  
Effet attractif de la variété dite « piège à insectes » non démontré.

## Les stratégies de demain

- Associer plantes de services et COV à l'échelle de la parcelle et du territoire (projet Ctrl-Alt)
- Associer ces stratégies en compléments de l'ensemble des leviers de la protection intégrée.

ADAPTACOL<sup>2</sup> :



Ctrl-Alt :



INRAE



Financeurs :



# Un nouvel outil pour choisir ses variétés

Trouvez les variétés adaptées à votre contexte de production

## 1. Choisissez la culture et votre département

Consulter Choisir

Je choisis une variété en fonction de mes besoins

Colza d'hiver 91 - Essonne Choisir

## 2. Affinez selon votre situation et vos besoins

Modifiez vos informations

Nos ingénieurs ont sélectionné pour vous les risques les plus fréquents de votre département. Vous pouvez les modifier si nécessaire pour vous rapprocher davantage de la situation de vos parcelles.

Recherche de vigueur au départ

Nulle  Faible  Moyenne  Forte

Risque Phoma  Non concerné  Faible  Moyen  Fort

Risque Elongation  Non concerné  Faible  Moyen  Fort

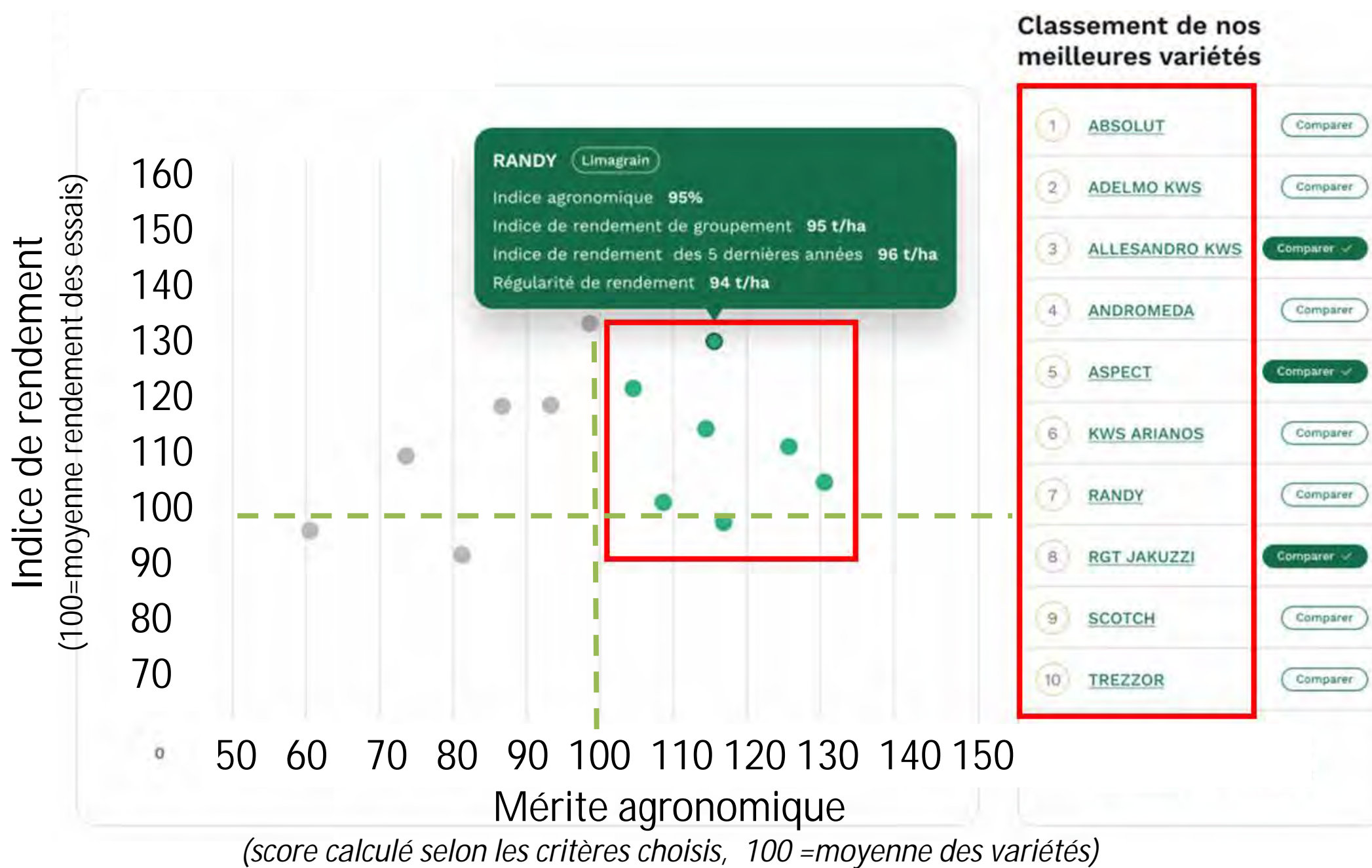
Risque Cylindrosporiose  Non concerné  Faible  Moyen  Fort

Risque Verse  Non concerné  Faible  Moyen  Fort

Risque TuYV (virus transmis par les pucerons verts)  Non  Oui

← Retour Valider

## 3. Visualisez les variétés les plus adaptées aux critères sélectionnés



## 4. Filtrez selon d'autres critères

Variété	Mérite agronomique	Indice de rendement (%/moy)	Précocité maturité	Résistance partielle au TuYV	Sensibilité phoma	Sensibilité cylindrosporiose	Comportement orobanche rameuse	Sensibilité verse	Sensibilité à l'élongation automnale
ALLESANDRO KWS	☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	mi-tardive	oui	PS	AS	M	TPS	forte
ACROPOLE	☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	mi-précoce	oui	S/PS*	PS	S	PS	moyenne
LG AUSTIN	☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	mi-précoce	oui	PS/TPS*	TPS	S	AS/PS	moyenne
LG AVIRON	☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	mi-précoce	oui	TPS	TPS	S/M*	AS	moyenne
CADRAN	☆☆☆☆	☆☆☆☆	mi-précoce	oui	TPS	AS	B	TPS	forte
HELLEKIS	☆☆☆☆	☆☆☆☆	mi-précoce	oui	TPS	PS	B*	PS	moyenne
HELYPSE	☆☆☆	☆☆☆	mi-tardive	-	TPS	PS	-	PS	moyenne

Filtres appliqués: NOM DE LA VARIÉTÉ, PRÉCOCITÉ MATURITÉ, RÉSISTANCE PARTIELLE AU TUYV, SENSIBILITÉ PHOMA, SENSIBILITÉ CYLINDROSPORIOSE, COMPORTEMENT OROBANCHE RAMEUSE, SENSIBILITÉ VERSE, SENSIBILITÉ À L'ÉLONGATION AUTOMNALE, VIGUEUR DÉPART (9:TRÈS ÉLEVÉE)

## 5. Choisissez / comparez vos variétés

Comparateur de variété - Colza d'hiver

Les résultats de productivité détaillés sont disponibles dans les fiches variétés.

Type variétal	LEUCONOR KWS	LG AUSTIN
Année inscription	2018	2018
Pays inscription	France	France
Représentant France	KWS Atlas France	LG Semences
Indice de rendement (%/moy)	☆☆☆	☆☆☆
Sensibilité phoma	TPS	TPS
Sensibilité cylindrosporiose	PS	TPS
Sensibilité verse	TPS	AS
Sensibilité à l'élongation automnale	forte	moyenne
Vigueur départ (8:très élevée)	7	7,5
Vigueur automnale (8:très élevée)	6,5	7
Richesse huile	☆☆☆	☆☆
Richesse glucosinolates	☆☆	☆☆☆☆

Voir la fiche variétale

# Changement climatique et pression montante des ravageurs : nouvelle donne pour le colza

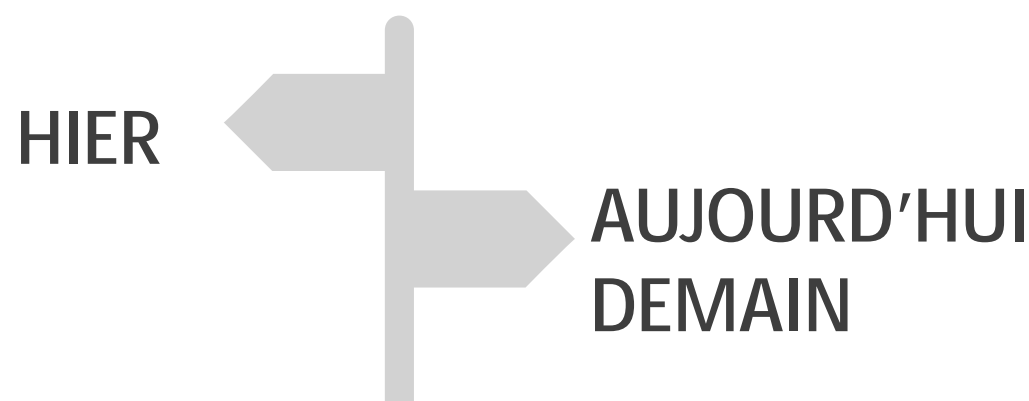


- ⊗ Changement climatique... sécheresse estivale, à-coups climatiques
- ⊗ Pression montante des ravageurs d'automne altises et charançons favorisée par les automnes et hivers doux
- ⊗ Palette restreinte d'insecticides efficaces, résistances
- ☑ Augmentation des T°C booste la croissance et accélère le rythme de développement du colza



**La lutte repose sur la combinaison de leviers agronomiques pour limiter le recours aux insecticides disponibles efficaces**

UN PROBLÈME = UNE SOLUTION  
= UN SEUIL DE TRAITEMENT SELON  
PRÉSENCE RAVAGEUR ET STADE COLZA



UN OU PLUSIEURS PROBLÈMES =  
ANALYSE DE RISQUE MULTIFACTORIELLE :  
CULTURE (STADE, DYNAMIQUE  
CROISSANCE) X RAVAGEURS. OAD

**Pour accompagner les agriculteurs, des OAD simples et gratuits intègrent l'expertise et règles de décision de Terres Inovia**



*Quand l'utiliser ? En septembre*

Pour estimer le risque lié aux prélèvements foliaires par les altises des crucifères et altises d'hiver adultes



*Quand ? En octobre*

Complète les infos issues d'un réseau de pièges  
Tient compte d'un risque agronomique, des captures en cuvettes et de la pression historique de la parcelle



*Quand ? A partir de novembre*

Tient compte du risque agronomique et du niveau d'infestation larvaire (Test Berlese nécessaire)

**Evaluation risque agronomique :**

- Biomasse colza à l'automne
- Dynamique croissance automnale
- Conditions hivernales et date de reprise au printemps

+

**Risque Insectes :**

- Pression larves d'altises hiver
- Risque historique ch. bourgeon terminal

=

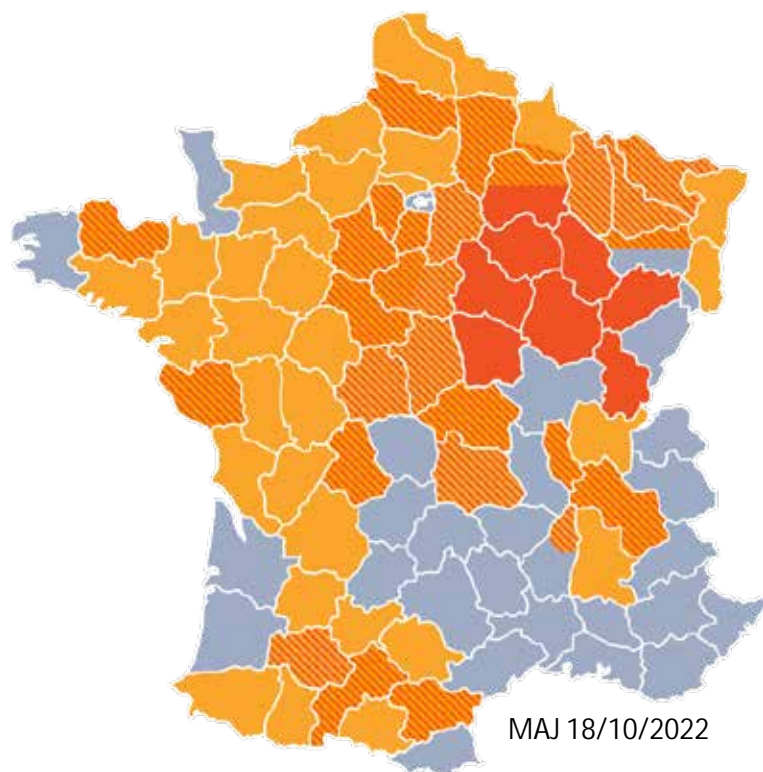
**Estimation d'un risque de nuisibilité des larves d'insectes à la parcelle**

L'estimation du risque global est associée à une recommandation : intervention conseillée ou non, type d'insecticide à privilégier en fonction du contexte de résistance aux insecticides



# Tenir compte des résistances aux pyréthrinoides

**Altise d'hiver adulte : lutte uniquement si la survie de la culture est en jeu avant 4 feuilles**



MAJ 18/10/2022

- **Haut niveau de résistance (SKDR généralisée)**  
Pyréthrinoides totalement inefficaces  
Pas d'alternative. La gestion passe par un semis et une levée précoce
- **Premier cas de mutation SKDR détecté**  
Pyréthrinoides encore efficaces **MAIS** risque de progression de la résistance forte
- **Absence de mutation SKDR mais résistances faibles (mutation KDR)**  
Altises encore sensibles aux pyréthrinoides



En l'absence de Skdr :

- Pyréthrinoides de type Karaté Zéon, Decis Protech et cyperméthrine sont d'une efficacité proche (50-60 %), à T+7jrs
- Trebon 30EC (étofenprox) comparable à T+4 jrs mais inférieur à T+7jrs.
- Mandarin Gold (esfenvalérate) en retrait

« Biocontrôle » ?

Tests de purin ortie\*, huile de paraffine\*, azadirachtine\* ou bore\* sans efficacité notable

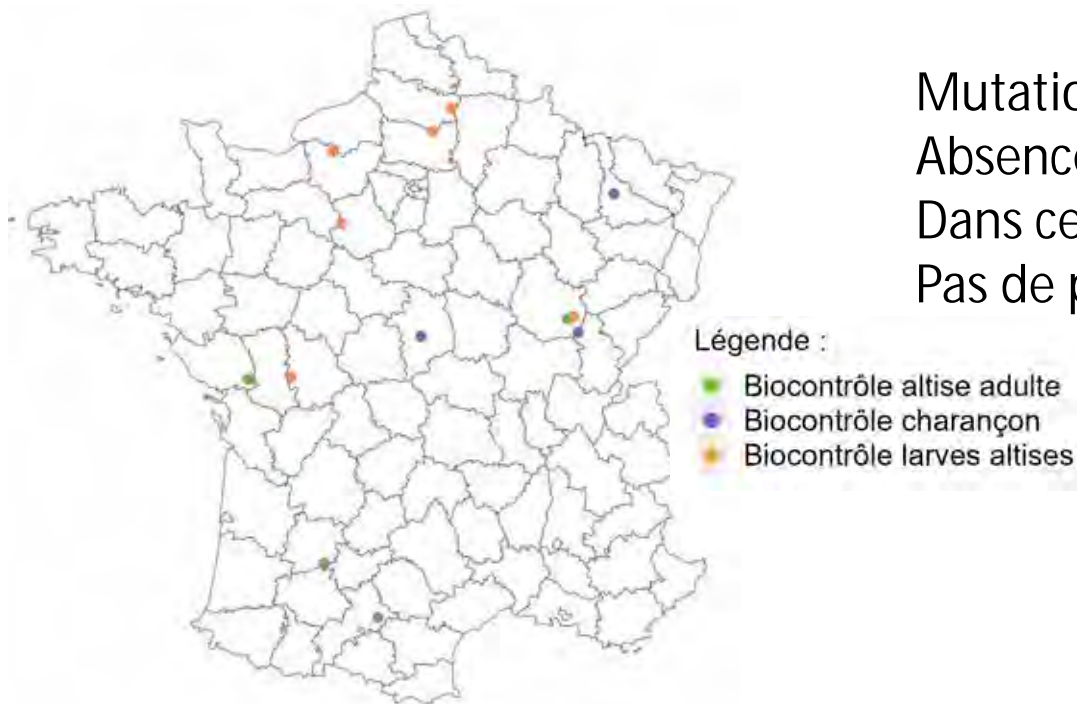
(\* non autorisé pour cet usage)

De nouvelles solutions en cours d'évaluation

## La lutte contre le charançon vise les adultes avant les pontes

Plan de sortie du phosmet - Dispositifs 2023

Panorama national des essais biocontrôle suivis par Terres Inovia



Légende :  
● Biocontrôle altise adulte  
● Biocontrôle charançon  
● Biocontrôle larves altises

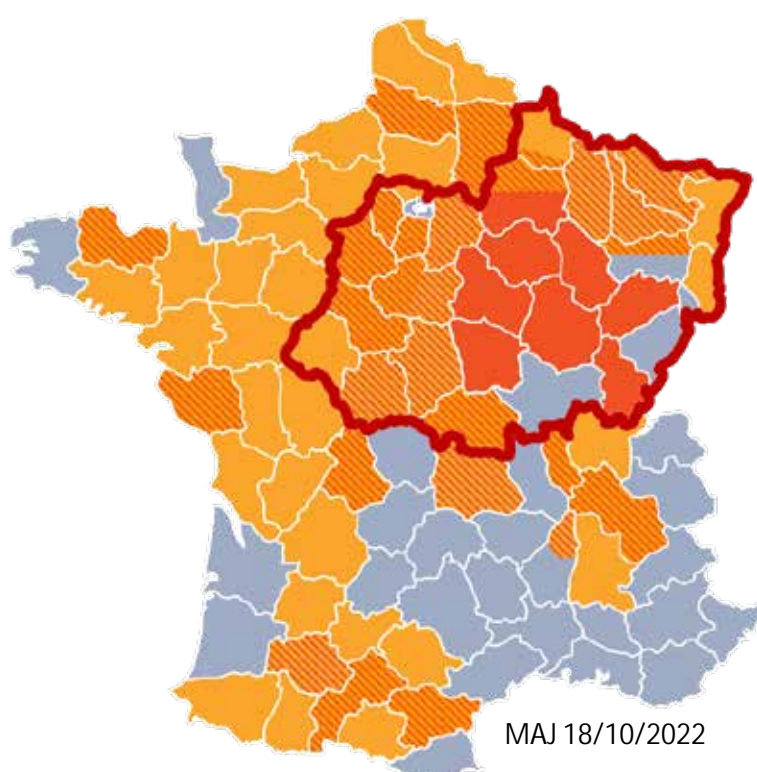
Mutations KDR bien installées sur le Centre et une partie du Nord Est et de l'Île de France. Absence de mutation SKDR.

Dans ces situations, résistances métaboliques observées en laboratoire. Pas de possibilité de faire un lien avec efficacité au champ.

- Pyréthrinoides de type Decis Protech, Karaté Zéon et cyperméthrine comparables et efficaces
- Trebon 30EC (étofenprox) est un cran en dessous
- Absence de références pour Mandarin Gold (esfenvalérate)



## Larves d'altise d'hiver



MAJ 18/10/2022

- **AMM dérogatoire Minecto Gold du 15/10/2022 au 12/02/2023**
- **Haut niveau de résistance (SKDR généralisée)**  
Utiliser MINECTO Gold de novembre à décembre à partir du stade 6 feuilles
- **Premier cas de mutation SKDR détecté**  
Pyréthrinoides encore efficaces **MAIS** risque de progression de la résistance forte. Utiliser de préférence MINECTO Gold de nov. à déc.
- **Risque moindre de progression de la résistance Skdr.** Utiliser de préférence un produit à base de lambda-cyhalothrine
- **Absence de mutation SKDR mais résistances faibles (mutation KDR)**  
Utiliser de préférence un produit à base de lambda-cyhalothrine



Les conseils insecticides tiennent compte de l'état des résistances aux pyréthrinoides, de l'AMM dérogatoire MINECTO Gold et des enjeux liés à la pression de sélection. Demande de dérogation pour 2023/24

## Perspectives



- de 2022 à 2025
- 2,5 M€ de financements publics
- Identifier et déployer des stratégies opérationnelles
- 8 projets portés par partenaires de la recherche et du développement



Connaissances ravageurs et auxiliaires  
Adaptacol<sup>2</sup>, AltisOR, LEGO



Stratégies à l'échelle de la plante :  
 • Biocontrôle : VELCO-A, Colzactise, Certis  
 • Génétique : RESALT



Leviers à l'échelle des parcelles/paysage  
Ctrl-Alt, Adaptacol<sup>2</sup>

# Gestion des graminées en colza : s'adapter aux multiples enjeux

Les difficultés de levée du colza et de maîtrise des graminées militent pour une approche préventive des risques de salissement et pour un usage responsable des herbicides efficaces

## Maintenir une propreté des parcelles sur le long terme



- Labour, faux -semis, semis sur sol propre...
- Diversité des cultures, optimisation des moyens de lutte
- Réussite du désherbage, chimique ou mécanique
- Nettoyage des machines et outils, utilisation de semences propres, destruction des couverts avant grenaison

## Mieux contrôler en post-levée, grâce aux herbicides de prélevée

Au moment du traitement, un sol humide optimise l'efficacité racinaire

### Vulpins

Napropamide 900 g (2 l/ha) en présemis *
Métazachlore 750 g
Springbok 2 l Métazachlore 500 g + Napropamide 500-600 g
Métazachlore 500-600 g Napropamide 900 à 1250 g prélevée * Métazachlore 500 g + dimétachlore 300-500 g
Dimétachlore 600-650 g + napropamide 550-650 g *
Dmta-P 400 g + péthoxamide 720 g *
Dimétachlore 750 g Péthoxamide 900 g



### Ray-grass

Napropamide 900 g (2 l/ha) en présemis *
Métazachlore 750 g Springbok 2 l
Métazachlore 600 g Métazachlore 500 g + Napropamide 500-600 g Métazachlore 500 g + dimétachlore 300-500 g Dimétachlore 600-650 g + napropamide 550-650 g * Dmta-P 400 g + péthoxamide 720 g * Dimétachlore 750 g * Péthoxamide 900 g *
Métazachlore 500 g Springbok 1.5 l
Napropamide 1200 g prélevée *
Napropamide 750 à 900 g prélevée *

### Métazachlore, dmta-P Quid de la post-levée « précoce »

- OK si et seulement si sol très sec au moment du semis puis retour de conditions humides
- Être opportuniste et réactif (dès le retour de pluie de septembre)
- Efficacité reste souvent bonne sur vulpin
- Efficacité plus incertaine voire nulle sur ray-grass !

\* programmes sans métazachlore

## Utiliser les solutions à bon escient, pour préserver leur durabilité

Chloroacétamides, dimes, propyzamide :  
A réserver aux cas de stricte nécessité,  
Respecter les bonnes pratiques

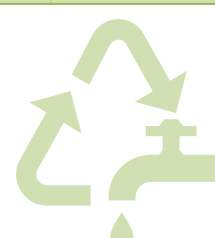


Fortes pressions graminées :  
Miser sur la complémentarité des solutions existantes

## Tenir compte de l'impact environnemental des produits racinaires

### METAZACHLORE

Une appli maxi de 500 g/ha tous les 3 ans  
ou 750 g/ha tous les 4 ans  
Interdit sur parcelle avec bétail référencée



### PROPYZAMIDE

Une appli maxi de 750 g/ha  
par campagne de colza  
Pas de double application !

- Limiter tassements de sol et ne pas traiter sur sol saturé, prudence en sols hydromorphes
- Dans les contextes filtrants, types karstiques, limiter au maximum les risques dans les points d'infiltration préférentielle en adoptant des mesures agro-environnementales (ex : haies en rupture de pentes, zones enherbées, zones sans traitement)
- Dans les sols argileux présentant des fentes de retrait importantes, limiter l'usage ou effectuer un travail superficiel du sol

# Changement climatique et gestion du risque maladies sur colza

## Quelle influence du changement climatique sur l'incidence des maladies du colza ?

Différents paramètres entrent en jeu dans le déclenchement des maladies dont certains ne peuvent pas être prédits (ex : précipitations, humidité du sol et de l'air)

à Les éléments présentés ci-dessous (non exhaustifs) sont des indications sur des évolutions à court/moyen terme, à replacer dans le contexte local et annuel

Maladie	Evolution théorique du risque (court/moyen terme)
Cylindrosporiose	Peu d'évolution attendue/incertitude liée aux conditions H <sub>2</sub> O : Elévation des T°C automnales favorise contaminations précoces. Mais pluviométrie et/ou HR élevée nécessaires pour progression (splashing). Sécheresse à floraison empêche le passage sur siliques.
Sclerotinia	Peu d'évolution attendue/incertitude liée aux conditions H <sub>2</sub> O : Elévation T°C favorable à la germination des sclérotés et à la précocité de l'apparition des apothécies. Mais H <sub>2</sub> O et présence du stade sensible du colza déterminantes dans la réussite de la contamination. Adéquation de ces facteurs ?
Mycosphaerella	Augmentation/incertitude liée aux conditions H <sub>2</sub> O : Epidémiologie mal connue : hausse des T°C automnales/hivernales favoriseraient contaminations précoces mais H <sub>2</sub> O semble déterminante dans la propagation de la contamination à printemps secs peu favorables ? Quid des contaminations tardives ?
Alternaria	Augmentation : Contamination favorisée par la hausse des T°C au printemps. H <sub>2</sub> O déterminante pour contamination des plantes (épisodes orageux permettent progression de la maladie et dissémination)
Verticilliose	Augmentation : Contamination favorisée par hausse des T°C automnales et printanières. Expression les printemps chauds et secs.

## Zoom sur la sclérotiniose : faut-il encore appliquer un fongicide à floraison face aux évolutions du climat ?



Attaque de sclérotinia sur tige de colza (Photo L JUNG)

POUR	CONTRE
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un risque ponctuel de perte de rendement difficile à anticiper et impactant pour la filière (ex 2007)</li> <li>• Des efficacités très partielles des moyens de lutte alternatifs contre la sclérotiniose</li> <li>• Gestion concomitante des autres maladies (oidium, cylindro, myco)</li> <li>• Un coût d'intervention amorti dans la plupart des situations par un gain de rendement (≈1 q/ha) en l'absence de symptômes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Des attaques nuisibles moins fréquentes</li> <li>• De nouveaux leviers de lutte alternative à combiner : variétés tolérantes au <i>S. sclerotiorum</i> (ex : BRV 703 et BRV 712 de la société BREVANT et d'autres semenciers à l'avenir), biocontrôles</li> </ul>

à Avec l'évolution du climat et des moyens de lutte, une réflexion sur la gestion globale des maladies du colza s'engage, en tenant compte des spécificités territoriales.

# Tournesol et changement climatique : une culture qui s'adapte



## Une culture tolérante aux évolutions climatiques

Besoins en eau modérés et bonne valorisation de l'eau (rendement maximum avec 75% des besoins)

Capacité à **réguler la surface foliaire** en fonction de la disponibilité en eau

Racines pivotantes profondes capables de puiser l'eau en profondeur

Plante en C3 bénéficiant de l'augmentation du taux de photosynthèse (+ de CO<sub>2</sub>) : ↑ biomasse et ↑ rendement

Croissance rapide à températures relativement basses permettant des semis précoces

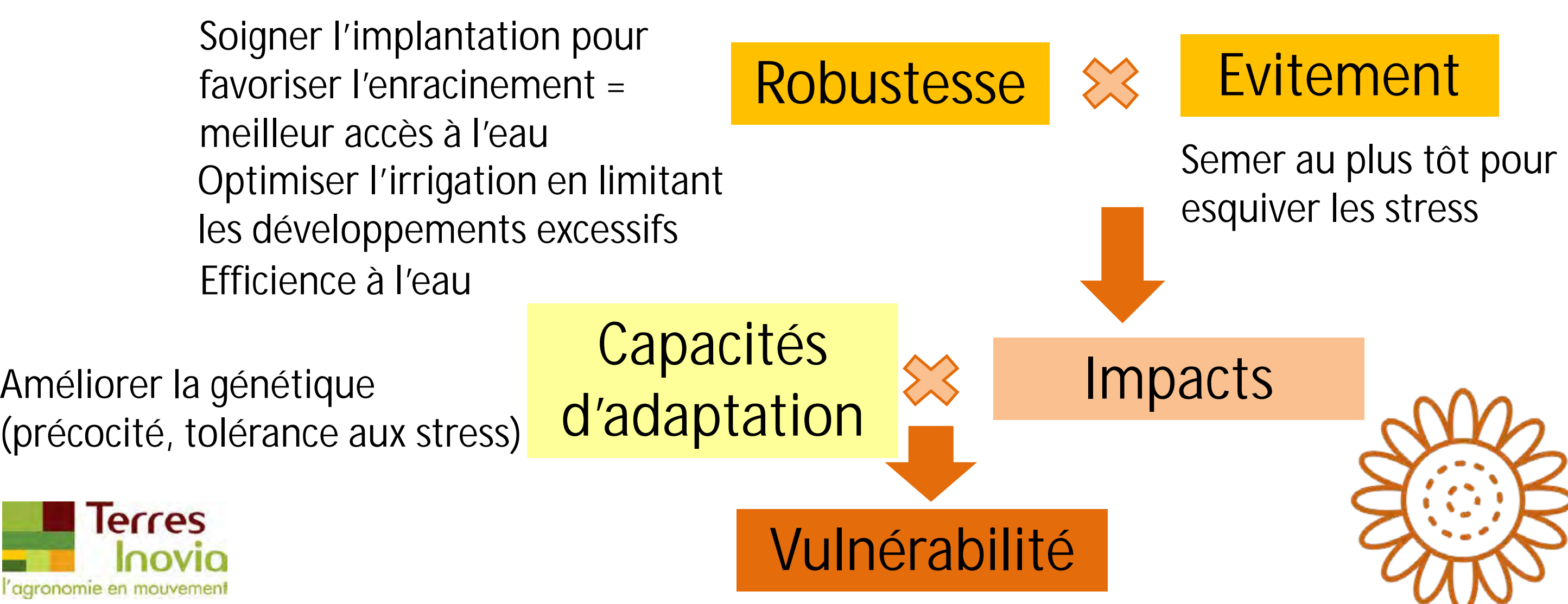
↑ Aires de production ayant une offre climatique favorable

## Mais, quelques risques aussi :

- Culture d'été dont le cycle est positionné dans les périodes de forte chaleur et sécheresse:
  - ↓ rendement
  - ↓ teneur en huile
  - ↓ qualité des acides gras
- Risque de mauvaise implantation : levées échelonnées
- Capable de « gaspiller » de l'eau si développement excessif avant floraison
- Peu de capacité de compensation (pas de ramification)

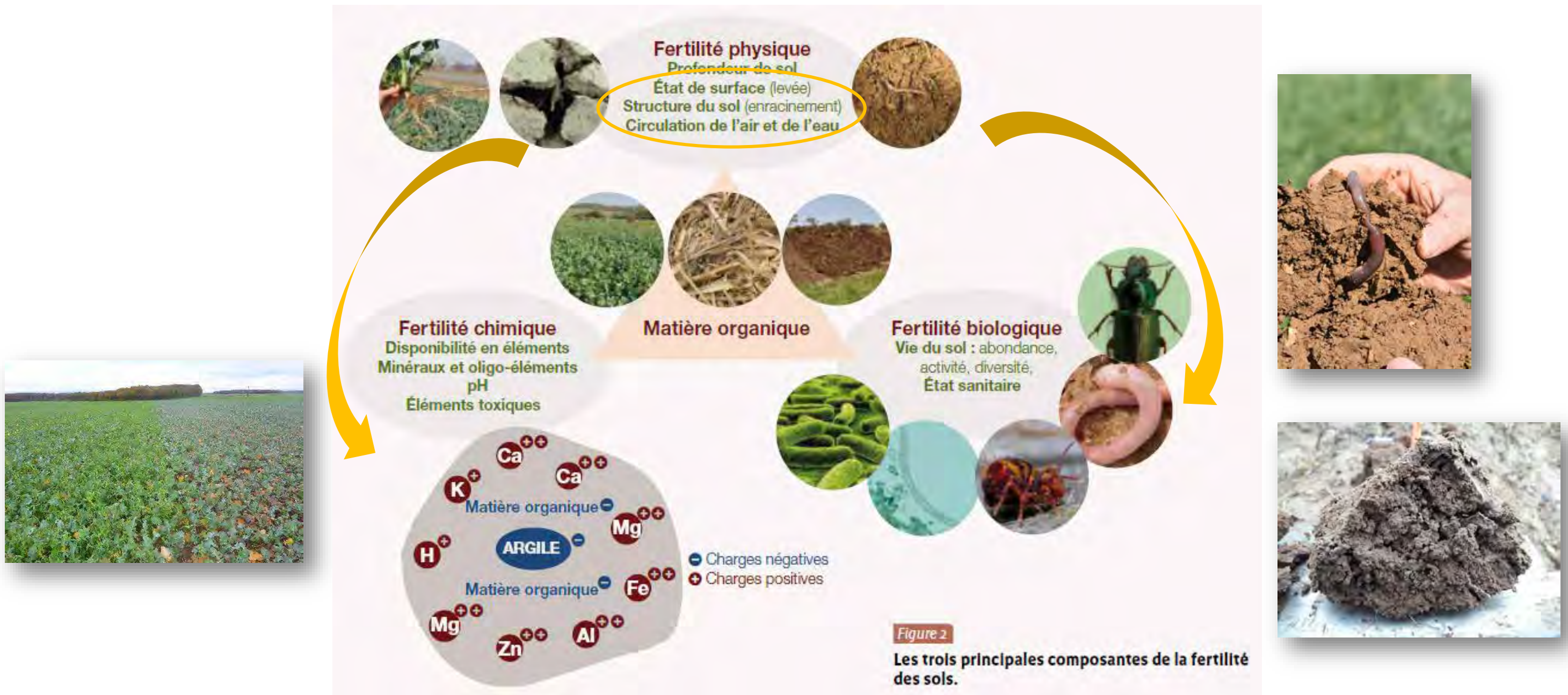


## S'adapter pour assurer un tournesol « robuste »



# Travail du sol : observer et agir à l'échelle de la rotation

## Structure du sol : une des composantes de la fertilité du sol



## Objectifs de l'observation : diagnostiquer, évaluer, décider



1- Prélever un bloc



2- Observer l'état général du bloc



3- Observer l'état interne des mottes



Etat général Ouvert (O)



Etat général Bloc (B)



Etat général Continu (C)



Etat interne mottes Poreux (Γ)



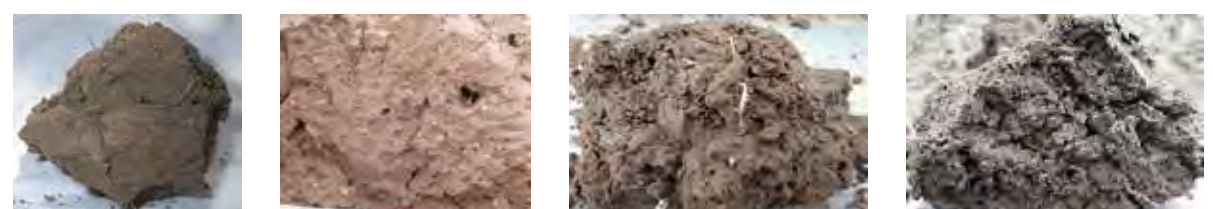
Etat interne mottes Poreux (Γ)



Etat interne mottes Tassé (Δ)



Etat interne mottes Fissuré (φ)

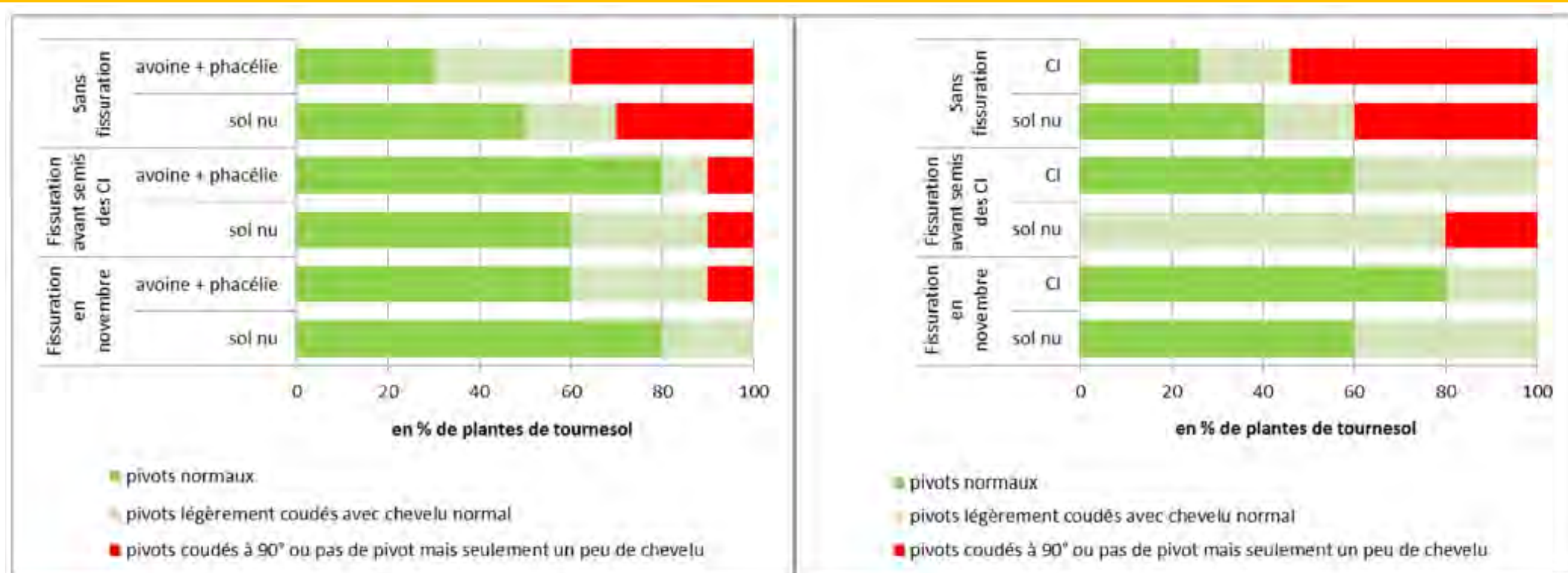


# Choix et gestion des couverts végétaux avant tournesol

## Choix des couverts

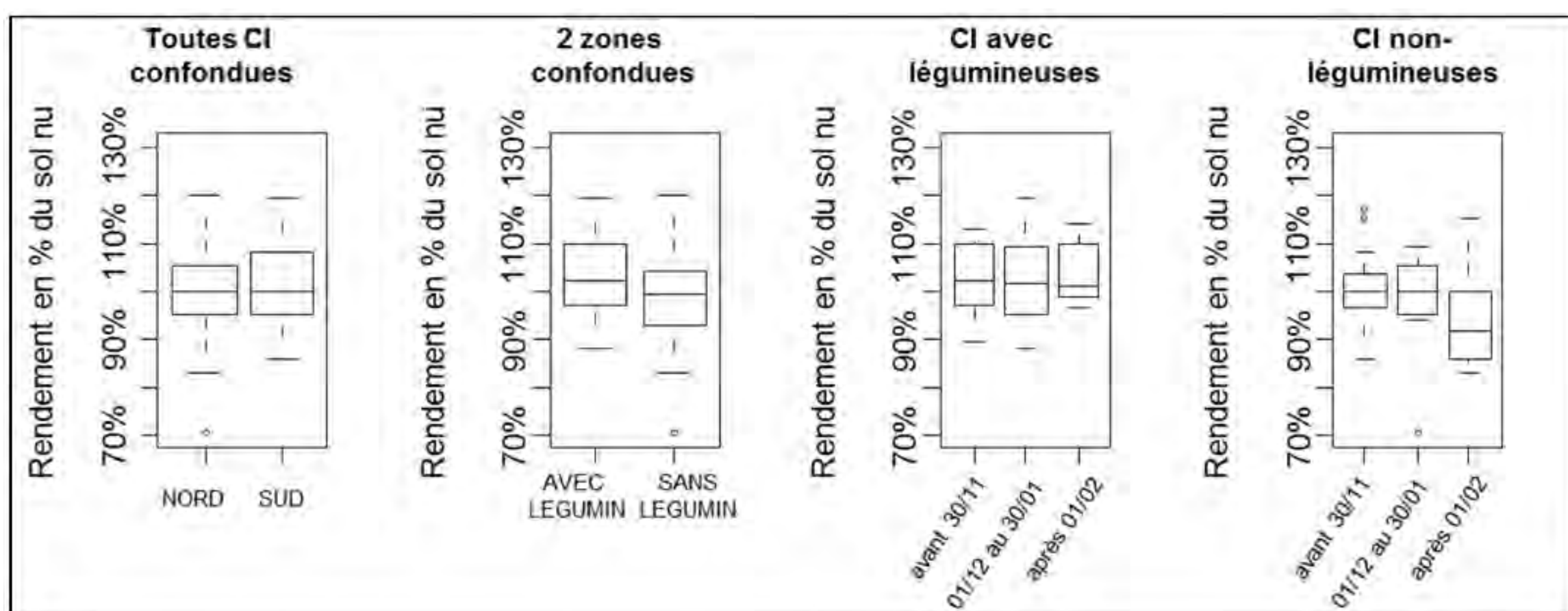
Brassicacées	limiter si retour fréquent du colza (risque hernie) privilégier dans les sols riches en azote
Graminées	intérêt dans les restitutions de matière organique par les racines
Légumineuses	intérêt en sol pauvre en azote Attention au risque aphanomyces
Hydrophyllacées	intérêt pour couper le cycle des maladies
Composées	à proscrire en raison du risque de mildiou

## Ne pas pénaliser l'enracinement du tournesol



Pivotement du tournesol selon le type de travail du sol (deux essais différents à gauches et à droite)

## Ne pas pénaliser le rendement du tournesol

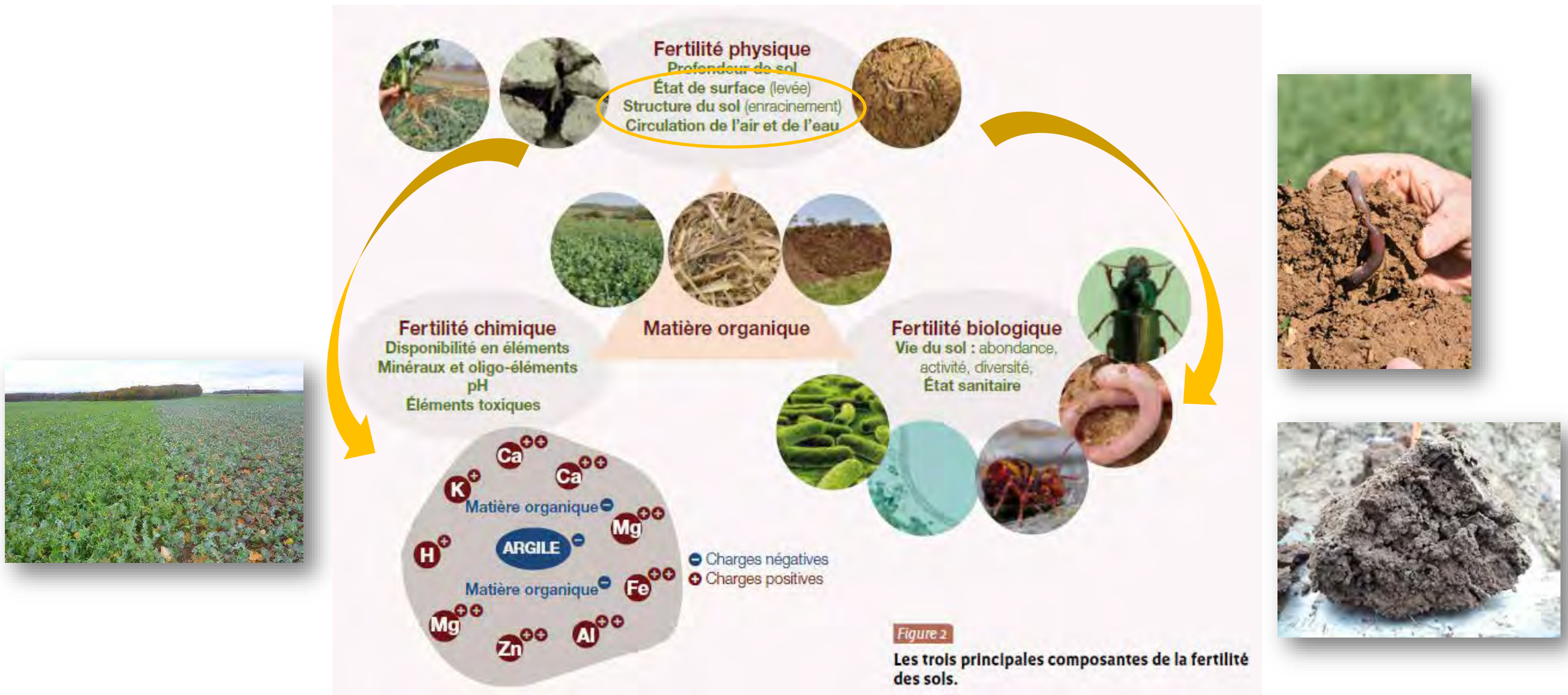


Réussir son interculture = obtenir les bénéfices d'un couvert végétal et ne pas compromettre l'implantation du tournesol ni son potentiel de rendement

- Observer son sol pour adapter le travail du sol, la gestion des couverts et la réussite du semis.
- Le couvert végétal ne remplace pas un travail de sol
- Les couverts à base de **légumineuses** ont tendance à sécuriser la gestion de l'interculture.
- Destruction des couverts au moins 2 mois avant le semis du tournesol (en fonction du type de couvert)

# Travail du sol : observer et agir à l'échelle de la rotation

## Structure du sol : une des composantes de la fertilité du sol



## Objectifs de l'observation : diagnostiquer, évaluer, décider



1- Prélever un bloc



2- Observer l'état général du bloc



3- Observer l'état interne des mottes



Etat général Ouvert (O)



Etat général Bloc (B)



Etat général Continu (C)



Etat interne mottes Poreux (Γ)



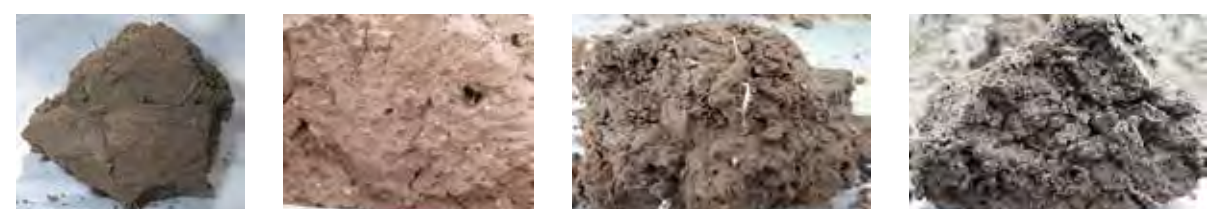
Etat interne mottes Poreux (Γ)



Etat interne mottes Tassé (Δ)



Etat interne mottes Fissuré (φ)



# Implantation du tournesol

## Raisonner la gestion de l'interculture

### Profil de sol recherché



- Bon mélange terre fine + mottes
- Absence de lissage
- Structure poreuse dans l'horizon sous jacent pour ne pas pénaliser l'enracinement en profondeur

### Observer pour décider

Après la récolte



## Optimiser la préparation du lit de semences



### Critères de réussite de la préparation

- Ne pas avoir pénalisé la structure en profondeur
- Avoir produit au moins autant de terre fine que de mottes en surface
- Pas de résidus végétaux dans le sillon
- Avoir contribué à la maîtrise des limaces
- Avoir permis le réchauffement du sol
- Avoir contribué à semer sur un sol propre

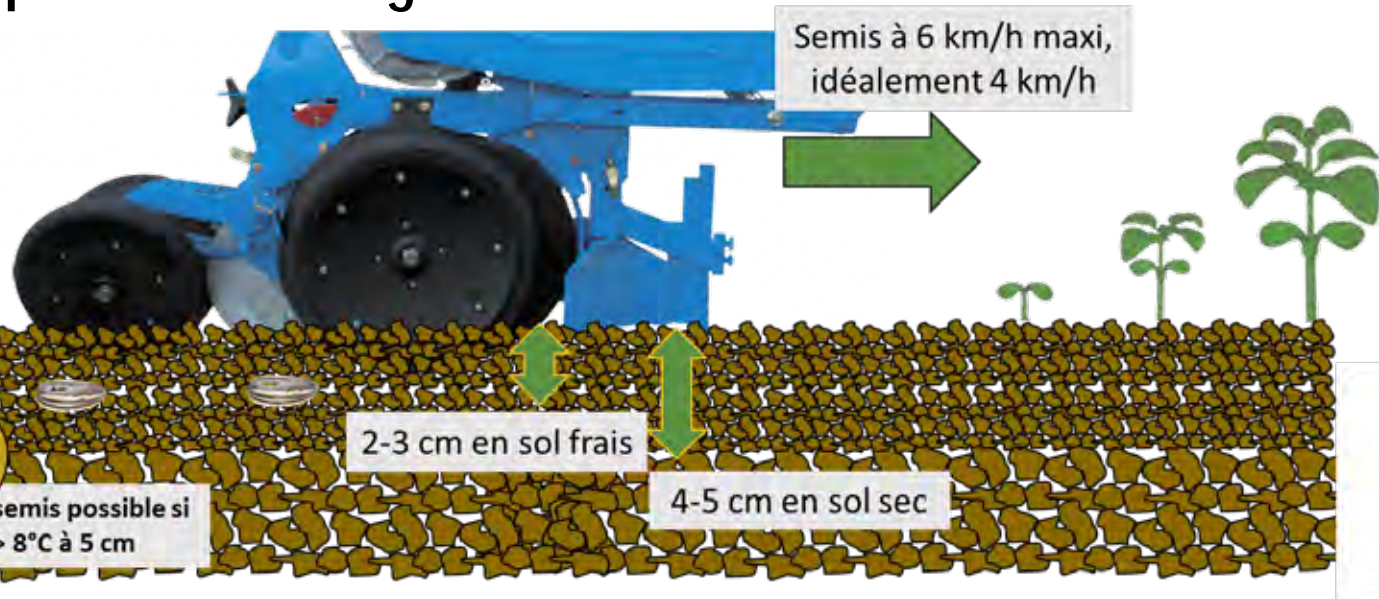
### Sol travaillé

- Intervenir préférentiellement sur sol ressuyé
- Sols argileux : éviter les passages en conditions plastiques
- Utiliser des équipements type roues jumelées ou pneu basse pression
- Ne pas créer trop de terre fine avec un nombre de passages excessifs
- Privilégier les outils à dents non animés, si 2 passages envisagés, réaliser le 1<sup>er</sup> à 10-15cm pour réchauffer le sol, le 2<sup>ème</sup> à 6-8cm pour niveler
- En absence d'équipement, émiettage de surface conseillé (fragmenter les résidus, réchauffer le sol)
- Equipements de chasse débris conseillés sur semoir
- Démarrer la surveillance dès implantation du couvert
- Détruire les couverts de façon suffisamment précoce
- Réaliser un déchaumage superficiel si risque avéré
- Anticiper la destruction du couvert pour favoriser le réchauffement du sol
- Anticiper la destruction du couvert si celui-ci a une pression adventice importante
- Mieux vaut retarder l'installation du tournesol mais semer sur sol propre

### Sol avec résidus

## Réussir le semis

### Bien positionner la graine



### Opter pour le bon écartement

- 50-60 cm : Potentiels de rendement < 30q/ha : pertes de 1 à 2 q/ha
- 80 cm : Potentiels de rendement > 30q/ha : pertes de 2 à 4 q/ha

### Choisir une densité de semis adaptée

	Objectif de densité levée (optimum vis-à-vis du rendement et de la richesse en huile)	Conditions optimales (lit de semences, conditions de levée, risque très faible de parasitisme et/ou déprédation <sup>3</sup> )	
		Taux de levée indicatif	
		75 %	85 %
<b>Conditions très contraintes en eau</b> (sols superficiels et sols intermédiaires en région méditerranéenne <sup>1</sup> )	50 000 plantes/ha	65 000 graines/ha	60 000 graines/ha
<b>Conditions moyennement contraintes en eau</b> (sols intermédiaires hors région méditerranéenne, tournesol irrigué en sol superficiel)	55 000 plantes/ha	70 000 graines/ha	65 000 graines/ha
<b>Conditions faiblement contraintes en eau</b> (sols profonds, tournesol irrigué en sol intermédiaire ou profond) <b>et zones "fraîches" et/ou à fin de cycle humide<sup>2</sup></b>	60 000 plantes/ha si écartement entre rangs ≤ 60 cm	75 000 à 80 000 graines/ha si écartement entre rangs ≤ 60 cm	70 000 graines/ha si écartement entre rangs ≤ 60 cm
	50 000 à 55 000 plantes/ha si écartement large <sup>4</sup>	65 000 à 70 000 graines/ha si écartement large <sup>4</sup>	60 000 à 65 000 graines/ha si écartement large <sup>4</sup>

1 : Région méditerranéenne : à climats méditerranéen et méditerranéen dégradé.  
2 : Zones avec culture de variétés précoces à très précoces avec une fin de cycle fraîche et/ou humide (exemples : Lorraine, Champagne, Picardie, bordures de l'Atlantique et de la Manche).

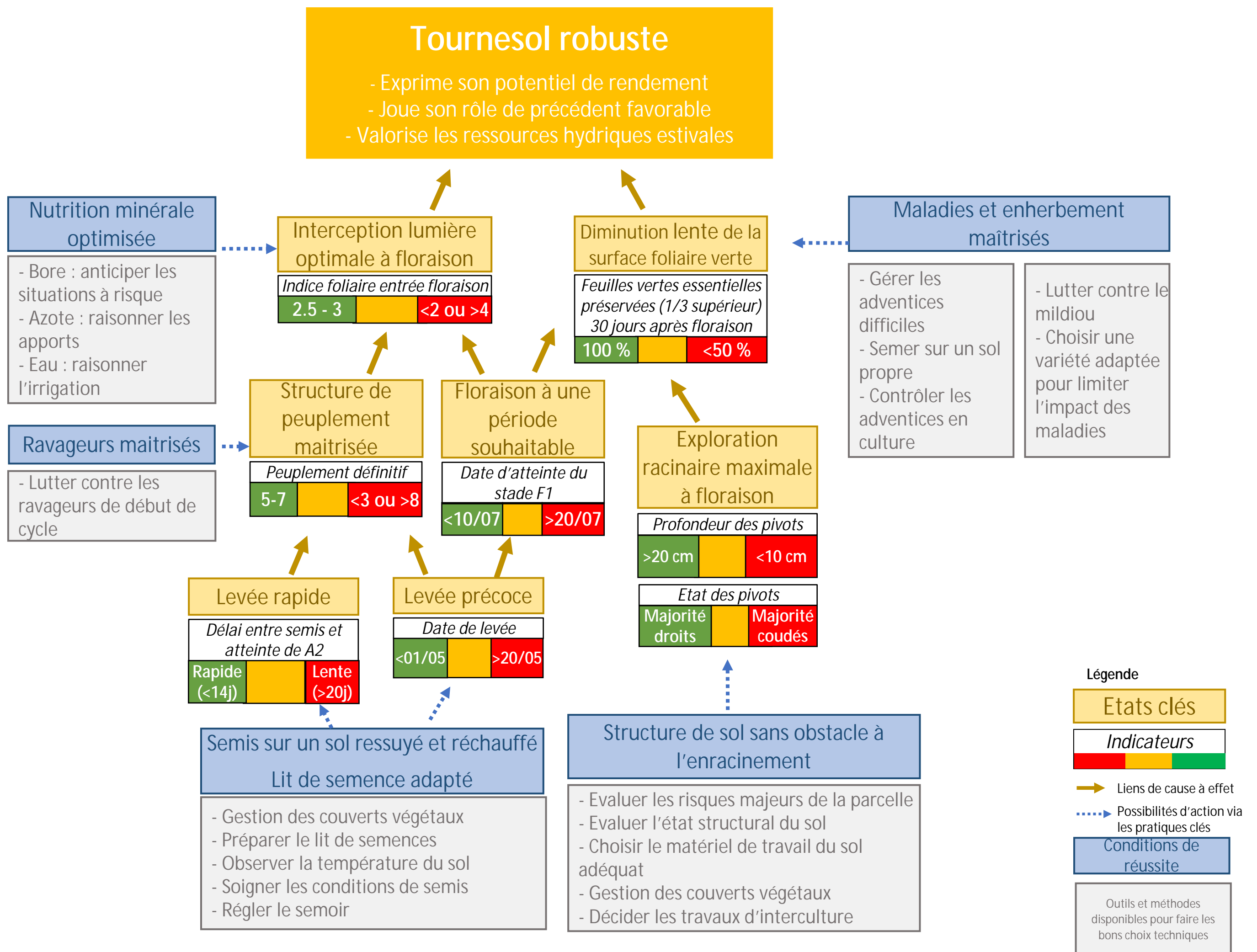
3 : Parasitisme : limaces, larves de taupins... ; déprédation : oiseaux (pigeons), lapins, lièvres...

4 : Les écartements entre rangs ≤ 60 cm sont les plus adaptés au tournesol.



# Tableau de bord

## « Tournesol robuste »



**Etat clé** : état de la culture décisif dans l'établissement du résultat final. Résultant d'un (ou plusieurs) état clé causal et/ou de conditions de réussite

**Condition de réussite** : condition en lien avec un ou plusieurs facteurs biotiques ou abiotiques, sur laquelle il est possible d'agir via les pratiques culturales

**Indicateur** : observation agronomique réalisée sur le sol ou la culture, permettant de caractériser l'atteinte ou non d'un état clé

**Ce tableau de bord peut être utilisé :**

- Avant le début de la campagne culturale, pour construire une stratégie à mettre en œuvre
- En cours de campagne : pour organiser un observatoire des états-clés obtenus
- En fin de campagne : pour identifier les pistes d'améliorations pour la campagne à venir

## 10 règles d'or pour réussir l'implantation du tournesol

### Capitaliser l'historique parcellaire

Problèmes structuraux, adventices estivales problématiques, ravageurs et maladies

### Observer le sol

Diagnostiquer l'état du sol, adapter la stratégie de gestion de l'interculture

### Travailler un sol à consistance friable

Sur tout le profil travaillé

### Agir sur les adventices difficiles en début d'interculture

### Couvrir le sol

Avant tournesol, de nombreuses espèces sont mobilisables, utiliser des mélanges à base de légumineuses

### Semer suffisamment tôt

Levée avant le 1<sup>er</sup> mai. Ne décaler la date de semis que s'il s'agit d'une priorité sanitaire

### Favoriser une levée rapide

Semer au semoir monograine dans un sol réchauffé, à une profondeur régulière. Ne pas créer trop de terre fine

### Perturber les ravageurs

Anticiper les situations à risque limaces et taupins. La présence humaine est pour l'heure le seul levier efficace pour limiter les dégâts d'oiseaux

### Maîtriser l'enherbement

Semer sur un sol propre. Préférer les outils scalpeurs et outils à dents

### Optimiser la nutrition

Raisonner la dose d'azote. Anticiper d'éventuelles carences en bore, phosphore et potasse



# Arrivée de VIBALLA en tournesol : ça change quoi ?

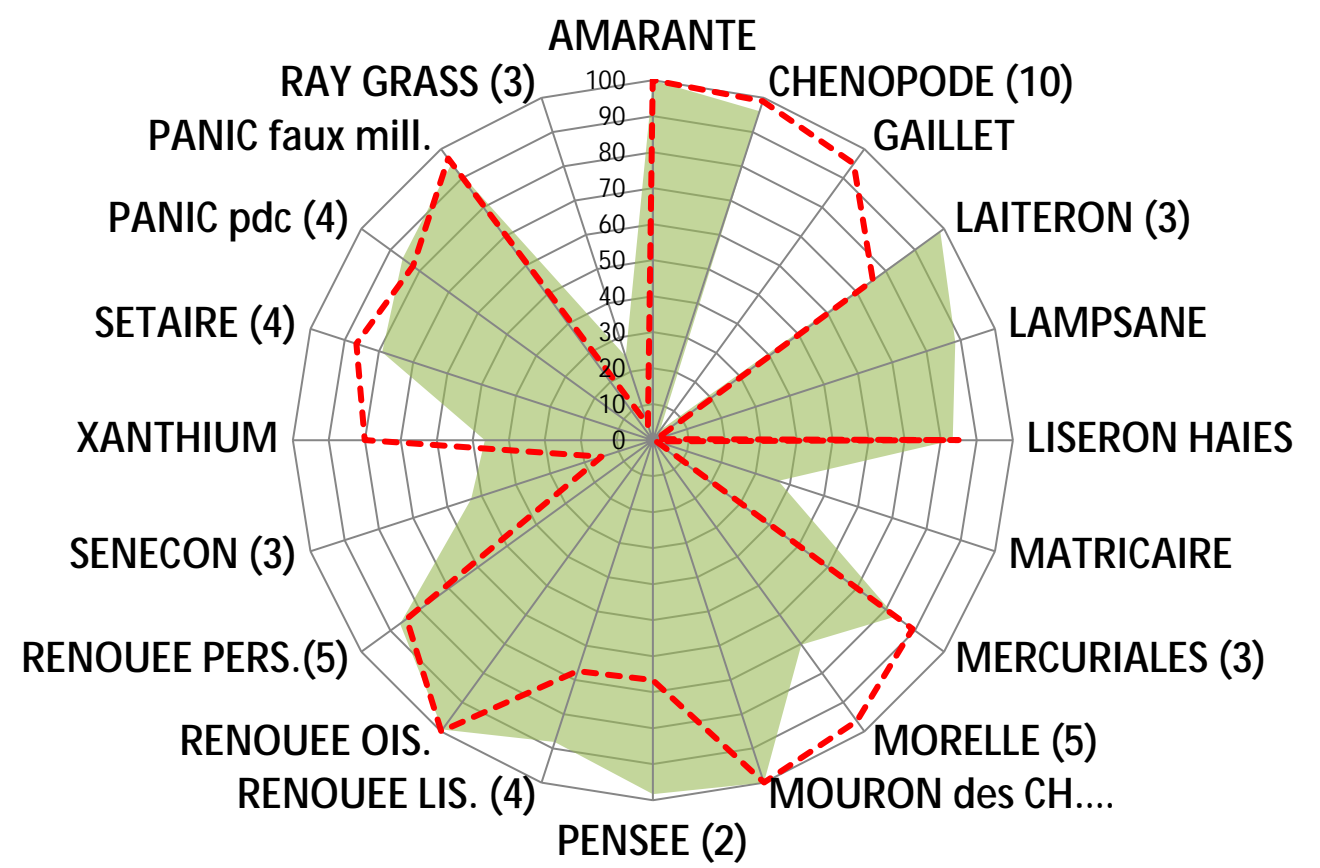
## Sur flore classique

- Point fort sur chénopode, mercuriale, ammi-majus, éthuse, mais aussi gaillet, géranium, abutilon, xanthium et ambroisie
- Efficacité moyenne sur morelle
- Insuffisant sur amarante, anthémismatriculaire, laiteron, séneçon et renouées

Construire des programmes plutôt sur des bases pendiméthaline pour équilibrer le spectre sur :

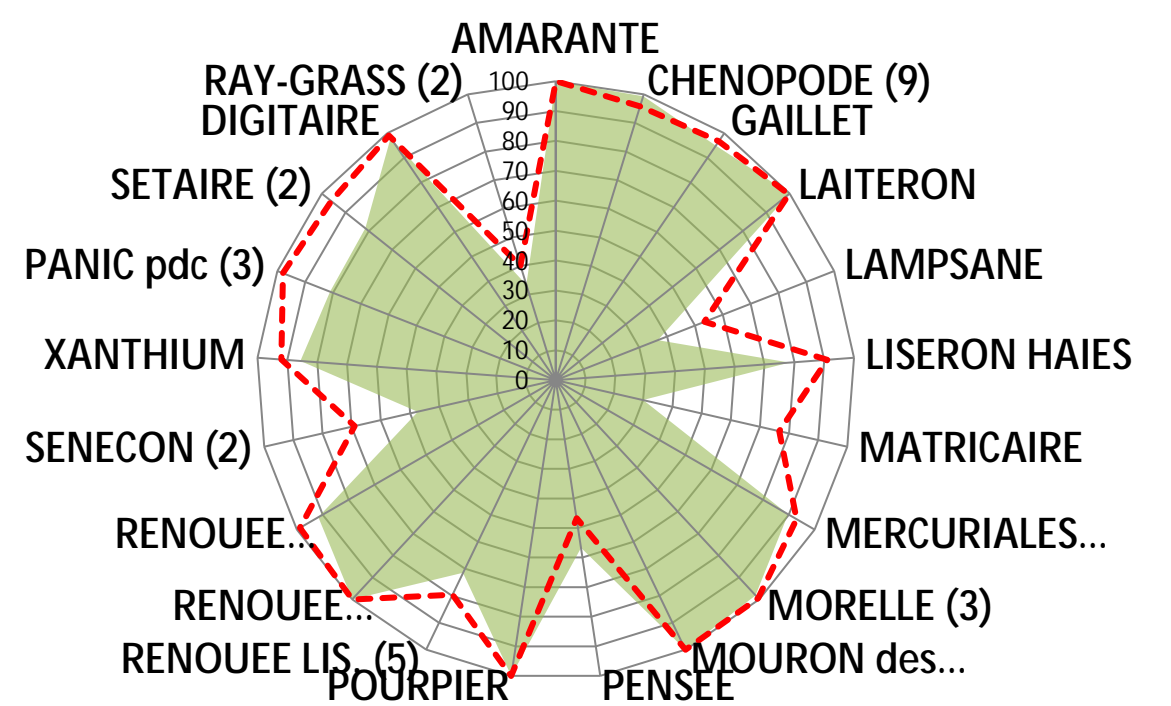
- q graminées
- q Renouées notamment renouées liseron

Base Atic-Aqua ou Dakota-P à 2,5 l/ha



■ ATIC AQUA 2 + CHALLENGE 3

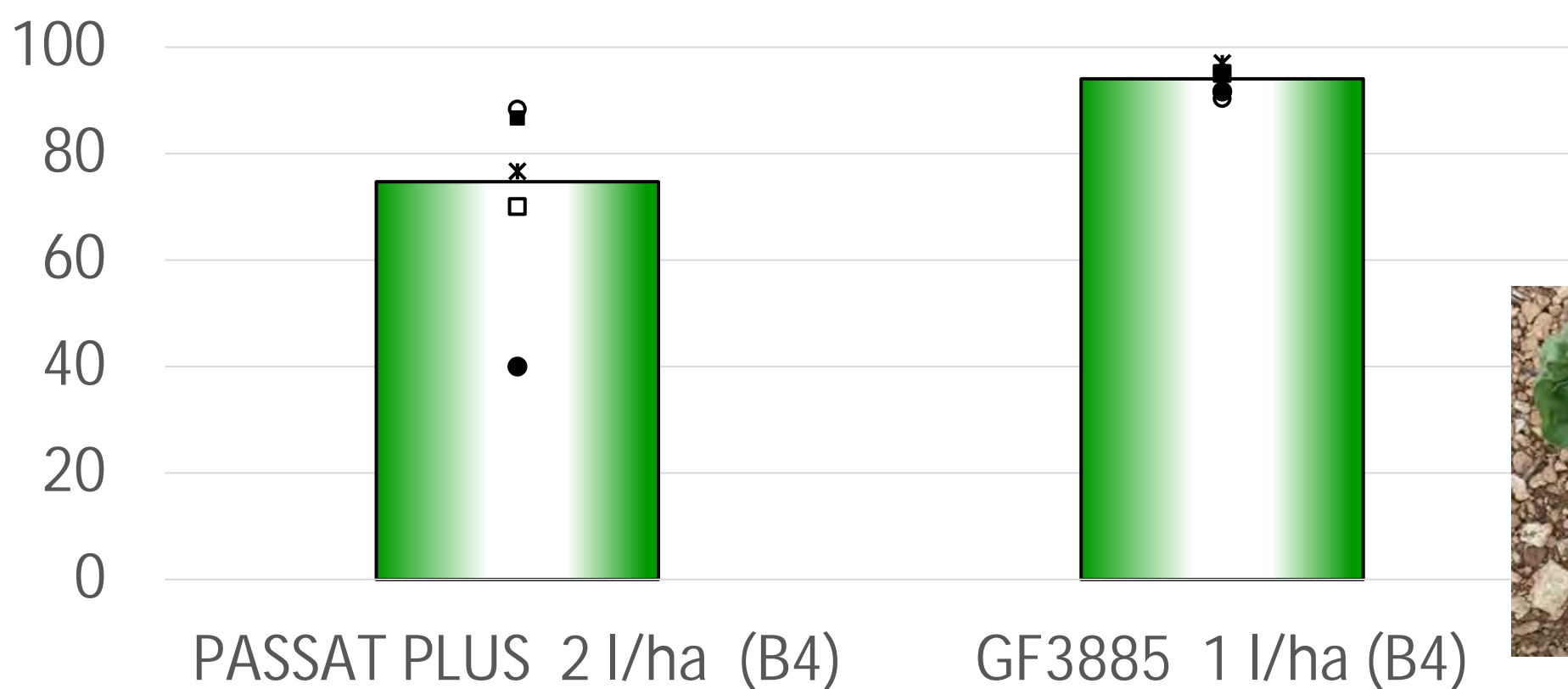
--- ATIC AQUA 2.5 / GF3885 1 (B4)



■ DAKOTA-P 2.5 / GF3885 1 (B4)

--- DAKOTA-P 2.5 / PASSAT PLUS 1,6 (B4)

## Sur Ambroisie



- moyenne
- × 2018 dpt79
- 2018 dpt82
- 2019 dpt85
- 2019 dpt11
- 2020 dpt85
- \* 2020 dpt47

à 6 essais 2018-2020  
242 pl/m<sup>2</sup> - (10 à 880)



Symptômes furtifs de gauchage dans les 48h après application



Symptômes de déformation de tiges parfois observables (application sur stade juvénile, recroisement de rampe)

# Des programmes à adapter à chaque situation

Flore simple à pression modérée  
à DAKOTA-P seul à 2,5 l/ha

45 à 50 €

Flore simple à pression forte renouvelées  
à Atic-Aqua 2l + Proman 2l

85 €

Ou

à Atic Aqua 2l + Challenge 2,5 à 3l

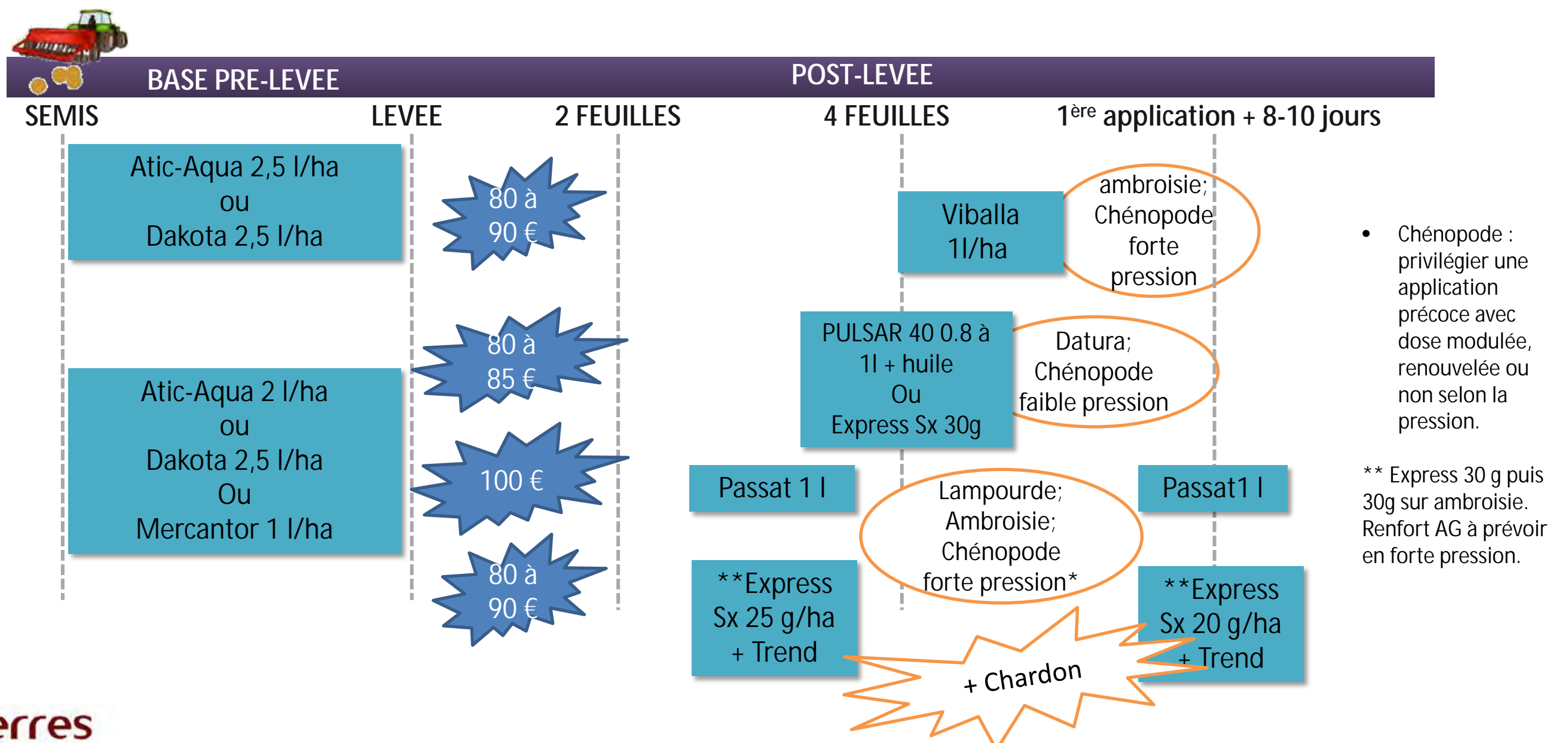
85 à 100 €

(Challenge renforce sur gaillet, et léger effet mercuriale insuffisant en pression forte)

Remplacement possible d'Atic-Aqua par Dakota-P 2l pour renforcer sur morelle. Privilégier Atic sur morelle si programme avec Proman 2l

	Dakota-P 2,5 à 3 l/ha	Atic-Aqua 2 l/ha + Challenge 600 3 l/ha	Atic-Aqua 2 l/ha + Proman 2 l
Digitaire			
Panic			
Ray-grass	*		
Sétaire			
Amarante			
Ambroisie	*		
Ammi élevé	*		
Arroche	*		
Bidens (chanvre d'eau)			
Capselle			
Chénopode			
Colza (repousses)			
Datura			
Ethuse	*		
Gaillet	*		
Laiteron			
Linaira batarde			*
Liseron des champs	*	-	*
Liseron des haies			
Matricaire	*		-
Mercuriale			
Morelle			
Mouron des champs			
Moutarde deschamps			
Ravenelle		*	
Renouée liseron			
Renouée des oiseaux	*		
Renouée persicaire	*		
Séneçon	*		-
Stellaire			
Véronique			

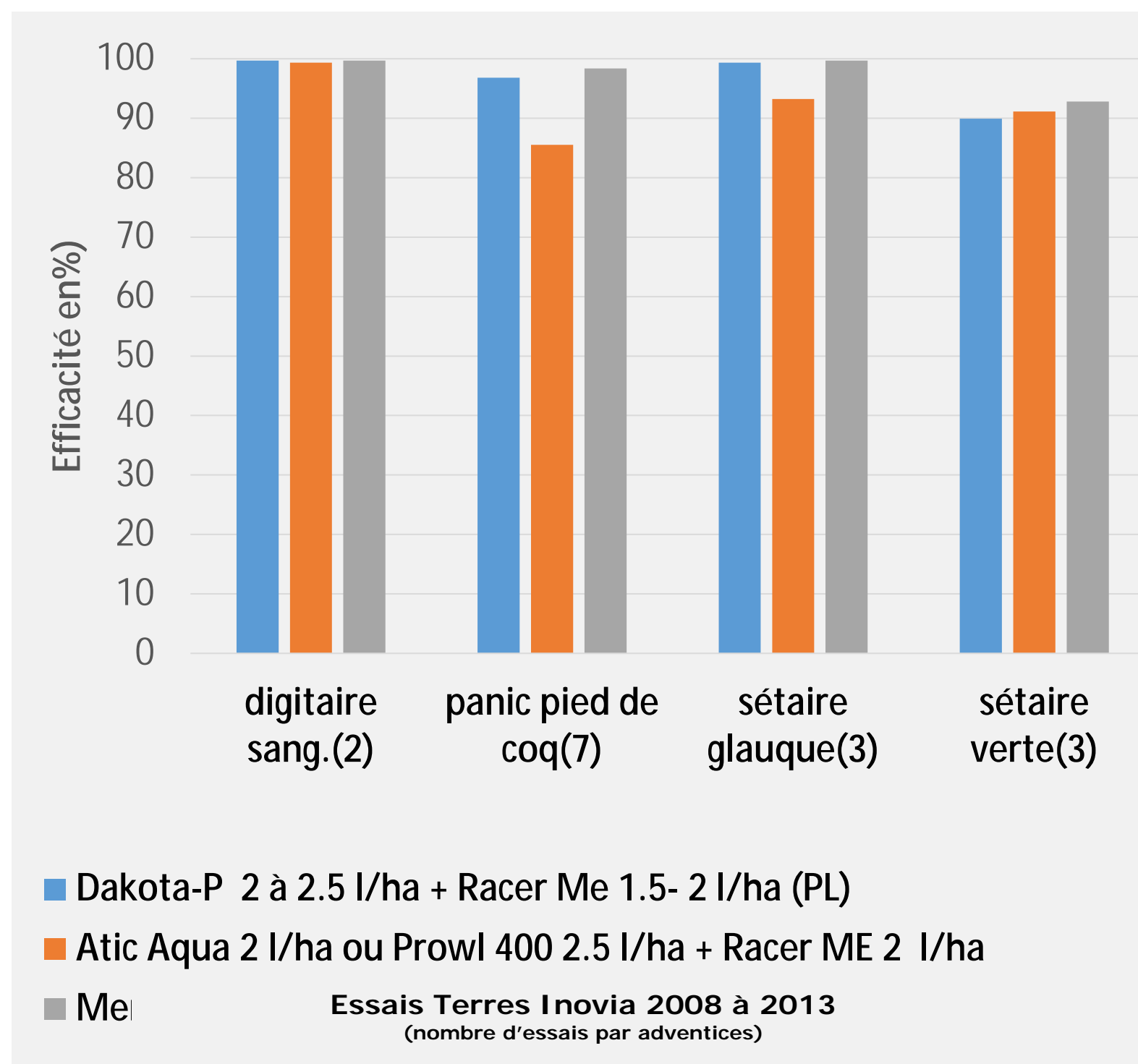
## Exemples de gestion en situation de flores difficiles (Ambroisie, xanthium, datura)



# Maintien des graminées sans s-métolachlore

## PSD : point sur les solutions existantes

- **Pendiméthaline** seule ou associée **DMTA-p** offrent une protection équivalente dans grand nombre de situations.
- Recours possible aux antigraminées foliaires



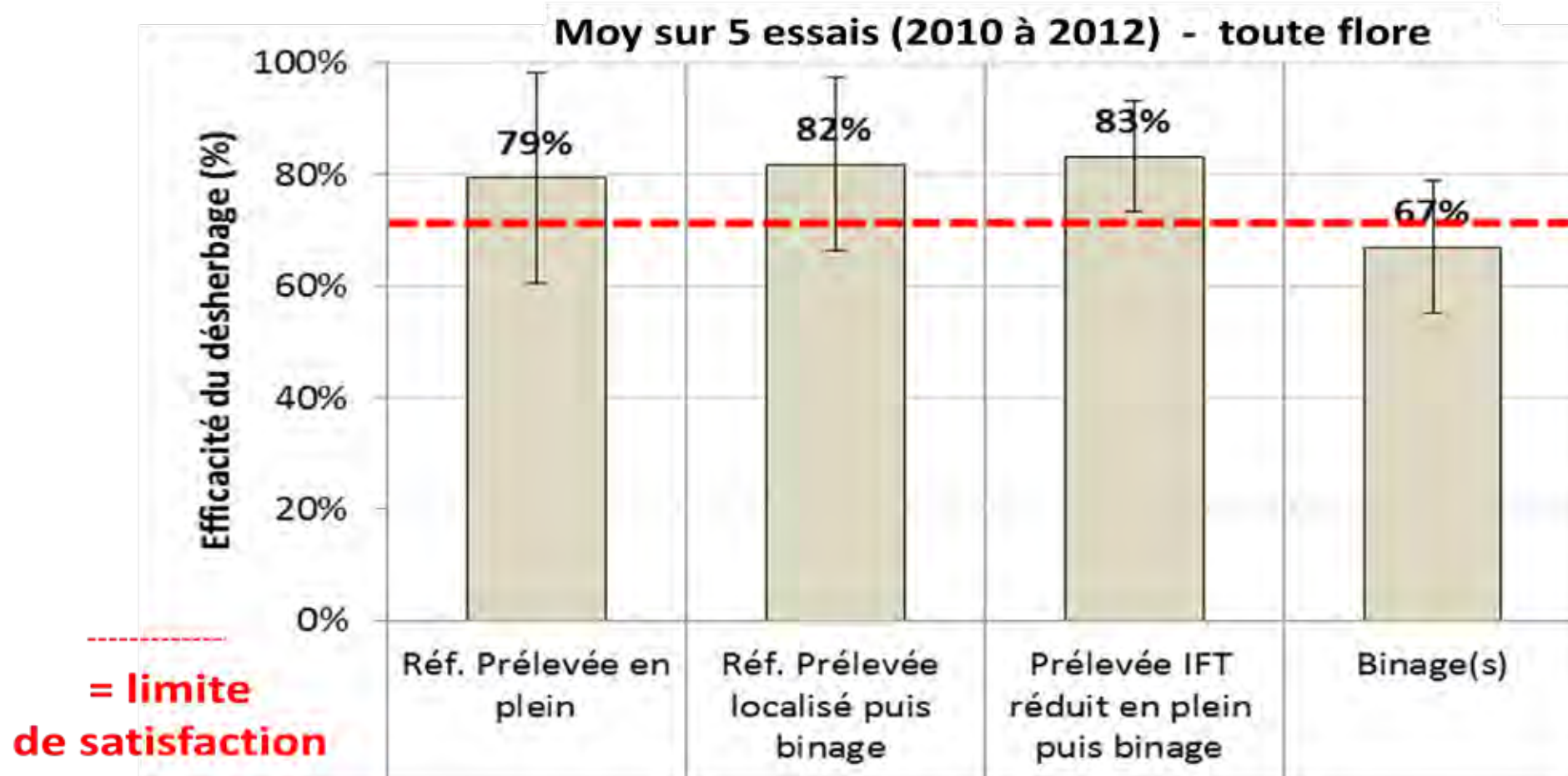
## Ray-grass/vulpin

- Une situation préoccupante :
  - Résistance quasi généralisée aux inhibiteurs ACCase (fop/dymes) et ALS (imazamox)
- Quelles alternatives ?
  - Solutions à base de dmta-P (DAKOTA-P, dmta-P solo attendu)
  - Reconsidérer le renforcement de ces solutions avec Novall (essais en cours)

# Désherbage mixte du tournesol avec binage

## Herbisemis puis binage

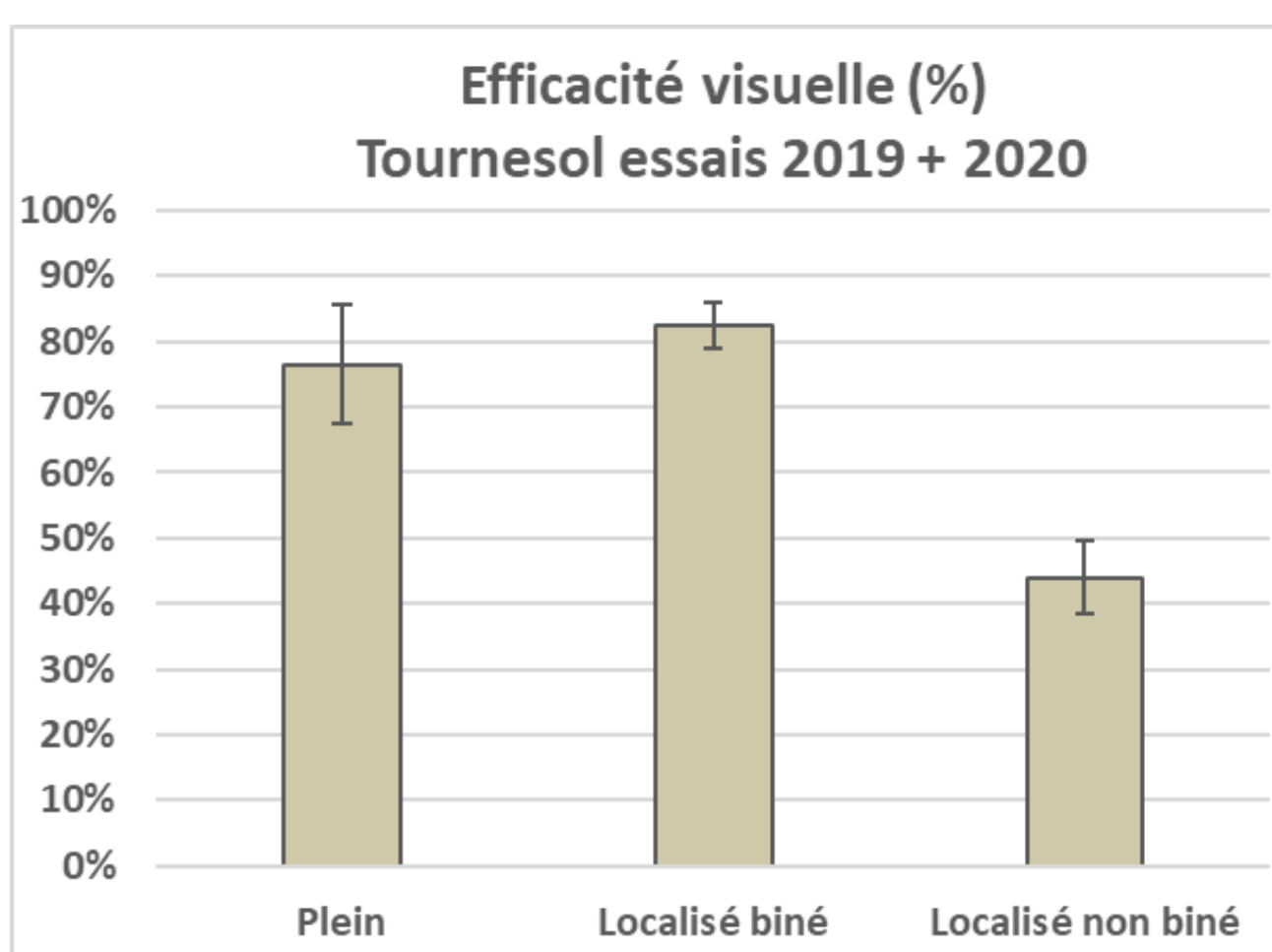
Herbicide de prélevée sur le rang avec un kit sur le semoir (herbisemis) PUIS binage



- Bonne complémentarité des deux
- Efficacité équivalente au traitement en plein
- IFT réduit (67 %) et coûts réduits (71 %)

## Herbicide localisé en post-levée puis binage

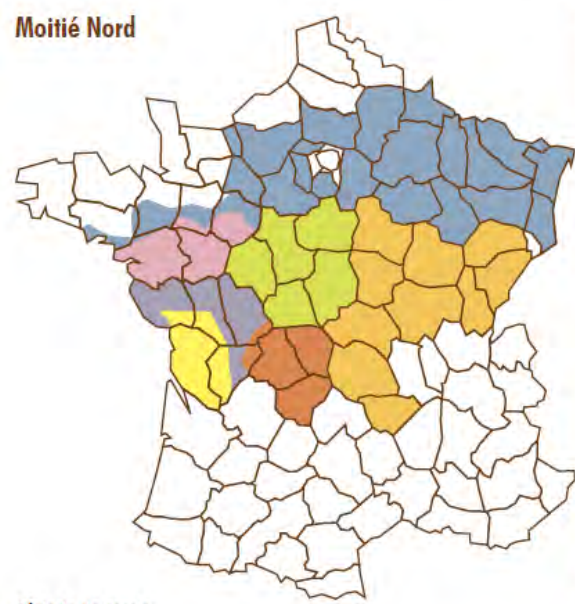
Traitement de post-levée (ex : Pulsar 40, utilisé dans ces essais, sur variété tolérante) sur le rang PUIS binage à usage d'une rampe spécifique Maréchal



- Complémentarité des deux indispensable
- Efficacité équivalente voire meilleure au plein
- IFT réduit de 56 %

# Sécuriser un peuplement optimal, quels leviers d'actions ?

## Le binôme période de semis et précocité



Période de semis  
 ●●● recommandée  
 ●● possible  
 ● possible mais non conseillée

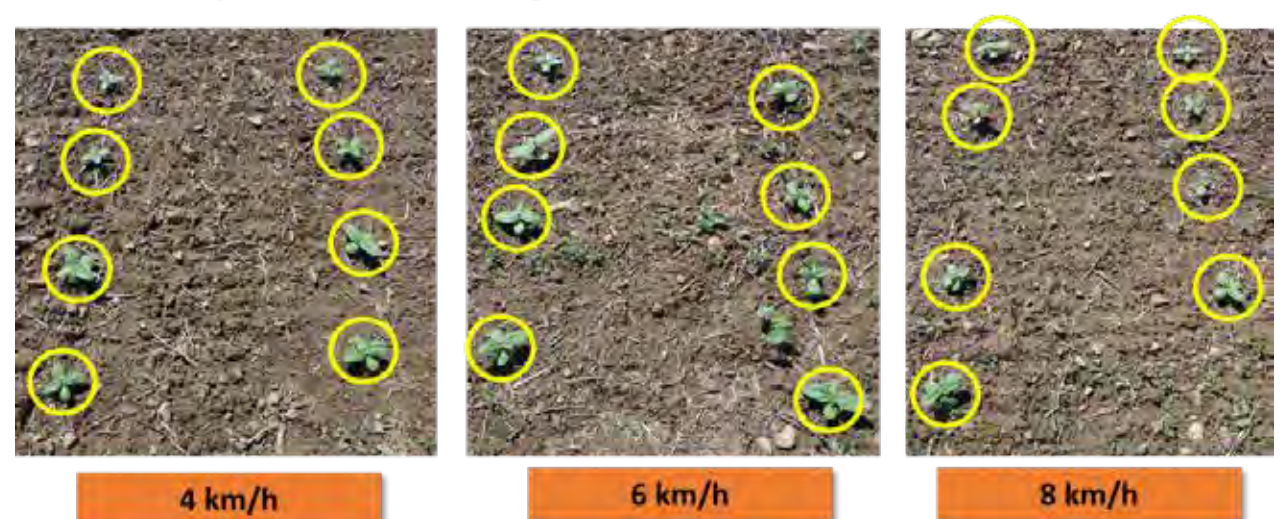
Précocité variétale  
 T : tardive MT : mi-tardive MP : mi-précoce  
 P : précoce TP : très précoce

	21 au 31 mars	1 <sup>er</sup> au 20 avril	21 au 30 avril	Après le 1 <sup>er</sup> mai
Période de semis	●●	●●●	●●	●
Précocité	P, MP	P	P	P, TP
Période de semis	●	●●●	●●●	●
Précocité	P, MP	P	P	P, TP
Période de semis	●●	●●●	●●	●
Précocité	MP	P, MP	P, MP	P, TP
Période de semis	●	●●	●●●	●
Précocité	P	P	P	P, TP
Période de semis	●●	●●●	●●	●
Précocité	MP, MT, T	P, MP, MT, T	P, MP	P, TP
Période de semis	●●	●●●	●●	●
Précocité	P, TP	P, TP	P, TP	TP
Période de semis	●	●●●	●●	●
Précocité	MP, P	MP, P, TP	P, TP	TP

## Le type de semoir et la vitesse de semis



Représentation de la régularité de semis selon la vitesse de semis



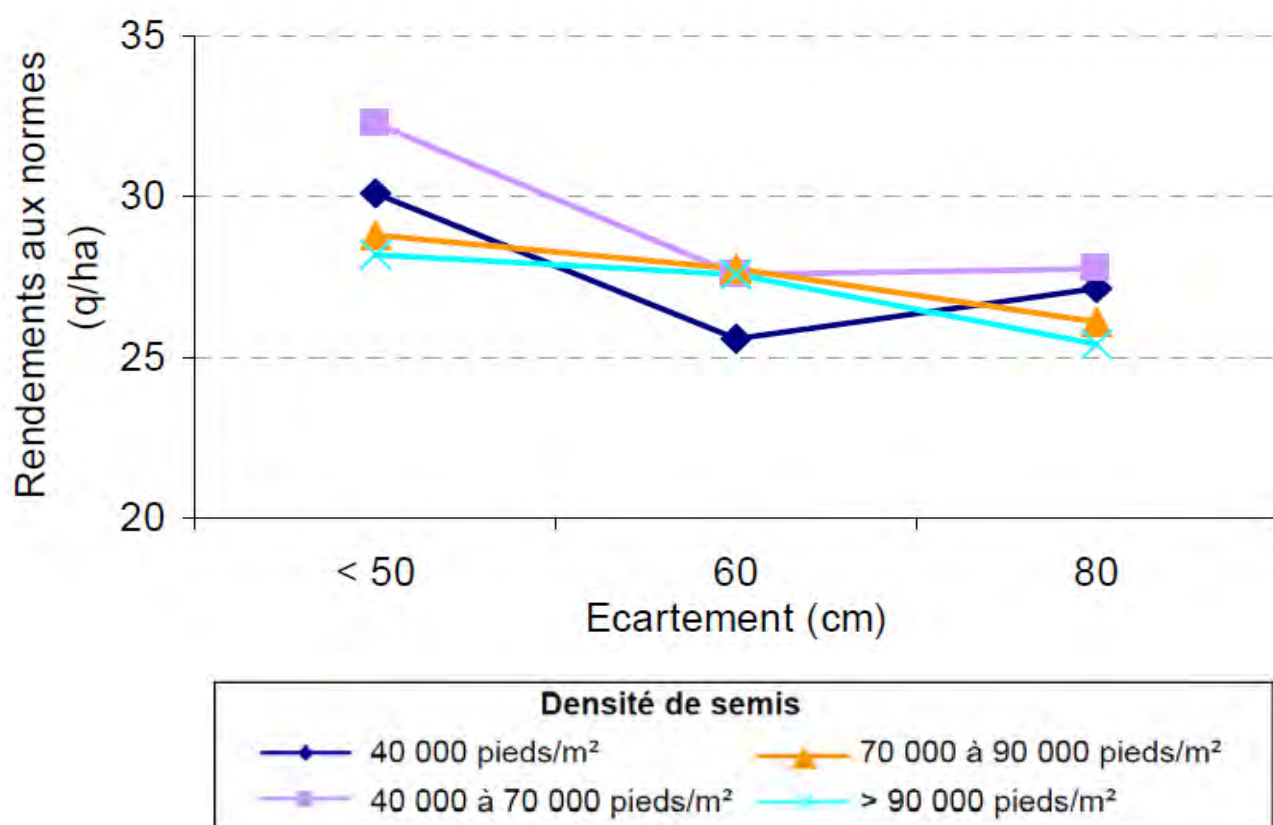
4 km/h

6 km/h

8 km/h

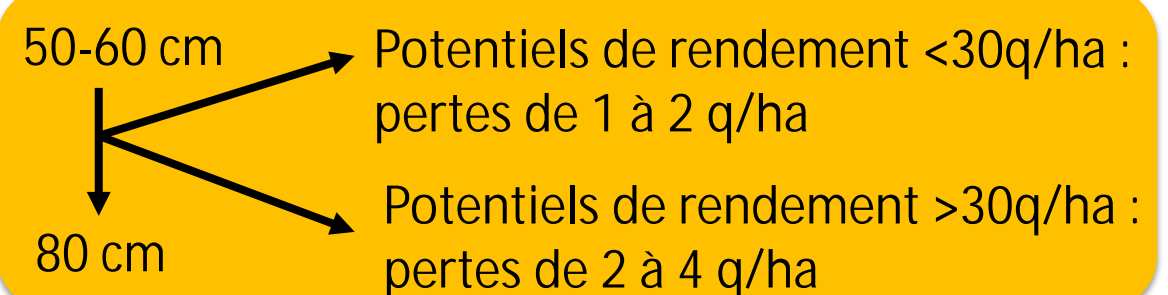
Semis à 6 km/h maxi, idéalement 4 km/h  
(à nuancer en fonction du semoir)

## L'écartement entre-rang



à Ecartement entre rangs : les écartements larges peuvent :

- augmenter la compétition entre plantes sur le même rang,
- limiter la capacité d'interception de la lumière par le couvert, À baisse du nombre de grains / m<sup>2</sup> non compensée par une augmentation du poids des graines.



## Un peuplement régulier, c'est capital pour le rendement

### Impact de l'hétérogénéité du peuplement sur le rendement

Diagramme	% de couverture du sol	Rendement (% du témoin)	Distribution des plantes dans le peuplement
	100	100	Distribution uniforme
	75	88,3	Distribution uniforme, mais les surfaces foliaires se recouvrent 2 par 2
	83	87,8	Distribution non uniforme ; quelques surfaces foliaires se recouvrent
	66	71,1	Forte hétérogénéité et mauvaise distribution des plantes sur le rang
	50	76	Distribution hétérogène et présence de plantes isolées sur le rang

# Fertilisation du Tournesol

Bien identifier les besoins de la culture (exemple pour un rendement à 35 q/ha) ...



- è Des besoins généraux couverts en grande partie par les restitutions.
- è L'azote et le bore sont les éléments prioritaires dans le cadre du pilotage de la fertilisation !
- è Dans certains cas, le tournesol trouve tout ce dont il a besoin dans son environnement (pas besoin d'apport)



... Pour mieux y répondre le cas échéant !

## Cas de l'Azote

		Objectif de rendement	
		25 q/ha (sols superficiels) (1)	35 q/ha (sols profonds) (2)
Reliquat d'azote minéral au semis	Faible (30 u)	40 à 80 u	80 à 100 u
	Moyen (60 u)	moins de 40 u	40 à 80 u
	Elevé (90 u)	0 u	moins de 40 u

- (1) argilo-calcaire superficiel, sol sableux, cranette...
- (2) : limon, limon argileux, argile limoneuse, craie...

Si la minéralisation est forte, choisir la valeur basse de la fourchette et inversement.  
Les reliquats d'azote au semis se mesurent jusqu'à 90 cm, voire 120 cm pour les sols les plus profonds.

## Privilégier l'apport d'azote en végétation :

- è L'apport d'azote en végétation (6 à 14 feuilles) est au moins aussi bien valorisé que l'apport au semis car réalisé au moment où les besoins de la culture sont les plus élevés
- è Il permet d'améliorer l'estimation de l'objectif de rendement en tenant compte de l'état du peuplement installé
- è Pour apporter l'azote en végétation sans risque, utiliser une forme solide (ammonitrate ou urée), par temps sec, avant l'apparition du bouton étoilé

## Cas du Bore

Apport	Stade	Forme	Dose de bore (B)
Au sol	Incorporer ou pas avant le semis (1)	Solide ou liquide	1.2 kg/ha (3)
En application foliaire	Entre les stades "10 feuilles" et LPT (1)(2)	Liquide : apporter au moins 200 l/ha de bouillie	300 à 500 g/ha (4)

- (1) Peut être réalisé à l'occasion du désherbage ou de l'application du fongicide.
- (2) LPT : limite de passage du tracteur. Le tournesol mesure 55 à 60 cm.
- (3) Chélat B : 250 g B/ha au sol - 200 g B/ha en application foliaire
- (4) Soit environ 3 l de produit liquide à 150 g/l de bore



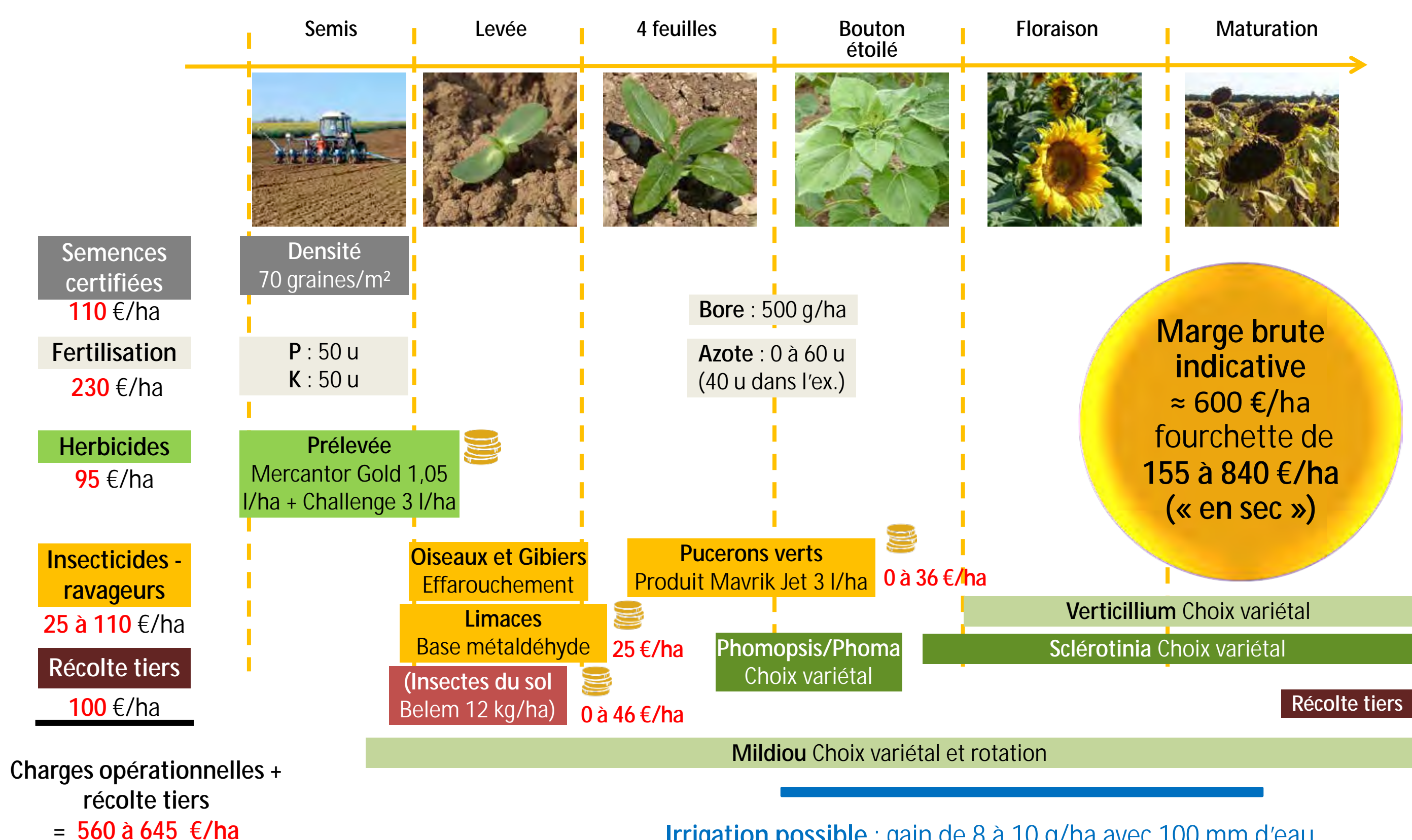
## Facteurs de risque et facteurs aggravants

- è pH supérieur à 7.0
- è Plus de 10% de calcaire actif dans le sol
- è Sols légers, filtrants et superficiels
- è Chaulage (blocage du bore)
- è Chocs thermiques entre « 10 feuilles » et « début floraison »
- è Retour fréquent du tournesol sans apport de bore



# Exemple d'itinéraire technique du tournesol

- Préparer son sol : interculture, structure, adventices
- Optimiser son choix variétal : débouchés, précocité, maladies, technologies
- Semer avant un réchauffement
- Adapter son désherbage : prélevée, post-levée, mécanique, mixte
- Gérer les bioagresseurs : limaces, oiseaux, pucerons verts
- Alimenter correctement : eau, NPK, bore

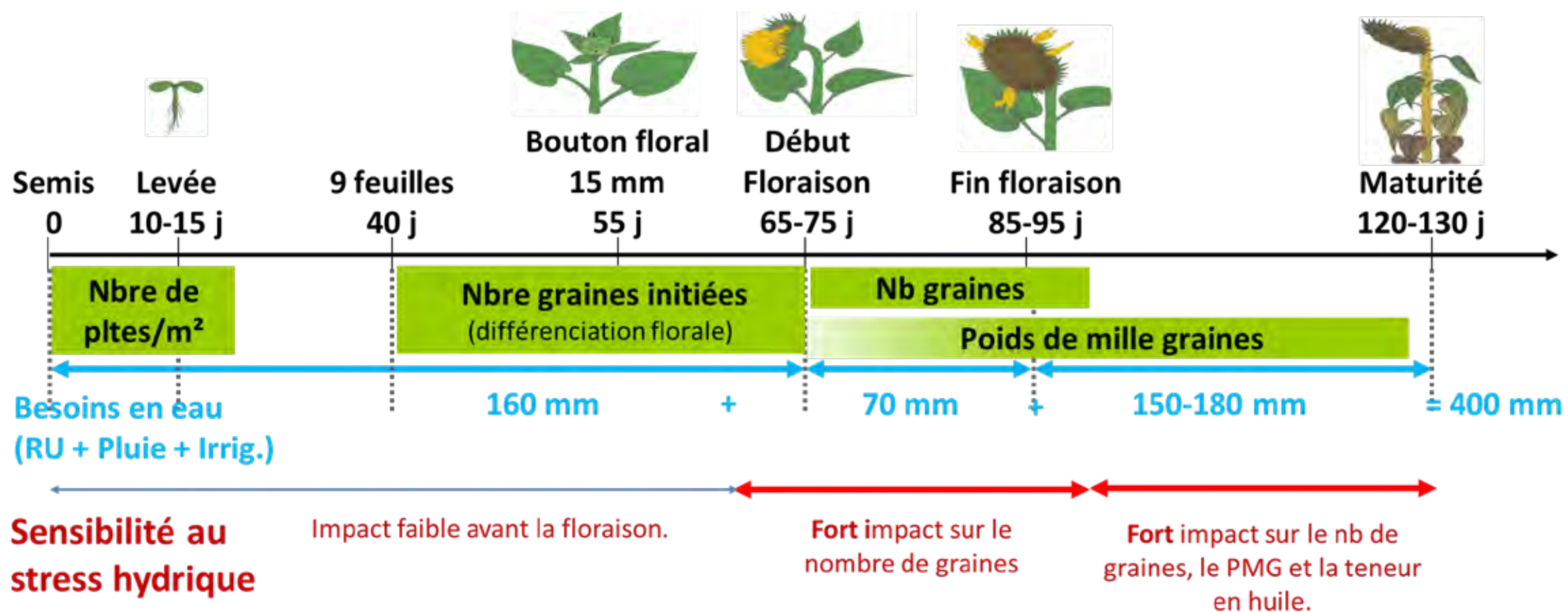


Rendement moyen : 20-30-35 q/ha en sec  
 Prix de vente indicatif : 400 €/t  
 -----  
 Produit brut indicatif : 800-1200-1400 €/ha



# Irrigation du tournesol : réussite et atout économique

## Les besoins en eau



- Mécanismes d'endurcissement avant floraison
- Obtenir un développement foliaire modéré avant floraison (IF= 2.5) , éviter un feuillage exubérant
- Maintenir la surface foliaire « verte » pour assurer un bon fonctionnement jusqu'à maturité

## Bonnes conduites d'irrigation

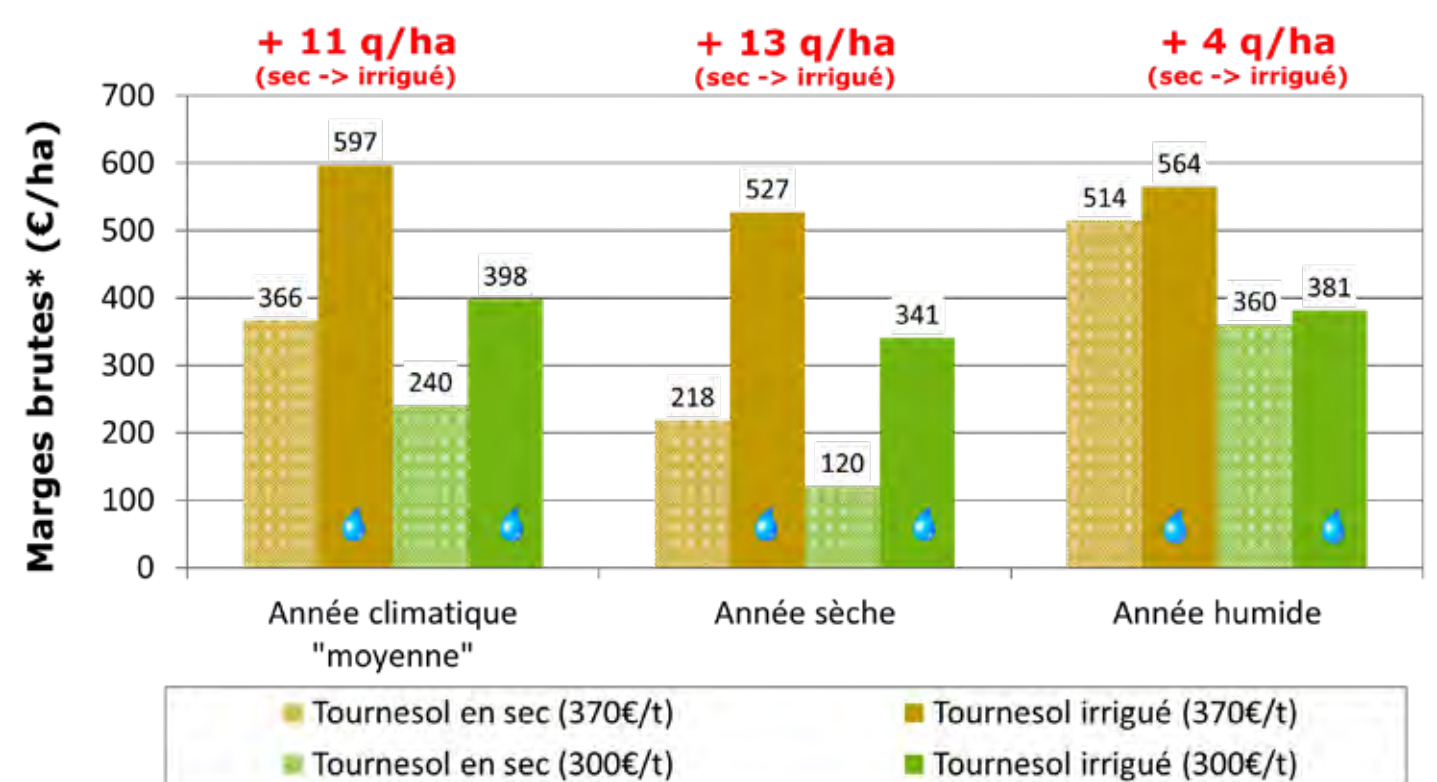
**1 à 3 apports d'eau au bon moment** pour maximiser l'efficacité de quantités limitées d'eau d'irrigation  
Privilégier les variétés très peu ou peu sensibles au sclérotinia et au phomopsis

Je dispose de :

Croissance au stade bouton	1 tour d'eau 30/40 mm	2 tours d'eau 60/80 mm	3 tours d'eau 90/120 mm
faible à modérée	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Juste avant la floraison</li> </ul> <p>Début floraison</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Juste avant la floraison</li> <li>• Puis fin floraison</li> </ul> <p>Début floraison    Fin floraison</p>	<p><b>EN SOL SUPERFICIEL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bouton étoilé</li> <li>• Début floraison</li> <li>• Puis fin floraison</li> </ul> <p>Bouton étoilé    Début floraison    Fin floraison</p> <p><b>EN SOL PROFOND</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Début floraison</li> <li>• Fin floraison puis 10 jours plus tard</li> </ul>
normale à exubérante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fin floraison</li> </ul> <p>Fin floraison</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fin floraison</li> <li>• Puis 10 jours plus tard</li> </ul> <p>Fin floraison    + 10 jours</p>	

## Intérêt économique de l'irrigation

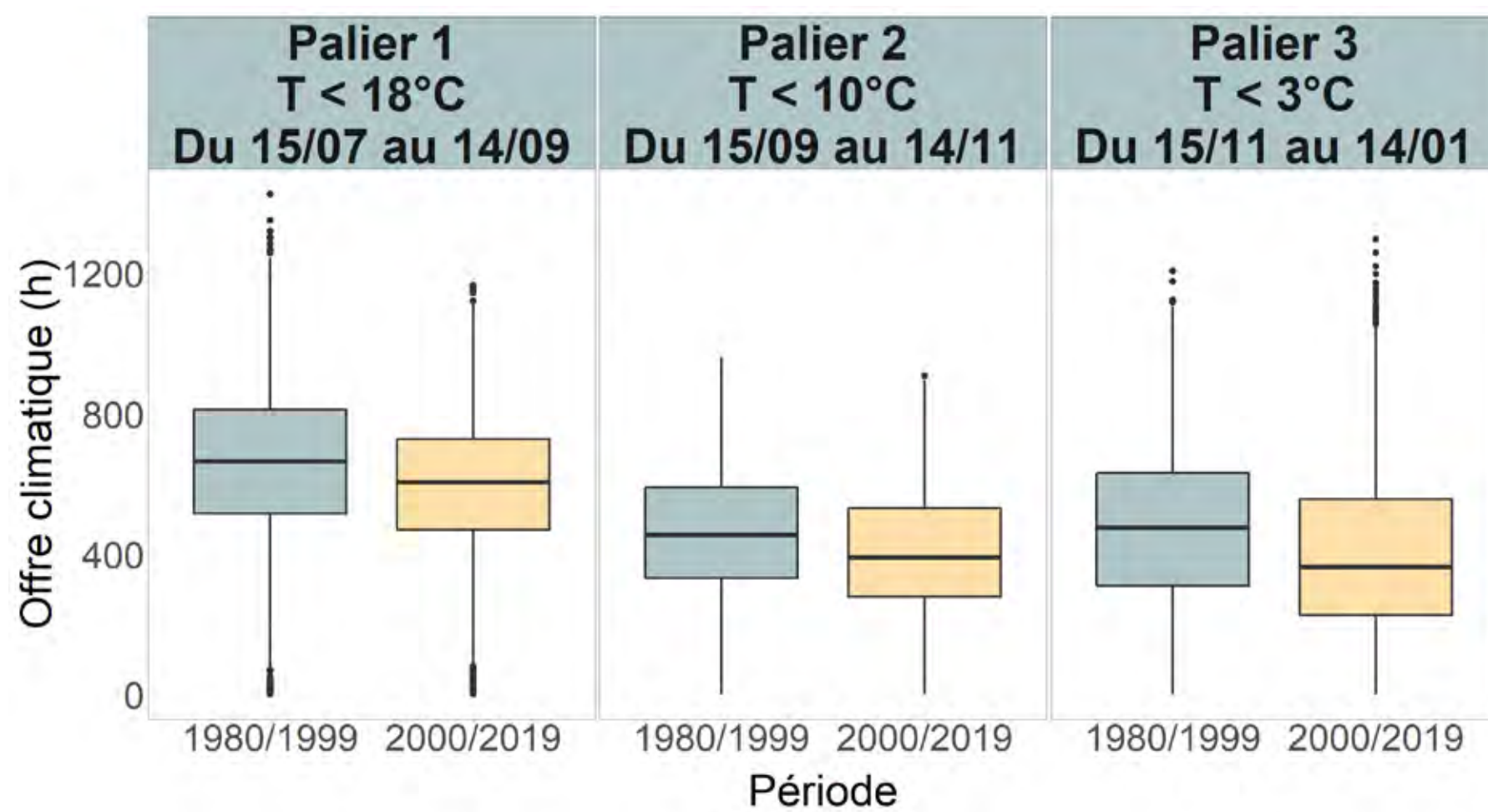
- Très bonne réponse à l'eau
- Efficacité moyenne : ~ 10 q/ha pour 100 mm d'eau d'irrigation
- L'irrigation améliore grandement la marge brute



# Une offre climatique en baisse

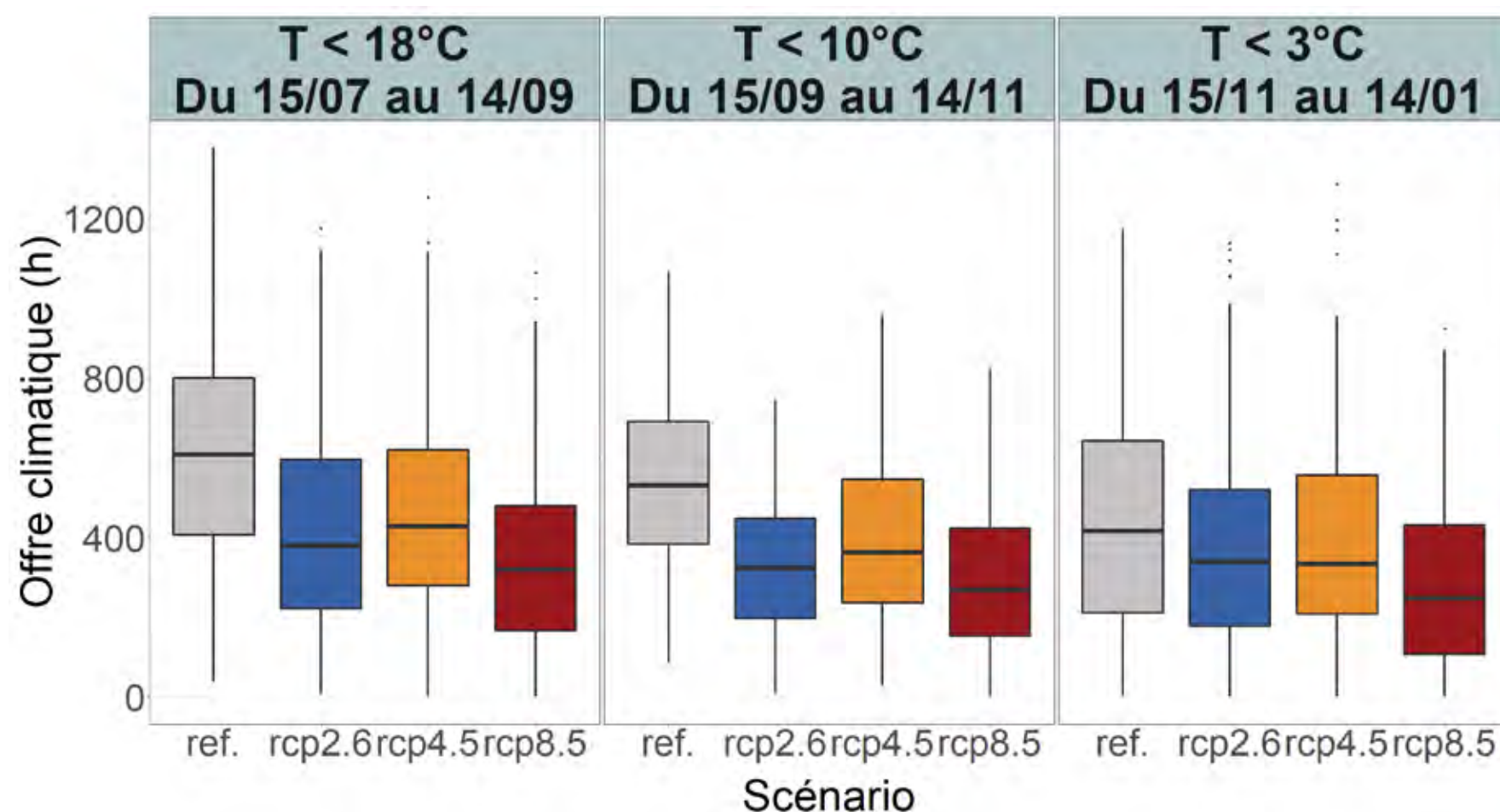
L'offre climatique est le nombre d'heures où la température est inférieure au seuil de déclenchement des ventilateurs. Arvalis préconise de refroidir le blé en trois paliers successifs, calés sur les évolutions de température saisonnières.

## Regard sur le passé récent (1980/2019 – 191 stations)



En moyenne, l'offre climatique a baissé de 7 à 12 % depuis la période 1980/1999

## Projection à moyen terme (2041/2060 – 11 stations)



Selon les scénarios, la baisse de l'offre climatique moyenne serait de 15 à 45 % par rapport à 1980/1999.



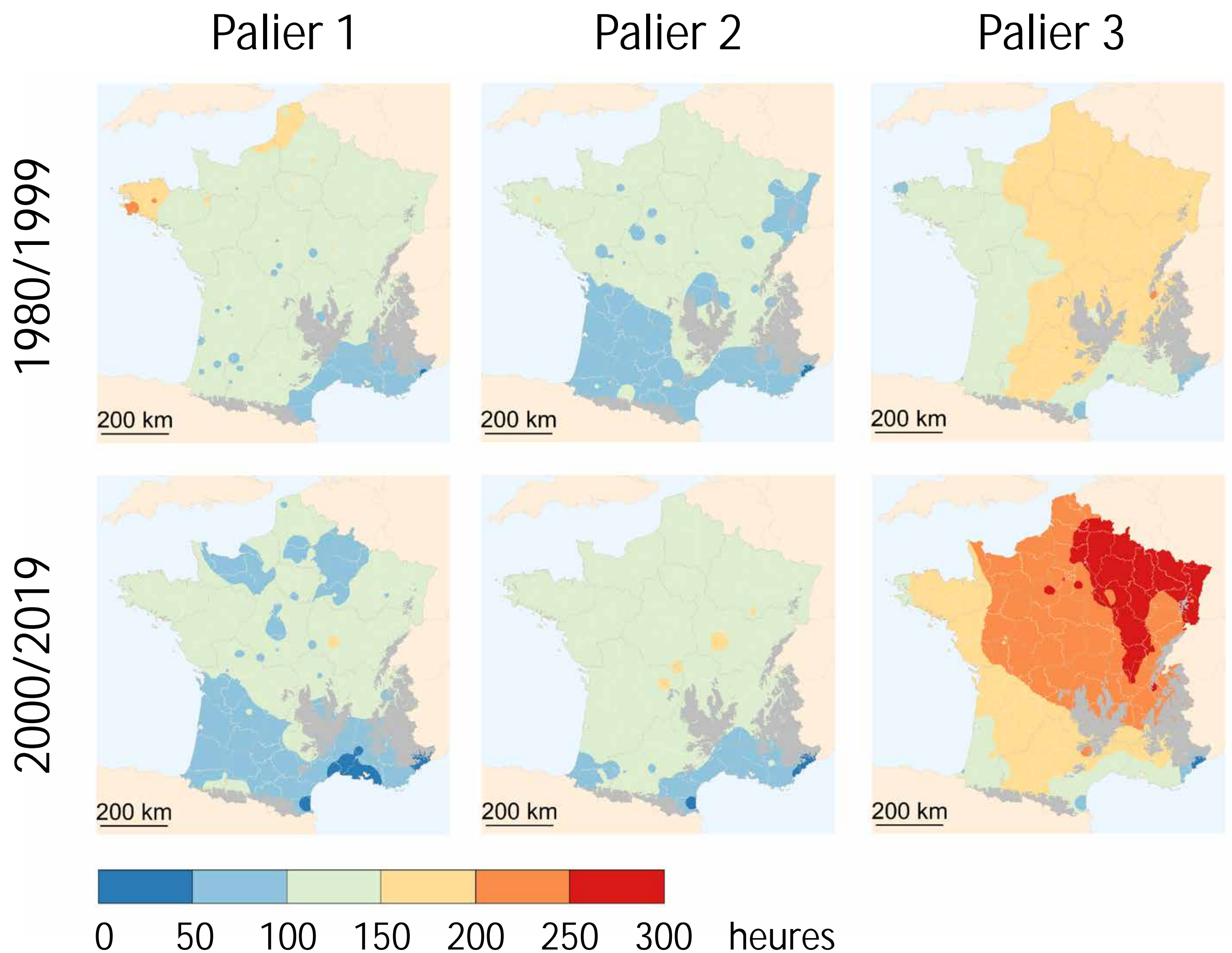
## Combien d'heures pour refroidir un silo fermier ?

En général, 40 à 50 heures de ventilation suffisent à refroidir une cellule métallique de blé.

# Des variations plus importantes d'une année sur l'autre

La durée et l'intensité des événements extrêmes comme les vagues de chaleur sont renforcées par le changement climatique. Quelles en sont les conséquences sur l'offre climatique ? Toutes les régions sont-elles touchées de la même manière ?

## Cartographie des écart-types de l'offre climatique



**Palier 1 :** diminution des écart-types dans le Sud -> il sera toujours difficile de refroidir le grain à 20°C

**Palier 2 :** moins de variabilité dans le Sud-Ouest

**Palier 3 :** augmentation importante de la variabilité dans le Nord-Est -> les possibilités de refroidissement à 5°C seront très différentes d'un hiver à l'autre

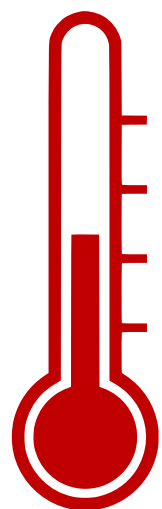
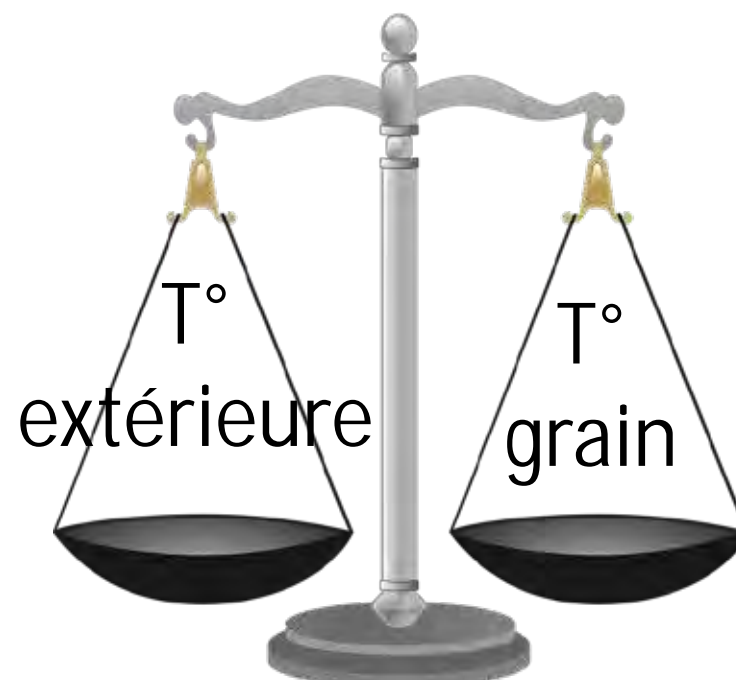
# S'adapter à une offre de froid réduite

## Ventiler plus rapidement

En augmentant le **débit**  
du ventilateur



En étant au plus **proche**  
de l'offre climatique  
à Profiter de chaque  
moment favorable



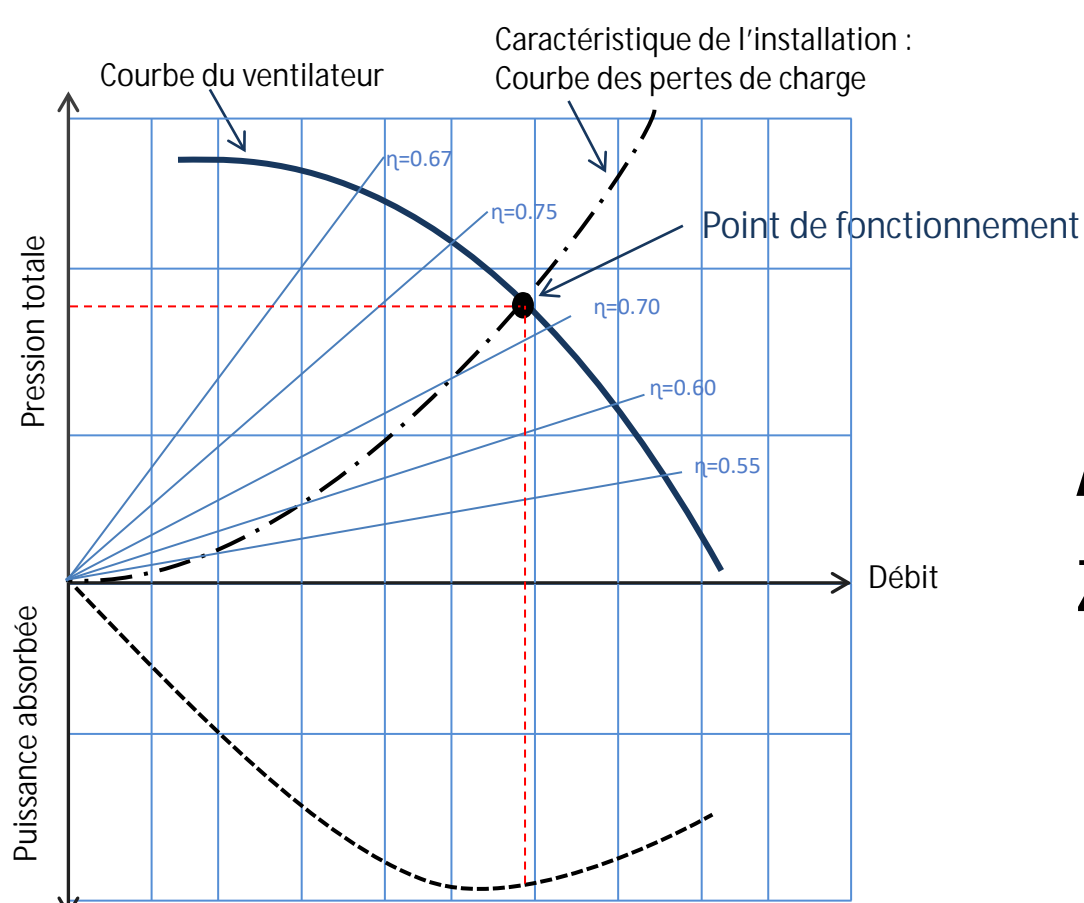
En contrôlant la température du  
grain pour ventiler assez mais pas  
trop

## Limiter le réchauffage de l'air en limitant les pertes de charges



Avec des **diffuseurs d'air**  
**adaptés** et performants et pas  
des tuyaux de drainage

Ventiler du **grain propre et trié**  
facilite le passage de l'air



Avec un ventilateur fonctionnant en  
zone de **rendement optimal**

# Bien équipé pour bien ventiler

**Un système de thermométrie** pour suivre le bon déroulement des phases de ventilation, surveiller la conservation des grains et détecter précocement les échauffements ponctuels

**Un système de pilotage automatique de la ventilation** couplé à un thermostat pour profiter de toutes les heures efficaces et seulement des heures efficaces

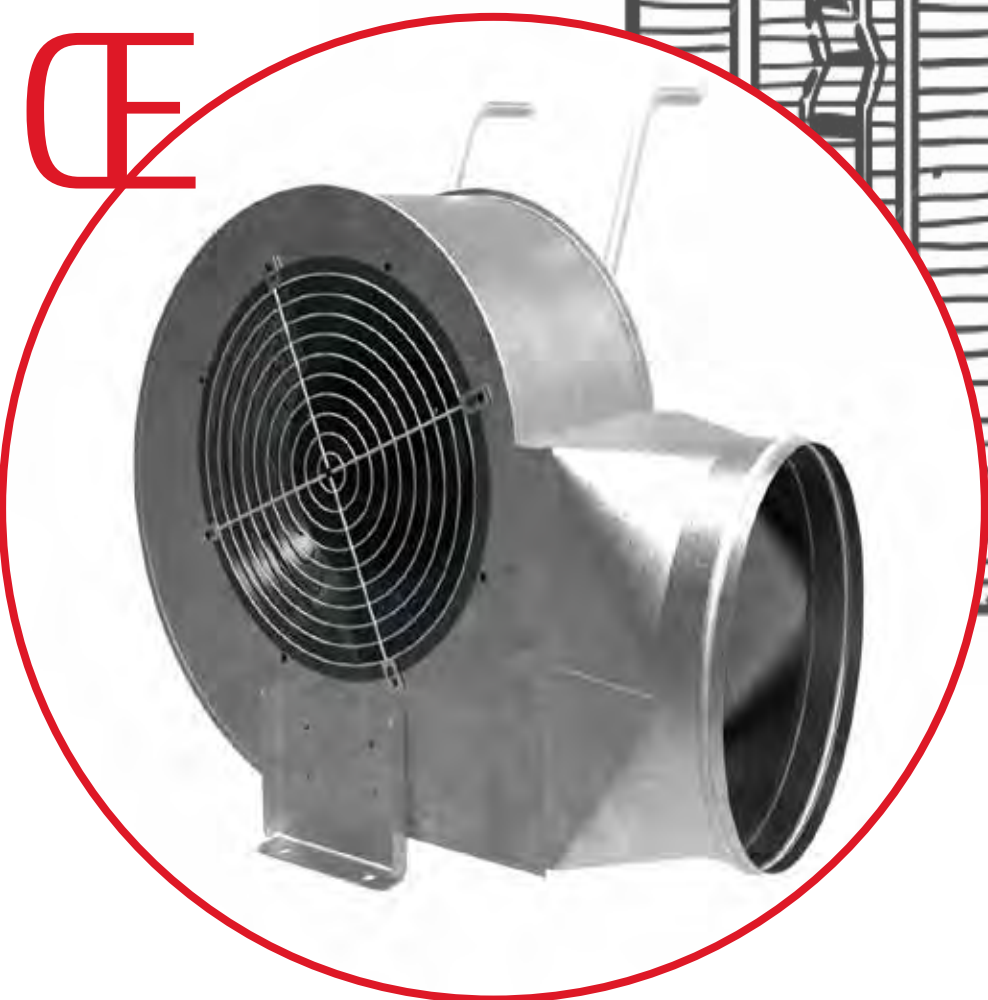


**Un réseau de distribution d'air performant** offrant la plus faible résistance possible au passage de l'air. Le taux de perforation doit être supérieur à 10 %



**Un ventilateur adapté** qui possède :

- un débit spécifique suffisant pour refroidir le grain dans un délai suffisamment court;
- une pression suffisante pour assurer le passage de l'air dans le réseau et le grain;
- la plus faible consommation d'énergie électrique possible.



Pour choisir son ventilateur <https://ventilis.arvalis-infos.fr/ventilis-agri/accueil>

# Des outils pour vous aider...

- **À piloter vos ventilations :**

Outil d'aide au refroidissement des grains à la ferme :  
Le coffret Sec-LIS® déclenche automatiquement la ventilation dès que la température extérieure est suffisamment basse



Contact : [contact@mte-silo.com](mailto:contact@mte-silo.com)

- **À choisir un ventilateur adapté à vos besoins :**



Venti-LIS® agri aide les agriculteurs à choisir un ventilateur adapté à leur stockage, ou leur permet de vérifier que leur ventilateur actuel correspond bien à leur installation.

<https://ventilis.arvalis-infos.fr/ventilis-agri/accueil>

- **À auditer vos pratiques :**



Venti-LIS® audit vous permet d'auto-évaluer vos pratiques de stockage à la ferme, pour préserver au mieux la qualité de vos grains.

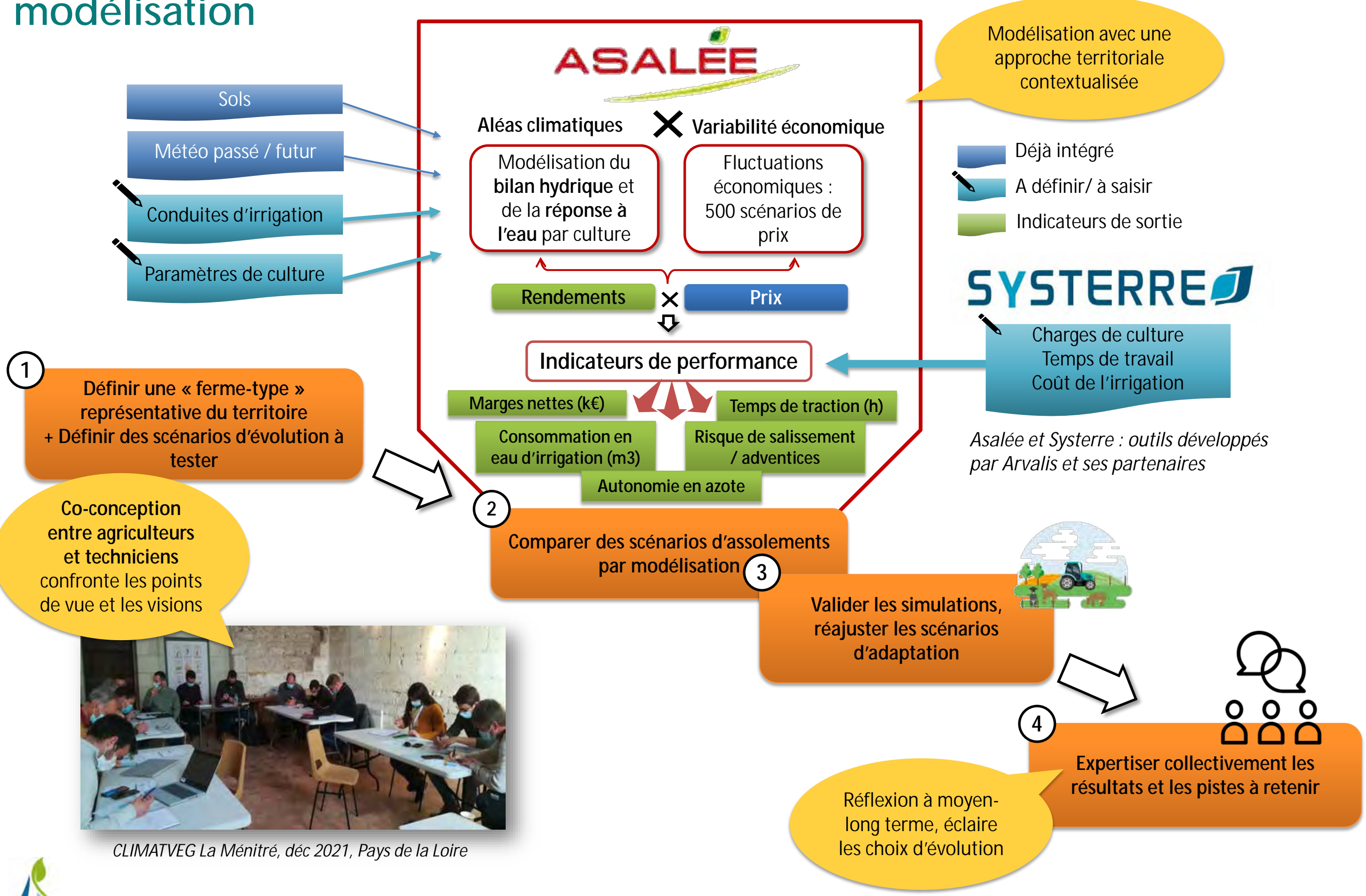
<https://ventilis.arvalis-infos.fr/ventilis-audit/accueil>

- **À reconnaître les insectes des grains :**



# S'adapter face au changement climatique : la démarche ASALEE

La démarche ASALEE basée sur des ateliers de co-conception et sur la modélisation

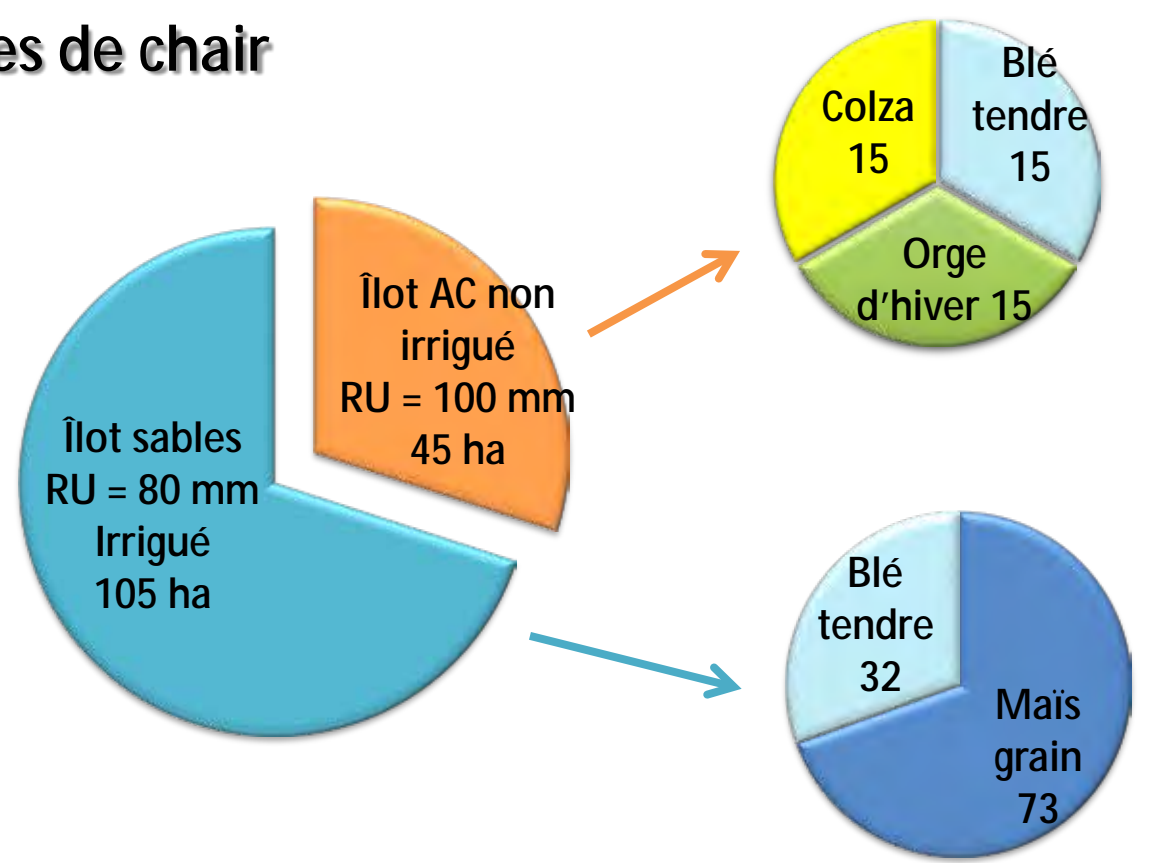


## Focus sur le territoire Sarthe - Projet CLIMATVEG Pays de la Loire \*

### Exploitation de référence : cultures et élevage de volailles de chair

- 150 ha de cultures annuelles, 1 UTH / production végétales, 4 poulaillers
- Surface irrigable : 105 ha, sols à faible RU
- 300 000 m<sup>3</sup> max disponibles prélevés en rivière, 1 pivot, 2 enrrouleurs
- 73ha irrigués en été – 1 600 m<sup>3</sup>/ha
- Coût total d'accès à l'eau : 0,16 € / m<sup>3</sup>

Indicateurs à l'échelle de l'exploitation – climat actuel	
Marge nette médiane totale avec aides	35 175 €
Volumes d'eau consommé médian	234 €/ha
Temps de traction total h/UTH/an	167 549 m <sup>3</sup>
	948 h/an



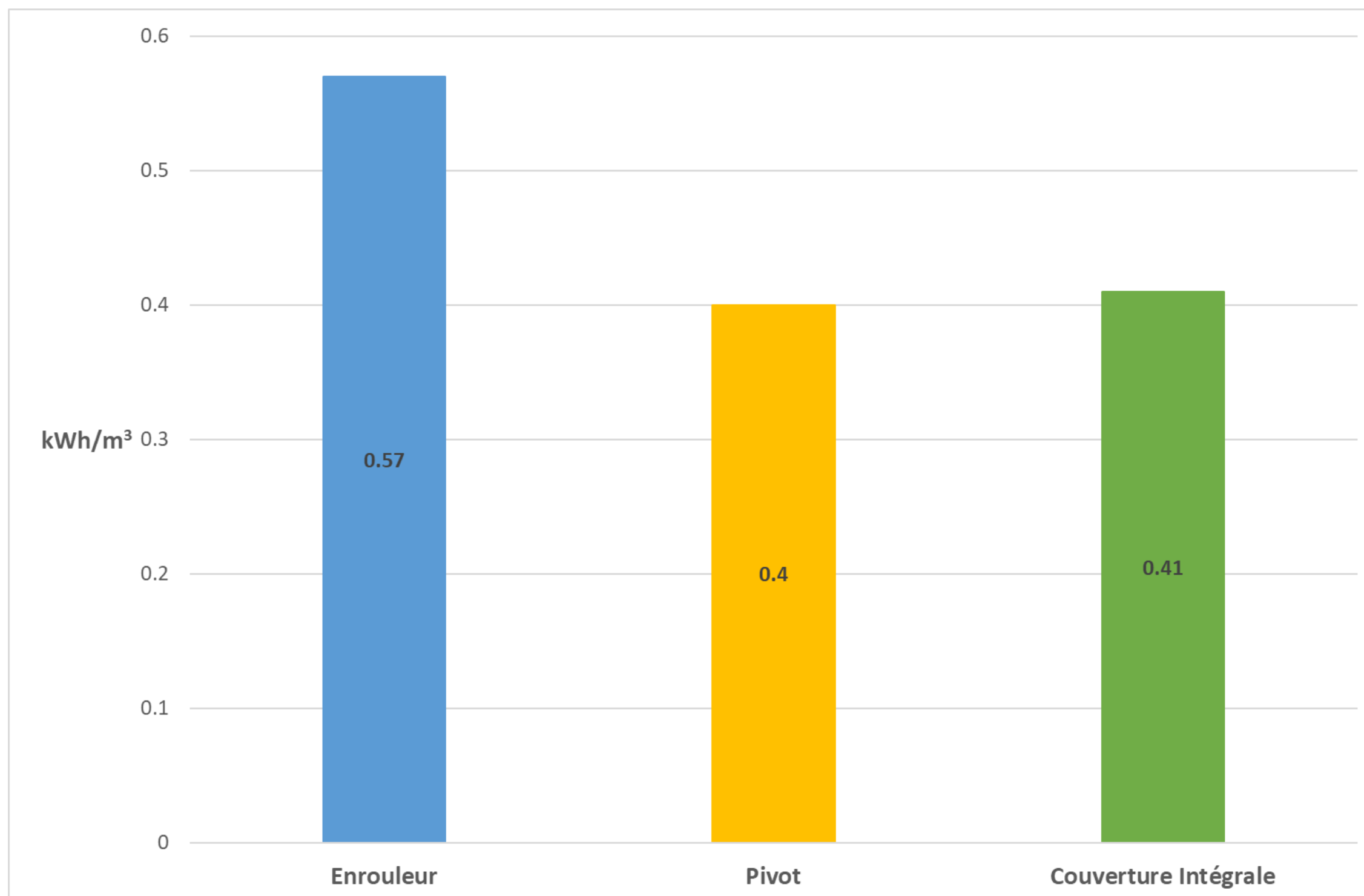
### Scénarios d'adaptation testés

1	2	3
Développement de l'activité culture et élevage	Développement des protéines végétales alimentation humaine et oléo-protéagineux	Réduction de l'irrigation compensée par agrandissement et assolement cultures hiver
+50 ha, 8 poulaillers	+50 ha, 4 poulaillers	+70 ha, 4 poulaillers
+0.5 UTH	+0.5 UTH	+0.5 UTH
+50 ha irrigués	+3 ha irrigués	+11 ha irrigués

### Évolution en climat futur par rapport à la situation actuelle

Analyse pluri-critères, approche globale	Sans adaptation	Scénarios testés			
		1	2	3	
Ressource en eau	rivière	réserve + rivière	rivière	rivière	
Conso. eau d'irrigation / ha	+11%	+17%	+17%	-30%	-55%
€ Marge nette	-53%	-48%	-27%	-23%	-23%
h Temps de traction	+1%	-6%	-6%	-20%	-24%
Autonomie en azote (indice)	100	150	150	75	68
Pression adventices / rotations	--	-	-	-	--

# Consommation énergétique des matériels d'irrigation



kWh /m³ Installations électriques en vallée de Garonne (pompage rivière sans dénivelé) <sup>1</sup>

	Canon-enrouleur	Pivot / Rampe frontale	Rampe tractée par enrouleur	Couverture intégrale	Goutte à goutte de surface	Goutte à goutte enterré
Consommation énergétique	+++	+(+)	++	++	+	+

Si la pompe est adaptée au système  
(+ faible consommation +++ consommation élevée)

## Pour estimer sa consommation énergétique

- Avant et après une position d'irrigation moyenne
  - Relevé compteur eau
  - Relevé compteur électrique
- Faire le ratio

<sup>1</sup>Volet irrigation EDEN 2012-2013-2014-2015 ARVALIS CA31 INRAE (financement CASDAR - Agence de L'Eau Adour-Garonne)



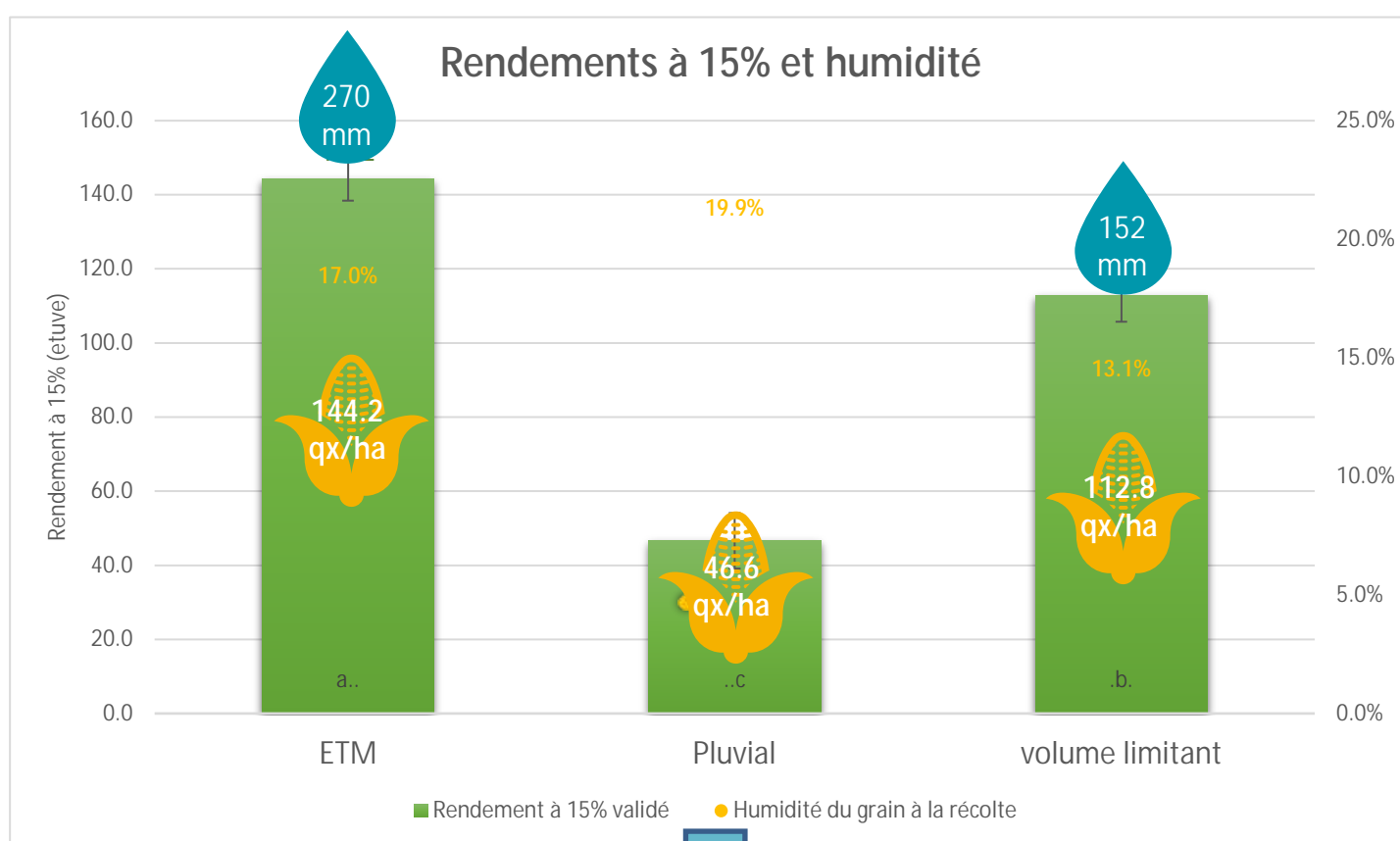
# Irriguer avec un volume limitant Maximiser l'efficacité de l'eau

## Apporter la bonne dose au bon moment

Essai Maïs – Le Magneraud 2022

### Ø Irrigation à l'ETM vs Volume limitant

- Conduite ETM via Irré-LIS classique
- Conduite VL via IrréLis « VL » :



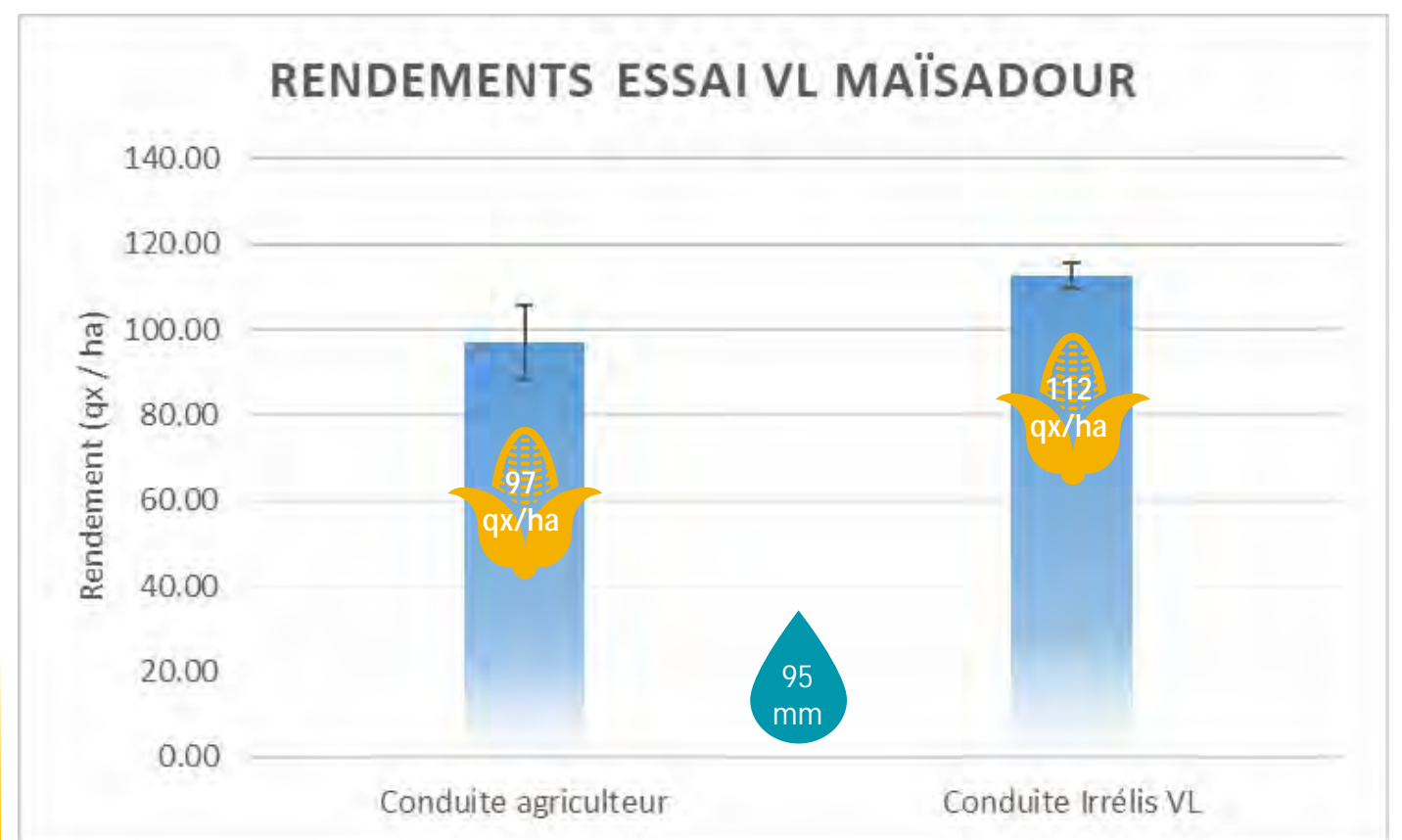
Conduite ETM	Conduite VL
0.36 qx/mm	0.44 qx/mm

Efficienc e de l'eau d'irrigation :  
+ 7,42 qx/ 100 mm apportée en VL

Essai Maïs MAÏSADOUR – Gers 2022

### Ø À volume identique (930 m<sup>3</sup> /ha)

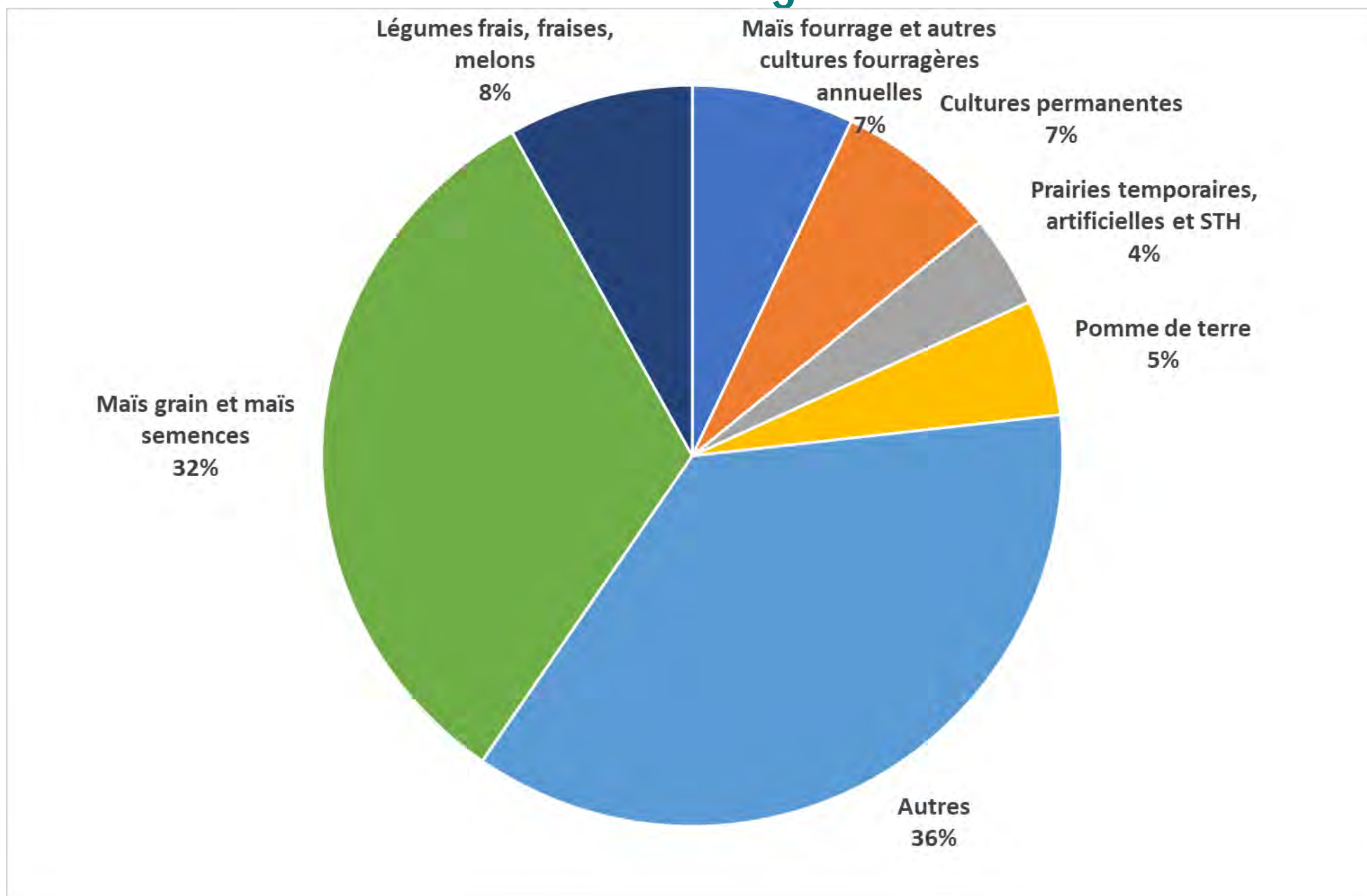
- Conduite agriculteur via Irré-LIS classique
- Conduite VL via IrréLis « VL » :



VL : +15 % de rendement par rapport  
à la conduite IrréLis classique

- Irriguer en volume limité : apporter l'eau à des stades clés, adapter le tour d'eau en terme de doses et de temps de retour sur la parcelle
- À volume identique : une stratégie VL permet d'obtenir de meilleurs résultats techniques
- Par rapport à une situation non limitante : une stratégie VL permet de produire plus par mm apporté (meilleure efficacité de l'irrigation)

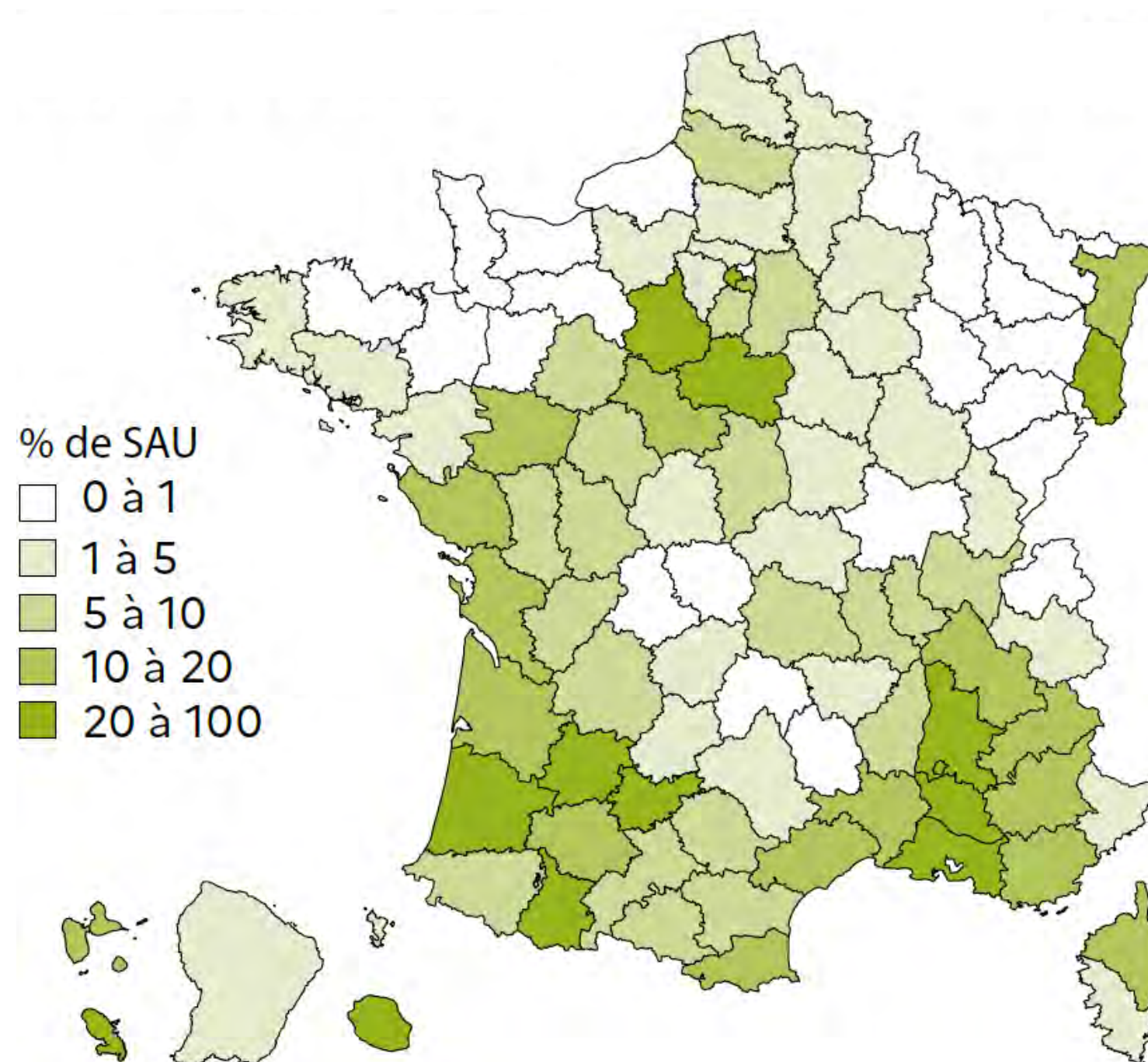
## Part des cultures irriguées en France



Source : Agreste – Recensement agricole 2020

1,8 millions d'hectares

## Part irriguée de la SAU



Source : Agreste – Recensement agricole 2020

Moyenne France : 6,8 %

# Focus group « Solutions fondées sur la nature et gestion de l'eau »

Funded by the

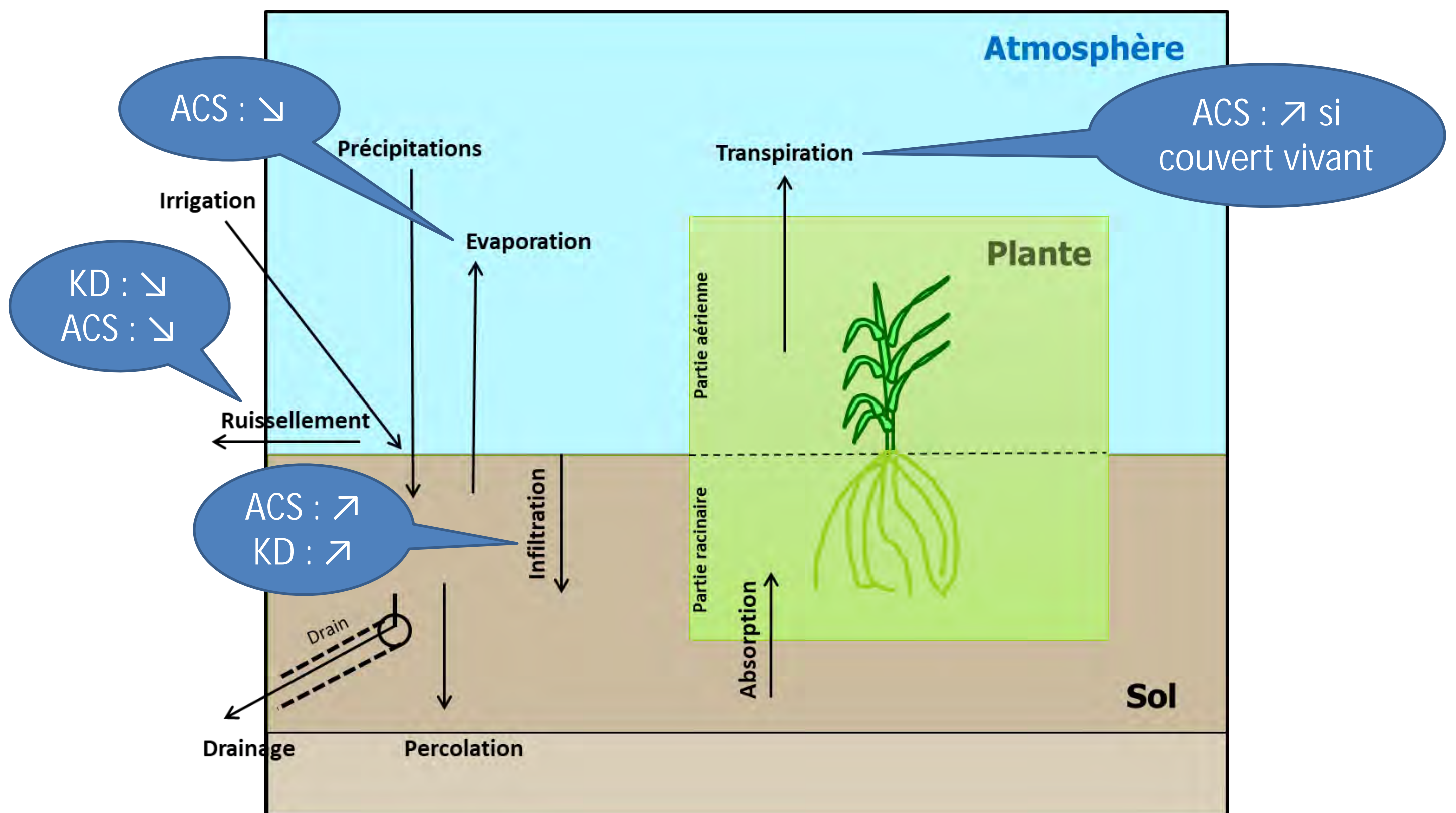


## Exemples de SFN à l'échelle parcellaire

- Agriculture de conservation



- Keyline design



Etude de l'effet des pratiques sur le cycle de l'eau à l'échelle parcellaire

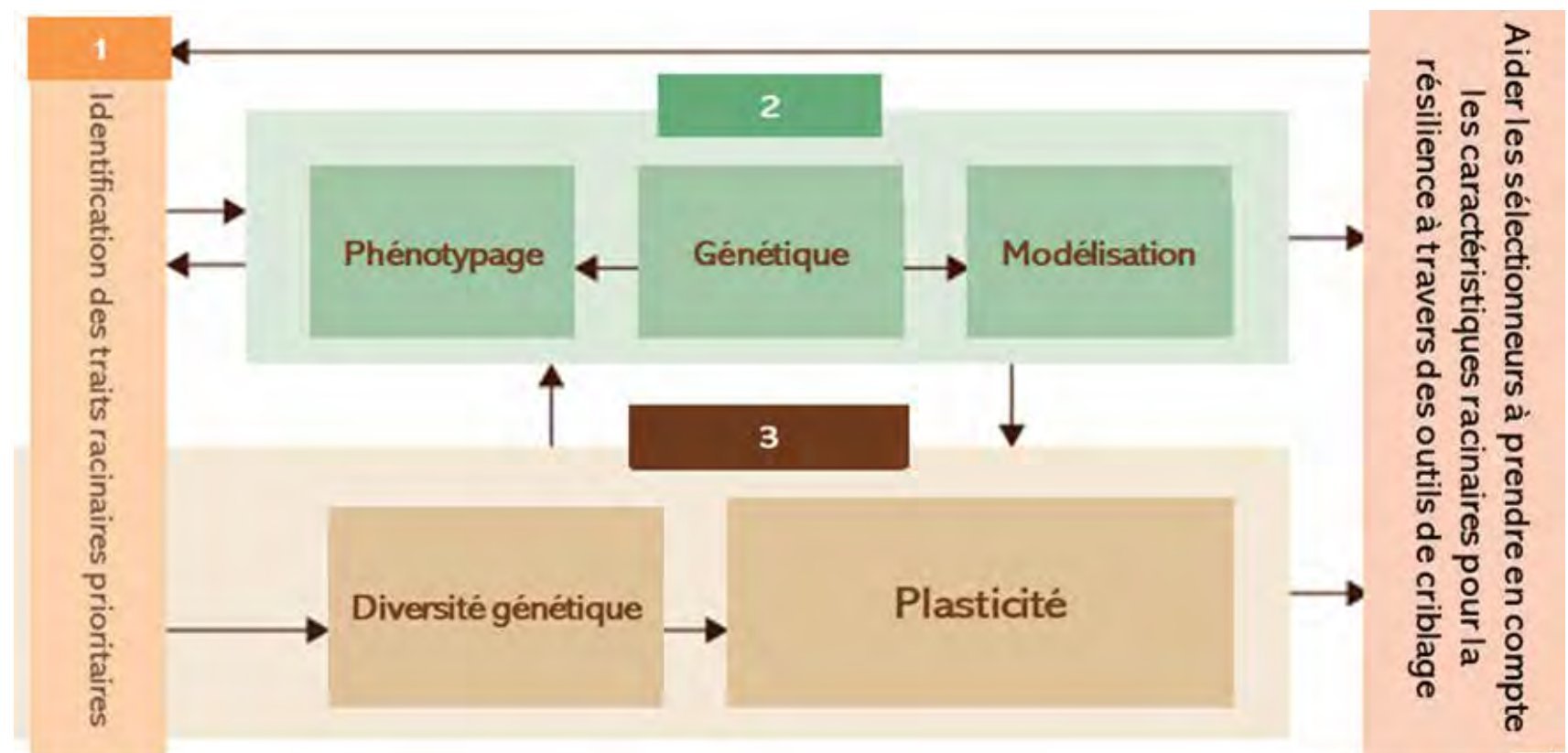
# Sélectionner par les racines

## Contexte et objectifs

Le projet européen **Root2Res** (2022 – 2027) étudie les **systèmes racinaires** comme leviers d'amélioration de la **résilience** des systèmes de culture aux effets du **changement climatique**. Il vise à fournir aux agriculteurs des variétés davantage résilientes vis-à-vis des stress thermiques et hydriques.

## Méthodologie

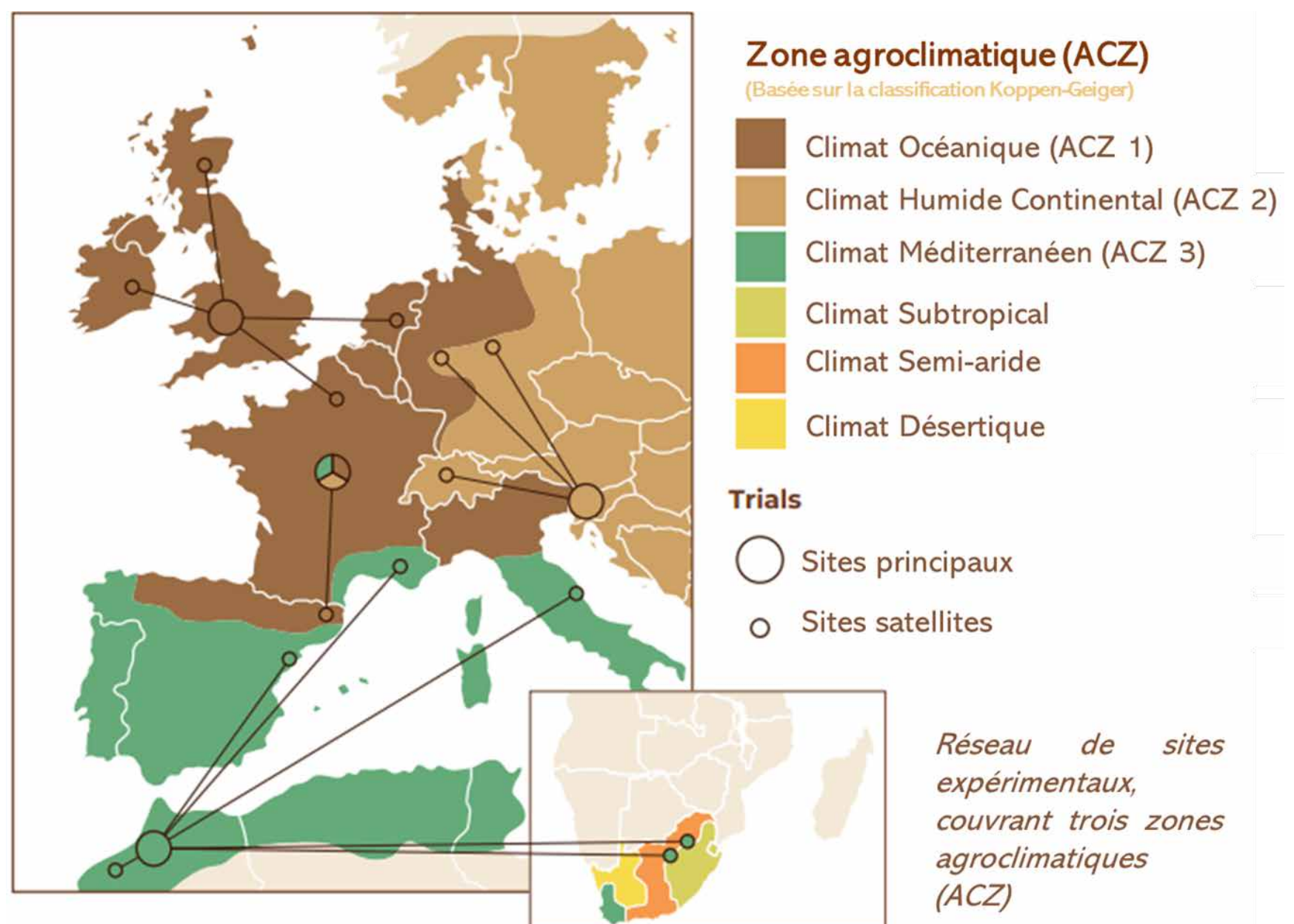
**1** Identification et test des types de **variétés** les plus à même de répondre aux enjeux climatiques de demain, c'est-à-dire tolérantes aux stress abiotiques et qui stockent du carbone.



**2** Développement d'une **boîte à outils** d'aide à la sélection et caractérisation variétale

Génétique	Phénotypage	Modélisation
Identification et développement de marqueurs moléculaires Germoplasmes innovants	Architecture racinaire Rhizosphère Envirotypage	Croissance racinaire Interactions au sein de la rhizosphère (microbiome, exsudats...) Réponses aux stress

**3** Tester les variétés et quantifier la plasticité du phénotype racinaire dans un **réseau de sites expérimentaux** reflétant la variabilité du climat et des sols européens.



# Céréales à paille et eau

Magneraud (17) Sols groies RU 150 mm

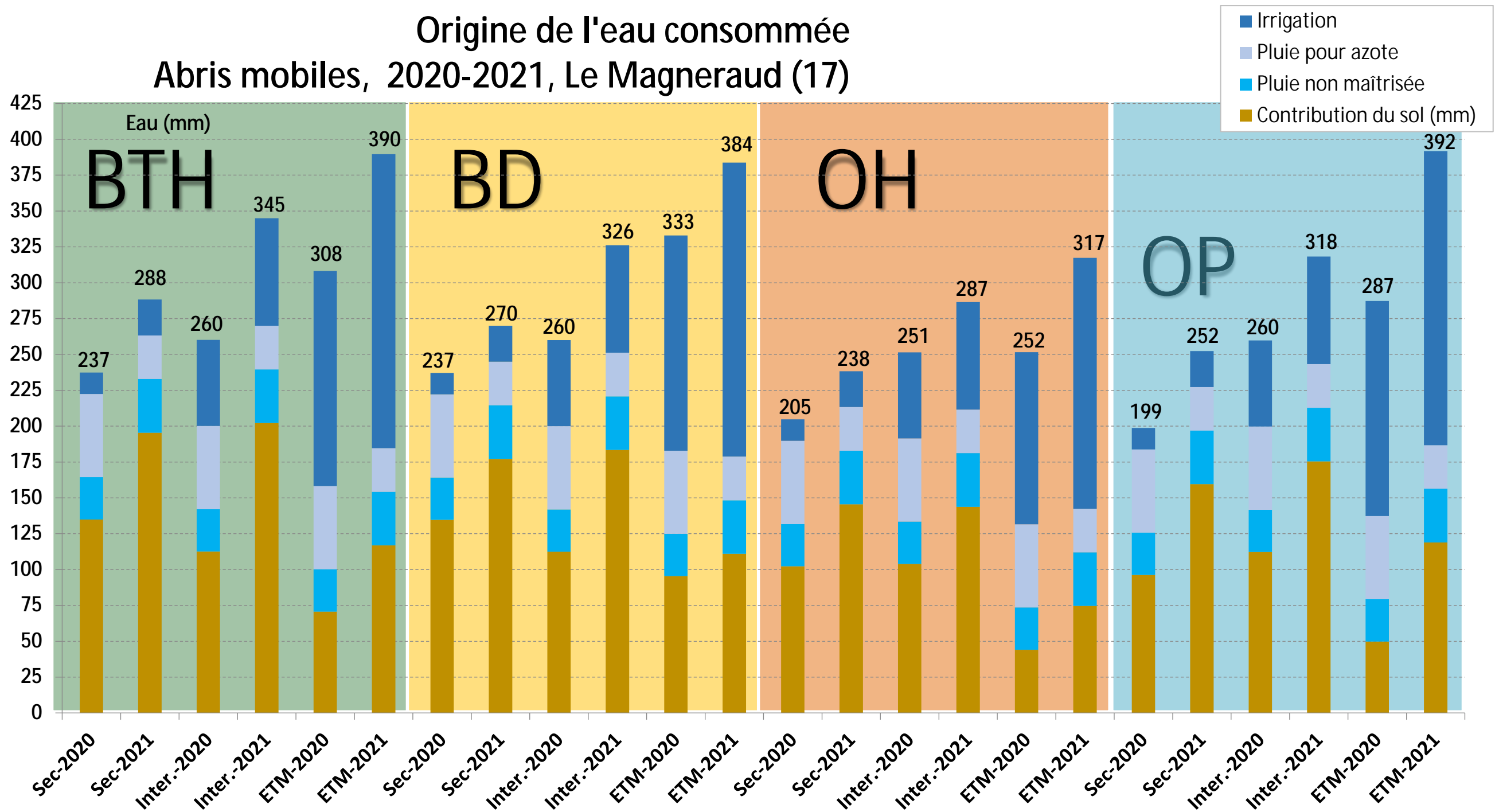
Semis céréales automne : 29/10/19 – 31/10/20

Semis orge printemps : 24/01/20 – 17/02/21

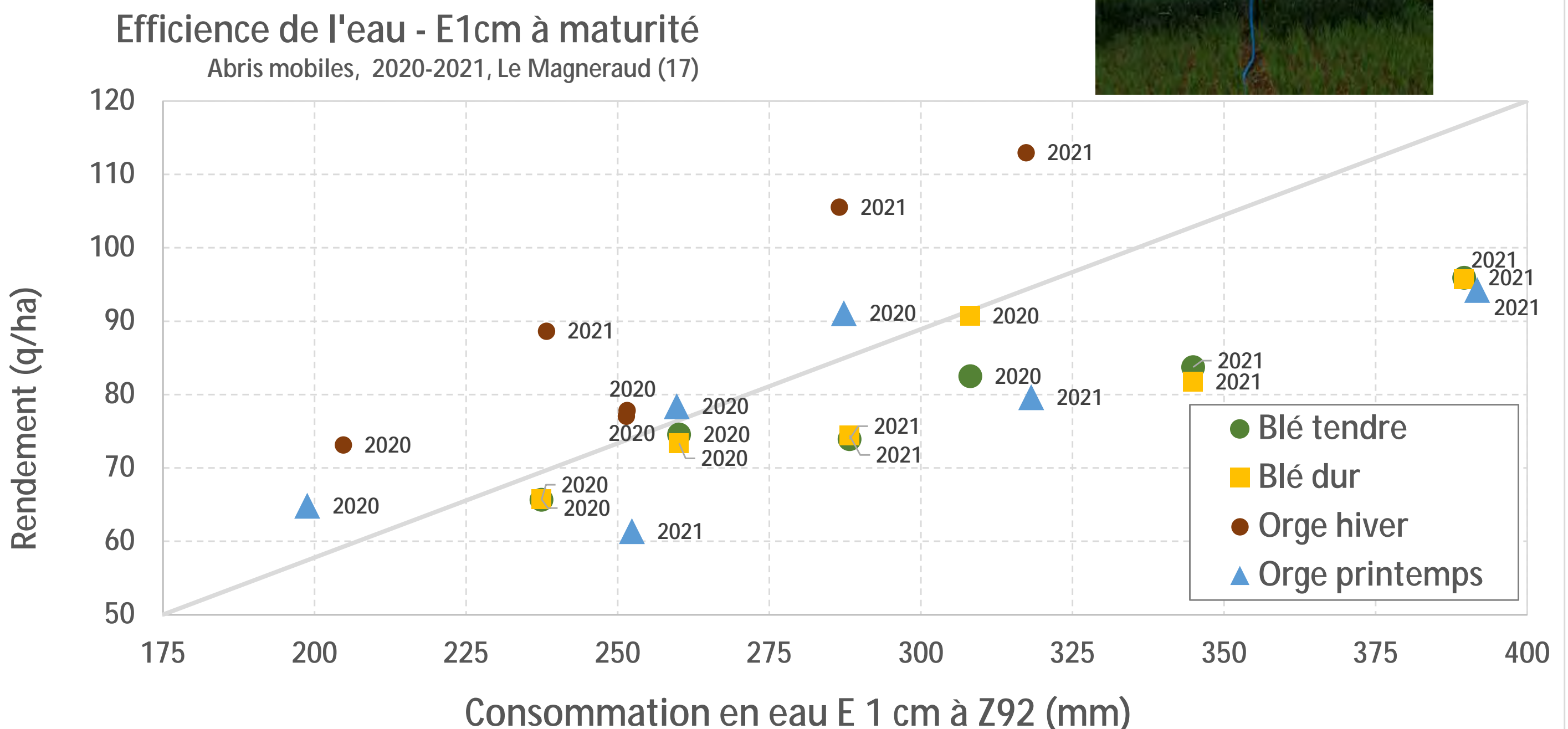
- ETM : couverture des besoins en eau – pilotage sondes tensiométriques
- Intermédiaire : environ 85 % de l'ETM
- Sec : environ 70-75 % de l'ETM



- L'orge d'hiver plus sobre en consommation ...



- ... et un peu plus efficiente



# Cultures d'été et eau

Magneraud (17) Sols groies RU 150 mm

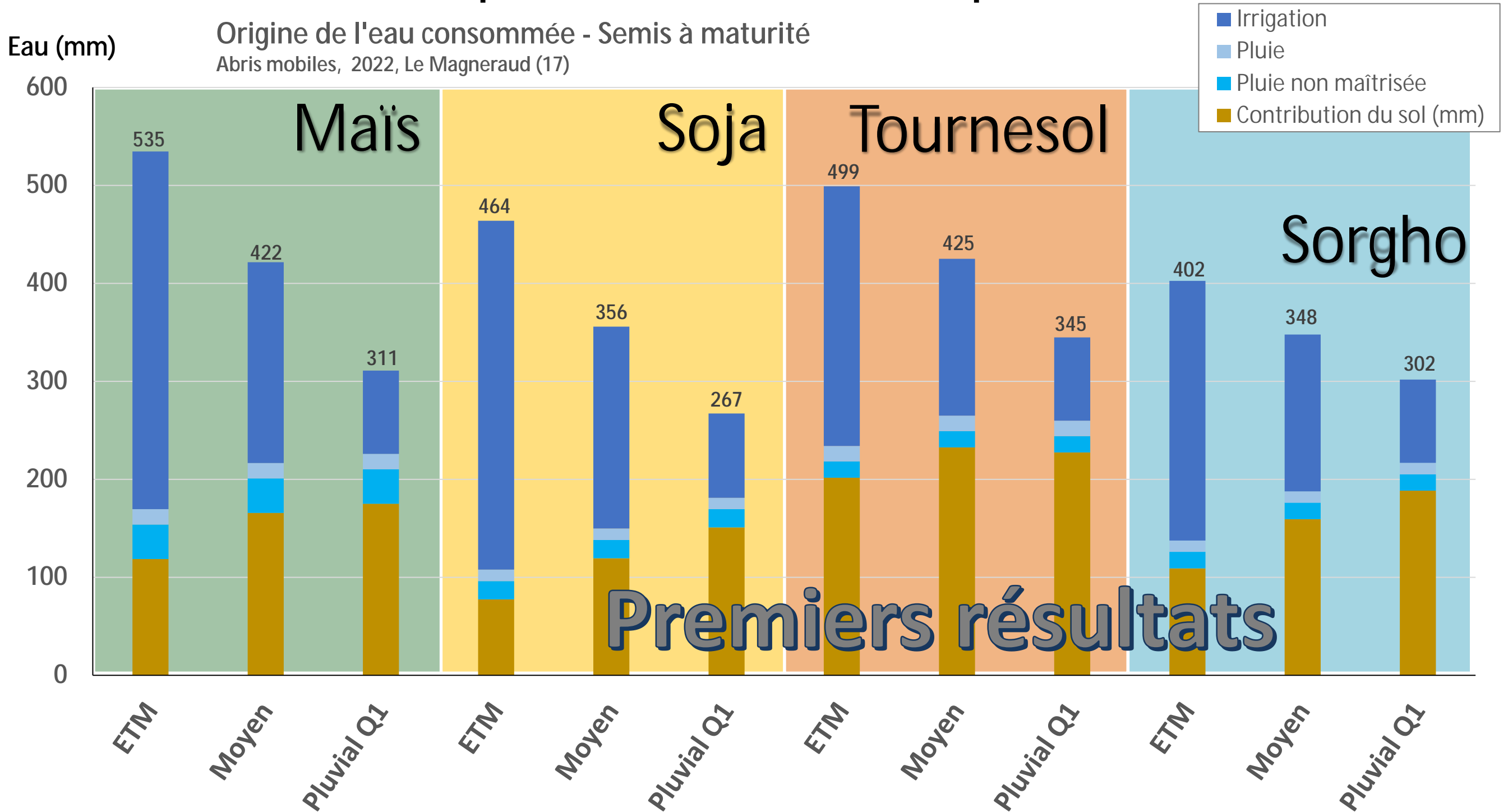
Semis maïs-tournesol : 13/04/22

Semis sorgho – soja : 13/05/22

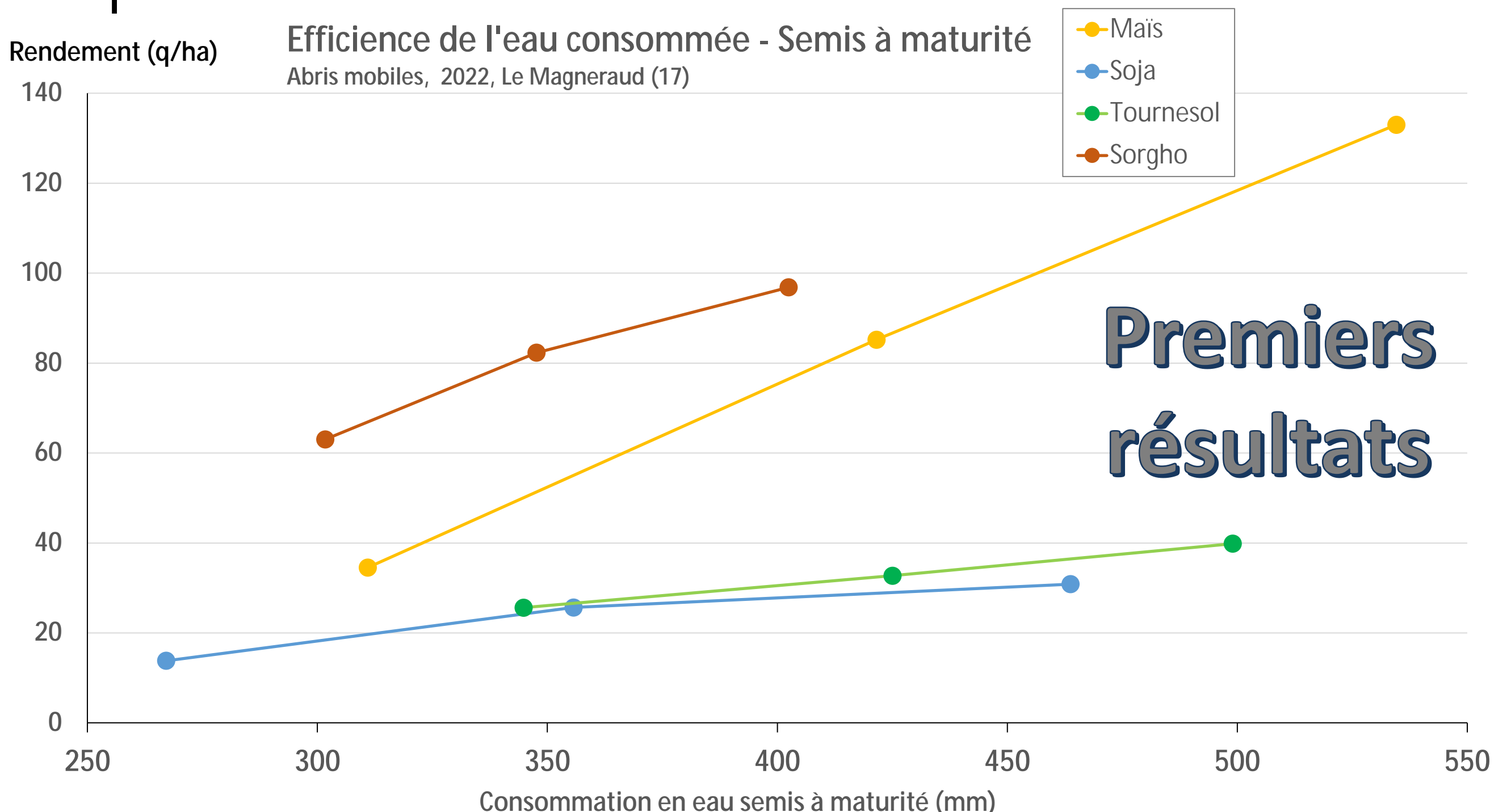
- ETM : couverture des besoins en eau – pilotage sondes tensiométriques
- Moyen : environ 80 % de l'ETM
- Pluvial Q1 : 60-70 % de l'ETM environ



## • Une extraction plus forte de l'eau par le tournesol



## • Une efficacité variable et dépendante du potentiel de l'espèce



# Caractériser le système racinaire pour la résilience des cultures

Le système racinaire est considéré comme un levier d'amélioration de la résilience des systèmes de culture aux impacts du changement climatique.

Dans le cadre du projet Horizon Europe ROOT2RES, nous allons évaluer et comparer des méthodes de mesure du système racinaire pour pouvoir caractériser différentes espèces et variétés au champ.

## Architecture

- § Angle racinaire
- § Densité de ramification
- § Largeur et profondeur

## Densité

- § % de sol avec racine
- § Densité de longueur racinaire
- § Diamètre racinaire

## Biomasse

- § Biomasse aérienne
- § Biomasse racinaire

## Méthodes d'observation

### Prél. à la bêche



Prélèvement à la bêche jusqu'à 20cm de profondeur

### Profil racinaire



Fosse creusée sur 1,50m de profondeur

### Minirhizotron



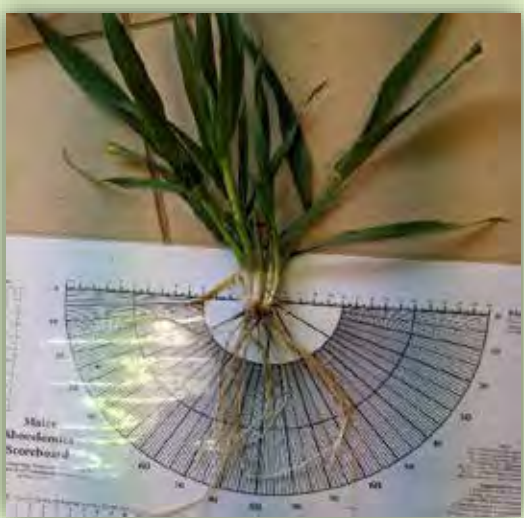
Imagerie par scanner rotatif dans un tube transparent

### Carottage du sol

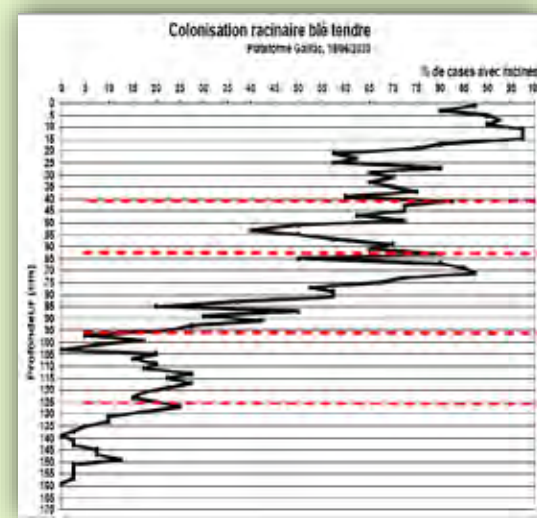


Prélèvement mécanique d'une carotte de sol

## Traits mesurés



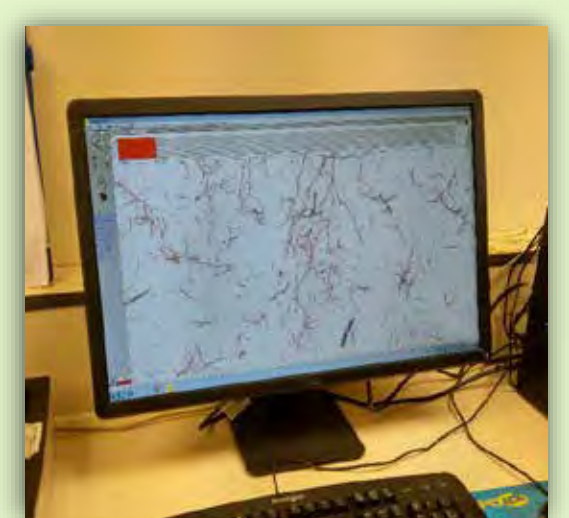
Mesures à la main (angle, type de racine, nombre, longueur..)



Profil de colonisation racinaire pour chaque cm<sup>2</sup> de sol



Détection et mesures des racines (longueur et diamètre par cm<sup>2</sup>)

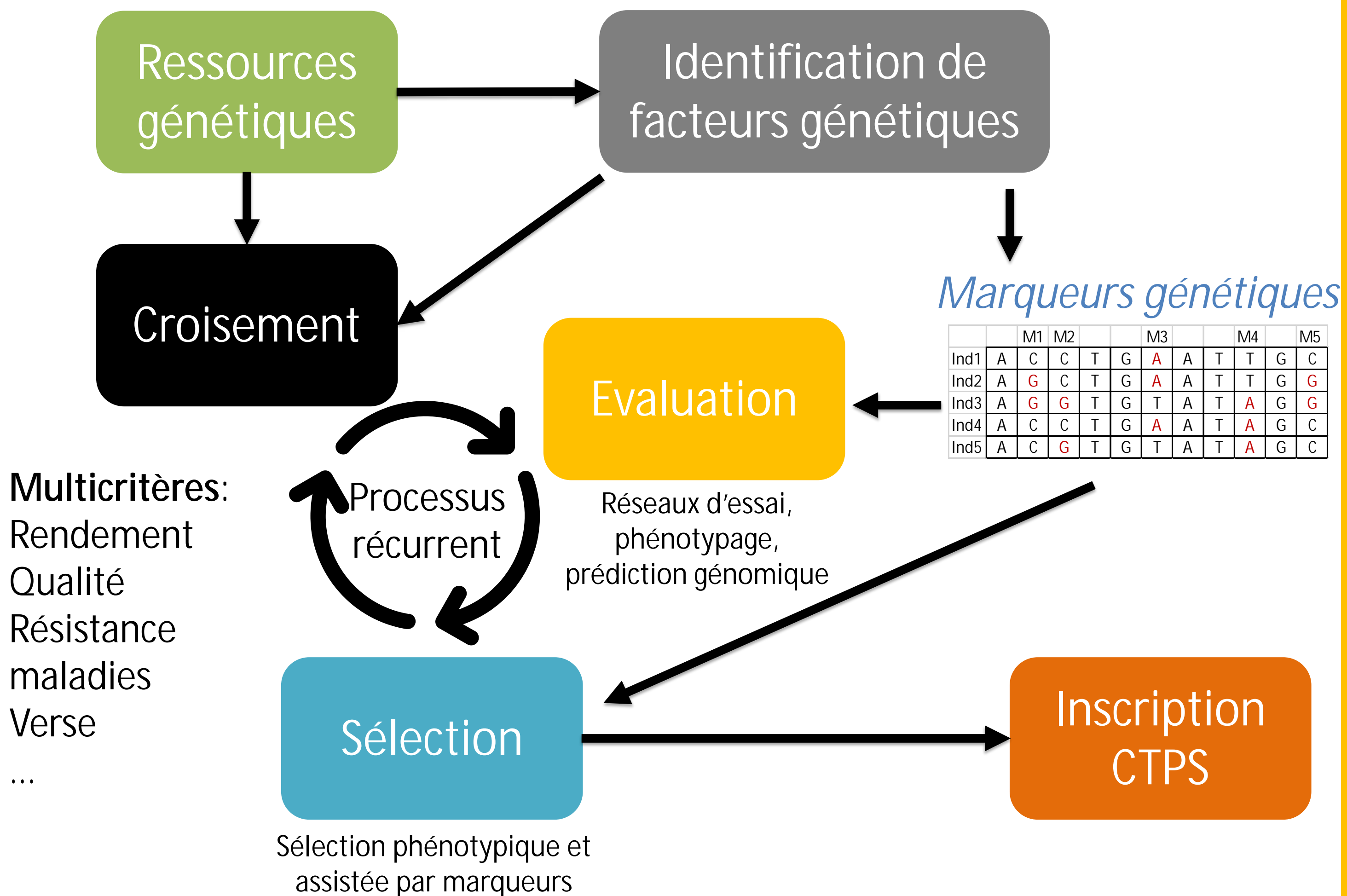


scan et analyse des racines (longueur, diamètre et biomasse)

## Evaluation des méthodes

	Prél. à la bêche	Profil racinaire	Minirhizotron	Carottage
<b>Destructive</b>	Oui (0.1 m <sup>2</sup> )	Très (3 m <sup>3</sup> )	Non (6 cm diamètre)	Peu (passage engin)
<b>Profondeur</b>	0 - 20 cm	0 - 2 m	0 - 1 m	0 - 0.9 m
<b>Echantillon</b>	5 plantes	1.3 m <sup>2</sup>	0.06 m <sup>2</sup>	0.14 m <sup>3</sup>
<b>Nb mesures</b>	1 à 3 fois	1 fois	1 par semaine	1 à 3 fois
<b>Temps mesure</b>	Moyen (env 2h)	Moyen (env 2h)	Court (env 20 min)	Long (env 5h)
<b>Applications</b>	Nutrition Interactions micro-organismes	Nutrition Adaptation stress hydrique	Adaptation stress hydrique	Nutrition Interactions micro-organismes Adaptation stress hydrique

# L'amélioration variétale, un levier d'adaptation au changement climatique



- L'amélioration variétale contribue à l'adaptation au changement climatique en améliorant la **réponse aux stress abiotiques** (sécheresse, canicule):
  - Esquive des stress (précocité)
  - Evitement des stress par une augmentation des ressources (racines)
  - Tolérance aux stress (réduction de l'impact)
- Différents leviers permettent d'accélérer et de faciliter l'amélioration variétale:
  - L'identification de **ressources génétiques** d'intérêt
  - L'identification de **facteurs génétiques** favorables
  - L'utilisation de **marqueurs génétiques**
  - Les techniques de **phénotypage**



# Introgression d'un gène de tolérance au stress thermique

## Contexte

- Le changement climatique conduit à une augmentation de l'occurrence et de l'intensité d'évènements extrêmes comme les canicules
- Un gène de tolérance au stress thermique (*WtmsDW*) chez une variété australienne de type printemps (Waagan) a été identifié (Erena et al. 2021)
- *WtmsDW* diminue de moitié l'impact d'un stress fort avant épiaison
- Des marqueurs génétiques permettent d'identifier les variétés porteuses de ce gène
- L'introgression de ce gène dans le matériel français de type hiver pourrait permettre d'améliorer la tolérance aux fortes températures

## Identification du gène d'intérêt

### Création de la population d'étude

Drysdale × Waagan

Hybrides F1

144 Lignées haploïdes doublées

### Caractérisation de la population

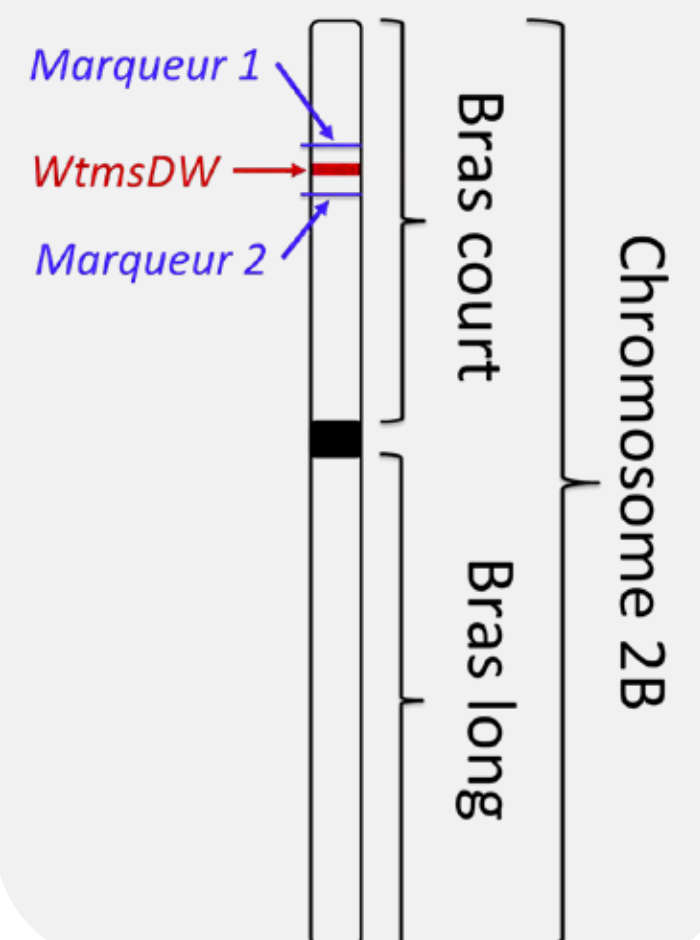


Analyse ADN  
(marqueurs génétiques)

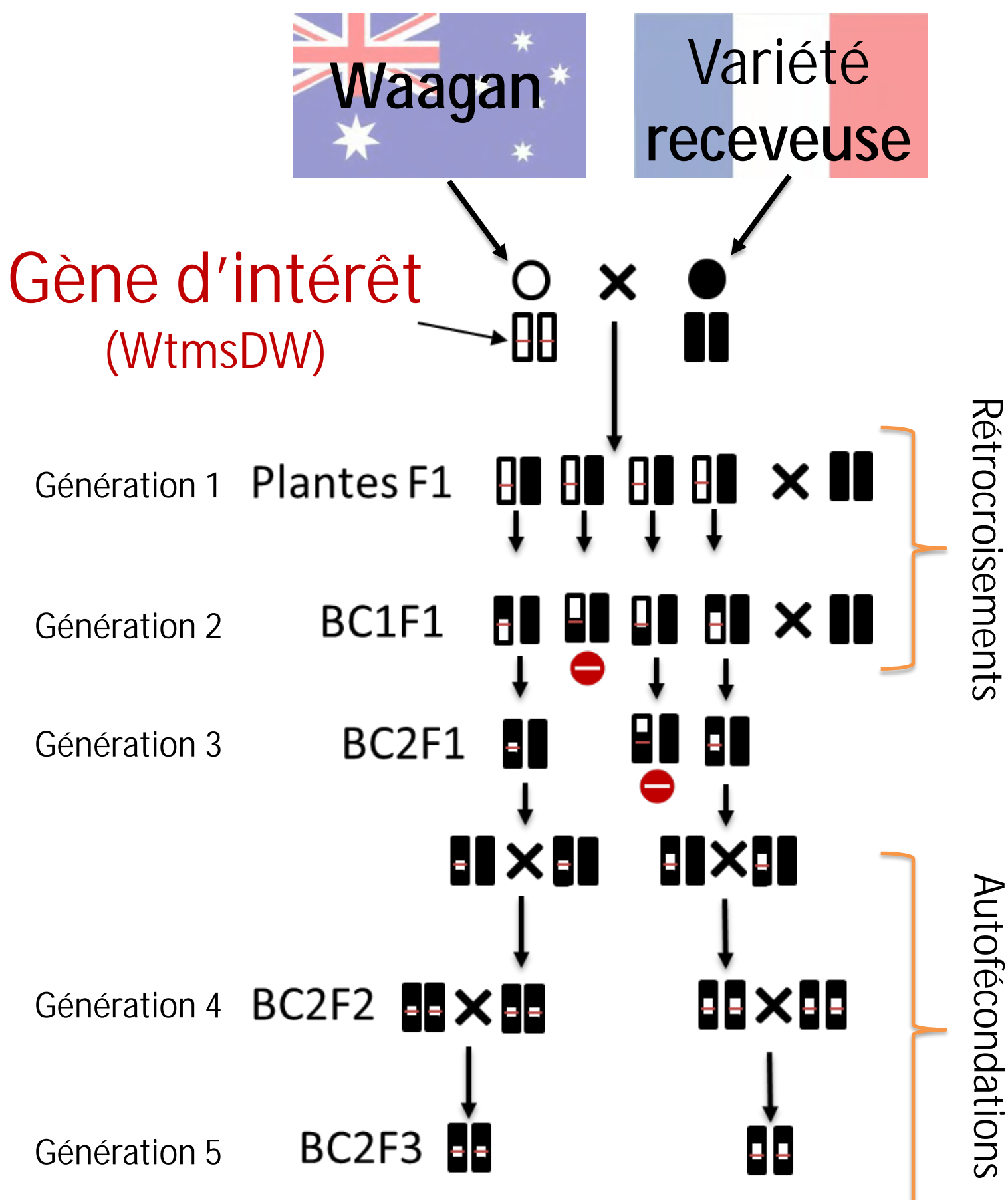


Evaluation de la  
sensibilité au  
stress thermique

### Cartographie du locus *WtmsDW*



## Schéma de croisement



- La variété Waagan porteuse du gène d'intérêt est croisée avec une variété française
- Les plantes F1 sont rétrocroisées avec la variété française
- Des marqueurs génétiques sont utilisés pour identifier les lignées porteuses du gène
- Les lignées d'intérêt sont autofécondées pour fixer le gène

# Tester le matériel génétique dans des conditions extrêmes pour anticiper nos besoins

## Contexte

Un climat qui évolue et oblige à penser aux conditions futures

Chartres aujourd'hui



En 2070 ?



RCP 4.5

Source : <https://shiny.cism.ucl.ac.be/pbarriat/analog/>

Avignon (84)



Et si on allait voir ailleurs ce qui se passe, là où il y a aujourd'hui le climat que l'on aura demain?

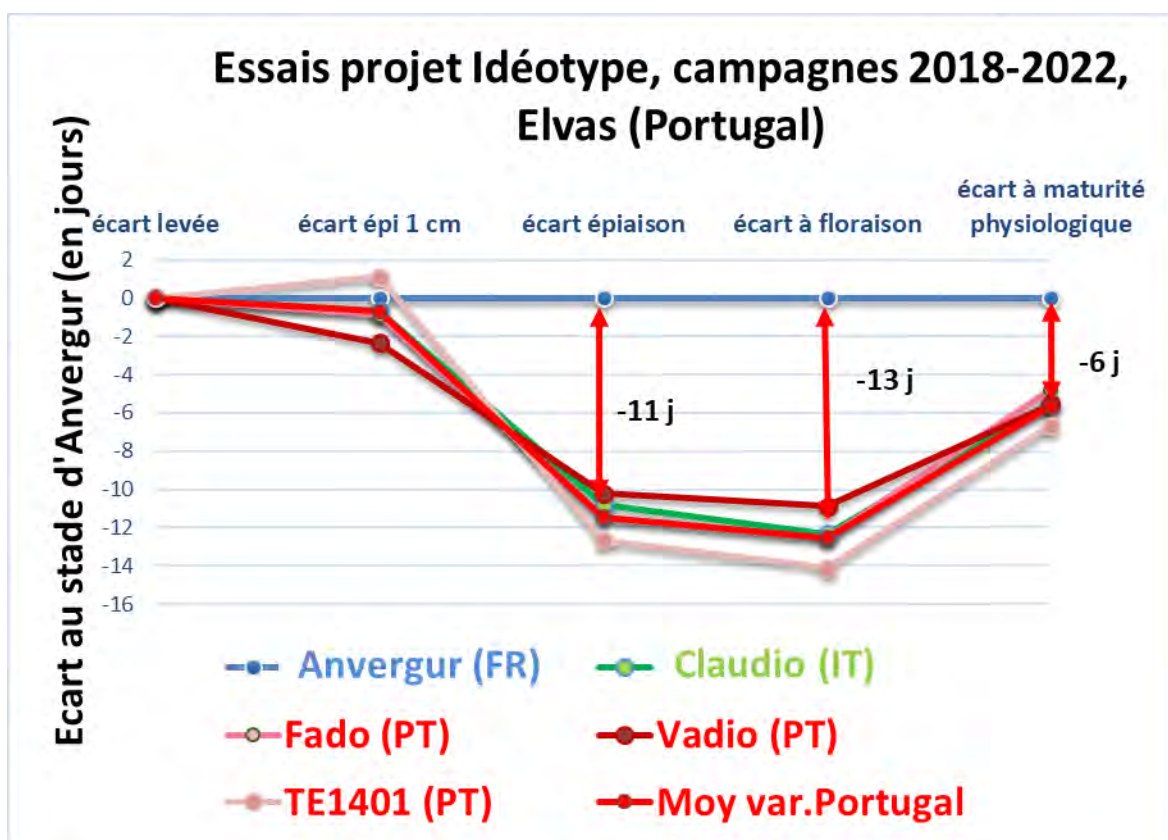
Mise en place d'essais à Elvas au Portugal



## Objectifs

- Ø Epruver les variétés que l'on utilise aujourd'hui en France dans des conditions qui seront les nôtres dans le futur .
- Ø Les comparer à des variétés qui ont été sélectionnées dans des conditions plus stressantes.
- Ø Comprendre ce qui les différencie et ce qui fait les forces et faiblesses de chacune des variétés face à ces conditions plus extrêmes.

## Différences sur la physiologie...



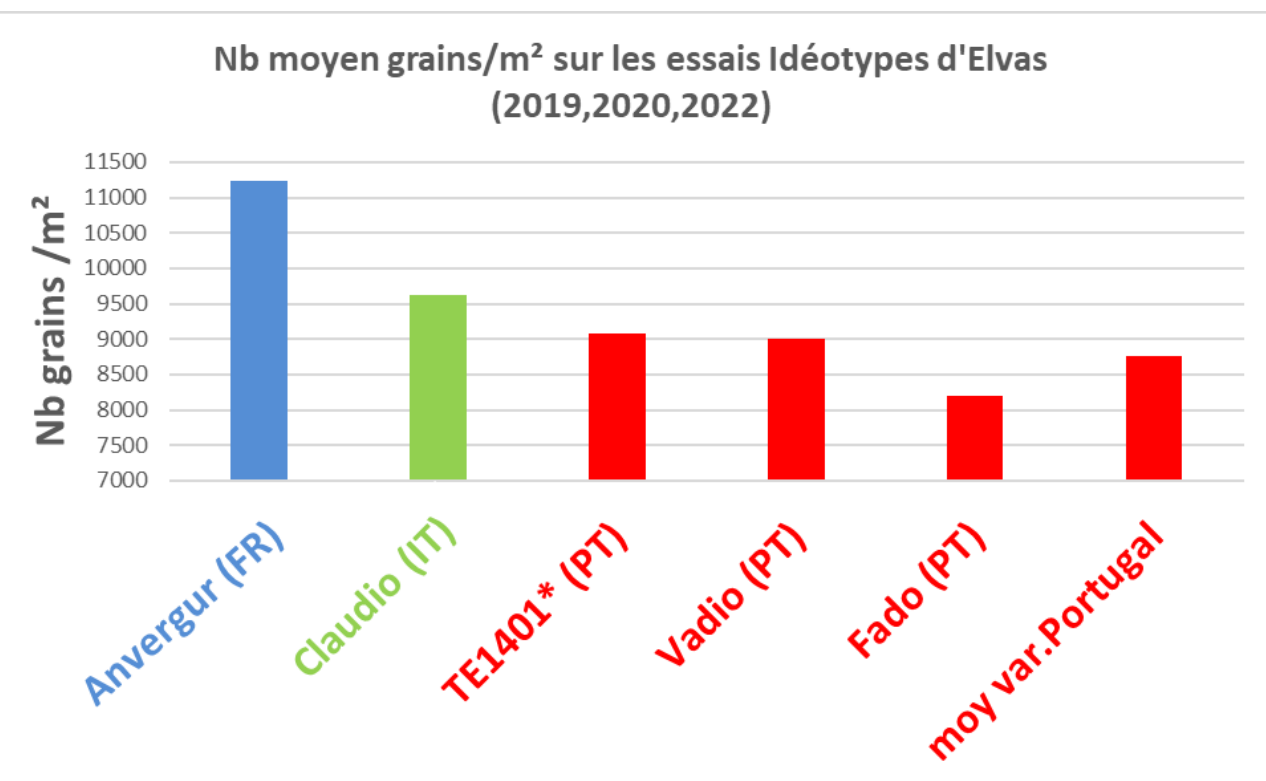
	Variété demi précoce française	Variétés portugaises (précoce)
Nb de jours moyen de remplissage	39	46

Les variétés portugaises (en rouge PT) testées à Elvas épiant plus vite que la variété demi précoce française Anvergur (en bleu FR). Leur maturité physiologique est aussi avancée.

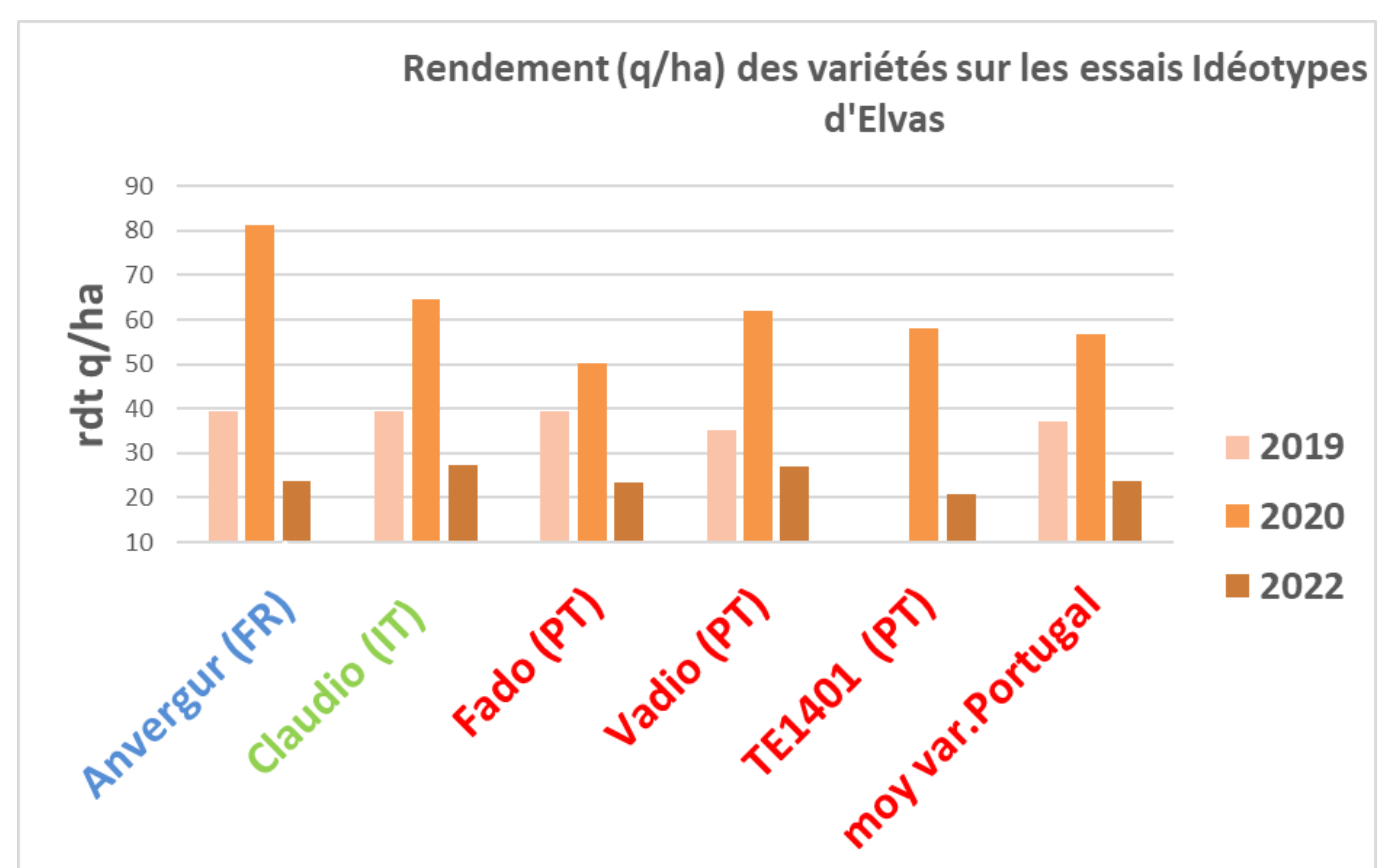
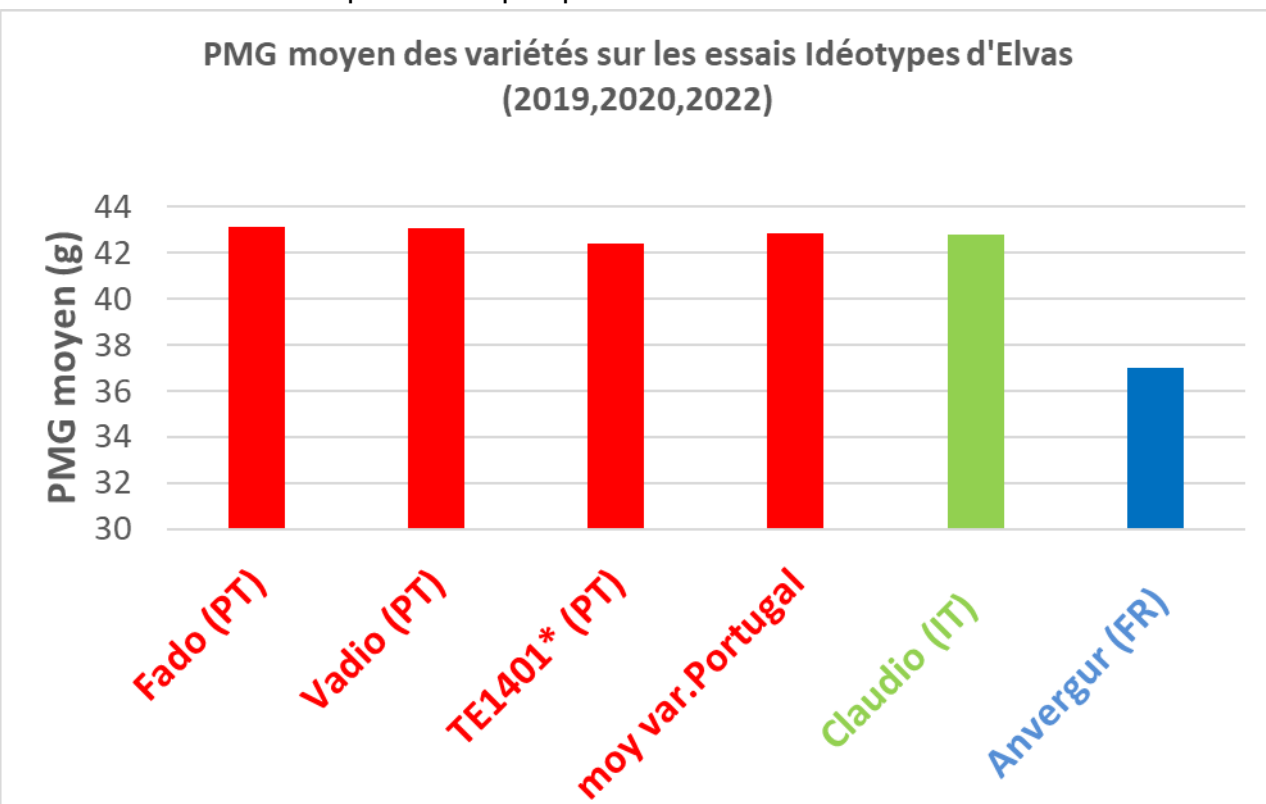
Globalement leur remplissage est plus long.

-> plus de temps pour remplir les épis et moins d'exposition aux stress thermiques et hydriques.

...ou encore sur la manière de construire le rendement.



\* TE 1401 présente qu'à partir de 2020 sur les essais



Les variétés portugaises testées ont un plus gros PMG mais font moins de grains m<sup>2</sup> qu'une variété très fertile comme Anvergur.

Le rendement d'Anvergur est proche de celui des variétés portugaises les années très sèches (2019 et 2022) et meilleur les années exceptionnellement pluvieuses (2020).

Il n'existe pas de profil idéal de composantes de rendement :

-> En conditions de fin de cycle séchantes, avoir une très forte fertilité d'épis avec un PMG plus faible ou un PMG plus élevé avec une fertilité d'épis plus faible semblent se valoir.

-> Un manque de fertilité semble limiter les rattrapages possibles si les conditions deviennent meilleures.

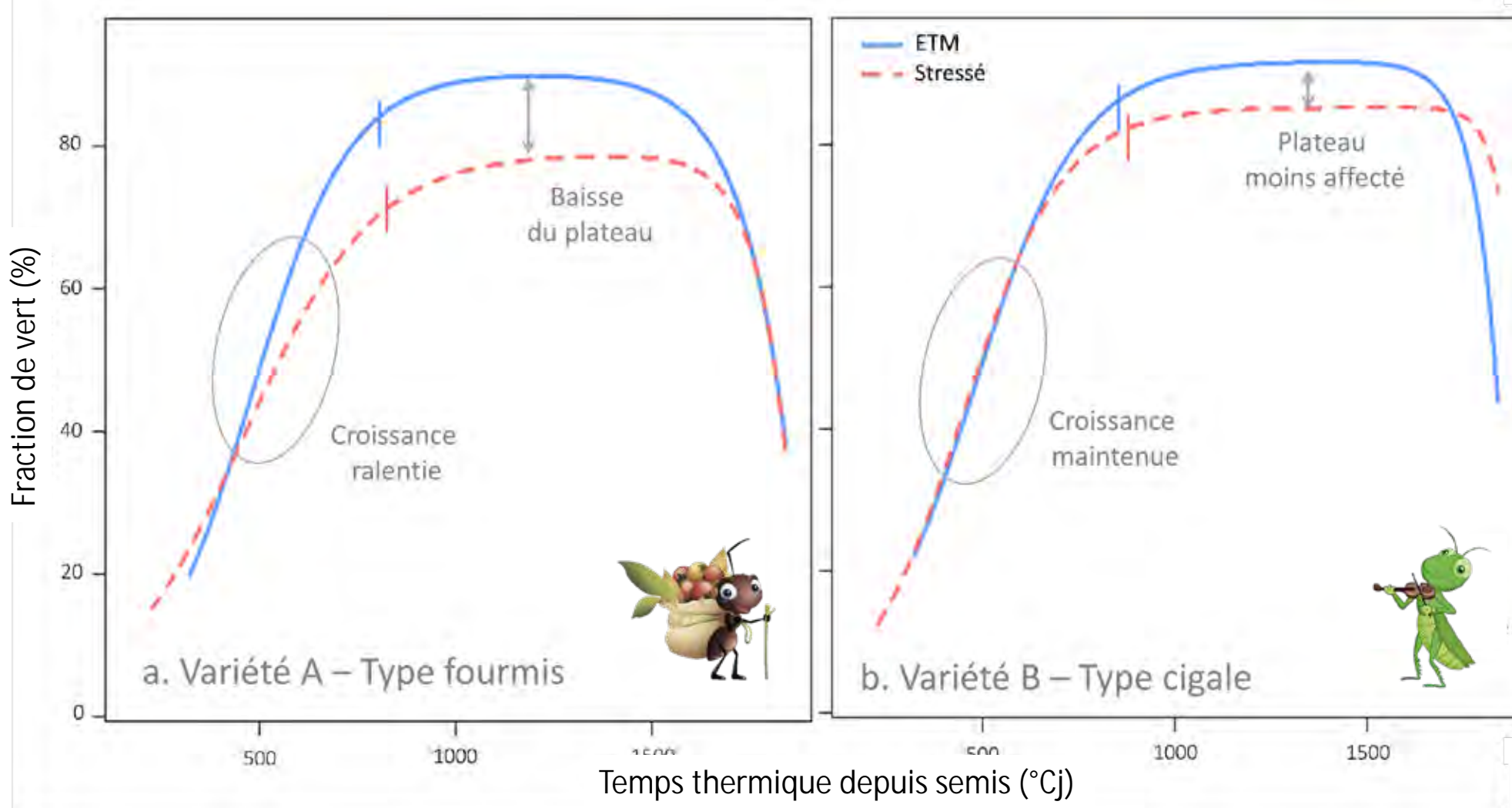
# Identifier des variétés de maïs à réponses contrastées au stress hydrique

Avec le changement climatique, la durée, l'intensité et la fréquence des déficits en eau vont s'accroître. Selon le scénario de stress, toutes les composantes de rendement du maïs peuvent être plus ou moins affectées. Le phénotypage à haut débit nous permet de caractériser les réponses des variétés à des stress précis.

## Projet Caravage (Casdar, 2018) :

11 variétés  
X  
2 traitements hydriques  
(ETM et stress avant floraison)

Cultivées sous une plateforme de phénotypage : Phenofield (France, 41)



## Deux comportements variétaux distincts :

**Fourmi** : conserve ses ressources en diminuant sa croissance dès l'arriver du stress, idéal si le stress dure

**Cigale** : tolère le stress en maintenant sa croissance, sera pénalisant si le stress dure (épuisement)

## Deux réponses distinctes du rendement et ses composantes :

**Fourmi** : tendance à conserver leur nombre de grains/m<sup>2</sup> et à pénaliser le PMG

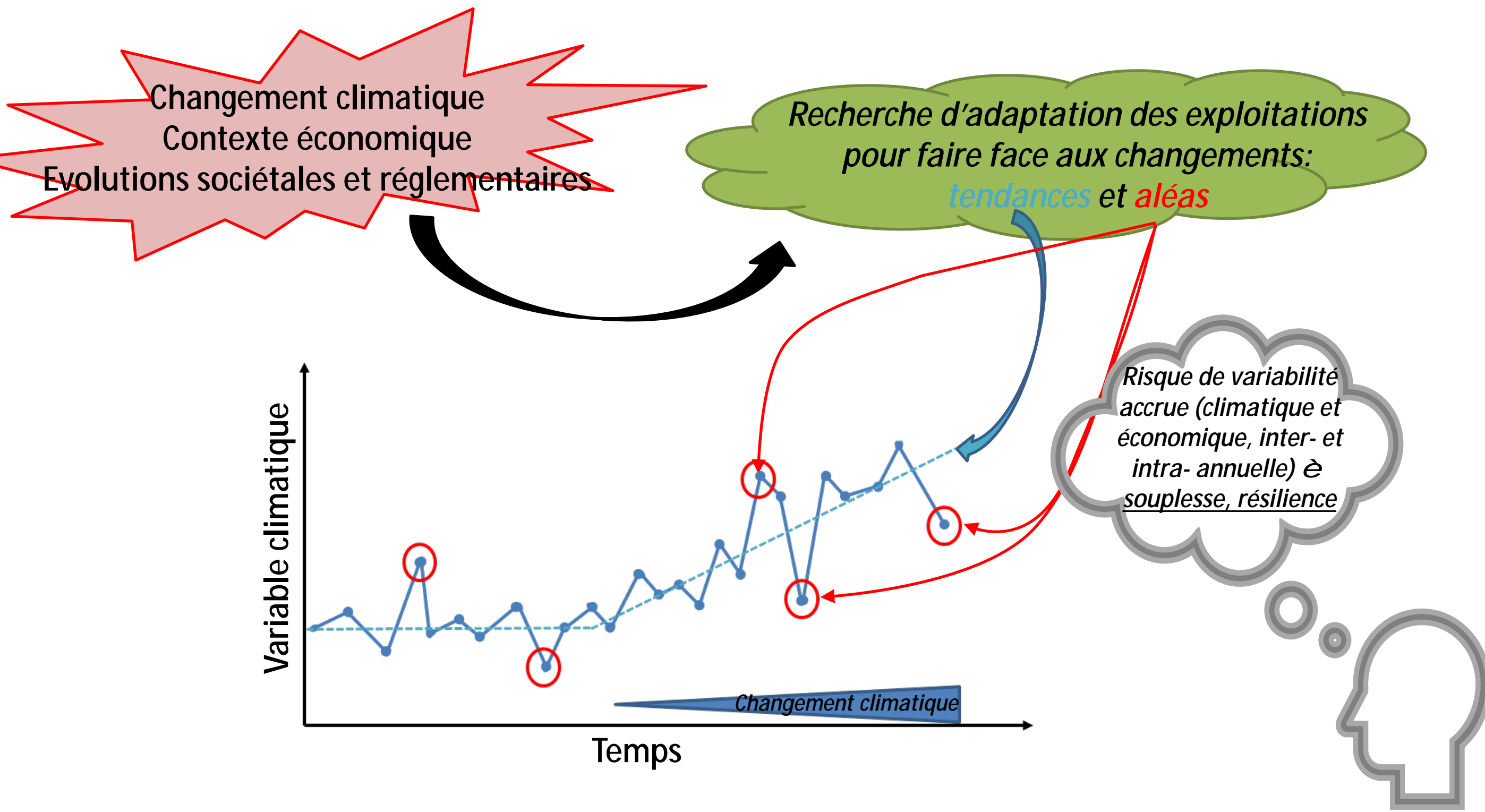
**Cigale** : tendance à conserver leur PMG et à pénaliser le nbr de grain

		Rendement (q/ha)		PMG (g)		Grains / m <sup>2</sup>	
		ETM	Stress	ETM	Stress	ETM	Stress
Fourmi	ETM	124	- 16.1 %	426	- 10.1 %	4341	+ 7.0 %
	Stress	104		379		4645	
Cigale	ETM	140	- 19.3 %	343	+11.3 %	6219	- 28 %
	Stress	113		383		4453	

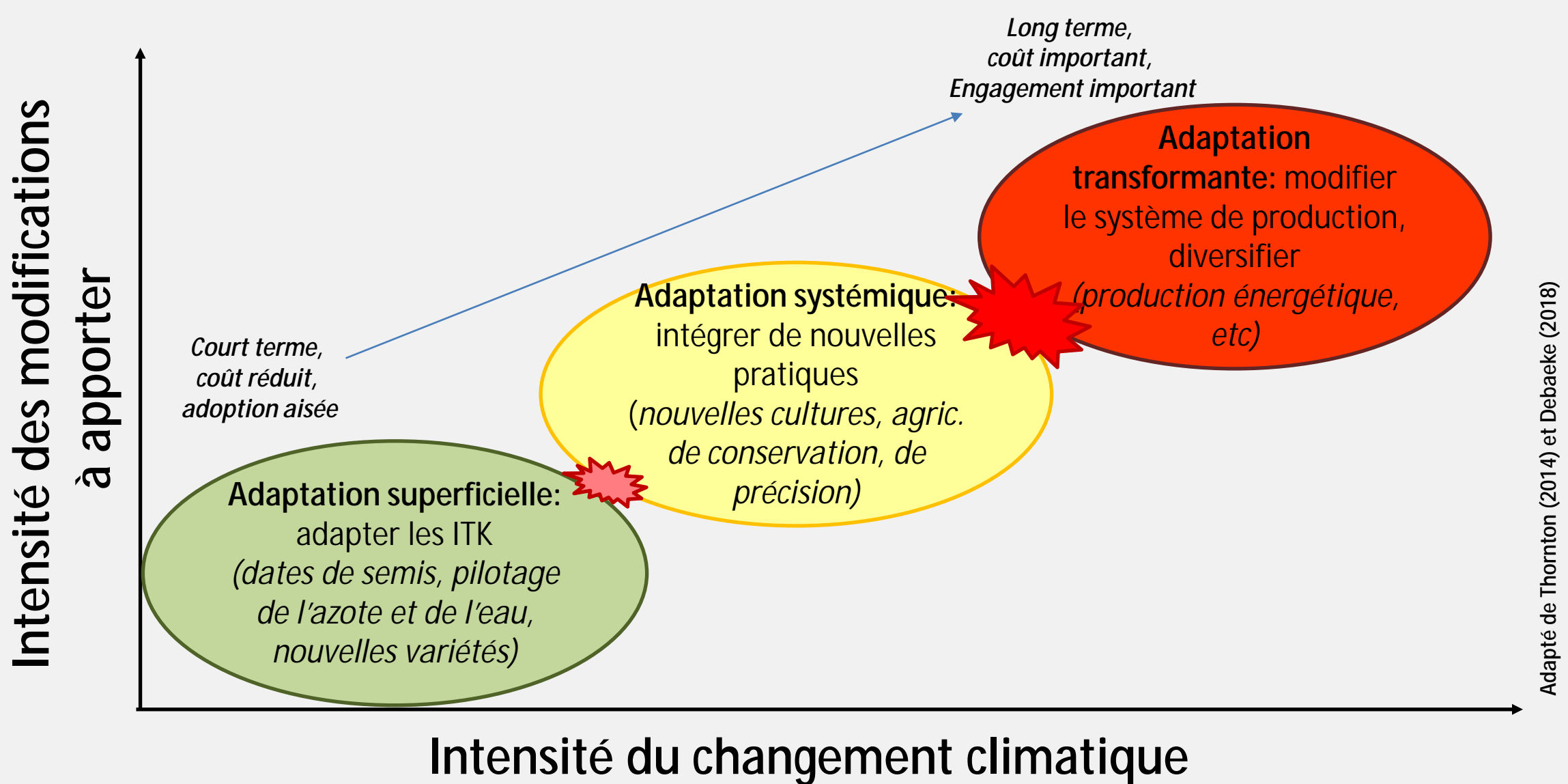
Le phénotypage à haut débit permet une **évaluation variétale** précise. Ceci ouvre de nouvelles possibilités de conseils agronomique, en envisageant **d'adapter la variété de maïs à la situation hydrique** d'une parcelle.

# Hausse des contraintes et des aléas: faire évoluer les systèmes de culture pour s'adapter aux nouveaux contextes

A quoi faut-il se préparer?



S'adapter:  
jusqu'à quel point?



à L'adaptation doit être ajustée à l'intensité des contraintes

A la recherche de solutions

Contexte de changement climatique:

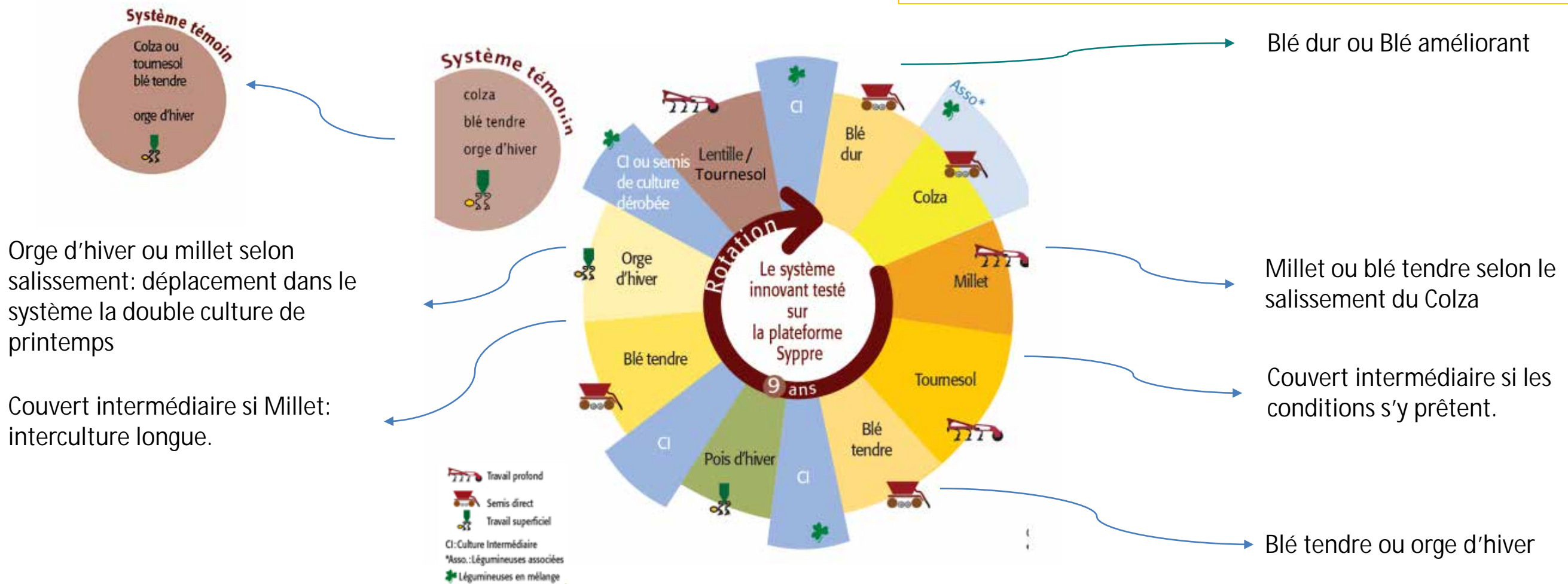
- Températures en hausse! → Cultures d'hiver vs printemps?
- Déficit hydrique accru en été! → Gestion de l'eau sur l'exploitation?
- Risque d'aléas climatiques! → Diversification? Protection?

# Syppre Berry, la flexibilité comme voie d'adaptation au Changement Climatique



Le Changement Climatique dans le Berry:

- Variabilité accrue des performances des cultures de printemps
- Difficulté de levée des couverts
- Températures échaudantes et stress hydrique



Orge d'hiver ou millet selon salissement: déplacement dans le système la double culture de printemps

Couvert intermédiaire si Millet: interculture longue.

Indicateurs	Objectifs	Moyenne Innovant 2017-2022	Ecart au témoin	Coefficient de variation de l'innovant	Coefficient de variation du témoin
Production Energie Brute (MJ/ha)	>=Témoin	65 680	- 21 %	15%	12%
Marge Directe avec aides (€/ha)	>=Témoin	435	- 13 %	37%	15%
EBE (€/UTH Familial)	>=Témoin	58 762	- 12 %	43%	19%
IFT Total (hors TS)	-50% / Réf. Rég. <sup>1</sup>	3.6	- 37 % - 28 %/tém	18%	26%
Apport d'azote minéral (kg/ha)	-20% / Témoin	104	- 32 %	12%	13%
Emissions GES (kgéqCO2/ha)	-20% / Témoin	1456	- 29 %	7%	16%

Problématique adventice importante: **Vulpin et géranium**

- Effet positif double succession de culture de printemps
- Effet négatif succession de 4 cultures d'hiver
- Echec des autres leviers mobilisés (labour/faux semis)
- Les cultures de diversification n'apportent pas la robustesse économique escomptée



Reconception du système: plus de flexibilité dans le choix des cultures pour plus de robustesse

- Intégrer et adapter des phases de rupture du cycle des adventices à la pression observée grâce à la succession de 2 cultures de printemps.
- Introduire de l'azote symbiotique grâce aux légumineuses en culture ou en couvert.
- Adapter la couverture du sol en interculture et le travail du sol en fonction de la pression adventice dans la parcelle pour continuer de répondre aux objectifs de maintien de la fertilité des sols.
- Valoriser l'effet système pour améliorer la gestion des bio agresseurs et réduire les charges de production.

Comparaison des conduites du Colza Robuste entre témoin et innovant

Moyenne 2017 – 2022 (hors 2019)	Colza Témoin	Colza Innovant	Δ
Rendement (q/ha)	23	27	+ 4
IFT insecticide automne/ha	1.26	0.96	- 0.3
Marge directe avec aides (€/ha)	436	573	+ 136

Comparaison des conduites du Blé entre témoin et innovant

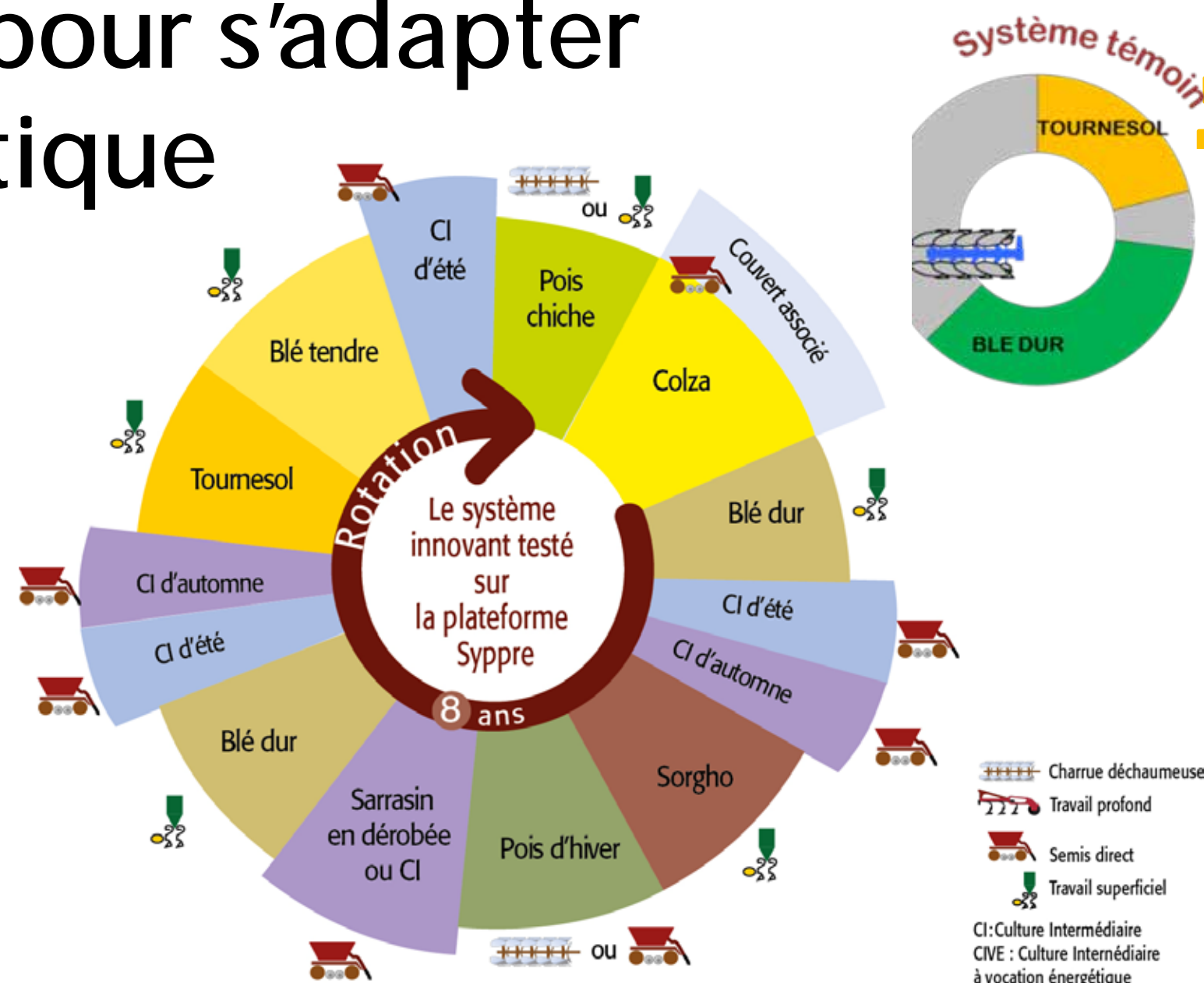
Moyenne (2018 – 2022)	Blé de colza témoin	Blé de tournesol innovant	Ecart
Rendement (q/ha)	66	72	+ 6
IFT herbicide/ha	3.2	2.1	- 1.1
Marge directe avec aides (€/ha)	748	992	+ 244
N minéral (kg/ha)	171	161	- 10
Emission de GES (kgéqCO2/ha)	2 398	2 145	- 253

# Syppre Lauragais, préserver le sol et diversifier les cultures pour s'adapter au Changement Climatique

Contexte pedo climatique: Coteaux argilo-calcaires sensibles à l'érosion et à teneur en MO faible (1,7% en 2015) – système pluvial.

Perspectives du Changement Climatique:

- Stress hydrique plus marqué au printemps et plus long impactant toutes les cultures.
- Orages: irrégularité spatiale et temporelle des précipitations
- Températures échaudantes



Réduction du travail du sol et Glyphosate en dernier recours

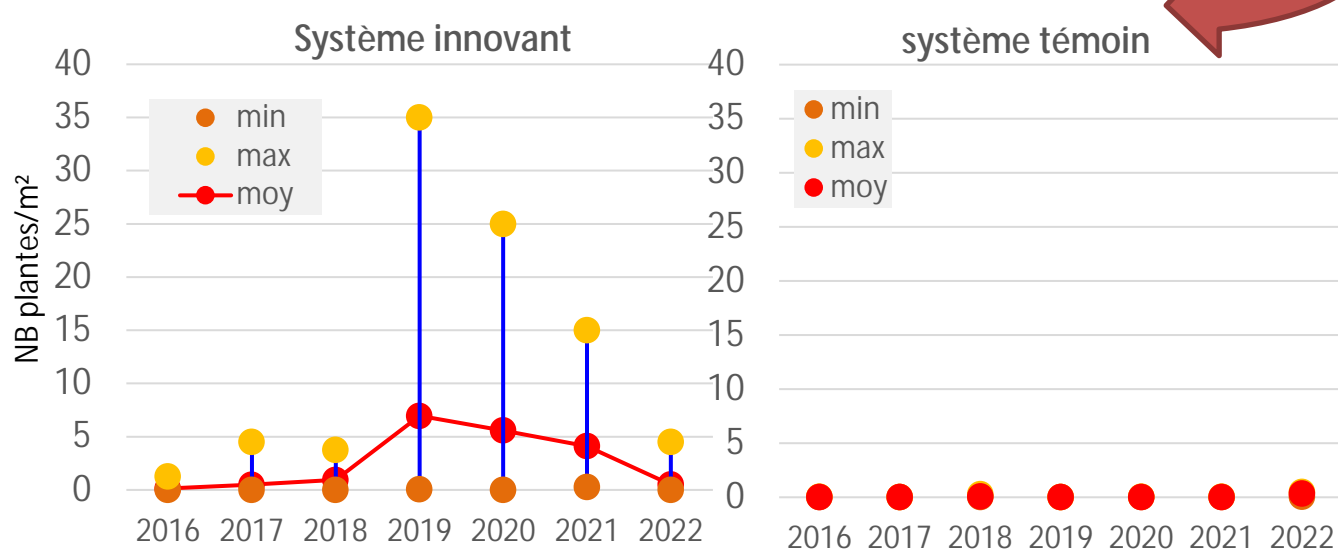
Couverture quasi permanente du sol

Diversification de la rotation

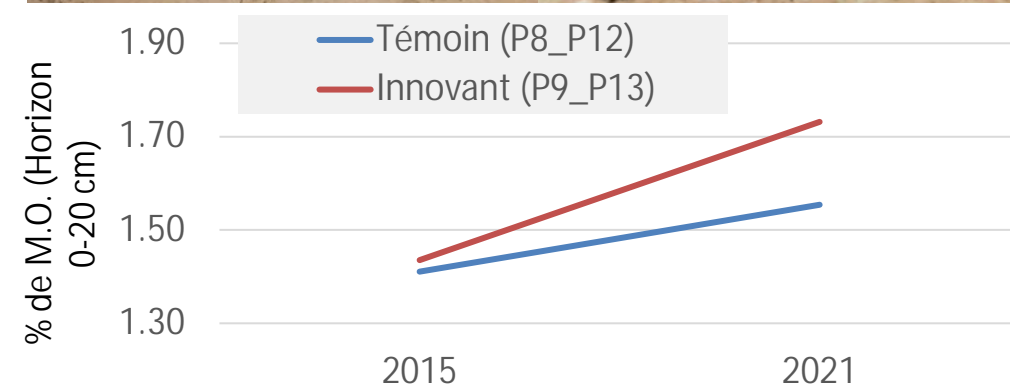
Combinaison de leviers mise en place



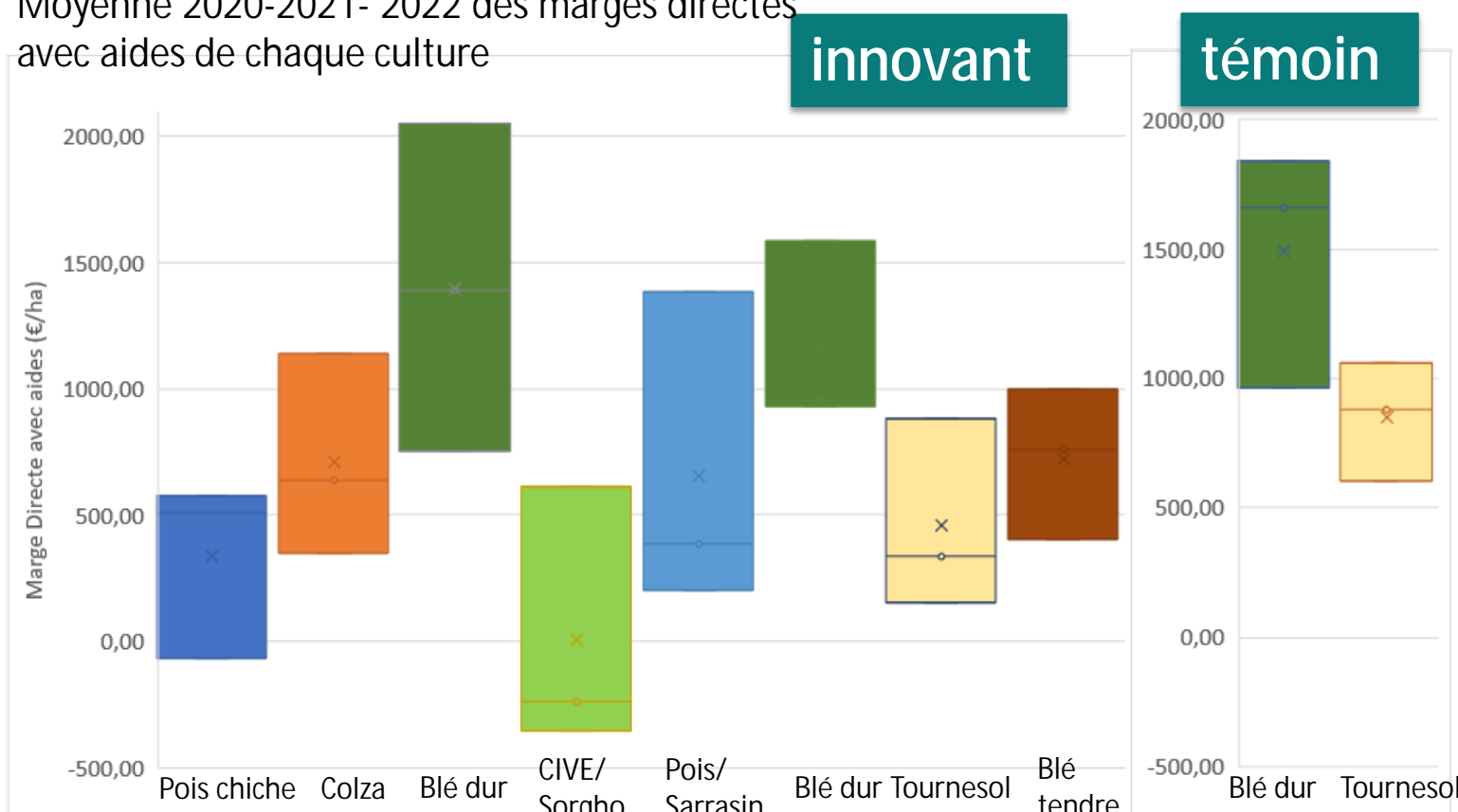
## Comptage des ray Grass post désherbage



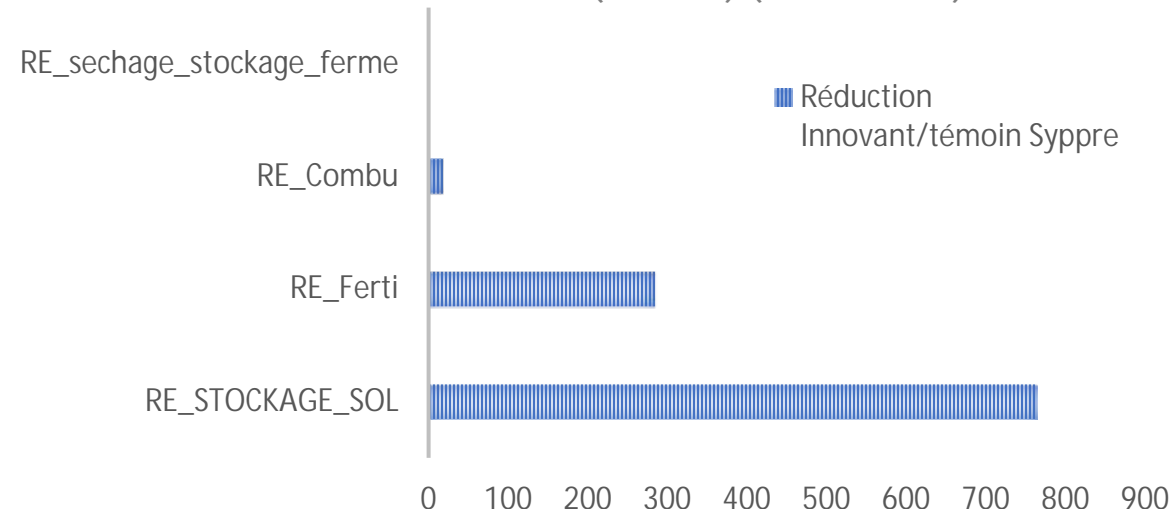
à Effet négatif sur l'enherbement



## Moyenne 2020-2021- 2022 des marges directes avec aides de chaque culture



## BILAN DES RÉDUCTIONS DE C OBTENUS SUR LA DURÉE DU PROJET LBC (5 ANS) PAR POSTE ET SUR TOUTE L'EXPLOITATION (170 HA) (EN TEQCO2)



Performances variables des cultures de diversification à Effet négatif sur la marge du fait de la dilution des cultures rémunératrices

à Stratégie opportuniste de valorisation des couverts en CIVE ou dérobée selon la biomasse de l'année

Protection du sol vis-à-vis de l'érosion, amélioration de la stabilité structurale, augmentation de la MO et du stock de C dans le sol.

à Préservation du capital sol

à Atténuation du CC et amélioration du bilan GES

# Hausse des contraintes et des aléas: faire évoluer le système de culture pour s'adapter au nouveau contexte



## Adaptation des systèmes: les dispositifs Syppre nous livrent des enseignements:

- Les contraintes sont multiples (agronomiques, environnementales, économiques, sociétales)
- Les leviers sont divers (travail du sol, choix d'espèce) et doivent être combinés pour atteindre les objectifs attendus
- Il n'y a pas de schéma idéal: les résultats sont des compromis de performance entre critères d'intérêt
- L'identification/la maîtrise des solutions prend du temps

## A retenir:

- On ne peut pas conduire aujourd'hui des expérimentations globales au champ pour préconiser le(s) système(s) de demain
- Le changement climatique s'inscrit dans le temps; il va nécessiter à la fois une adaptation « court terme » qui influencera les itinéraires techniques, et très souvent aussi une modification profonde sur le long terme des systèmes de production
- L'aléas (climatique, économique, sanitaire) devra autant être pris en compte que la tendance au réchauffement car il est déstabilisant
- Les formes d'adaptation seront multiples, et spécifiques à chaque milieu, chaque exploitation

## Que peut-on attendre des pistes techniques présentées ici (pour un contexte Sud Bassin Parisien)?

		Favorable	è	Défavorable	Peu référencé	
Catégorie	Critère	OPsA à la place d'OP	Relay Cropping (OH/Sorgho)	Couverture des sols avant maïs	Kernza	Agri Voltaisme
Production brute	Production maintenue ou en hausse	Favorable	Favorable	Défavorable	Défavorable	
	Limitation des aléas, résilience	Favorable	Favorable			Favorable
Sobriété	Eau	Favorable	Défavorable	è	Favorable	Favorable
	Intrants minéraux/phyto	Défavorable	Favorable	Défavorable	Favorable	
	Temps de travail	Défavorable	Défavorable	è	Favorable	
Réponse aux enjeux sociétaux	Stockage C	Favorable	Favorable	Favorable	Favorable	
	Biodiversité	è	Favorable	Favorable	Favorable	
	Efficiéce énergétique	è		è		Favorable
Economie	Investissement initial	Favorable	Défavorable	Favorable	Défavorable	Défavorable
	Rentabilité	Favorable	Favorable	Défavorable	Défavorable	è
	Diversification des revenus	Défavorable	Favorable	Défavorable	Favorable	Favorable
Adoption	Intégration dans le système existant	Favorable	Favorable	Défavorable	Défavorable	Favorable
	Recul disponible sur la nouveauté	Favorable	Défavorable	Défavorable	Défavorable	Défavorable
	Temps nécessaire à la mise en place	Favorable	Favorable	Défavorable	Défavorable	Défavorable
	Durée de l'engagement	Favorable	Favorable	Favorable	Favorable	Défavorable



**Vous avez des idées ou des expériences?**

**Livrez-les nous!!**

è inscrivez-les sur le tableau

# Tournesol et changement climatique : une culture qui s'adapte

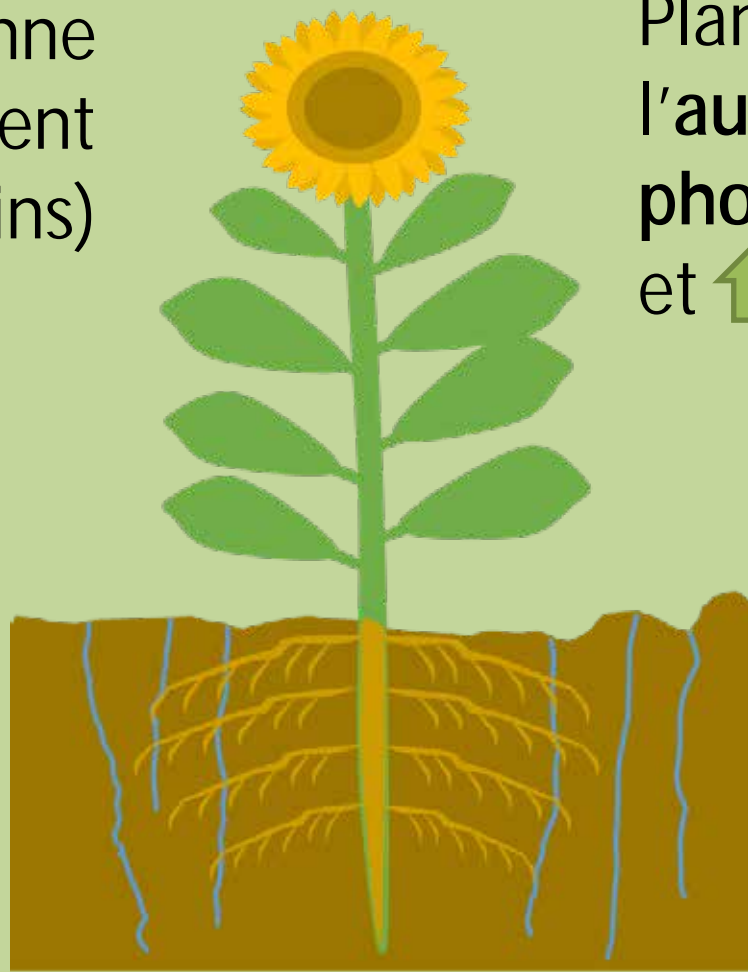


## Une culture tolérante aux évolutions climatiques

Besoins en eau modérés et bonne valorisation de l'eau (rendement maximum avec 75% des besoins)

Capacité à **réguler la surface foliaire** en fonction de la disponibilité en eau

Racines pivotantes profondes capables de puiser l'eau en profondeur



Plante en C3 bénéficiant de l'augmentation du taux de photosynthèse (+ de CO<sub>2</sub>) : ↑ biomasse et ↑ rendement

Croissance rapide à températures relativement basses permettant des semis précoces

↑ Aires de production ayant une offre climatique favorable

## Mais, quelques risques aussi:

- Culture d'été dont le cycle est positionné dans les périodes de forte chaleur et sécheresse:
  - ↓ rendement
  - ↓ teneur en huile
  - ↓ qualité des acides gras
- Risque de mauvaise implantation : levées échelonnées
- Capable de « gaspiller » de l'eau si développement excessif avant floraison
- Peu de capacité de compensation (pas de ramification)



## S'adapter pour assurer un tournesol « robuste »

Soigner l'implantation pour favoriser l'enracinement = meilleur accès à l'eau  
Optimiser l'irrigation en limitant les développements excessifs  
Efficience à l'eau

Améliorer la génétique (précocité, tolérance aux stress)

Robustesse



Evitement

Semer au plus tôt pour esquiver les stress

Capacités d'adaptation



Impacts

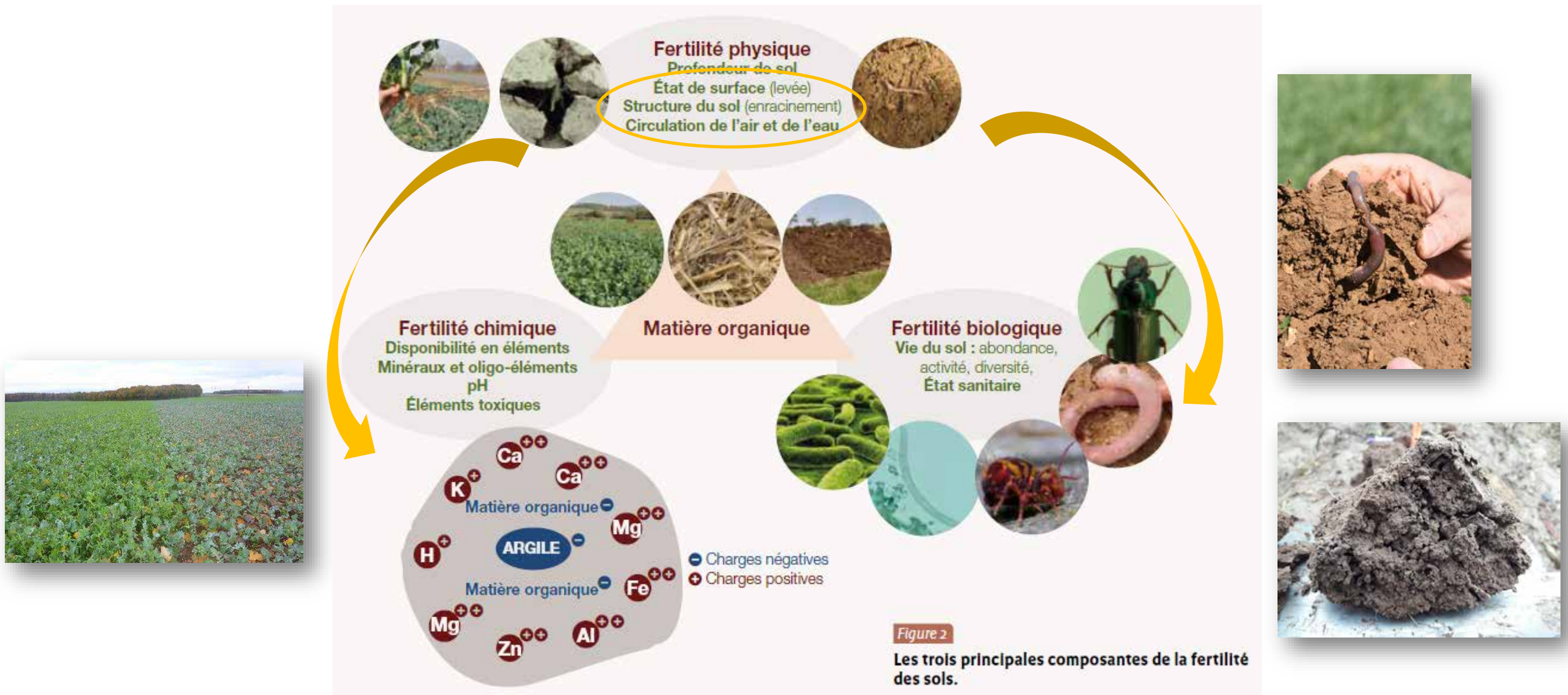
Vulnérabilité





# Travail du sol : observer et agir à l'échelle de la rotation

## Structure du sol : une des composantes de la fertilité du sol



## Objectifs de l'observation : diagnostiquer, évaluer, décider



1- Prélever un bloc



2- Observer l'état général du bloc



3- Observer l'état interne des mottes



Etat général Ouvert (O)



Etat général Bloc (B)



Etat général Continu (C)



Etat interne mottes Poreux (Γ)



Etat interne mottes Poreux (Γ)



Etat interne mottes Tassé (Δ)



Etat interne mottes Fissuré (φ)

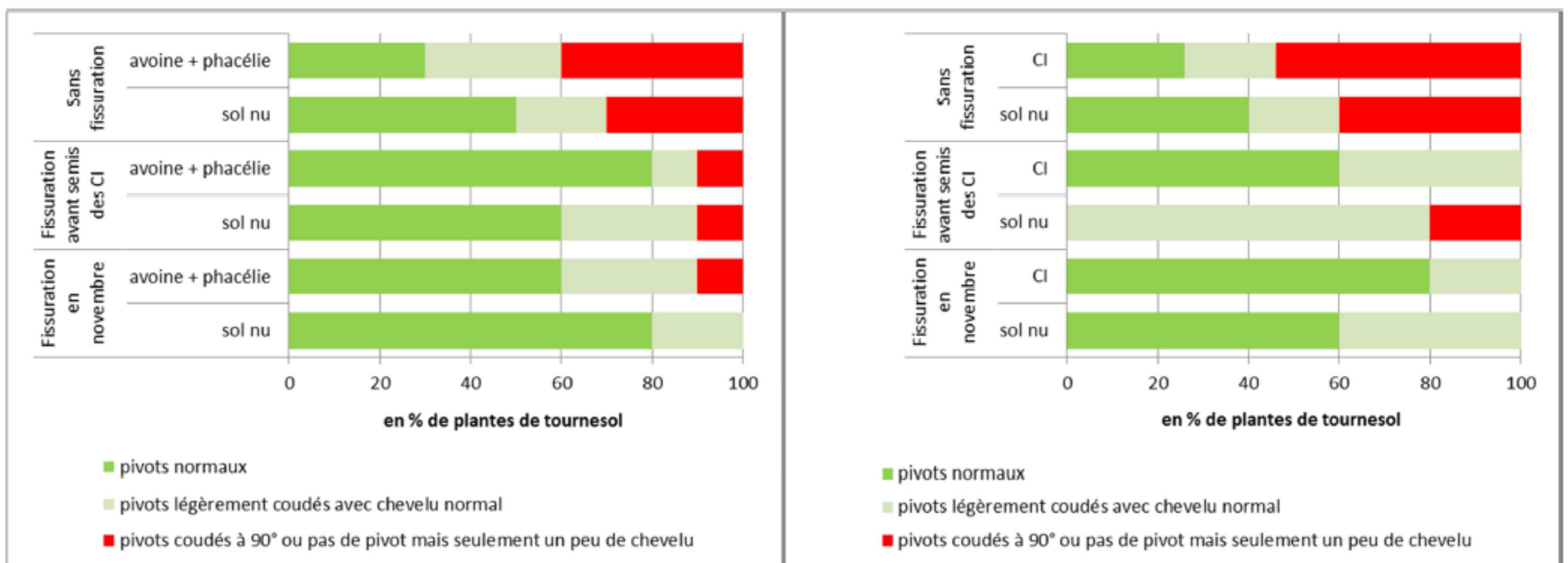


# Choix et gestion des couverts végétaux avant tournesol

## Choix des couverts

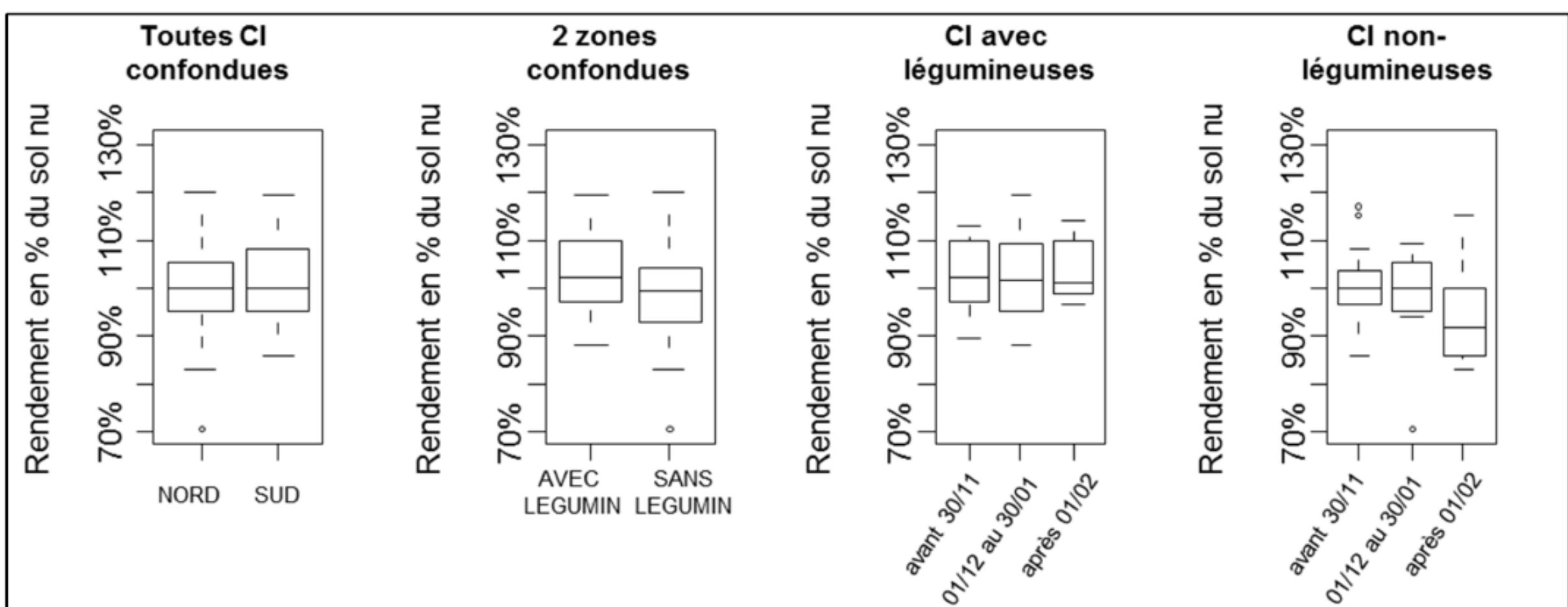
Brassicacées	limiter si retour fréquent du colza (risque hernie) privilégier dans les sols riches en azote
Graminées	intérêt dans les restitutions de matière organique par les racines
Légumineuses	intérêt en sol pauvre en azote Attention au risque aphanomyces
Hydrophyllacées	intérêt pour couper le cycle des maladies
Composées	à proscrire en raison du risque de mildiou

## Ne pas pénaliser l'enracinement du tournesol



Pivotement du tournesol selon le type de travail du sol (deux essais différents à gauches et à droite)

## Ne pas pénaliser le rendement du tournesol

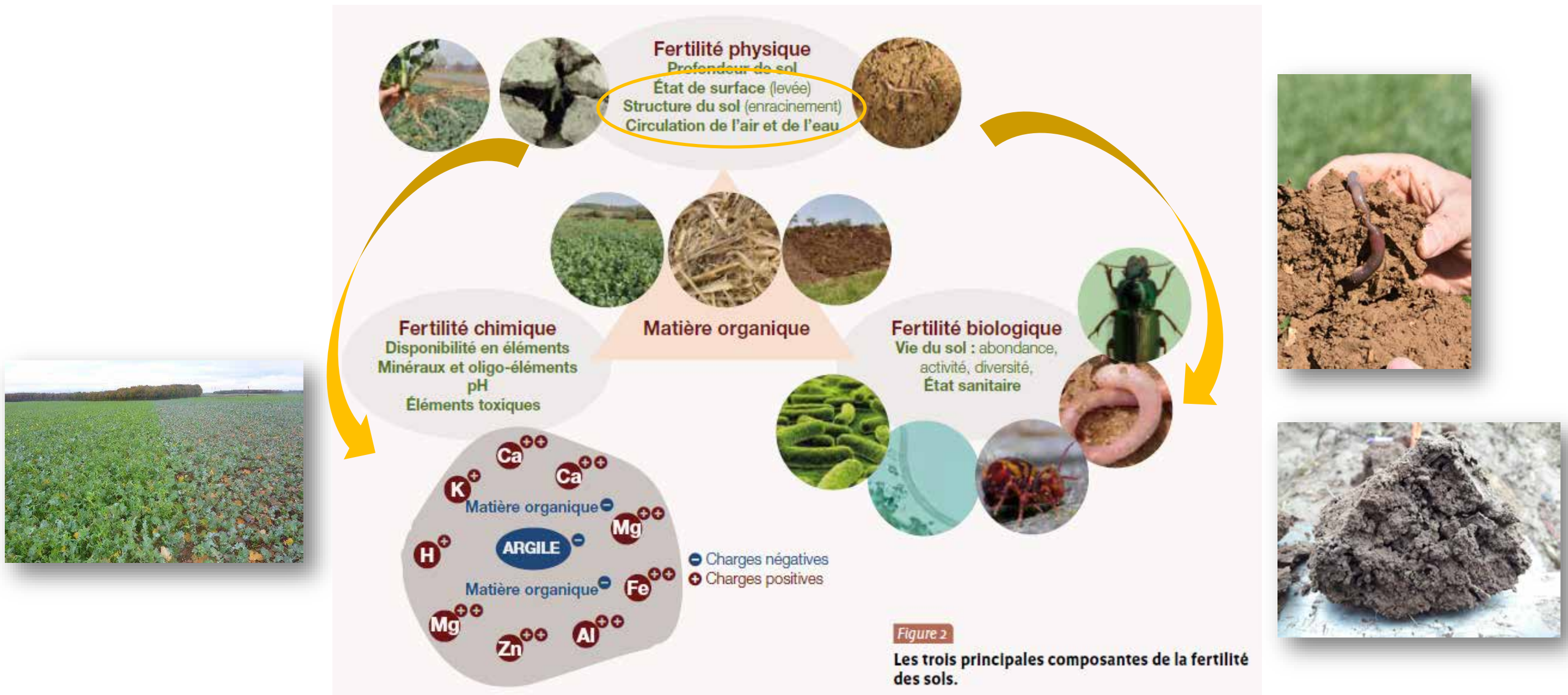


Réussir son interculture = obtenir les bénéfices d'un couvert végétal et ne pas compromettre l'implantation du tournesol ni son potentiel de rendement

- Observer son sol pour adapter le travail du sol, la gestion des couverts et la réussite du semis.
- Le couvert végétal ne remplace pas un travail de sol
- Les couverts à base de **légumineuses** ont tendance à sécuriser la gestion de l'interculture.
- Destruction des couverts au moins 2 mois avant le semis du tournesol (en fonction du type de couvert)

# Travail du sol : observer et agir à l'échelle de la rotation

## Structure du sol : une des composantes de la fertilité du sol



## Objectifs de l'observation : diagnostiquer, évaluer, décider



1- Prélever un bloc



2- Observer l'état général du bloc



3- Observer l'état interne des mottes



Etat général Ouvert (O)



Etat général Bloc (B)



Etat général Continu (C)



Etat interne mottes Poreux (Γ)



Etat interne mottes Poreux (Γ)



Etat interne mottes Tassé (Δ)



Etat interne mottes Fissuré (φ)



# Implantation du tournesol

## Raisonner la gestion de l'interculture

### Profil de sol recherché



- Bon mélange terre fine + mottes
- Absence de lissage
- Structure poreuse dans l'horizon sous jacent pour ne pas pénaliser l'enracinement en profondeur

### Observer pour décider

Après la récolte



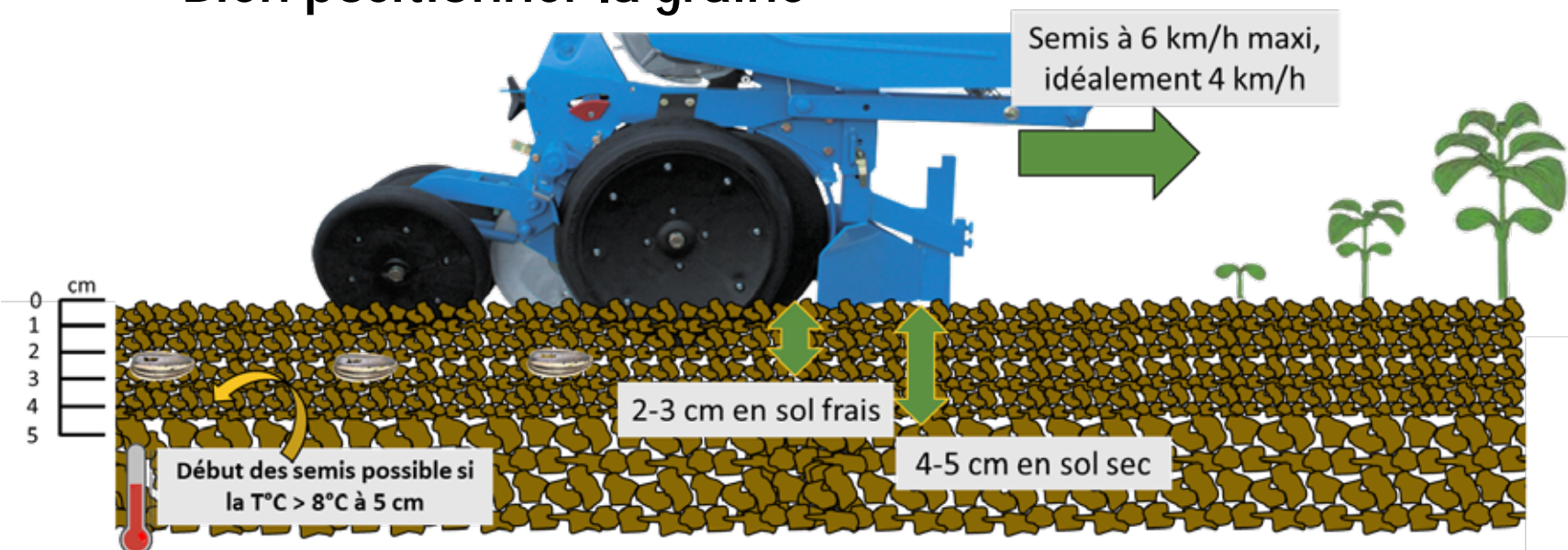
## Optimiser la préparation du lit de semences



Critères de réussite de la préparation	Sol travaillé	Sol avec résidus
Ne pas avoir pénalisé la structure en profondeur	- Intervenir préférentiellement sur sol ressuyé - Sols argileux : éviter les passages en conditions plastiques - Utiliser des équipements type roues jumelées ou pneu basse pression	
Avoir produit au moins autant de terre fine que de mottes en surface	- Ne pas créer trop de terre fine avec un nombre de passages excessifs - Privilégier les outils à dents non animés, si 2 passages envisagés, réaliser le 1 <sup>er</sup> à 10-15cm pour réchauffer le sol, le 2 <sup>ème</sup> à 6-8cm pour niveler	
Pas de résidus végétaux dans le sillon		- En absence d'équipement, émiettage de surface conseillé (fragmenter les résidus, réchauffer le sol) - Equipements de chasse débris conseillés sur semoir
Avoir contribué à la maîtrise des limaces	- Attention à ne pas créer des cavités (excès de mottes) qui sont des abris pour les limaces	- Démarrer la surveillance dès implantation du couvert - Détruire les couverts de façon suffisamment précoce - Réaliser un déchaumage superficiel si risque avéré
Avoir permis le réchauffement du sol		- Anticiper la destruction du couvert pour favoriser le réchauffement du sol
Avoir contribué à semer sur un sol propre	- Réaliser des faux-semis si les conditions le permettent - Attention à ne pas trop assécher le sol avec des passages répétés	- Anticiper la destruction du couvert si celui-ci a une pression adventice importante - Mieux vaut retarder l'installation du tournesol mais semer sur sol propre

## Réussir le semis

### Bien positionner la graine



### Opter pour le bon écartement



### Choisir une densité de semis adaptée

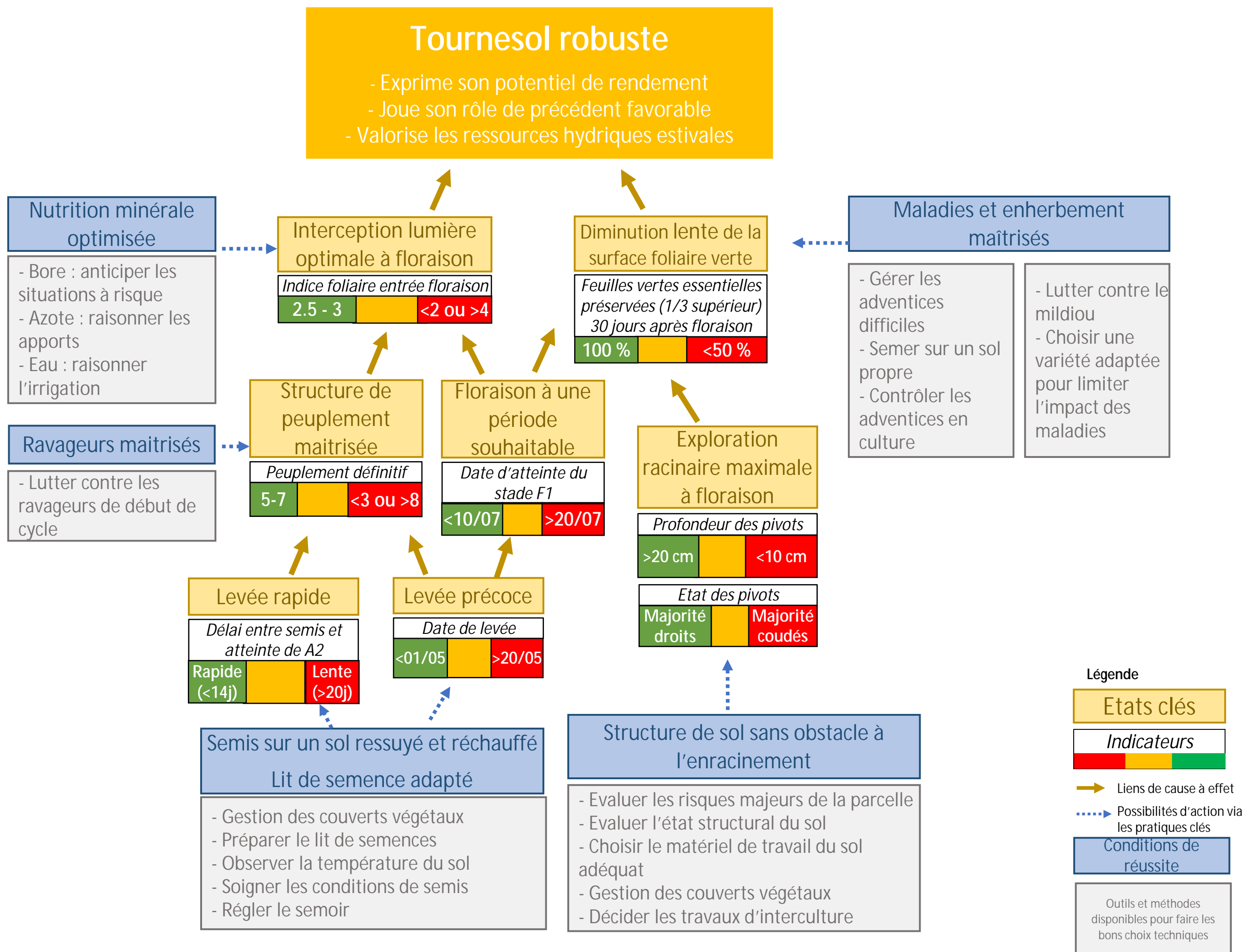
	Objectif de densité levée (optimum vis-à-vis du rendement et de la richesse en huile)	Conditions optimales (lit de semences, conditions de levée, risque très faible de parasitisme et/ou déprédation <sup>3</sup> )	
		Taux de levée indicatif	
		75 %	85 %
<b>Conditions très contraintes en eau</b> (sols superficiels et sols intermédiaires en région méditerranéenne <sup>1</sup> )	50 000 plantes/ha	65 000 graines/ha	60 000 graines/ha
<b>Conditions moyennement contraintes en eau</b> (sols intermédiaires hors région méditerranéenne, tournesol irrigué en sol superficiel)	55 000 plantes/ha	70 000 graines/ha	65 000 graines/ha
<b>Conditions faiblement contraintes en eau</b> (sols profonds, tournesol irrigué en sol intermédiaire ou profond) <b>et zones "fraîches" et/ou à fin de cycle humide<sup>2</sup></b>	60 000 plantes/ha si écartement entre rangs ≤ 60 cm	75 000 à 80 000 graines/ha si écartement entre rangs ≤ 60 cm	70 000 graines/ha si écartement entre rangs ≤ 60 cm
	50 000 à 55 000 plantes/ha si écartement large <sup>4</sup>	65 000 à 70 000 graines/ha si écartement large <sup>4</sup>	60 000 à 65 000 graines/ha si écartement large <sup>4</sup>

1 : Région méditerranéenne : à climats méditerranéen et méditerranéen dégradé.  
2 : Zones avec culture de variétés précoces à très précoces avec une fin de cycle fraîche et/ou humide (exemples : Lorraine, Champagne, Picardie, bordures de l'Atlantique et de la Manche).

3 : Parasitisme : limaces, larves de taupins... ; déprédation : oiseaux (pigeons), lapins, lièvres...

4 : Les écartements entre rangs ≤ 60 cm sont les plus adaptés au tournesol.

# Tableau de bord « Tournesol robuste »



**Etat clé** : état de la culture décisif dans l'établissement du résultat final. Résultant d'un (ou plusieurs) état clé causal et/ou de conditions de réussite

**Condition de réussite** : condition en lien avec un ou plusieurs facteurs biotiques ou abiotiques, sur laquelle il est possible d'agir via les pratiques culturales

**Indicateur** : observation agronomique réalisée sur le sol ou la culture, permettant de caractériser l'atteinte ou non d'un état clé

**Ce tableau de bord peut être utilisé :**

- Avant le début de la campagne culturale, pour construire une stratégie à mettre en œuvre
- En cours de campagne : pour organiser un observatoire des états-clés obtenus
- En fin de campagne : pour identifier les pistes d'améliorations pour la campagne à venir

## 10 règles d'or pour réussir l'implantation du tournesol

### Capitaliser l'historique parcellaire

Problèmes structuraux, adventices estivales problématiques, ravageurs et maladies

### Observer le sol

Diagnostiquer l'état du sol, adapter la stratégie de gestion de l'interculture

### Travailler un sol à consistance friable

Sur tout le profil travaillé

### Agir sur les adventices difficiles en début d'interculture

### Couvrir le sol

Avant tournesol, de nombreuses espèces sont mobilisables, utiliser des mélanges à base de légumineuses

### Semer suffisamment tôt

Levée avant le 1<sup>er</sup> mai. Ne décaler la date de semis que s'il s'agit d'une priorité sanitaire

### Favoriser une levée rapide

Semer au semoir monograinne dans un sol réchauffé, à une profondeur régulière. Ne pas créer trop de terre fine

### Perturber les ravageurs

Anticiper les situations à risque limaces et taupins. La présence humaine est pour l'heure le seul levier efficace pour limiter les dégâts d'oiseaux

### Maîtriser l'enherbement

Semer sur un sol propre. Préférer les outils scalpeurs et outils à dents

### Optimiser la nutrition

Raisonner la dose d'azote. Anticiper d'éventuelles carences en bore, phosphore et potasse

A retrouver dans  
le guide  
implantation  
tournesol

Dans la collection  
Points techniques  
de Terres Inovia  
À commander sur  
notre site  
[www.terresinovia.fr](http://www.terresinovia.fr)

# Arrivée de VIBALLA en tournesol : ça change quoi ?

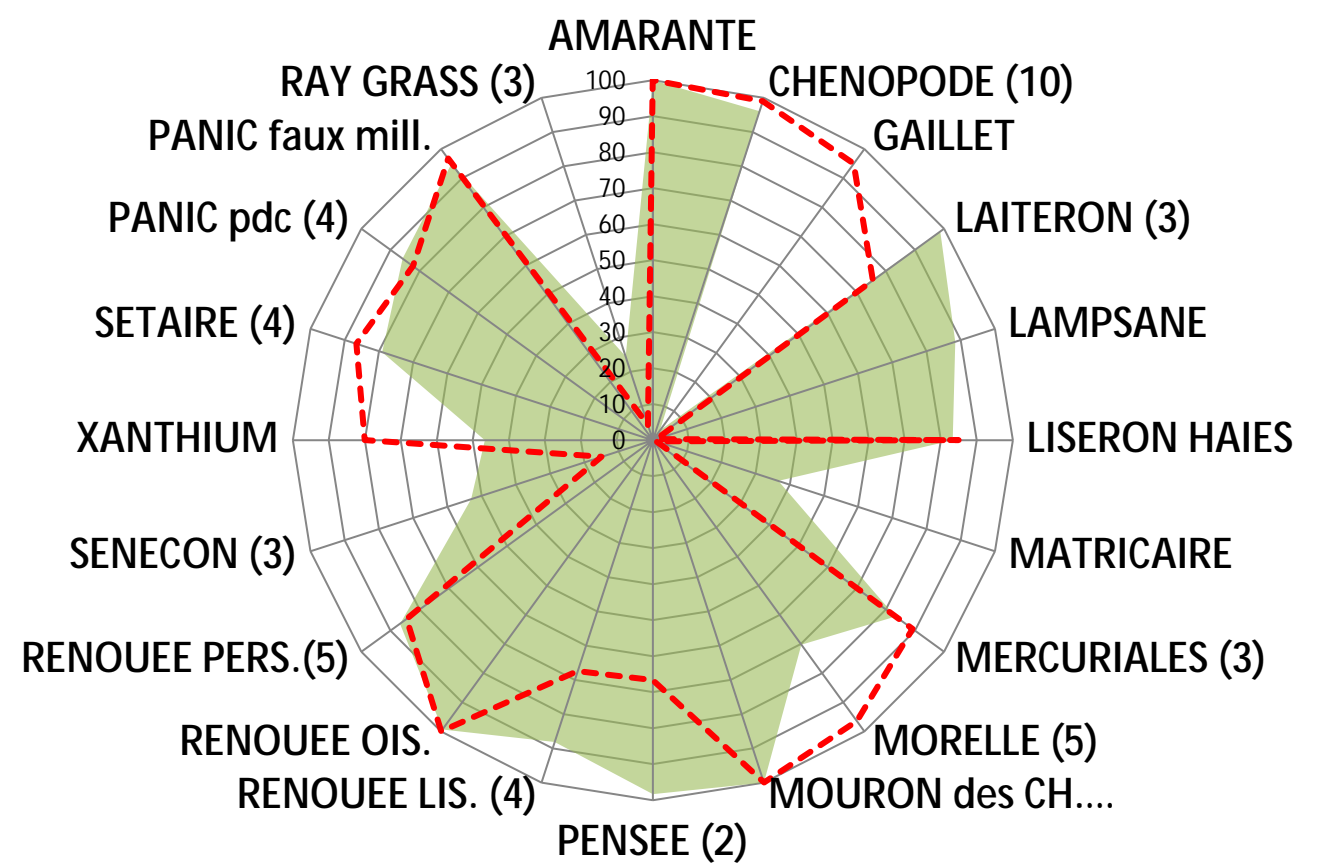
## Sur flore classique

- Point fort sur chénopode, mercuriale, ammi-majus, éthuse, mais aussi gaillet, géranium, abutilon, xanthium et ambroisie
- Efficacité moyenne sur morelle
- Insuffisant sur amarante, anthémismatriculaire, laiteron, séneçon et renouées

Construire des programmes plutôt sur des bases pendiméthaline pour équilibrer le spectre sur :

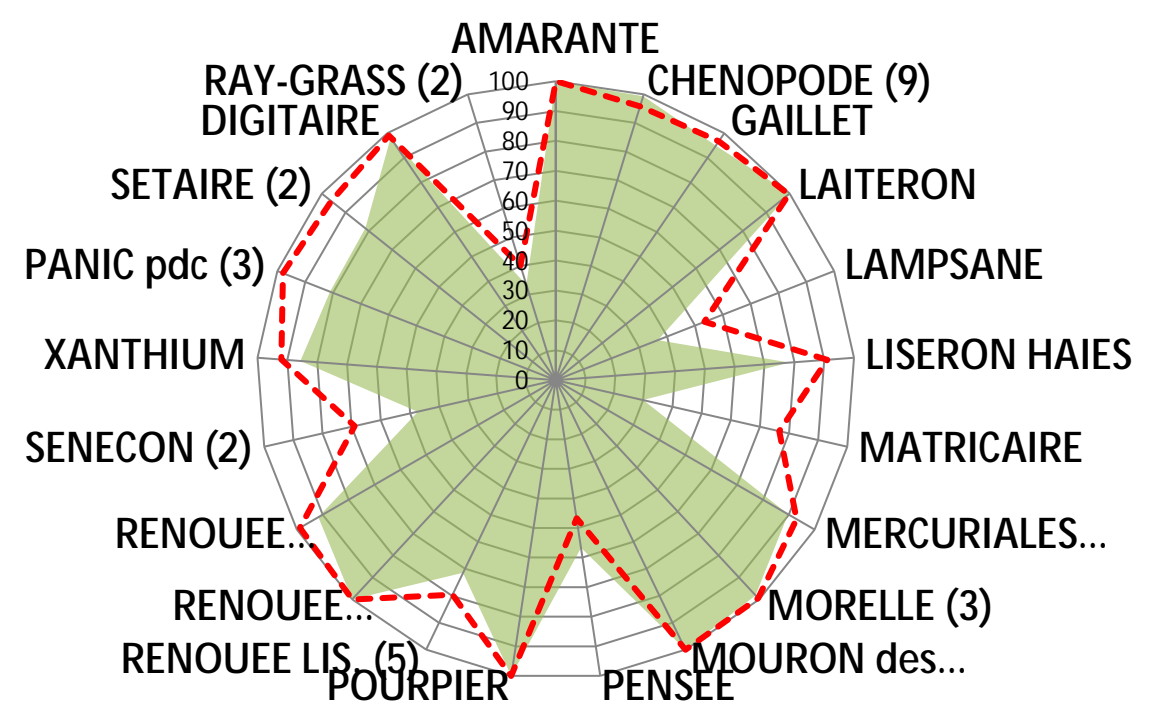
- q graminées
- q Renouées notamment renouées liseron

Base Atic-Aqua ou Dakota-P à 2,5 l/ha



■ ATIC AQUA 2 + CHALLENGE 3

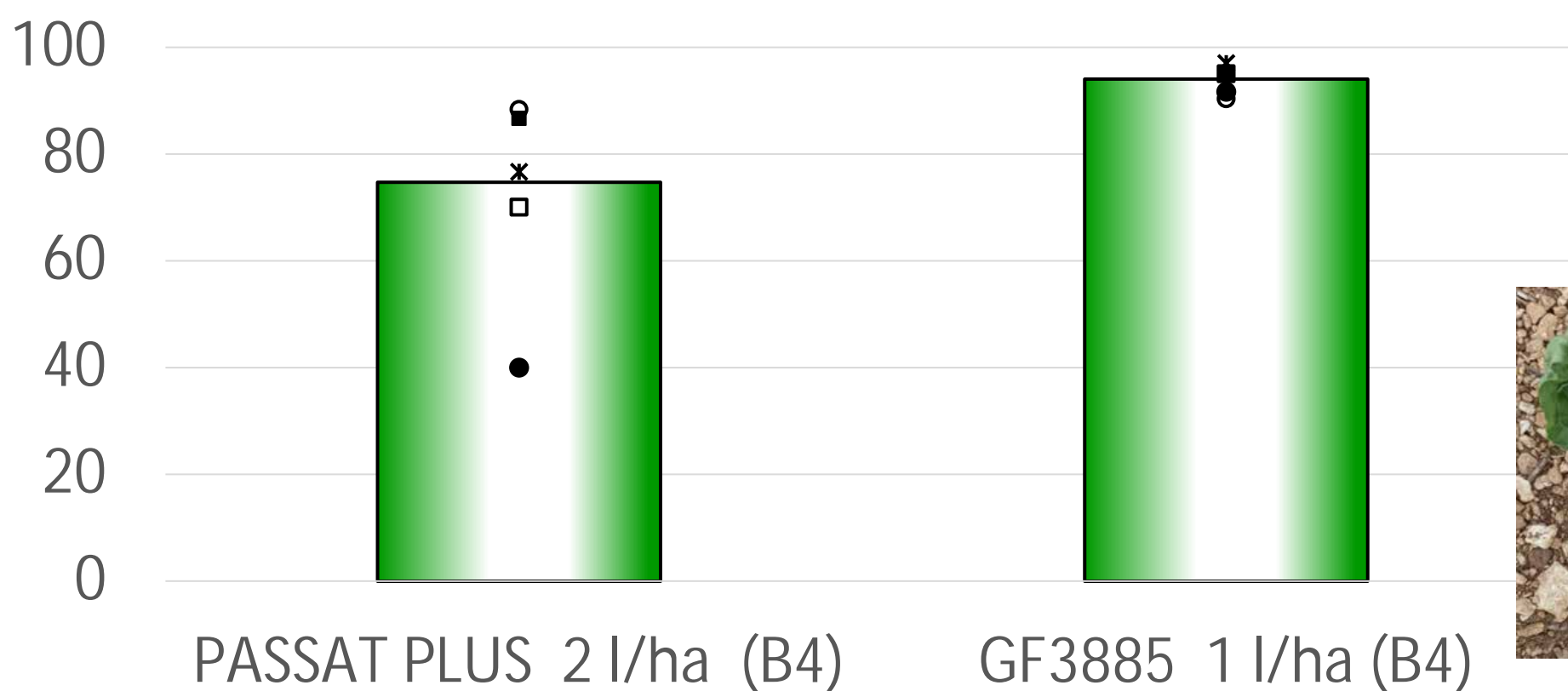
--- ATIC AQUA 2.5 / GF3885 1 (B4)



■ DAKOTA-P 2.5 / GF3885 1 (B4)

--- DAKOTA-P 2.5 / PASSAT PLUS 1,6 (B4)

## Sur Ambroisie



- moyenne
- × 2018 dpt79
- 2018 dpt82
- 2019 dpt85
- 2019 dpt11
- 2020 dpt85
- \* 2020 dpt47

à 6 essais 2018-2020  
242 pl/m<sup>2</sup> - (10 à 880)



Symptômes furtifs de gauchage dans les 48h après application



Symptômes de déformation de tiges parfois observables (application sur stade juvénile, recroisement de rampe)

# Des programmes à adapter à chaque situation

Flore simple à pression modérée  
à DAKOTA-P seul à 2,5 l/ha

45 à 50 €

Flore simple à pression forte renouvelées  
à Atic-Aqua 2l + Proman 2l

85 €

Ou

à Atic Aqua 2l + Challenge 2,5 à 3l

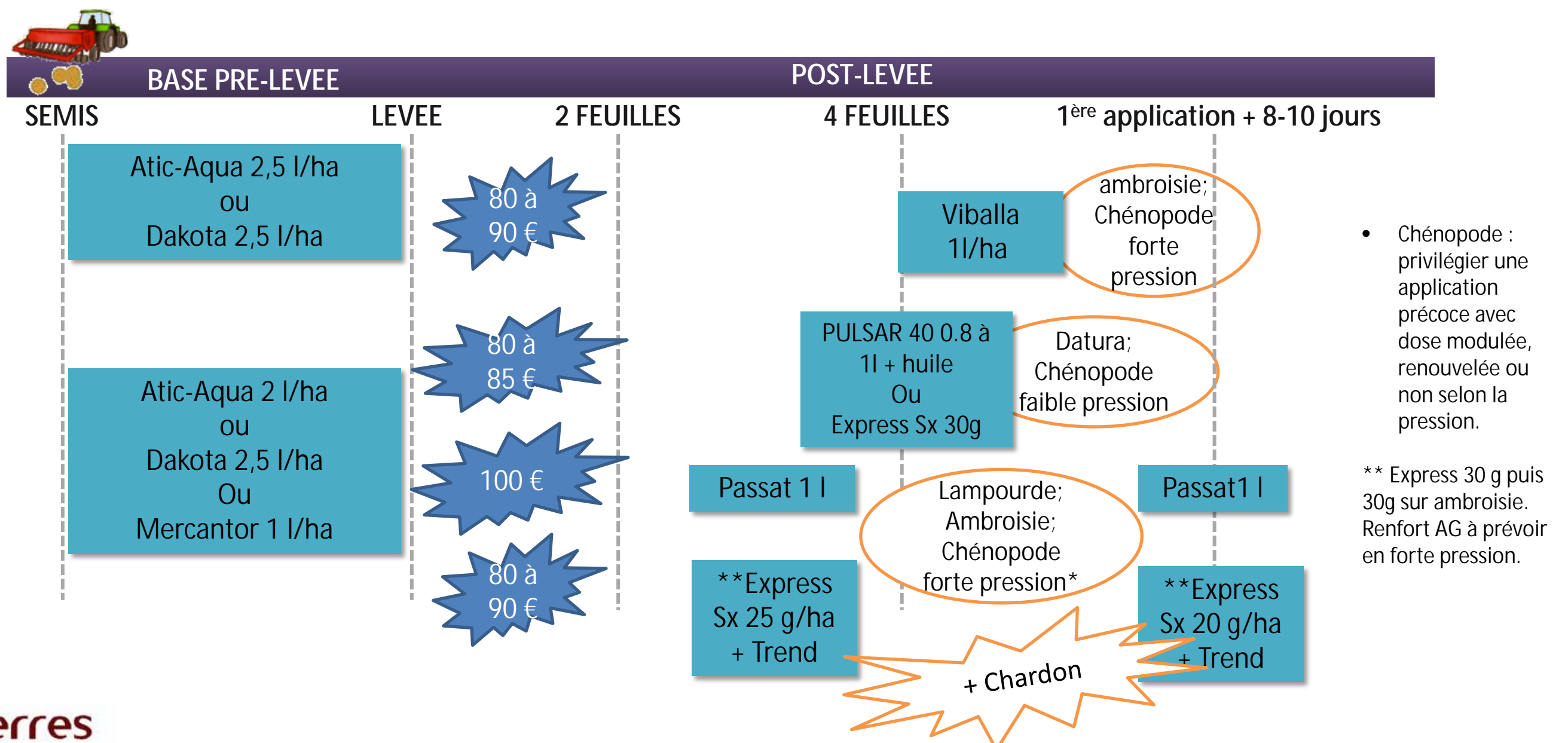
85 à 100 €

(Challenge renforce sur gaillet, et léger effet mercuriale insuffisant en pression forte)

Remplacement possible d'Atic-Aqua par Dakota-P 2l pour renforcer sur morelle. Privilégier Atic sur morelle si programme avec Proman 2l

	Dakota-P 2,5 à 3 l/ha	Atic-Aqua 2 l/ha + Challenge 600 3 l/ha	Atic-Aqua 2 l/ha + Proman 2 l
Digitaire			
Panic			
Ray-grass	*		
Sétaire			
Amarante			
Ambroisie	*		
Ammi élevé	*		
Arroche	*		
Bidens (chanvre d'eau)			
Capselle			
Chénopode			
Colza (repousses)			
Datura			
Ethuse	*		
Gaillet	*		
Laiteron			
Linaira batarde			*
Liseron des champs	*	-	*
Liseron des haies			
Matricaire	*		-
Mercuriale			
Morelle			
Mouron des champs			
Moutarde deschamps			
Ravenelle		*	
Renouée liseron			
Renouée des oiseaux	*		
Renouée persicaire	*		
Séneçon	*		-
Stellaire			
Véronique			

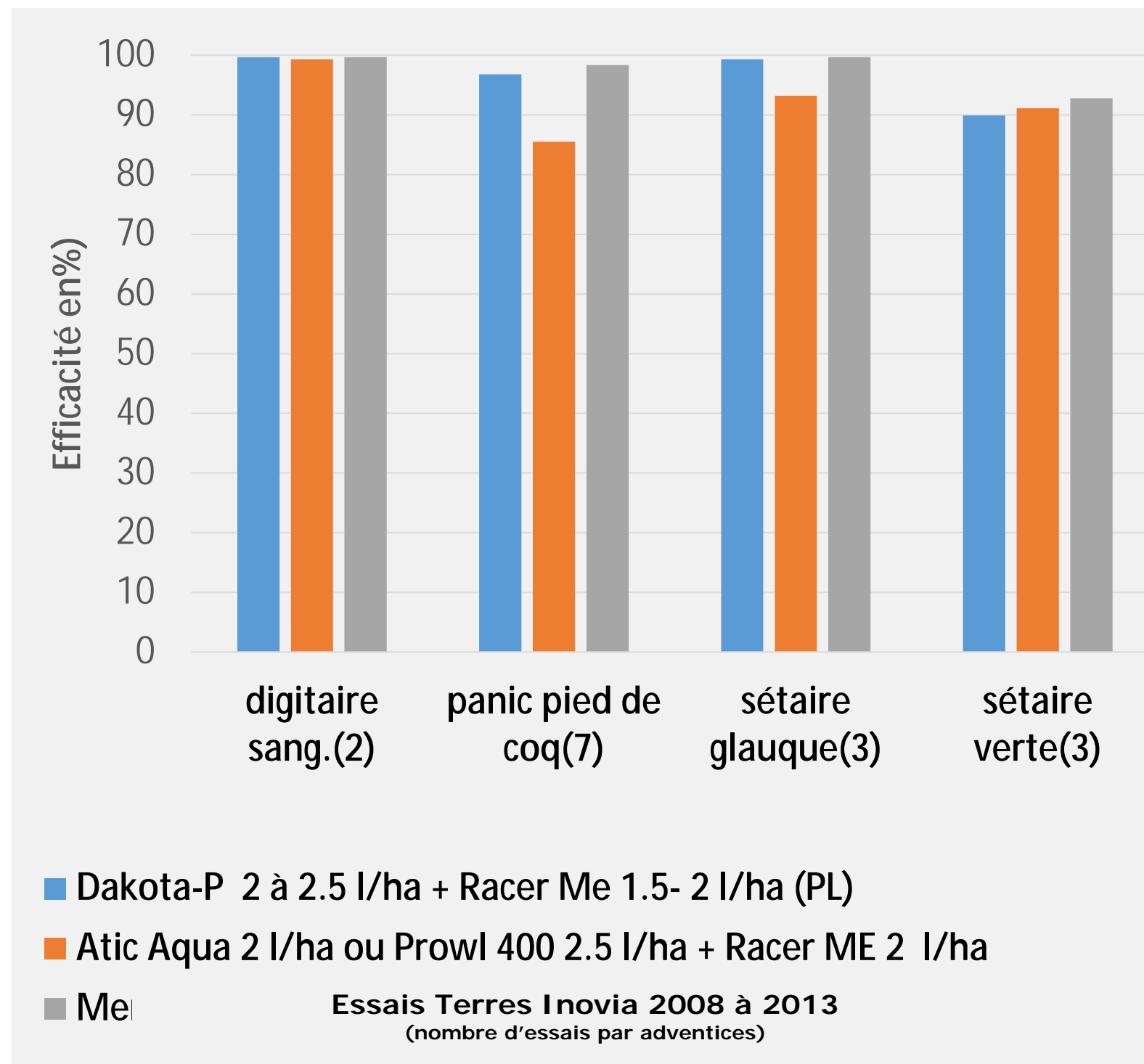
## Exemples de gestion en situation de flores difficiles (Ambroisie, xanthium, datura)



# Maintien des graminées sans s-métolachlore

## PSD : point sur les solutions existantes

- **Pendiméthaline** seule ou associée **DMTA-p** offrent une protection équivalente dans grand nombre de situations.
- Recours possible aux antigraminées foliaires



## Ray-grass/vulpin

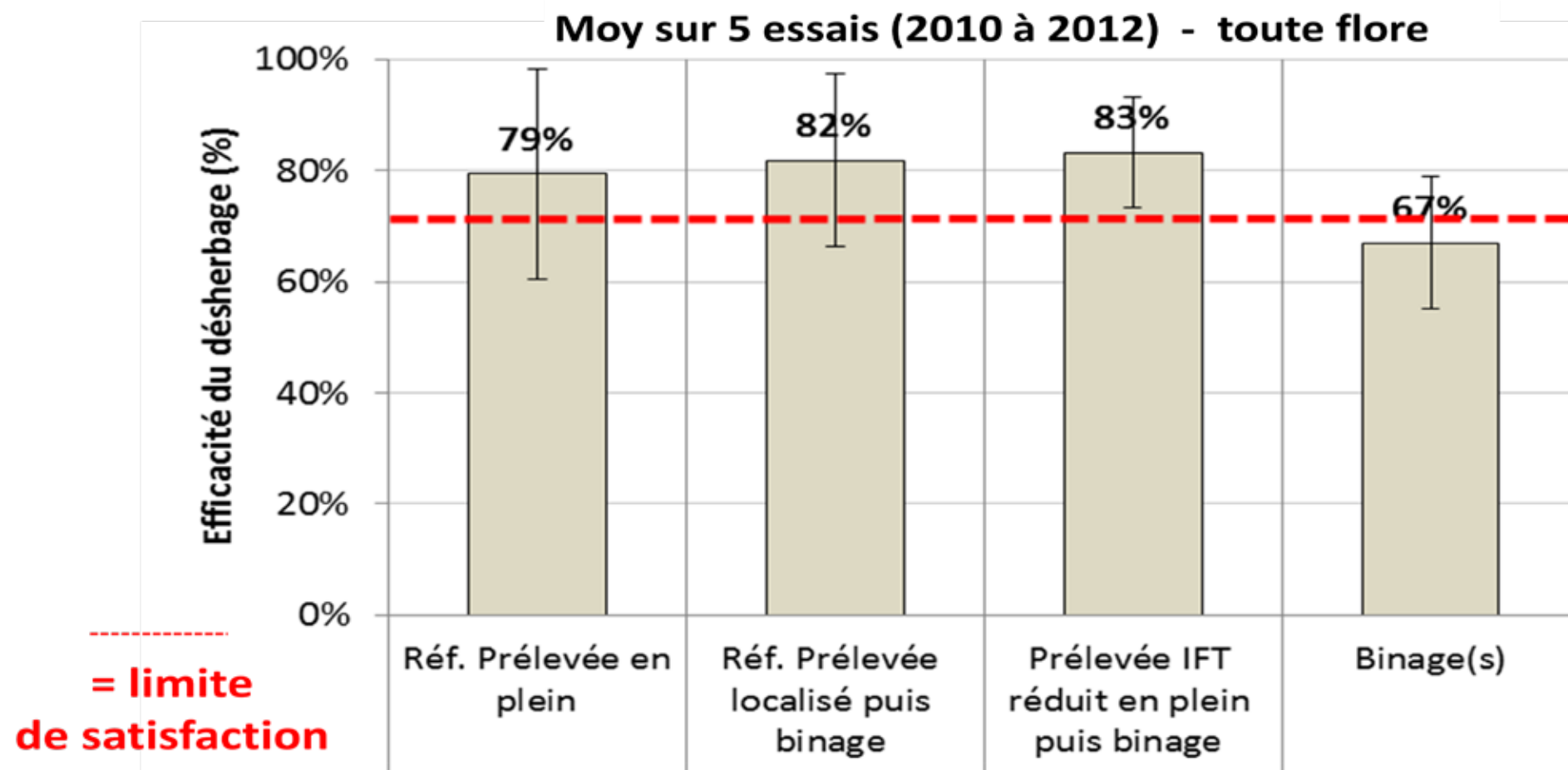
- Une situation préoccupante :
  - Résistance quasi généralisée aux inhibiteurs ACCase (fop/dymes) et ALS (imazamox)
- Quelles alternatives ?
  - Solutions à base de dmta-P (DAKOTA-P, dmta-P solo attendu)
  - Reconsidérer le renforcement de ces solutions avec Novall (essais en cours)



# Désherbage mixte du tournesol avec binage

## Herbisemis puis binage

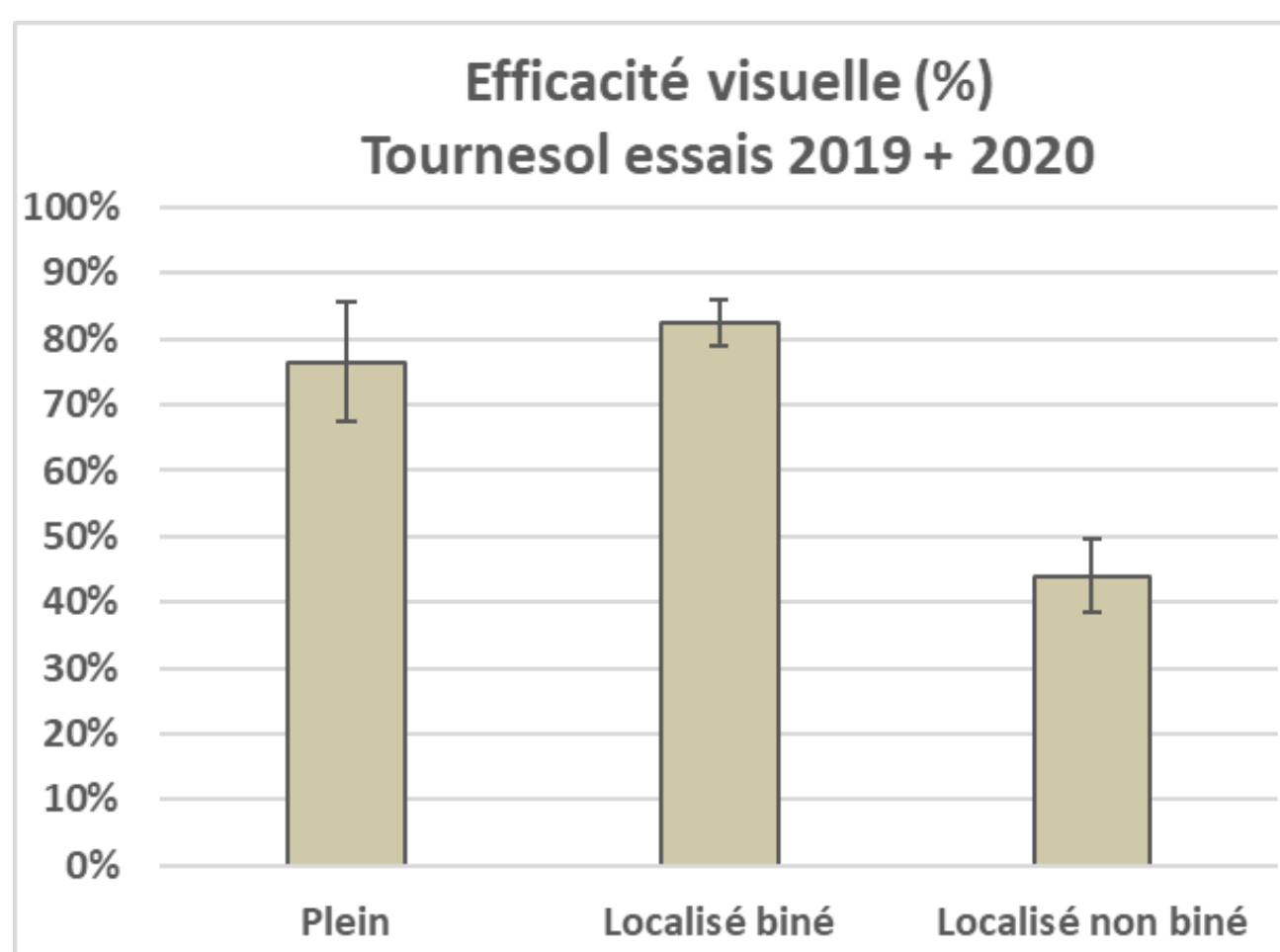
Herbicide de prélevée sur le rang avec un kit sur le semoir (herbisemis) PUIS binage



- Bonne complémentarité des deux
- Efficacité équivalente au traitement en plein
- IFT réduit (67 %) et coûts réduits (71 %)

## Herbicide localisé en post-levée puis binage

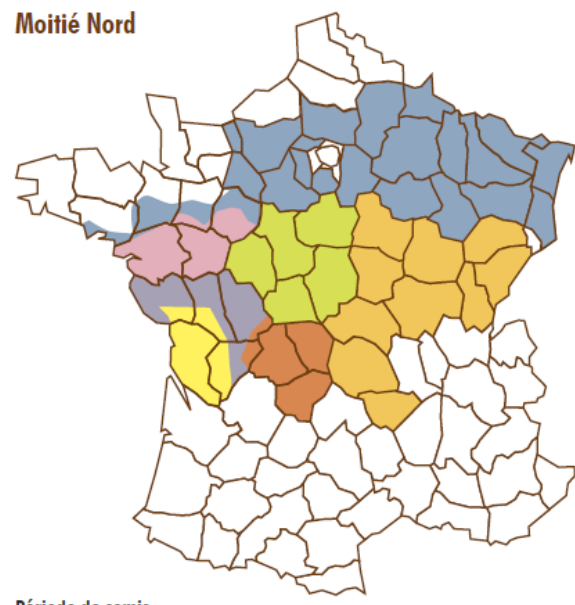
Traitement de post-levée (ex : Pulsar 40, utilisé dans ces essais, sur variété tolérante) sur le rang PUIS binage à usage d'une rampe spécifique Maréchal



- Complémentarité des deux indispensable
- Efficacité équivalente voire meilleure au plein
- IFT réduit de 56 %

# Sécuriser un peuplement optimal, quels leviers d'actions ?

## Le binôme période de semis et précocité



**Période de semis**  
 ●●● recommandée  
 ●● possible  
 ● possible mais non conseillée

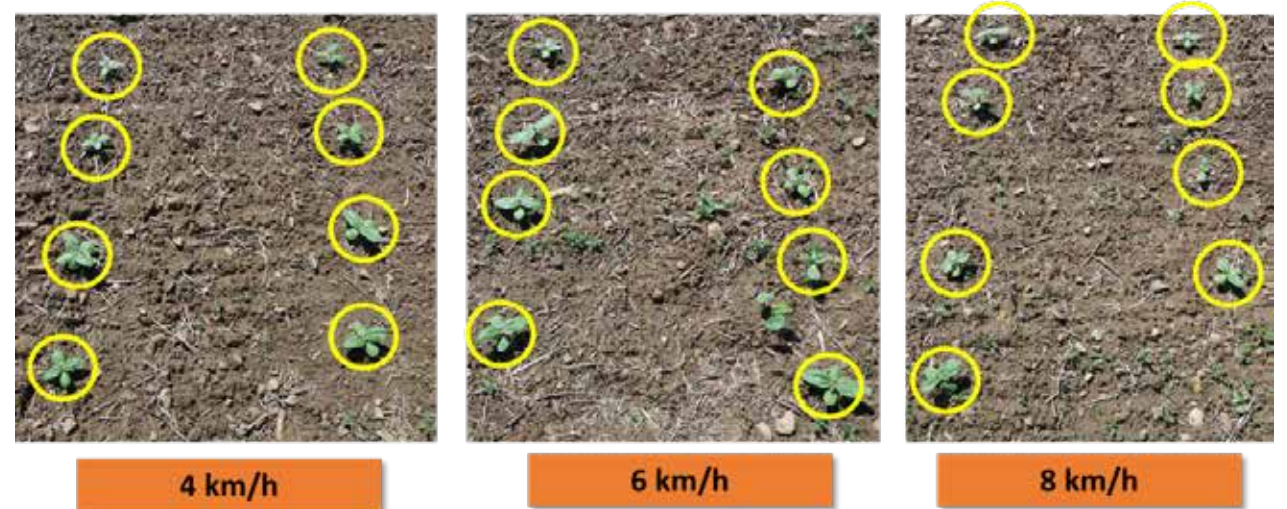
**Précocité variétale**  
 T : tardive    MT : mi-tardive    MP : mi-précoce  
 P : précoce    TP : très précoce

	21 au 31 mars	1 <sup>er</sup> au 20 avril	21 au 30 avril	Après le 1 <sup>er</sup> mai
Période de semis	●●	●●●	●●	●
Précocité	P, MP	P	P	P, TP
Période de semis	●	●●●	●●●	●
Précocité	P, MP	P	P	P, TP
Période de semis	●●	●●●	●●	●
Précocité	MP	P, MP	P, MP	P, TP
Période de semis	●	●●	●●●	●
Précocité	P	P	P	P, TP
Période de semis	●●	●●●	●●	●
Précocité	MP, MT, T	P, MP, MT, T	P, MP	P, TP
Période de semis	●●	●●●	●●	●
Précocité	P, TP	P, TP	P, TP	TP
Période de semis	●	●●●	●●	●
Précocité	MP, P	MP, P, TP	P, TP	TP

## Le type de semoir et la vitesse de semis

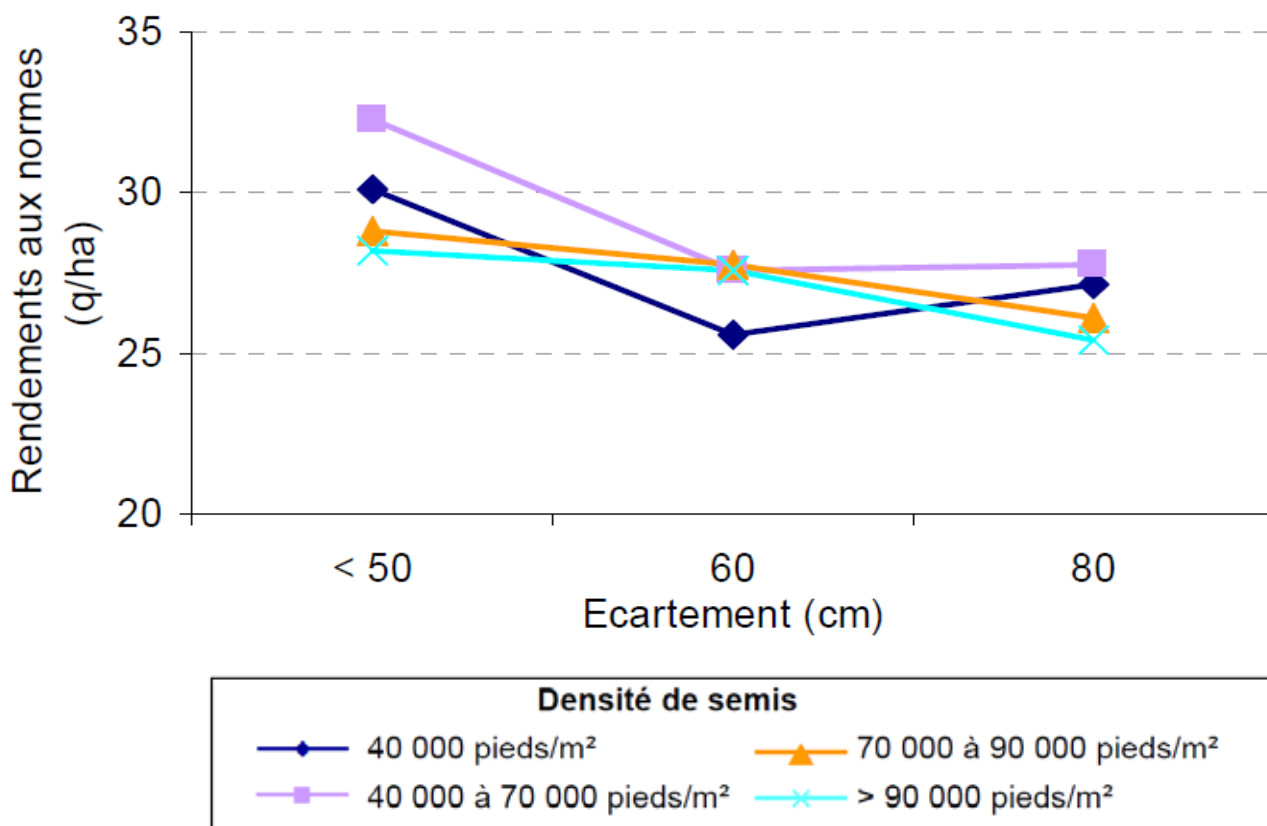


Représentation de la régularité de semis selon la vitesse de semis



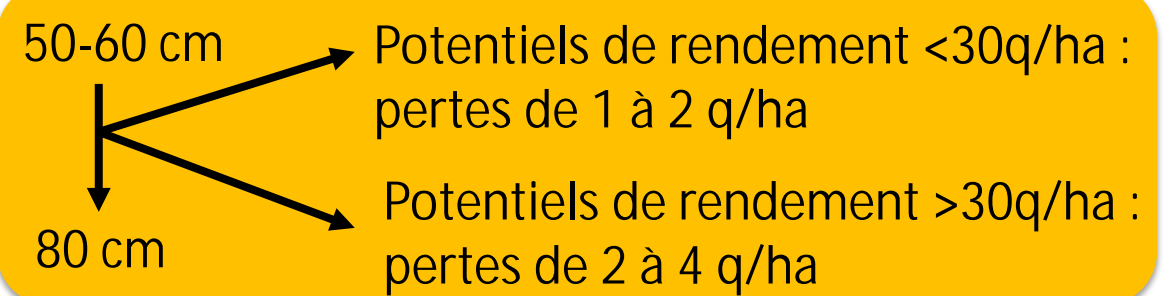
Semis à 6 km/h maxi, idéalement 4 km/h (à nuancer en fonction du semoir)

## L'écartement entre-rang



à Ecartement entre rangs : les écartements larges peuvent :

- augmenter la compétition entre plantes sur le même rang,
- limiter la capacité d'interception de la lumière par le couvert, À baisse du nombre de grains / m<sup>2</sup> non compensée par une augmentation du poids des graines.



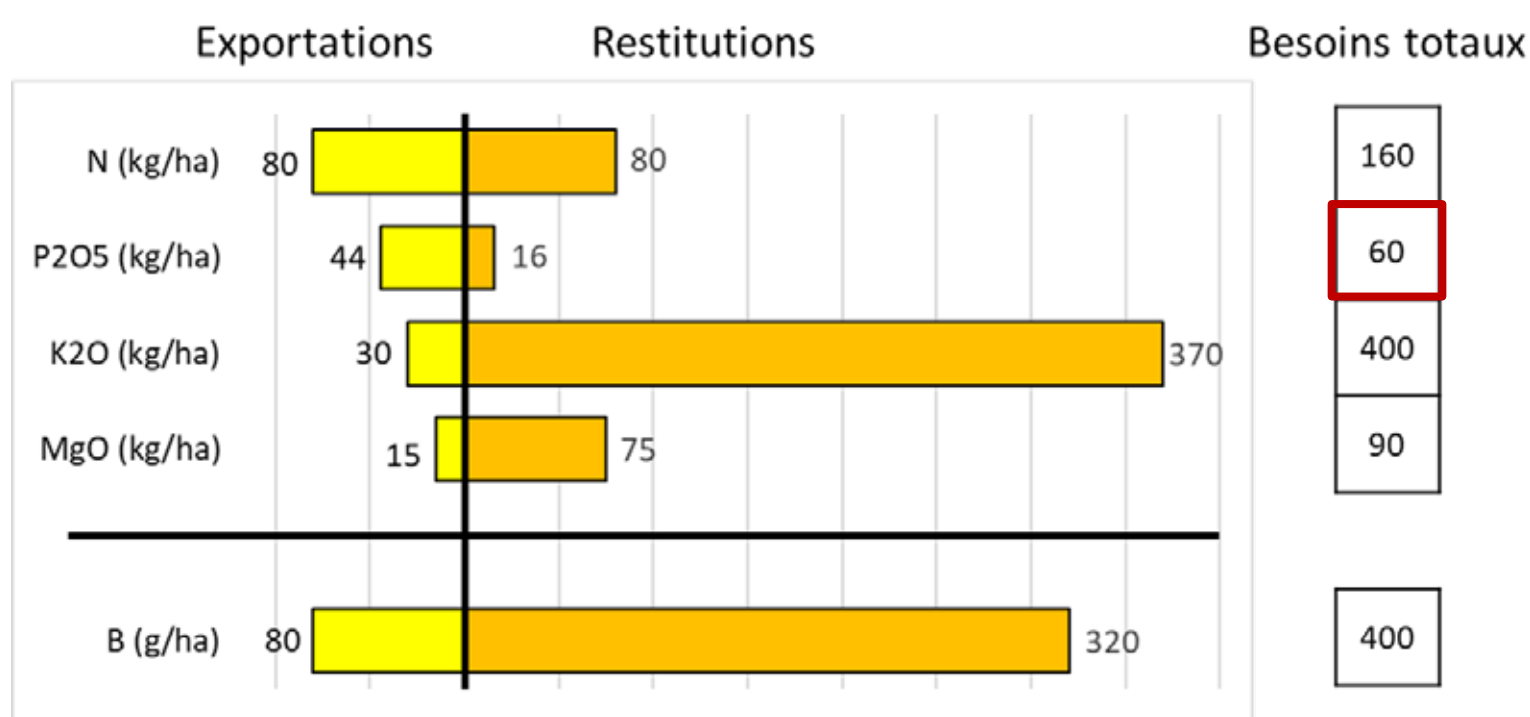
## Un peuplement régulier, c'est capital pour le rendement

### Impact de l'hétérogénéité du peuplement sur le rendement

Diagramme	% de couverture du sol	Rendement (% du témoin)	Distribution des plantes dans le peuplement
	100	100	Distribution uniforme
	75	88,3	Distribution uniforme, mais les surfaces foliaires se recouvrent 2 par 2
	83	87,8	Distribution non uniforme ; quelques surfaces foliaires se recouvrent
	66	71,1	Forte hétérogénéité et mauvaise distribution des plantes sur le rang
	50	76	Distribution hétérogène et présence de plantes isolées sur le rang

# Fertilisation du Tournesol

Bien identifier les besoins de la culture (exemple pour un rendement à 35 q/ha) ...



- è Des besoins généraux couverts en grande partie par les restitutions.
- è L'azote et le bore sont les éléments prioritaires dans le cadre du pilotage de la fertilisation !
- è Dans certains cas, le tournesol trouve tout ce dont il a besoin dans son environnement (pas besoin d'apport)



... Pour mieux y répondre le cas échéant !

## Cas de l'Azote

		Objectif de rendement	
		25 q/ha (sols superficiels) (1)	35 q/ha (sols profonds) (2)
Reliquat d'azote minéral au semis	Faible (30 u)	40 à 80 u	80 à 100 u
	Moyen (60 u)	moins de 40 u	40 à 80 u
	Elevé (90 u)	0 u	moins de 40 u

- (1) argilo-calcaire superficiel, sol sableux, cranette...
- (2) : limon, limon argileux, argile limoneuse, craie...

Si la minéralisation est forte, choisir la valeur basse de la fourchette et inversement.  
Les reliquats d'azote au semis se mesurent jusqu'à 90 cm, voire 120 cm pour les sols les plus profonds.

## Privilégier l'apport d'azote en végétation :

- è L'apport d'azote en végétation (6 à 14 feuilles) est au moins aussi bien valorisé que l'apport au semis car réalisé au moment où les besoins de la culture sont les plus élevés
- è Il permet d'améliorer l'estimation de l'objectif de rendement en tenant compte de l'état du peuplement installé
- è Pour apporter l'azote en végétation sans risque, utiliser une forme solide (ammonitrate ou urée), par temps sec, avant l'apparition du bouton étoilé

## Cas du Bore

Apport	Stade	Forme	Dose de bore (B)
Au sol	Incorporer ou pas avant le semis (1)	Solide ou liquide	1.2 kg/ha (3)
En application foliaire	Entre les stades "10 feuilles" et LPT (1)(2)	Liquide : apporter au moins 200 l/ha de bouillie	300 à 500 g/ha (4)

- (1) Peut être réalisé à l'occasion du désherbage ou de l'application du fongicide.
- (2) LPT : limite de passage du tracteur. Le tournesol mesure 55 à 60 cm.
- (3) Chélat B : 250 g B/ha au sol - 200 g B/ha en application foliaire
- (4) Soit environ 3 l de produit liquide à 150 g/l de bore



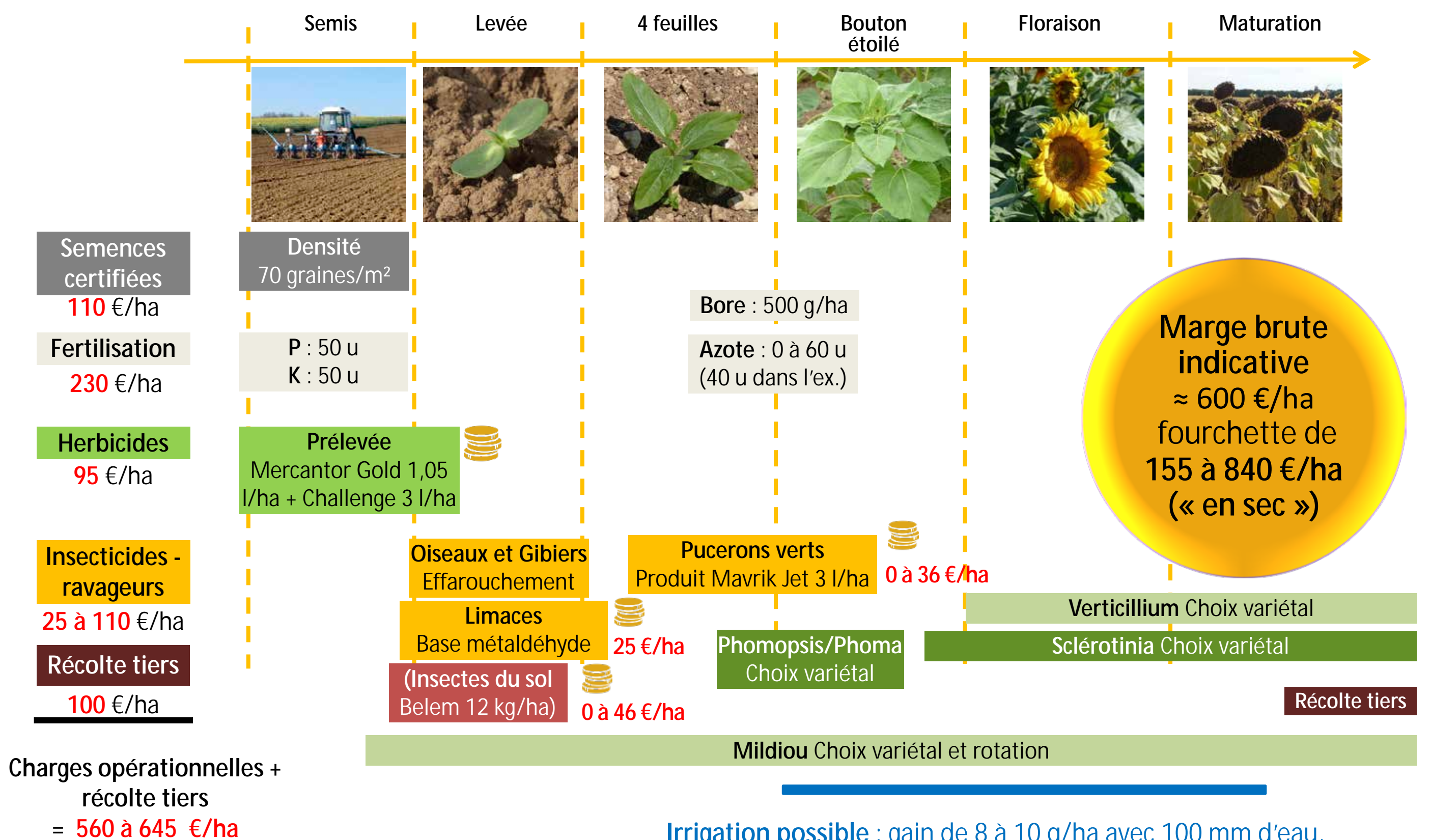
## Facteurs de risque et facteurs aggravants

- è pH supérieur à 7.0
- è Plus de 10% de calcaire actif dans le sol
- è Sols légers, filtrants et superficiels
- è Chaulage (blocage du bore)
- è Chocs thermiques entre « 10 feuilles » et « début floraison »
- è Retour fréquent du tournesol sans apport de bore



# Exemple d'itinéraire technique du tournesol

- Préparer son sol : interculture, structure, adventices
- Optimiser son choix variétal : débouchés, précocité, maladies, technologies
- Semer avant un réchauffement
- Adapter son désherbage : prélevée, post-levée, mécanique, mixte
- Gérer les bioagresseurs : limaces, oiseaux, pucerons verts
- Alimenter correctement : eau, NPK, bore



**Irrigation possible :** gain de 8 à 10 q/ha avec 100 mm d'eau, soit + 100 € à + 180 €/ha de marge brute (à 2.2 €/mm d'eau)

## Tournesol oléique versus tournesol linoléique

écart de prix de 0 à + 70 €/t (Médiane 2013 - 2021 = + 25 €/t)

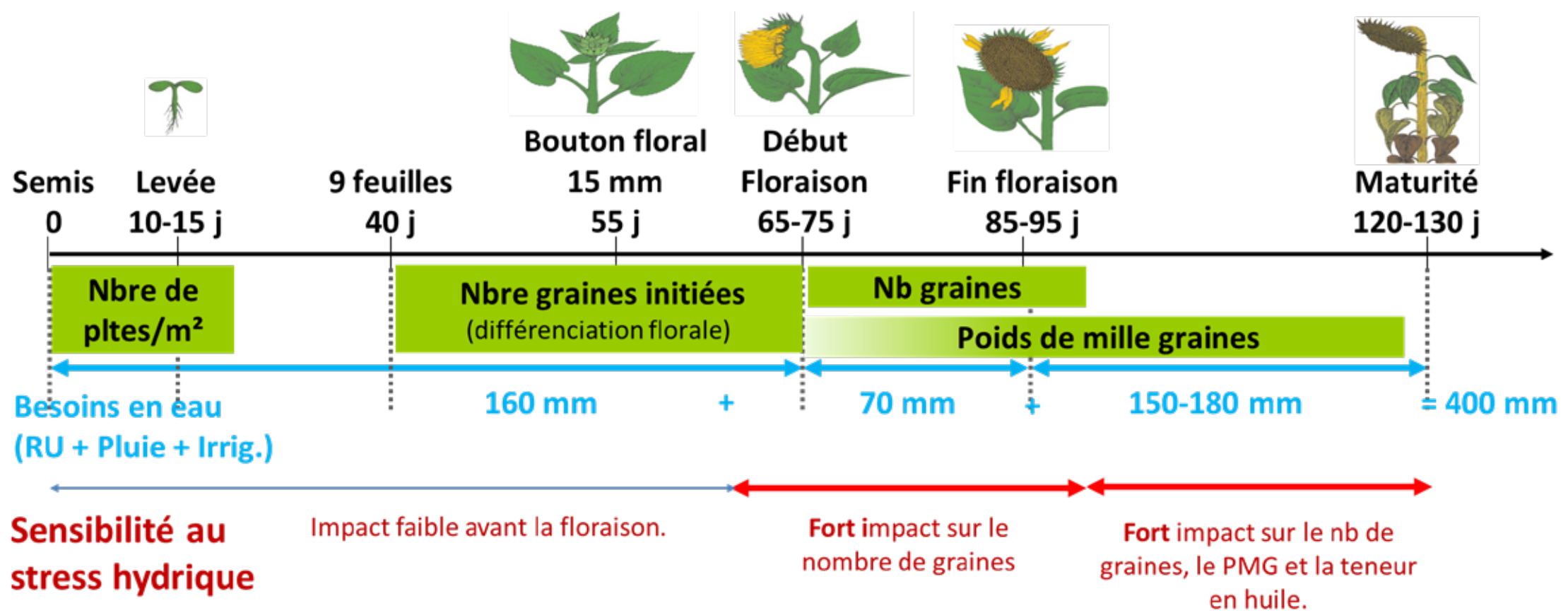
Rendement moyen : 20-30-35 q/ha en sec

Prix de vente indicatif : 400 €/t

Produit brut indicatif : 800-1200-1400 €/ha

# Irrigation du tournesol : réussite et atout économique

## Les besoins en eau



- Mécanismes d'endurcissement avant floraison
- Obtenir un développement foliaire modéré avant floraison (IF= 2.5) , éviter un feuillage exubérant
- Maintenir la surface foliaire « verte » pour assurer un bon fonctionnement jusqu'à maturité

## Bonnes conduites d'irrigation

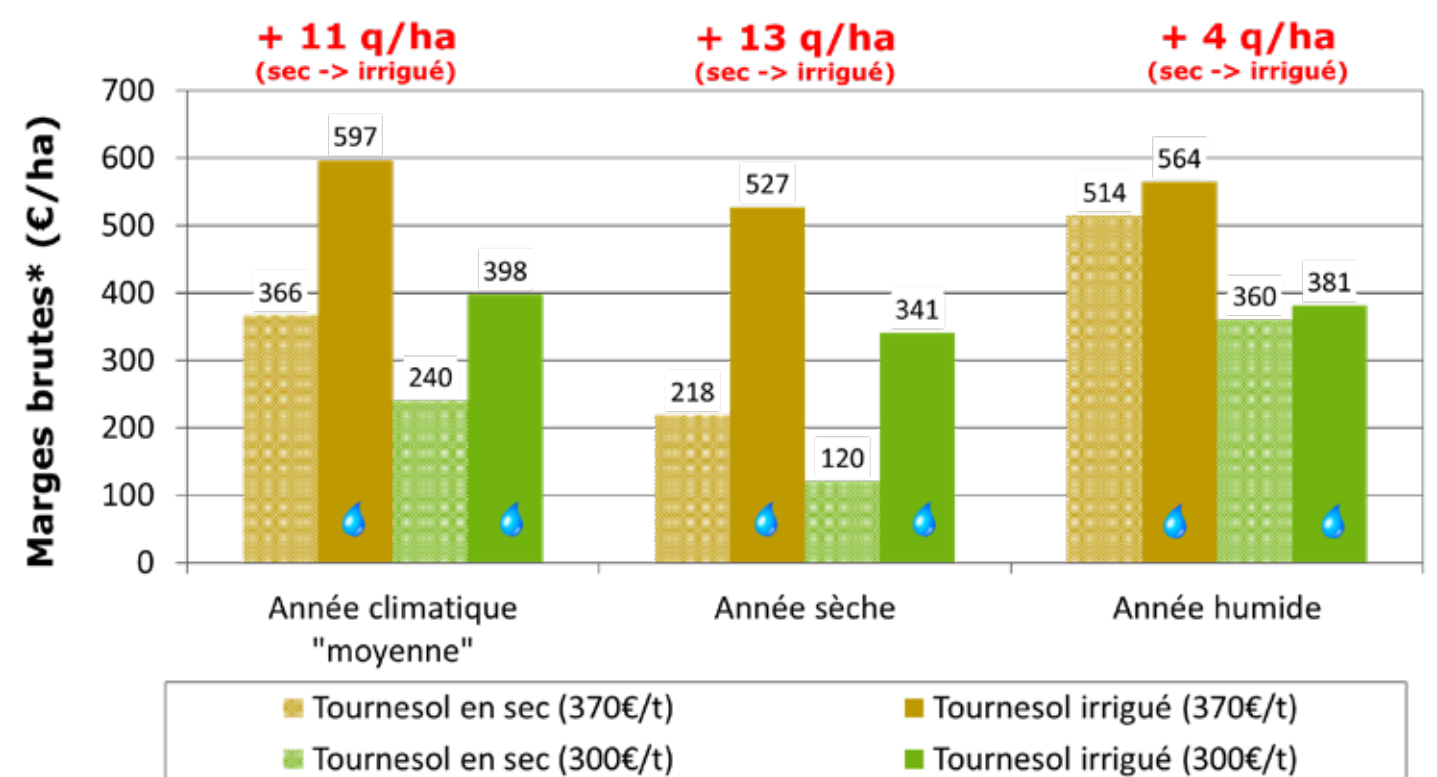
**1 à 3 apports d'eau au bon moment** pour maximiser l'efficacité de quantités limitées d'eau d'irrigation  
Privilégier les variétés très peu ou peu sensibles au sclérotinia et au phomopsis

Je dispose de :

Croissance au stade bouton	1 tour d'eau 30/40 mm	2 tours d'eau 60/80 mm	3 tours d'eau 90/120 mm
faible à modérée	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Juste avant la floraison</li> </ul> <p>Début floraison</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Juste avant la floraison</li> <li>• Puis fin floraison</li> </ul> <p>Début floraison    Fin floraison</p>	<p><b>EN SOL SUPERFICIEL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bouton étoilé</li> <li>• Début floraison</li> <li>• Puis fin floraison</li> </ul> <p>Bouton étoilé    Début floraison    Fin floraison</p> <p><b>EN SOL PROFOND</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Début floraison</li> <li>• Fin floraison puis 10 jours plus tard</li> </ul>
normale à exubérante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fin floraison</li> </ul> <p>Fin floraison</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fin floraison</li> <li>• Puis 10 jours plus tard</li> </ul> <p>Fin floraison    + 10 jours</p>	

## Intérêt économique de l'irrigation

- Très bonne réponse à l'eau
- Efficacité moyenne : ~ 10 q/ha pour 100 mm d'eau d'irrigation
- L'irrigation améliore grandement la marge brute





Espace 4 :

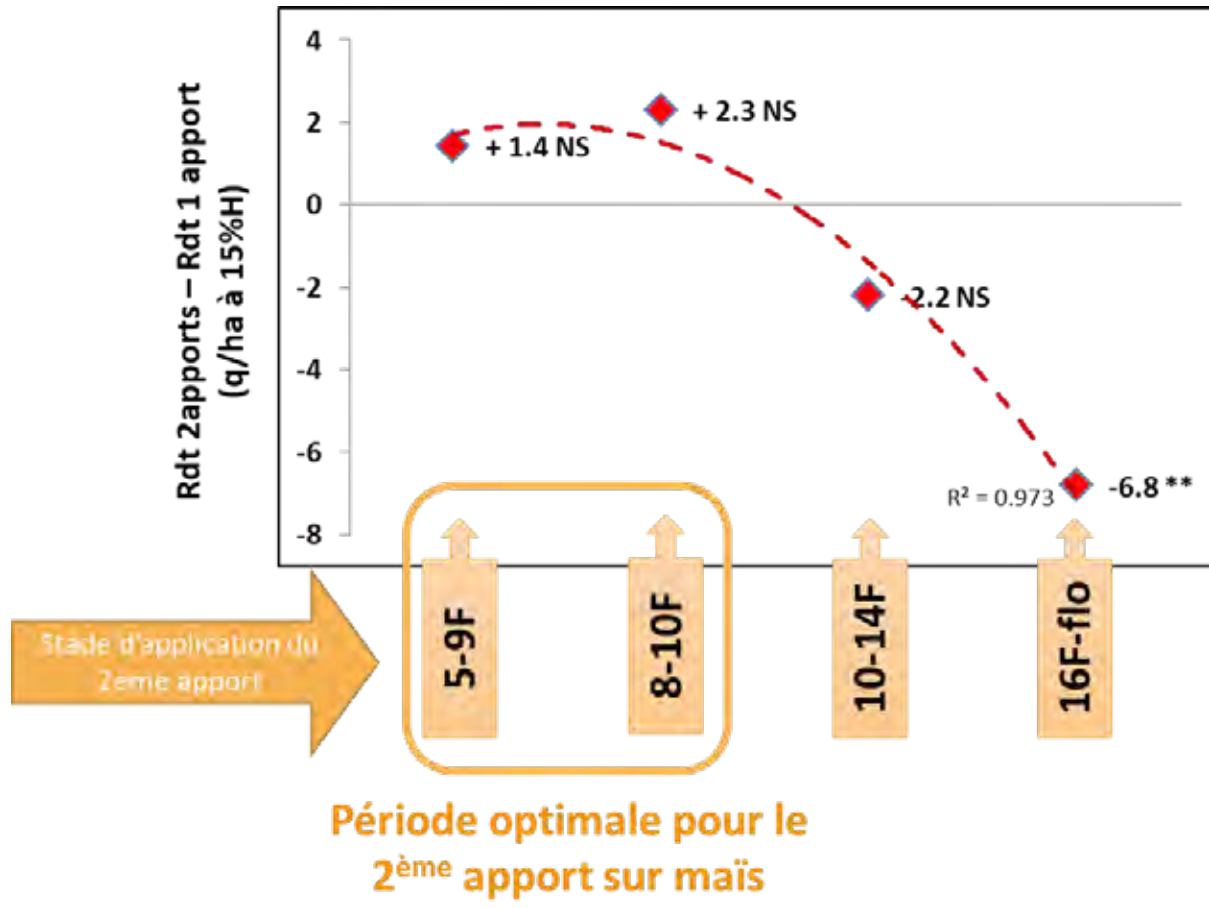
**NUTRITION DES PLANTES**





# Fertilisation du maïs : clefs de réussite

## FRACTIONNER LES APPORTS D'AZOTE

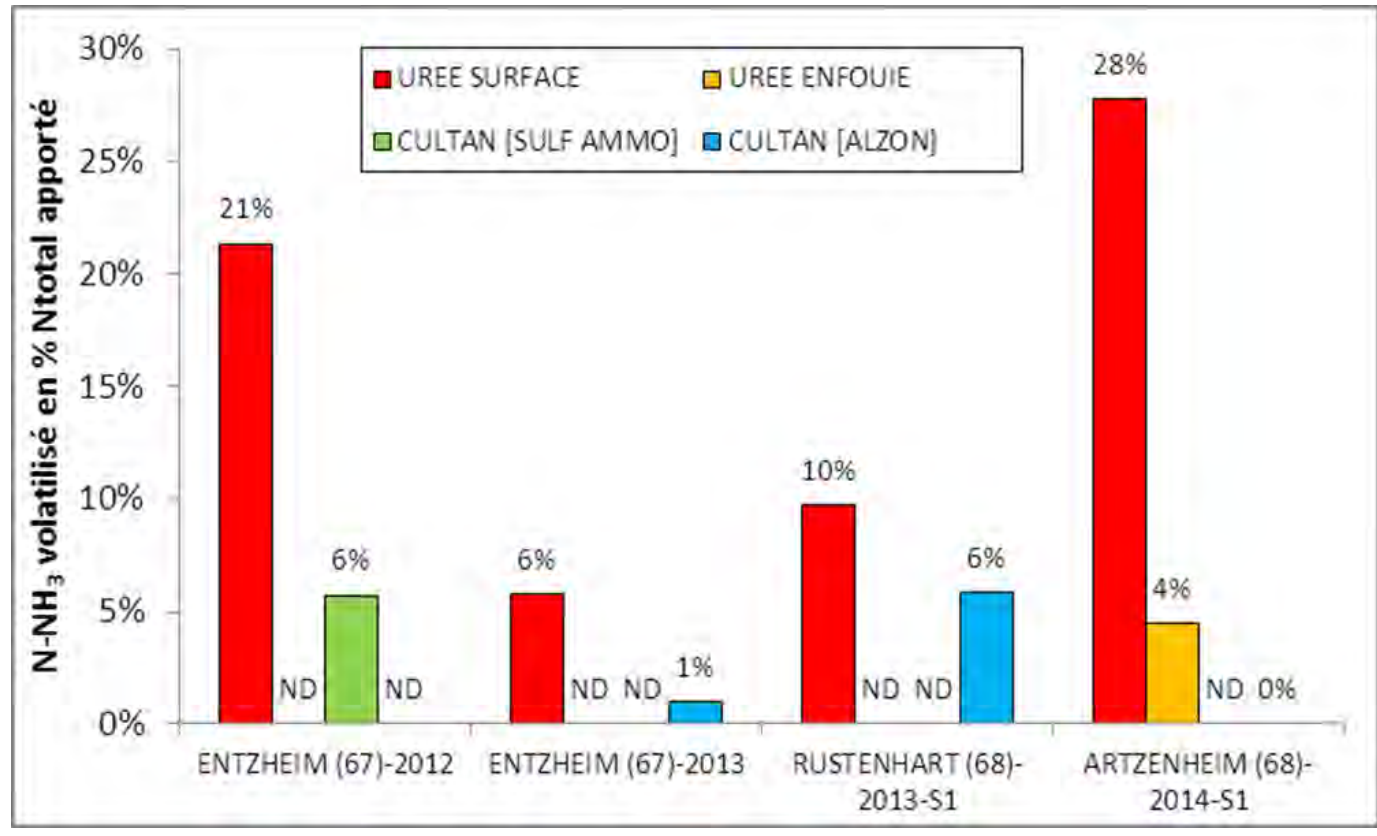


Période optimale pour le 2<sup>ème</sup> apport sur maïs

Comparaisons à dose totale N identique.  
1<sup>er</sup> apport 40 à 70 kgN/ha d'urée en surface entre le semis et 4 feuilles  
2<sup>ème</sup> apport entre 5 feuilles et floraison.  
Essais 1992-2017 (France entière).

**+ 7.6 q/ha !** Gain du report à 5-9 feuilles de l'apport plutôt qu'au semis (en cas de reliquats importants) (moyennes de 3 comparaisons)

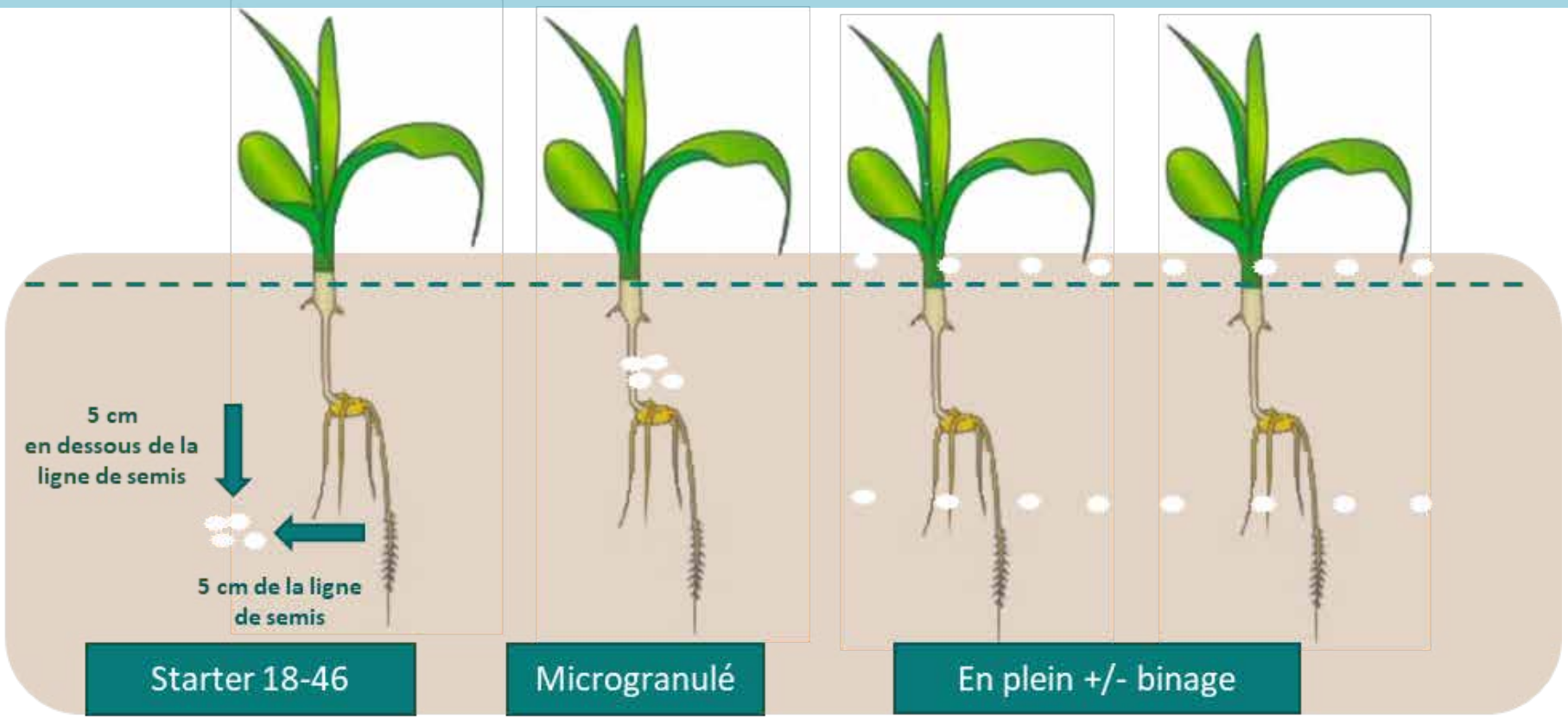
## ENFOUIR LES APPORTS POUR LIMITER LA VOLATILISATION DU NH3



Comparaison du N volatilisé à dose d'N apportée identique pour différentes formes d'engrais azoté.  
Arvalis - 4 essais 2012-2014, Interreg INDEE

Enfouissement = barrière physique à la volatilisation

## ENGRAIS STARTER : le phosphore pour stimuler la croissance racinaire



Comparaison de différents engrais starters microgranulés à la référence starter 18-46 localisée

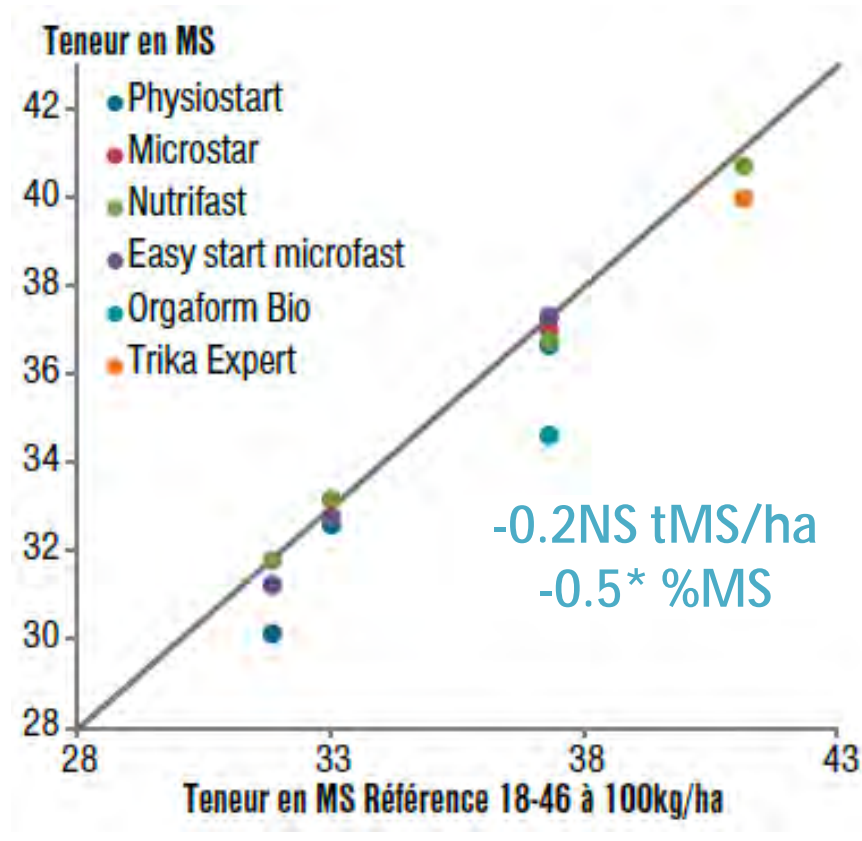
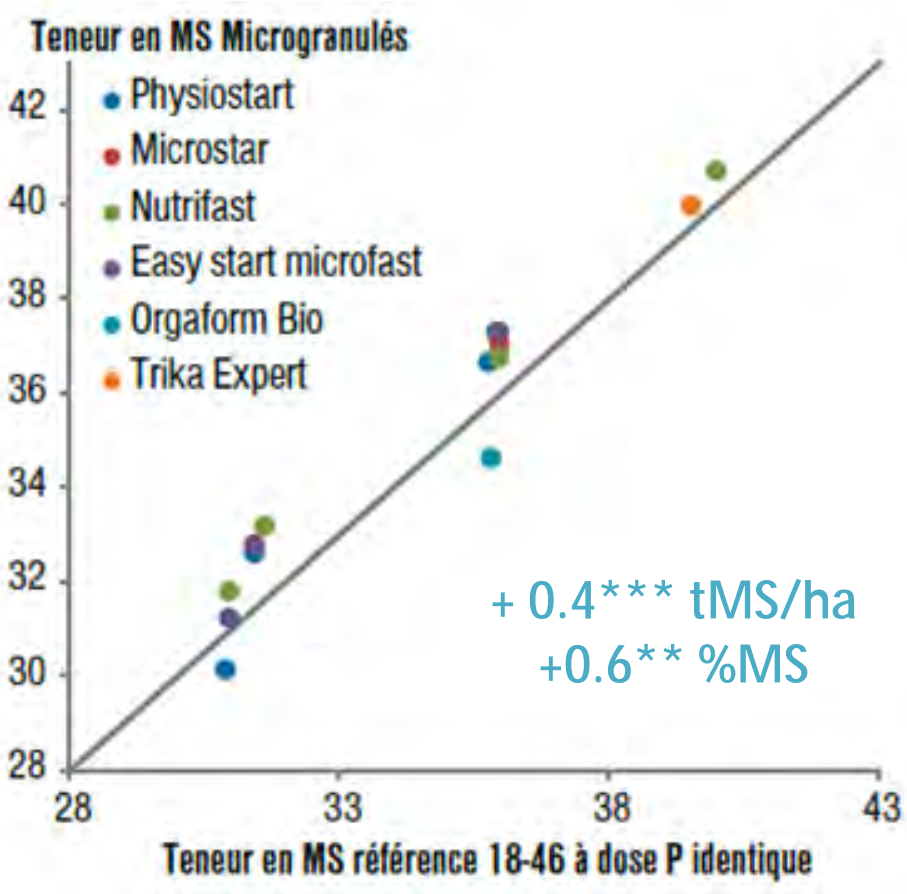
- A privilégier
- ü Pour les semis précoces
  - ü En conditions difficiles (sols frais, humides, acidité, présence de ravageurs du sol)
  - ü Selon dispo en P du sol

### CQFR : intérêt du starter

- √ de la fumure de fond
- ↗ homogénéité de culture
- ↗ la vitesse d'installation du maïs
- √ le risque d'attaque des ravageurs
- Floraison avancée (1.5 à 2 jours)
- ↗ rendement :
  - Mieux préserver si les maladies du feuillage sont précoces
  - Possible selon les sols (sols légers >> Argiles)

à dose de phosphore identique env. 10 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha

à la dose habituelle de 100 kg/ha soit 46 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha



# Biostimulants du maïs

## « Biostimulant des végétaux »

- Ø Un fertilisant UE
- Ø Avec des fonctions de stimuler les processus de nutrition des végétaux indépendamment des éléments nutritifs qu'il contient
- Ø Pour améliorer une ou plusieurs des caractéristiques des végétaux ou de leur rhizosphère suivantes :

CARACTÉRISTIQUES QUALITATIVES

TOLÉRANCE AUX STRESS ABIOTIQUES

EFFICACITÉ D'UTILISATION DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS

DISPONIBILITÉ DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS CONFINÉS DANS LE SOL ET LA RHIZOSPHERE

### Différentes origines

#### Composés organiques « simples »

Acides aminés et dérivés protéiques d'origine végétale ou animale, lipides, glucides)

#### Extraits de végétaux et d'algues

#### Substances minérales non nutritives (ex: silicium)

Macromolécules organiques (acides humiques, fulviques, chitosane...)

Micro-organismes (bactéries, champignons dont mycorhizes, levures) et leurs extraits dérivés

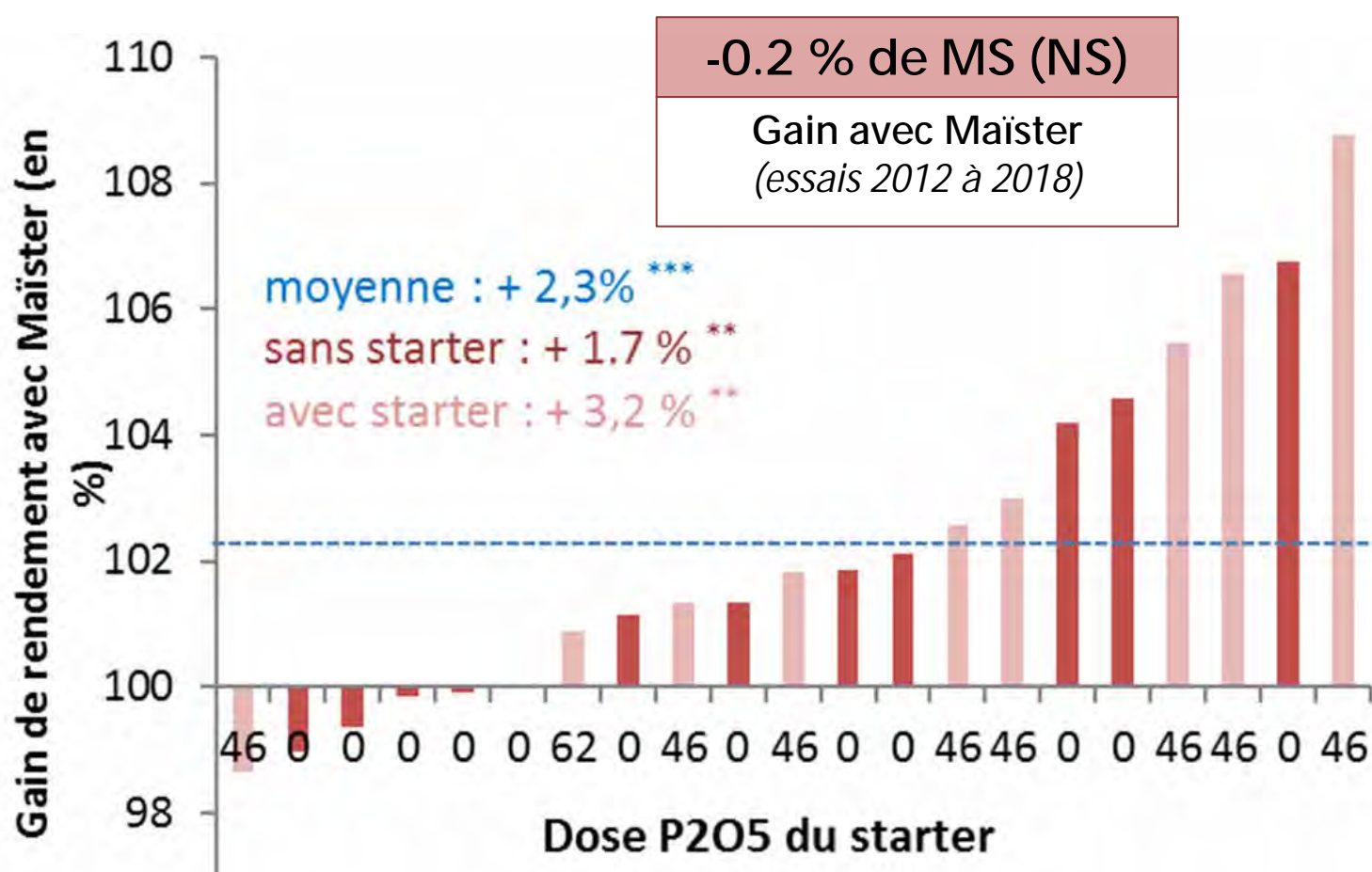
### Maïster®, UPL

« amélioration de l'efficacité d'utilisation des éléments nutritifs »

### Best-A®, Elicit Plant

« amélioration de la tolérance aux stress abiotiques (hydrique) »

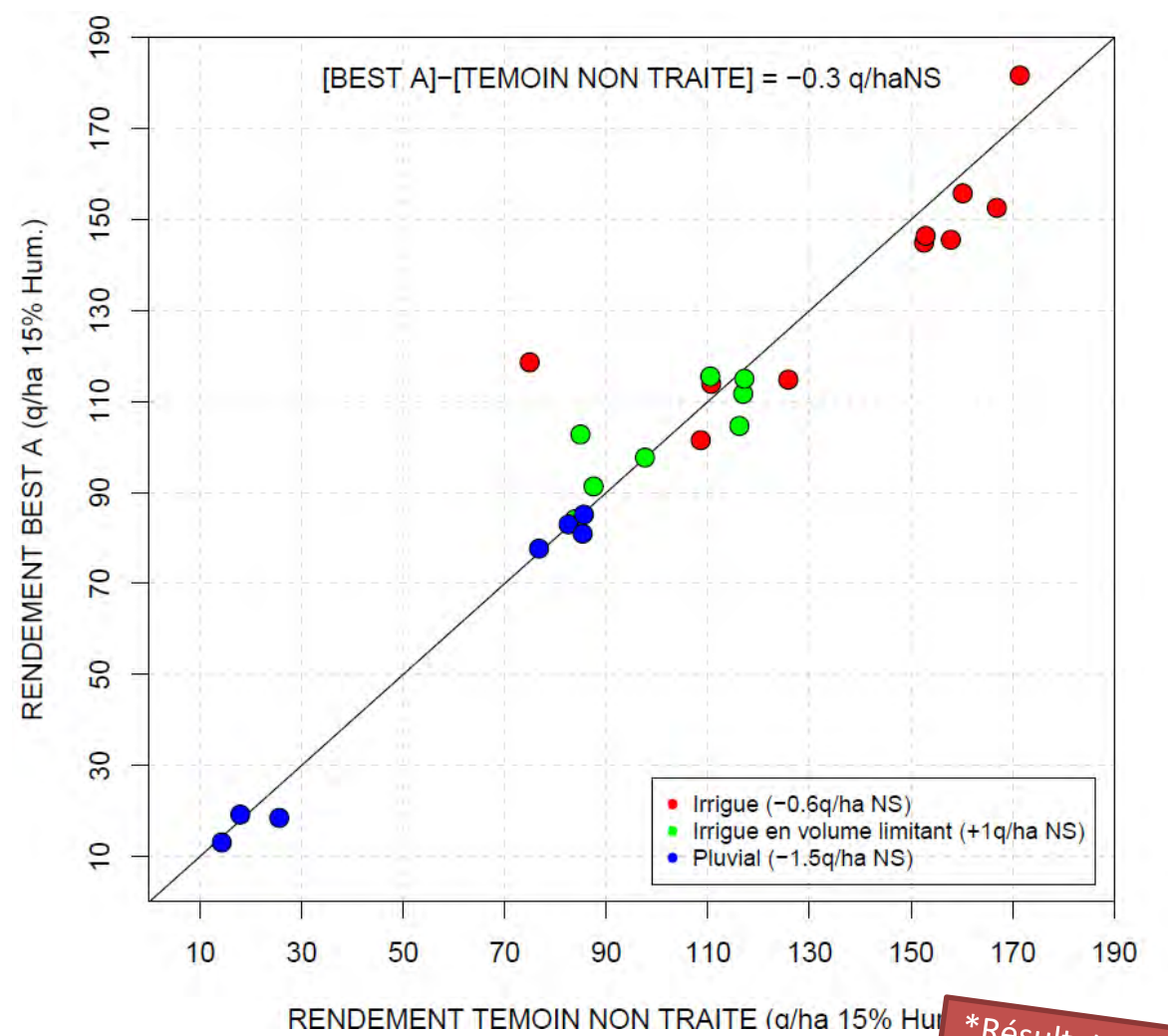
Gains de rendement obtenus avec du Maïster en complément ou non d'un apport de 18-46



Résultats des 11 essais menés entre 2012 et 2021 :

- Û Gain significatif de rendement (+2,3 %)
- Û Gain avec ou sans utilisation d'un starter
- Û Aucun gain significatif de vigueur n'a été mis en évidence

Performance comparée du témoin non traité et du BEST A sur le rendement du maïs



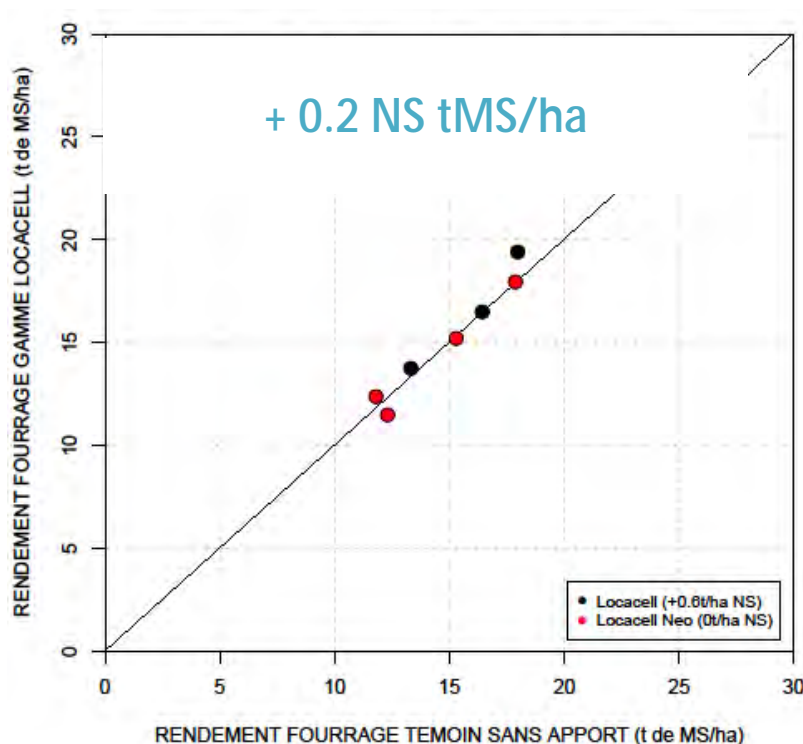
Résultats d'une seule année d'essai (2022)\* :

- Û Aucun gain significatif de rendement en 2022, marquée par une absence de pluie et de stress hydrique précoce
- Û Gain sur le PMG
- Û Poursuite des essais pour mieux cerner les contextes d'application optimaux

\*Résultats provisoires  
A poursuivre en 2023

### Rise-P Locacell® ou Rise-P Locacell Neo®, LALLEMAND

« amélioration de la disponibilité des éléments nutritifs confinés dans la rhizosphère et le sol »



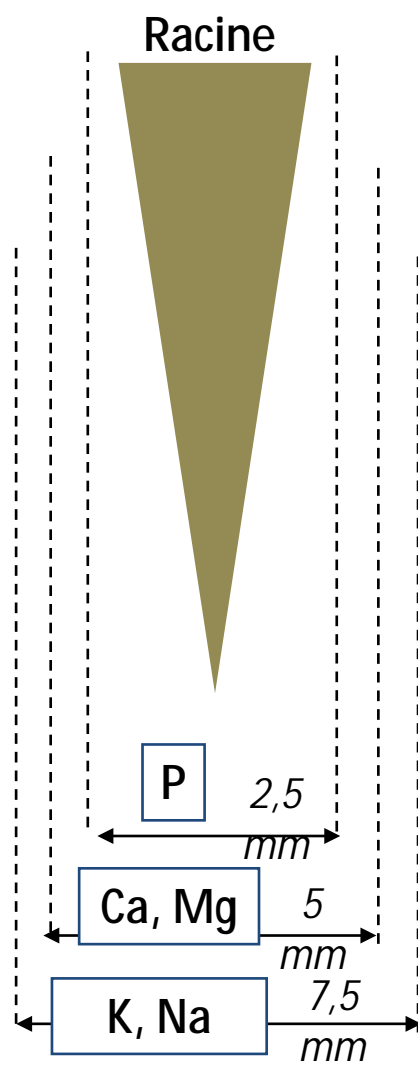
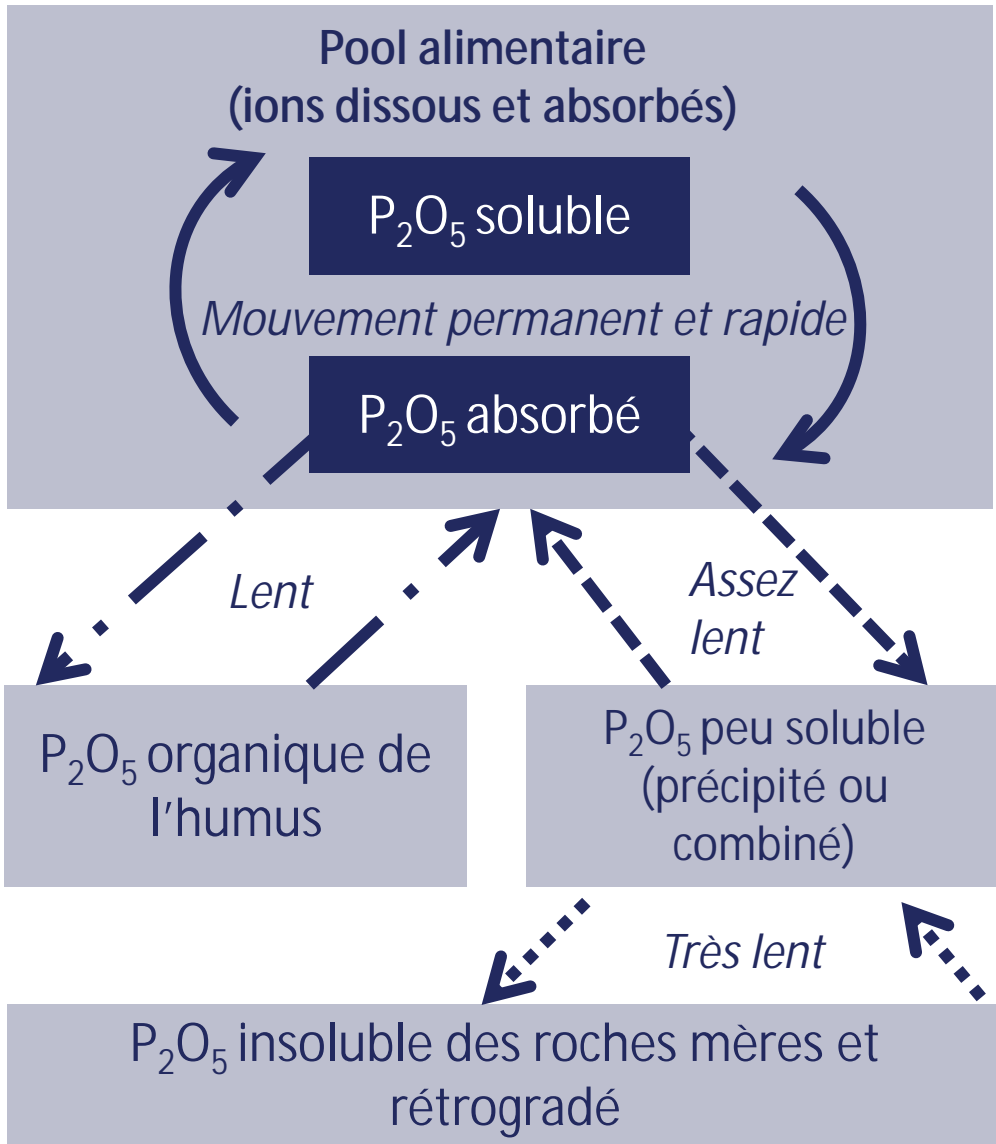
Performance comparée du témoin sans apport et de la gamme Locacell sur le rendement fourrage du maïs.

Résultats des 7 essais menés entre 2014 et 2017 sur maïs fourrage :

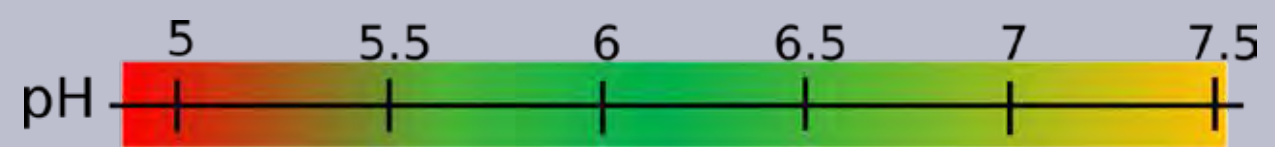
- Û Aucun gain significatif de rendement, vigueur, date de flo, %H.
- Û Résultats variables, qui peuvent être liés à : la richesse du sol en P ? Les conditions climatiques (froid après semis, sécheresse, ...) ? La ferti N au semis ? ... *essais reconduits en 2023 en maïs doux et semences*

Résultats provisoires  
A poursuivre en 2023

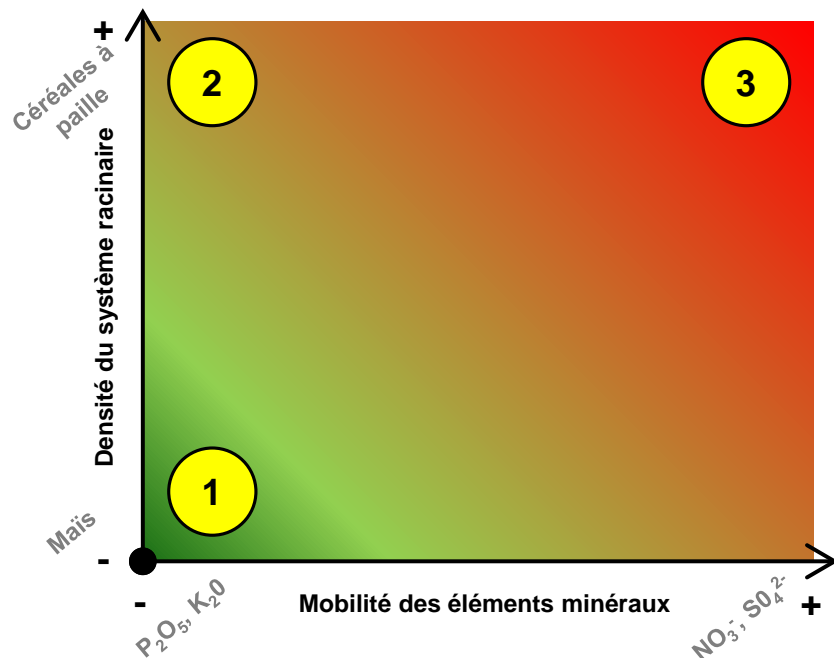
## Dynamique du Phosphore dans les sols



- Répartition :
  - 1/3 organique
  - 2/3 minéral ou associé
- Quantité dans l'horizon 0-30 cm :
  - 9 à 18 t/ha de  $P_2O_5$  total
- En solution dans l'horizon 0-30 cm :
  - La concentration de P en solution est faible : 400 g de  $P_2O_5$ /ha
- Biodisponibilité du P en fonction du pH

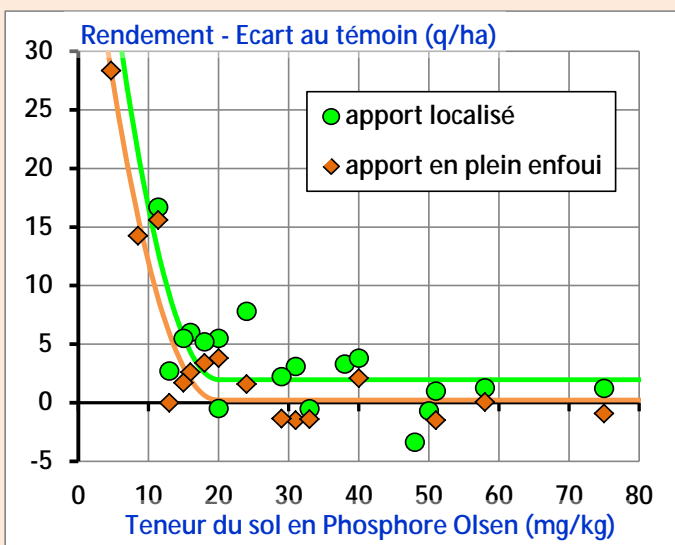


## Localisation : quel intérêt ?



### 2 INTÉRÊT +/- ? EXEMPLE $P_2O_5$ sur CàP

- Inter-rang étroit



**P enfoui**  
16 essais Arvalis 1996 à 2018<sup>s</sup>  
Plateau à 0.2<sup>NS</sup> q/ha  
Plateau commence 20<sup>\*\*\*</sup> ppm  $P_2O_5$  Olsen

**P enfoui et localisé**  
18 essais Arvalis + CA41 1996 à 2018<sup>s</sup>  
Plateau à +1.9<sup>\*\*</sup> q/ha  
Plateau commence à 20<sup>\*\*\*</sup> ppm  $P_2O_5$  Olsen

### 3 INTÉRÊT --- EXEMPLE $NO_3^-$ sur CàP

- Élément mobile
- Inter-rang étroit

### 1 INTÉRÊT +++

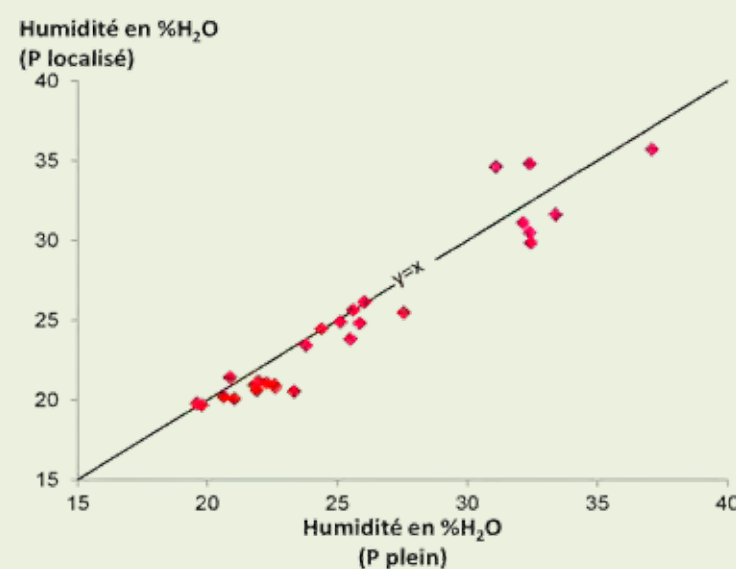
- Les éléments peu mobiles
- Sur l'inter-rang large
- Problème de développement racinaire (sol froid ...)

#### Maïs grain

La localisation du P au semis du maïs a permis :

- un gain moyen de 2.5 q/ha ( $IC_{0.10}=1.4$  q/ha)
- un gain moyen de 1.1 % $H_2O$  ( $IC_{0.10}=0.4\%$   $H_2O$ )

Regroupement de 52 essais - 1989 à 2004 / AGPM - ITCF - Arvalis



P en plein : 18-46 ou super 45 incorporé au sol avant le semis  
P localisé : 18-46 ou super 45 localisé au semis (5-5 cm)

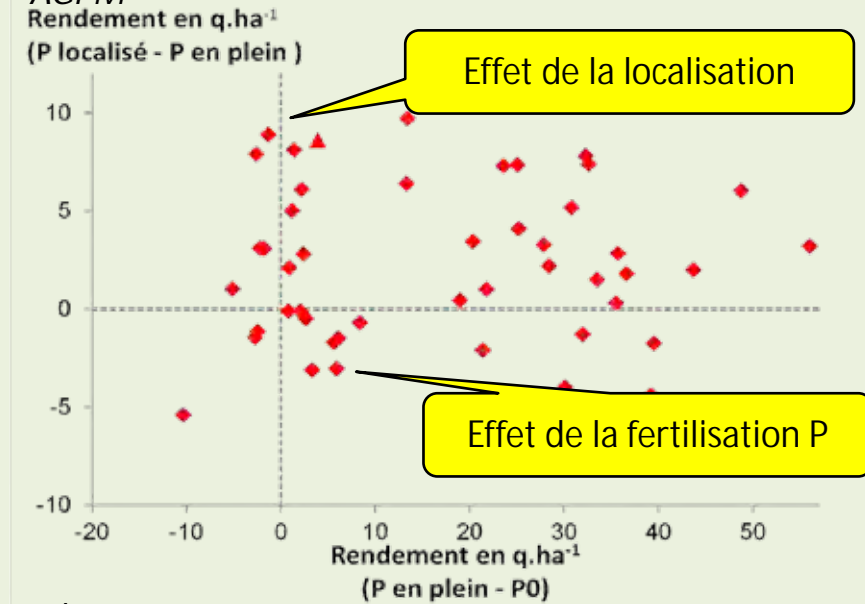
#### Maïs fourrage

La localisation du P au semis du maïs a permis :

- un gain moyen de 1 t MS/ha (s)
- un gain moyen de 2.4 % MS (s)

### EXEMPLE $P_2O_5$ sur maïs

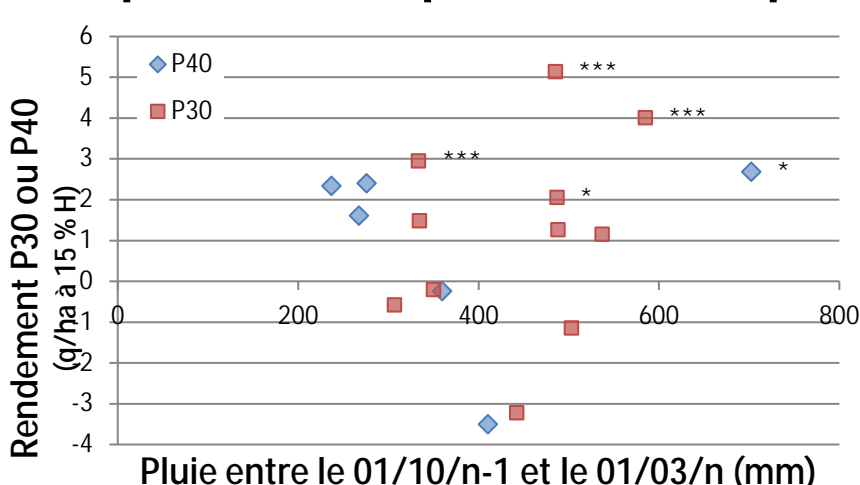
Regroupement de 15 essais - 1967 à 1985 / ITCF-AGPM



Disponibilité du P dans le sol	Conditions difficiles Sol froid, excès d'eau, forte acidité, parasitisme tellurique, ...	Sol sain
Très faible	Recommandée (à compléter par un apport en plein)	Recommandée (à compléter par un apport en plein)
Faible à moyenne	Recommandée	Recommandée
Elevée	Recommandée	Apport de P inutile

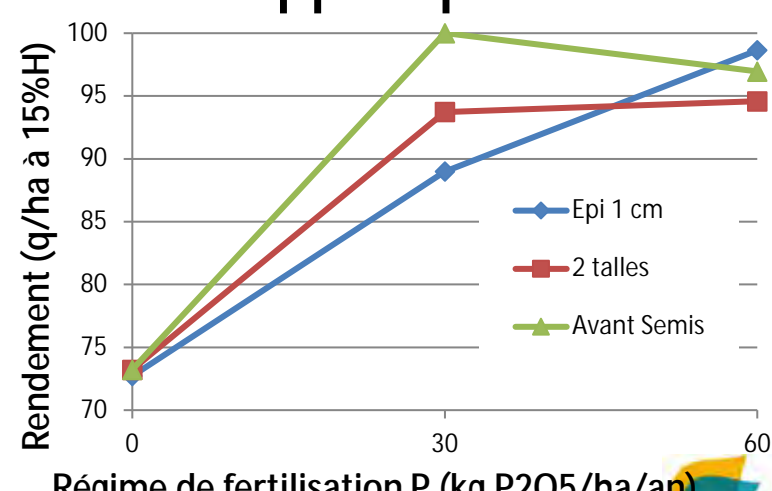
## Positionnement : automne ou sortie d'hiver ?

Apport de P en sortie d'hiver (tallage) : ce n'est pas justifié par un hiver pluvieux. La réponse est liée à la teneur du sol



Relation entre la pluviosité hivernale et le gain de rendement permis par un apport de phosphore au printemps. P30 = 30 kg/ha  $P_2O_5$ /ha et P40 = 40 sous forme superphosphates. 6 essais Arvalis et 11 partenaires (CA 44, 49, 59, 60, 62, 72, 85, Calliance, Cerena).

Le P est mieux valorisé avec un apport proche du semis



Montants, 1998, sol limoneux et peu pourvu en Phosphore

# Bien juger le risque d'impasse des apports en phosphore et en potassium

Est-ce que ma parcelle est carencée en Phosphore ?



Est-ce que ma parcelle est carencée en Potassium ?



Les fiches accidents ARVALIS  
<https://www.arvalis.fr/outils-et-services/outils-et-fiches/les-fiches-accidents>

## 4 critères pour calculer la dose

1. Exigence de la culture
2. Analyse de terre et type de sol
3. Passé de fertilisation
4. Résidus du précédent

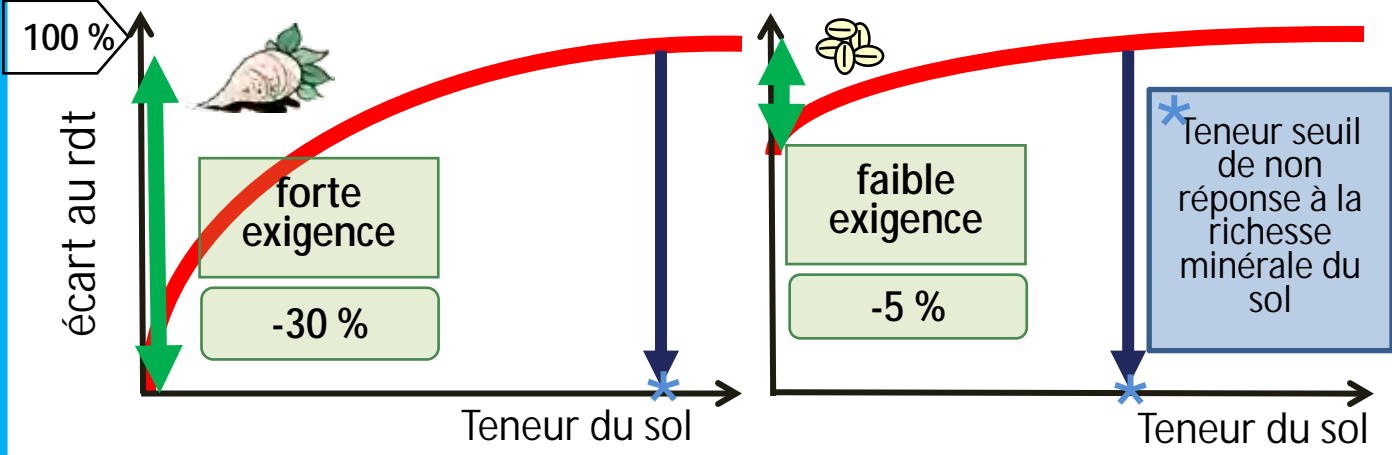
## Les objectifs de la méthode

- Préservation de la fertilité P et K du sol
- Alimentation en P et K non limitante



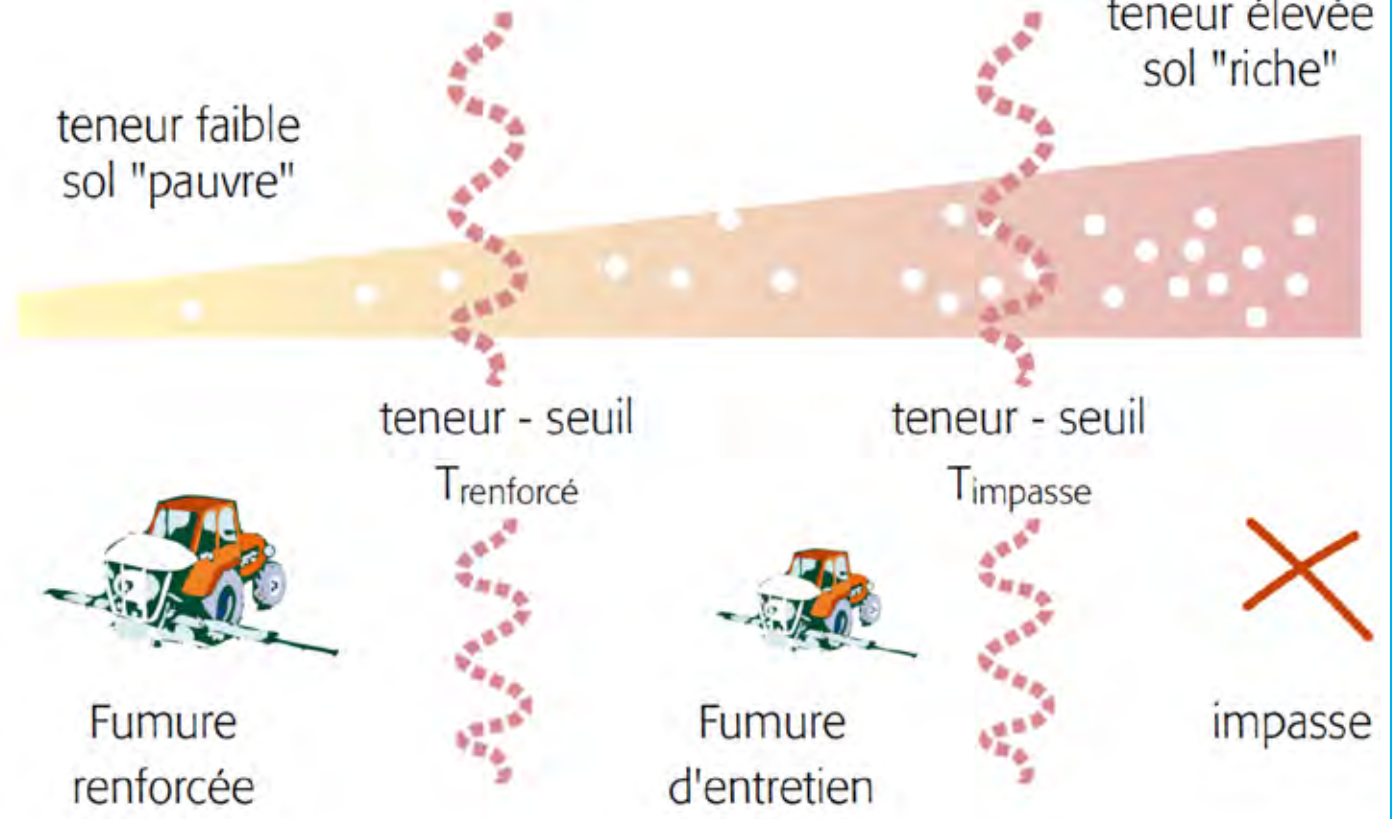
### 1. Exigence de la culture

Courbe de réponse d'une culture à une disponibilité minérale croissante du sol



<b>P</b>	Très exigeantes	Betterave, colza, luzerne, pomme de terre
	Moyennement exigeantes	Pois, blé suivant un blé, blé dur, maïs ensilage, orge, ray-grass, sorgho
	Peu exigeantes	Avoine, blé tendre, maïs grain, seigle, soja, tournesol
<b>K</b>	Très exigeantes	Betterave, pomme de terre
	Moyennement exigeantes	Colza, maïs grain, Pois, tournesol, luzerne
	Peu exigeantes	Avoine, seigle, soja, blé tendre, blé dur

### 2. Analyse de terre et types de sol : détermination des seuils



Type de sol pour le Nord-Picardie	Seuils P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , en mg/kg - Méthode Olsen					
	Forte exigence		Moyenne exigence		Faible exigence	
	Trenf	Timp	Trenf	Timp	Trenf	Timp
Limons battants	50	80	50	80	20	70
Limons argileux	50	80	50	80	20	70
Argiles	50	80	50	80	20	70
Cranettes	90	130	80	100	50	80

### 3. Passé de fertilisation

- Mobilité et perte de biodisponibilité des éléments d'un apport d'engrais du passé
- Plus la dernière fertilisation est ancienne, moins les éléments sont encore biodisponibles

### Le calcul de la dose



### 4. Destination des résidus du précédent

- Même disponibilité qu'un engrais
- Impact très important pour K<sub>2</sub>O (100 kg/ha K<sub>2</sub>O pour les pailles de céréales)
- Impact plus faible pour P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (maxi 40 kg/ha)

- ✓ exportés
- ✓ enfouis ou brûlés

**P** Fonction principale des apports de **Phosphore** : alimenter correctement les jeunes plantes lorsque les racines sont en croissance (levée à fin tallage) afin de leur permettre ensuite d'accéder à des quantités suffisantes de l'élément contenu dans le sol.

**K** Fonctions principales des apports de **Potassium** : l'alimentation hydrique, l'assimilation des feuilles et la résistance cellulaire au stress biotiques et abiotiques.

Teneur PK dans le sol	A quelle fréquence ?	A quelle date ?
<b>Faible</b> ( $< T_{renforcé}$ des cultures les moins exigeantes)	Apport annuel	Le plus près possible du semis et avant le sevrage
<b>Intermédiaire</b>	Apports en priorité sur cultures les plus exigeantes (impasses possibles sur cultures les moins exigeantes)	Pour les cultures les plus exigeantes, le plus près possible du semis
<b>Elevée</b> ( $> T_{impasse}$ des cultures les plus exigeantes)	Blocage de la fumure sur cultures les plus exigeantes de la rotation	Pas de contraintes agronomiques, automne ou printemps

# Une OAD pour le pilotage de l'azote en pomme de terre

## Quel intérêt d'augmenter l'efficacité de l'azote ?

Augmenter l'efficacité d'utilisation de l'azote de l'engrais : Maximiser la quantité d'azote valorisée en rendement par rapport à la quantité d'azote apportée avec l'engrais

Efficacité de l'engrais

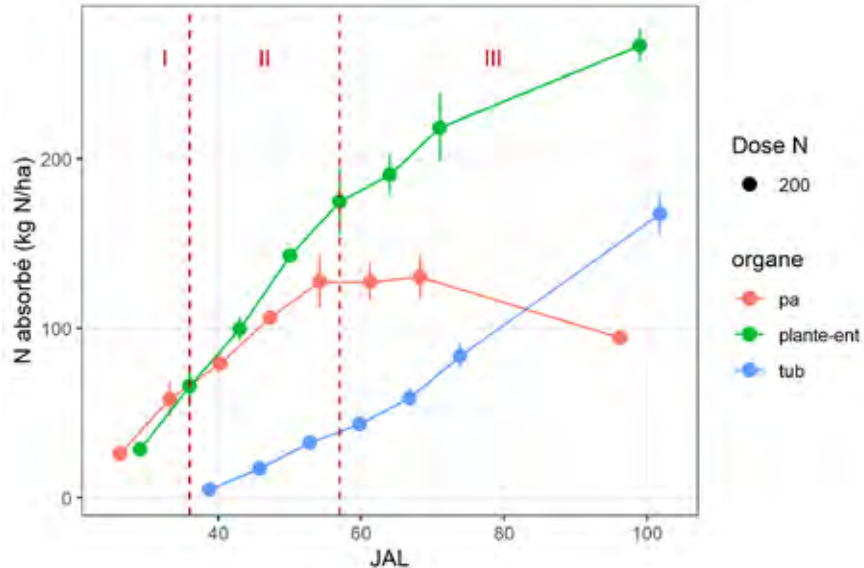
Efficacité de l'engrais  
Coefficient Apparent d'utilisation de l'Engrais = CAU

Dose d'engrais N

Quantité N absorbé

Efficacité de l'azote absorbé

Rendement



### Le principe du pilotage

Plantation  
Apport d'azote (dose X - MER)

Levée + 30 à 45 j  
Diagnostic

Un à plusieurs prélèvement(s) / mesure(s) / prise(s) de vues selon la méthode

Jusqu'à levée + 45 j  
Apport complémentaire si indicateur < seuil déclenchement

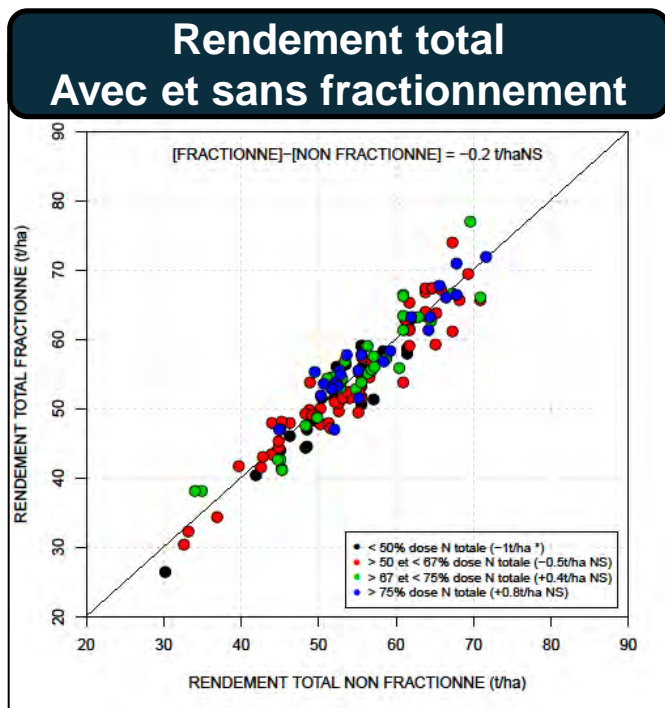


- Etape 1 : Utilisation d'un indicateur pour diagnostiquer l'état de nutrition N
- Etape 2 : Interprétation de la valeur de l'indicateur à l'aide d'un référentiel (règles de décision ou outil d'aide à la décision)
- Etape 3 : Correction de la fertilisation en cours de culture

### Avec quels leviers ? Les 5 points

- Formes d'azote (ammo, sol N, etc.)
- Dose totale : estimer correctement avec le reliquat sortie d'hiver et le paramétrage de la méthode du bilan.
- Modes d'application (enfouis, localisé)
- Fractionnement et pilotage - Période d'apport : au plus près du maximum des besoins de la plante et de sa capacité d'absorption
- Valorisation des apports : par l'irrigation ou le positionnement en fonction des pluies

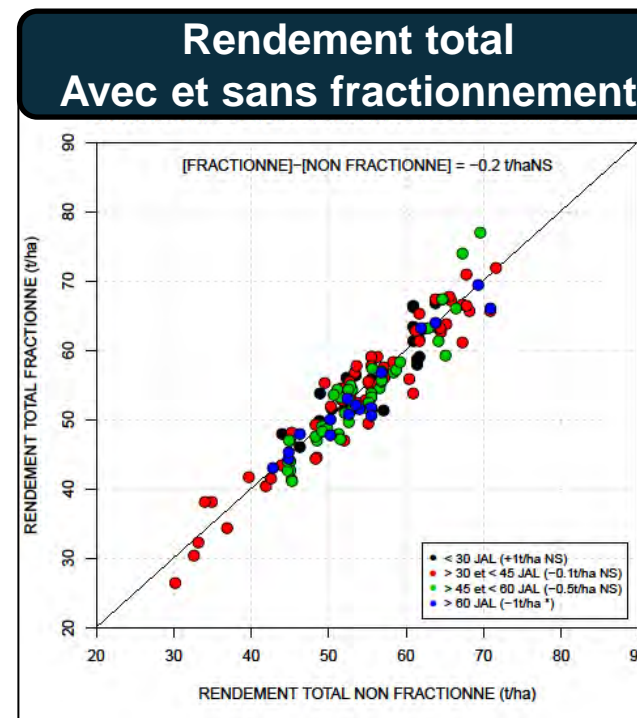
### RATIO et TAUX : Quelle quantité de N doit être appliquée à la plantation ?



Le 1<sup>er</sup> apport doit représenter au moins 50% de la quantité totale d'engrais azoté  
Hensel & Locascio (1987) : pour maximiser les rendements, au moins 67 % de l'engrais doit être appliqué à la plantation.

Rdt total	Dose X à plantation	rdt > 50 mm
-1t/ha*	< 50 % Dose X	0t/ha <sup>NS</sup>
-0.5t/ha <sup>NS</sup>	50%<Dose X <67%	-1.2t/ha <sup>***</sup>
0.4t/ha <sup>NS</sup>	67%<Dose X <75%	-0.4t/ha <sup>NS</sup>
+0.8t/ha <sup>NS</sup>	>75%	+0.4t/ha <sup>NS</sup>

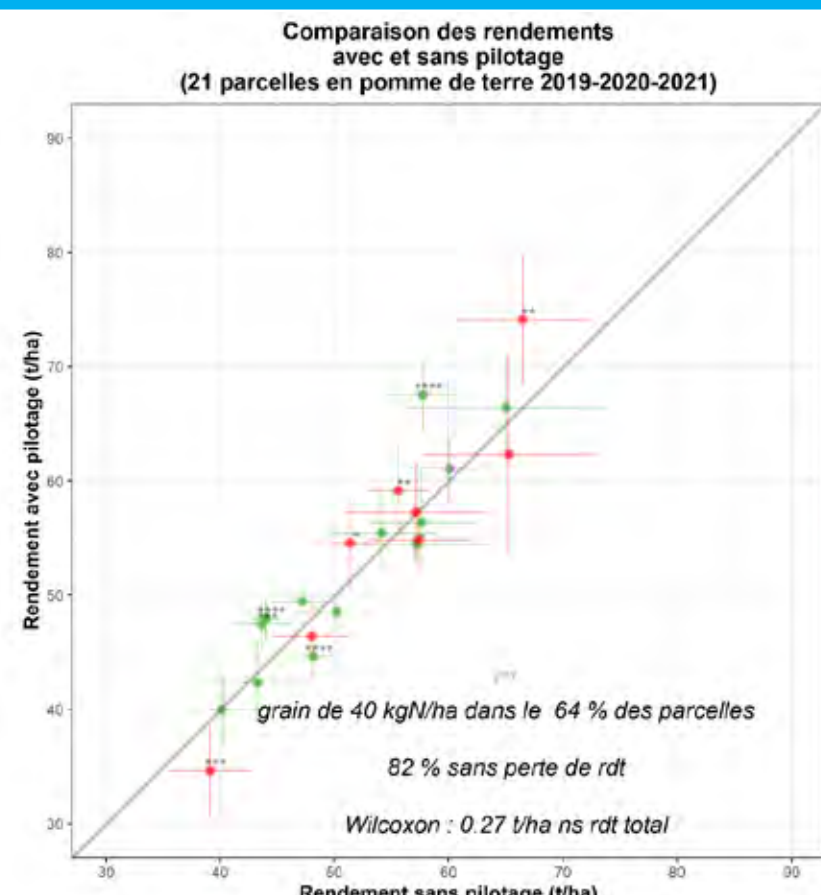
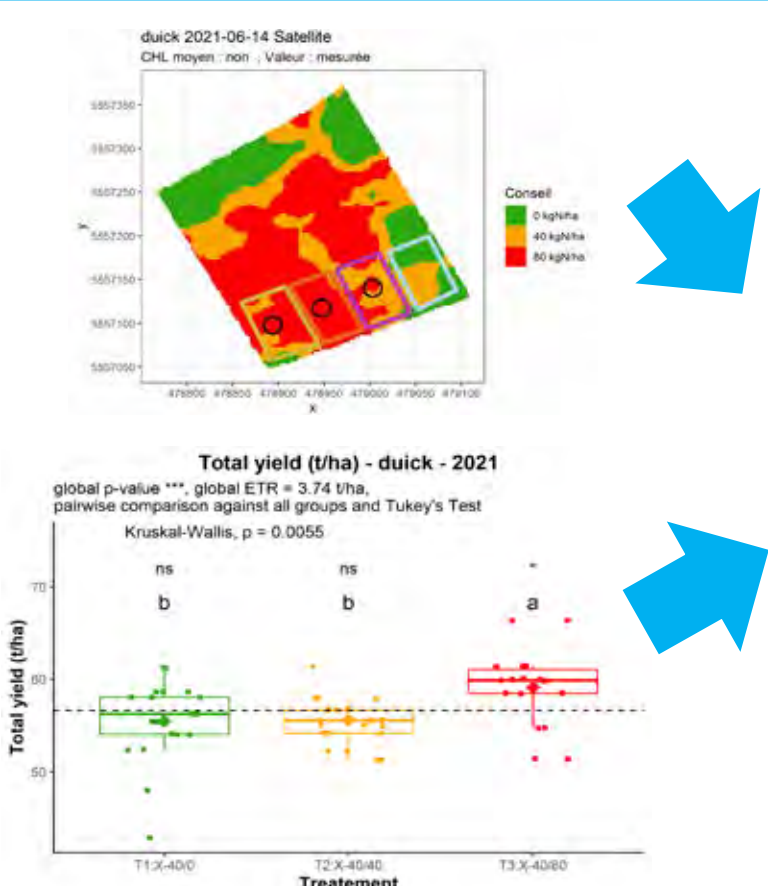
### PERIODE D'APPORT : A quelles étapes du cycle de culture l'apport d'azote est-il le plus efficace ?



La meilleure efficacité est observée pour des applications entre 30 jours et jusqu'à 60 jours après l'émergence de la plante.  
Vos (1999) jusqu'à 60 jours après l'émergence.

Rdt total	Somme de la T°C efficace entre la levée et le 2eme apport	rdt > 50 mm
+1t/ha <sup>NS</sup>	< 471 °C	+2.3t/ha <sup>***</sup>
-0.1t/ha <sup>NS</sup>	> 471 °C et < 624 °C	-0.8t/ha <sup>NS</sup>
-0.5t/ha <sup>NS</sup>	> 624 °C et < 813 °C	-1.2t/ha <sup>***</sup>
-1t/ha*	> 813 °C	-1.9t/ha <sup>***</sup>

### DIAGNOSTIC : La culture de la pomme de terre manque-t-elle d'azote ? PROGNOSTIC : De quelle quantité d'azote la culture de pommes de terre a-t-elle besoin ?

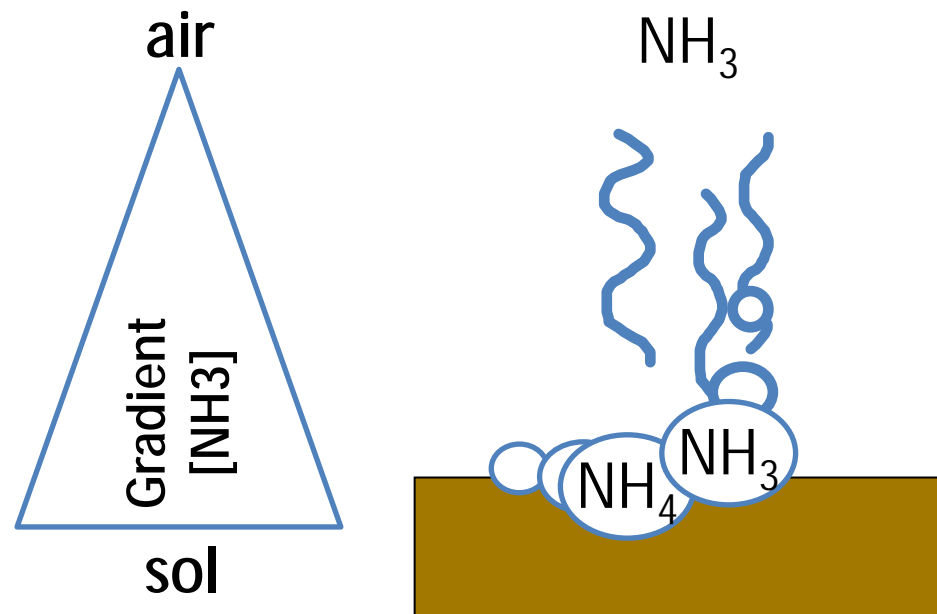


Essais en parcelle agriculteur : De grandes bandes d'agriculteurs pour évaluer la robustesse des VI et leur corrélation avec les variables agricoles.

# Réduire les pertes d'azote par volatilisation

**Processus physico-chimique :**  
 $NH_4^+ \rightleftharpoons NH_3 + H^+ \rightleftharpoons NH_3 \text{ gazeux}$   
 Azote ammoniacal en solution  $\rightleftharpoons$  Ammoniac dans l'air

Résultats acquis dans le cadre des projets VOLAT'NH3 et EVAMIN



- Ordres de grandeur :**
- 0 - 50% des apports d'engrais azotés
  - 0 - 70% fraction  $NH_4$  des lisiers

- Facteurs influençant la volatilisation de  $NH_3$**
- Concentration de  $NH_4^+$  en surface
    - Effet formes d'engrais
    - Modalités d'apport de l'engrais (enfoui ou non)
  - pH et pouvoir tampon du sol
  - Température => Risque si > 10°C
  - Humidité de surface du sol
  - Vent
  - Mauvaise absorption par la culture
    - Délai d'apparition de la première pluie
    - Besoins instantanés en N de la culture faibles

## • Méthode de mesure

### 1. Suivi des concentrations $NH_3$ au champ



**Principe n°1 :** suivi des quantités de  $NH_3$  émis via des pièges portant des filtres imbibés d'acide (badge ALPHA) installés et relevés à pas de temps réguliers au champ.



**Principe n°2 :** Suivi par modalités testées à 2 hauteurs de mesures (30 cm et 1 m) + suivi sur des mâts de 3 m entourant les essais pour capter le « bruit de fond ».

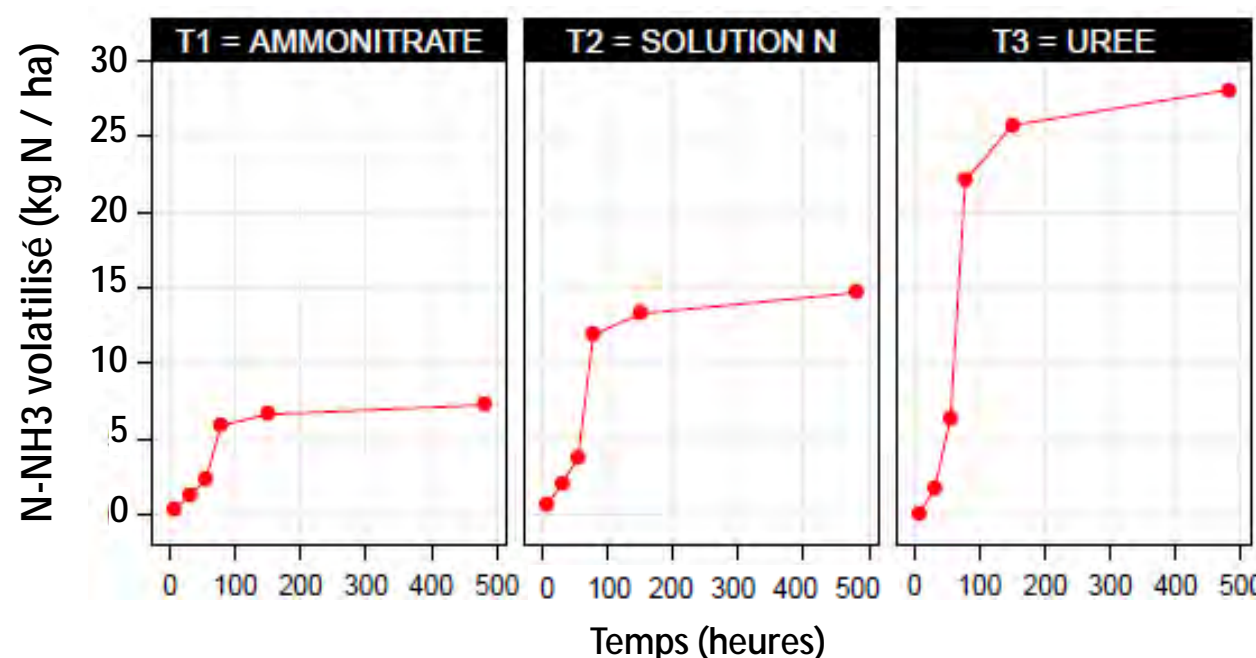


**Principe n°3 :** Les quantités de  $NH_3$  captés sont extraites et quantifiées par analyses au laboratoire

### 2. Calcul des flux par modélisation

Calculs de flux à partir des concentrations en  $NH_3$  mesurées et des données environnementales (vitesse et direction du vent, concentration en  $NH_3$  de l'air ambiant)

Essai de L'Epine (51) – 2016 - Apport de 100 kg N/ha



## • Résultats

### Projet ADEME EVAMIN :

4 essais blé (2016-2018), 2 essais maïs (2016-2017)

Comparaison / Ammonitrate	Urée	Urée +NBPT	Solution N	Solution N +NBPT
%N volatilisé	+13.1**	-0.5NS	+9.4**	+1.6NS
	6 essais		4 essais	

### 39 essais blé (2013-2018)

ACOLYANCE, ARVALIS, SOUFFLET et VIVESCIA

Comparaison / Ammonitrate	Urée	Urée +NBPT	Solution N	Solution N +NBPT
CAU (%)	-3.6**	+1.7NS	-10.1***	-5.4***
	39 essais		25 essais	

**Sensibilité des engrais à la volatilisation confirmée :**  
 Ammonitrate < Solution N < Urée

### 1 essai Arvalis 2019 sur blé

Comparaison / Ammonitrate	Urée	CoteN
%N volatilisé	+ 7.0	+ 0.3

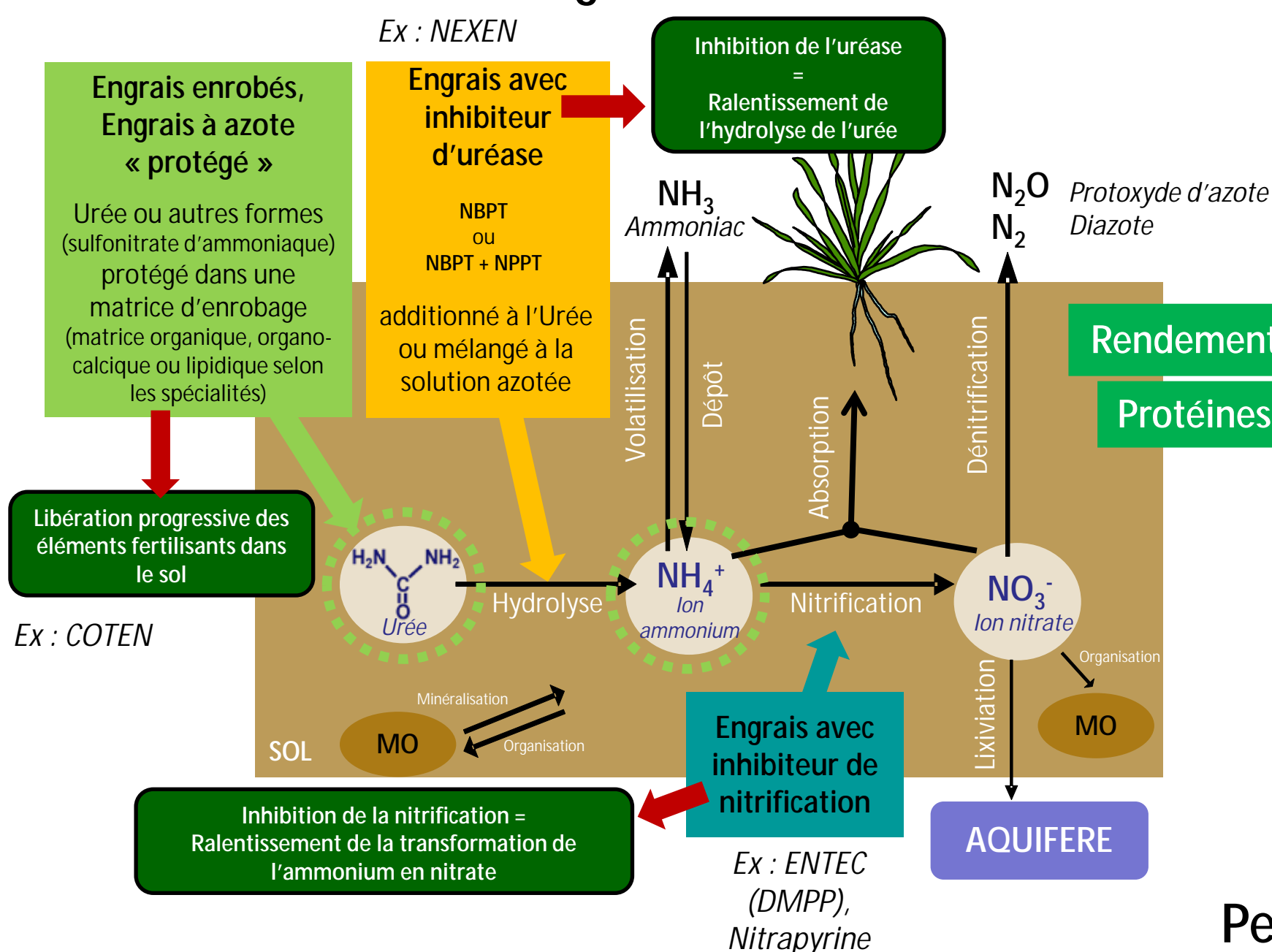
Efficacité des urées enrobées

Test statistique en comparaison à la référence Ammonitrate (comparaison de moyennes appariées) :  
 Différence significative au seuil de 5 % (\*\*) et 1% (\*\*\*)  
 NS : différence non significative

**Solution N moins sensible à la volatilisation ammoniacale que l'urée, mais son efficacité agronomique est moindre  $\Rightarrow$  effet forme physique ?**

# Performances des différentes formes d'azote

## Devenir de l'azote et engrais innovants



## Comparaison des formes « classiques » sur blé tendre

Ecart par rapport à l'ammonitrate

UREE		SOLUTION AZOTEE	
44 (2012-2019)		34 (2013-2019)	
Calcaire (19)	Non calcaire (25)	Calcaire (19)	Non calcaire (15)
-0.4 q/ha NS	-0.5 q/ha NS	-3.5 q/ha ***	-3.0 q/ha ***
-0.23 % ***	-0.33 % ***	-0.58 % ***	-0.51 % ***

Synthèse de 44 essais ACOYANCE, ARVALIS, CA37, SOUFFLET et VIVESCIA 2012-2019

**AMMO ≥ UREE > SOLUTION AZOTEE**

## Performances économiques (blé tendre)

Gain (€/ha) permis par la substitution de l'ammonitrate par de l'urée ou de la solution azotée

Type de sol	Engrais	Prix de vente des engrais (€/kg d'azote)	Hypothèse prix de vente 2023 faible (205€/t)	Hypothèse prix de vente 2023 moyen (250/t)	Hypothèse prix de vente 2023 élevé (295 €/t)
Calcaires	UREE	<b>Prix 2022 faibles</b>	60	58	56
	SOLUTION AZOTEE	(ammonitrate : 1.7, urée : 1.3 et solution azotée : 1.2)	13	-3	-18
	UREE	<b>Prix 2022 élevés / 2023 faibles</b>	111	109	107
	SOLUTION AZOTEE	(ammonitrate : 2.3, urée : 1.6 et solution azotée : 1.8)	13	-3	-18
	UREE	<b>Prix 2023 élevés</b>	162	160	158
	SOLUTION AZOTEE	(ammonitrate : 2.9, urée : 1.9 et solution azotée : 2.3)	30	15	-1
Non calcaires	UREE	<b>Prix 2022 faibles</b>	58	56	53
	SOLUTION AZOTEE	(ammonitrate : 1.7, urée : 1.3 et solution azotée : 1.2)	23	10	-4
	UREE	<b>Prix 2022 élevés / 2023 faibles</b>	109	107	104
	SOLUTION AZOTEE	(ammonitrate : 2.3, urée : 1.6 et solution azotée : 1.8)	23	10	-4
	UREE	<b>Prix 2023 élevés</b>	160	158	155
	SOLUTION AZOTEE	(ammonitrate : 2.9, urée : 1.9 et solution azotée : 2.3)	40	27	14

Ø Calculs pour une dose moyenne de 170 kg N/ha (moyenne des essais 2012-2019)

Ø Effet protéine non pris en compte

## Performances des urées + inhibiteurs d'uréase

		UREE + INHIBITEURS D'UREASE	
Nombre d'essais		53 (2012-2019)	
Type de sol		Calcaire (21)	Non calcaire (32)
RENDEMENT	UREE	+1.8 q/ha ***	+0.9 q/ha **
	AMMO	+1.6 q/ha ***	+0.4 q/ha NS
PROTEINES	UREE	+0.29 % ***	+0.19 % ***
	AMMO	+0.05 % *	-0.09 % **

Synthèse de 53 essais ACOYANCE, ARVALIS, CA37, SOUFFLET et VIVESCIA 2012-2019

Seuil de rentabilité des urées + inhibiteurs d'uréase / ammonitrate ou urée (écart de prix en €/kg N)

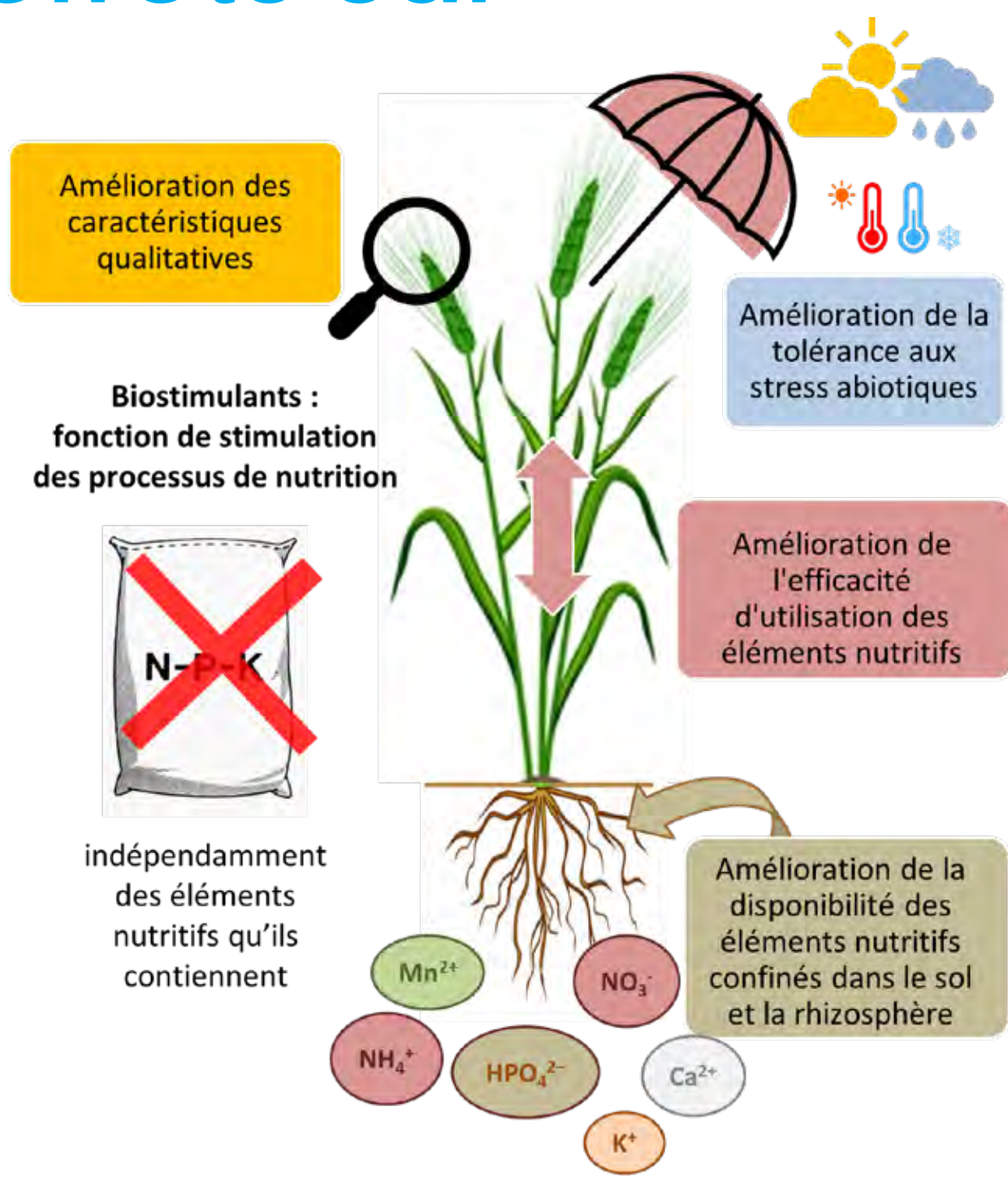
Engrais de référence	Type de sol (Nombre d'essais)	Hypothèse prix de vente 2023 faible (205€/t)	Hypothèse prix de vente 2023 moyen (250/t)	Hypothèse prix de vente 2023 élevé (295 €/t)
Ammonitrate	Calcaire (21)	0.19	0.24	0.28
	Non calcaire (32)	0.05	0.06	0.07
Urée	Calcaire (21)	0.22	0.26	0.31
	Non calcaire (32)	0.11	0.13	0.16

# Biostimulants : quels effets sur la nutrition azotée ?

## Définition – effets attendus

3 voies explorées d'amélioration de la nutrition azotée :

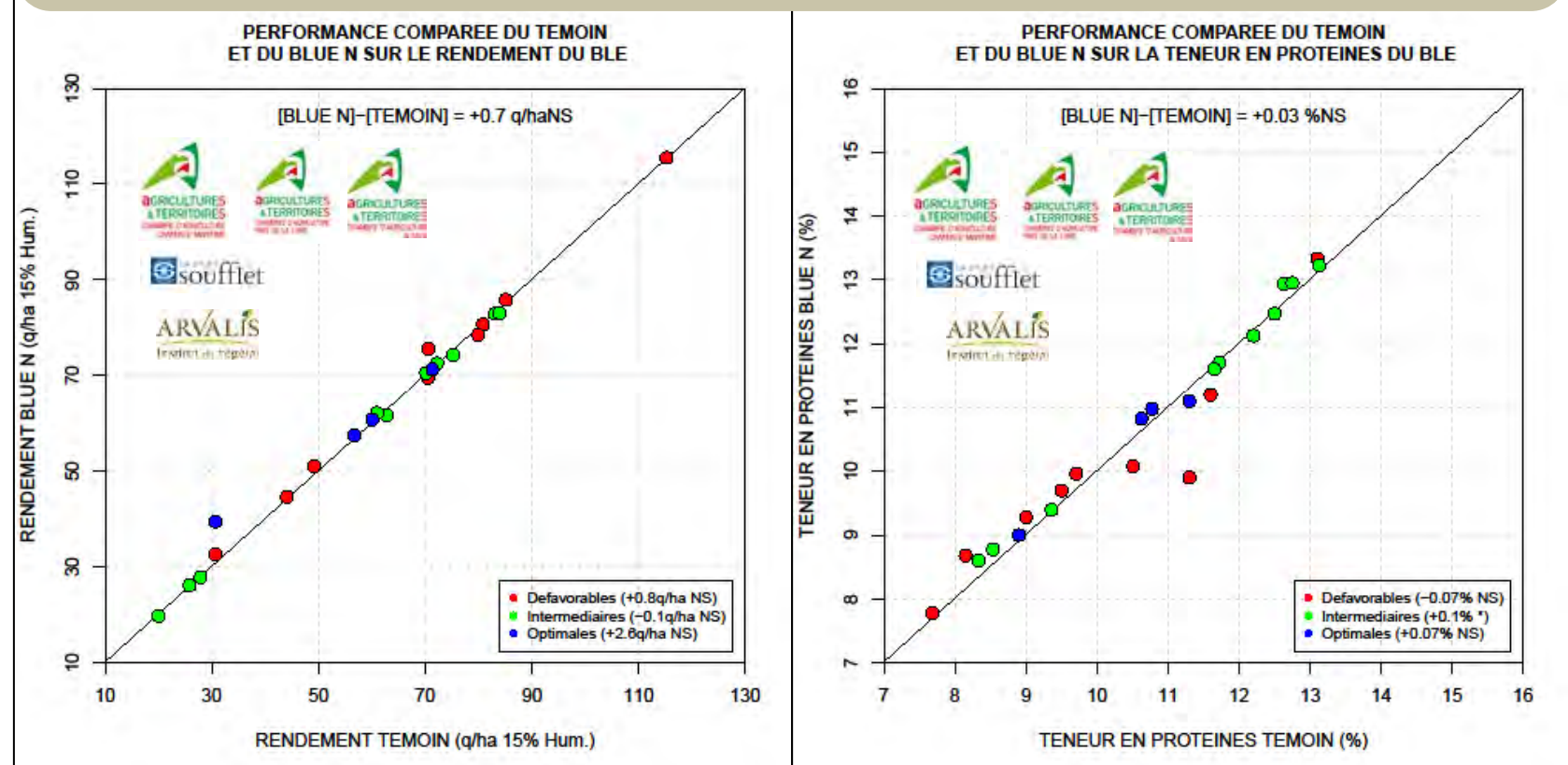
- Ø Fourniture directe d'azote à la culture : bactéries fixatrices d'azote (ex. Blue N)
- Ø Stimulation de la dégradation des MO et de la minéralisation (ex. Ferteve Wake)
- Ø Amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'azote absorbé (ex. Gamme GO Activ)



## Quelques résultats de tests au champ Blue N :

### Bactéries fixatrices d'azote colonisant les feuilles

17 essais 2021-2022 sur blé tendre (15 essais), blé dur (1 essai) et blé tendre en association avec féverole (1 essai), dép. : 17, 18, 21, 27, 32, 51, 52, 60, 68 et 85

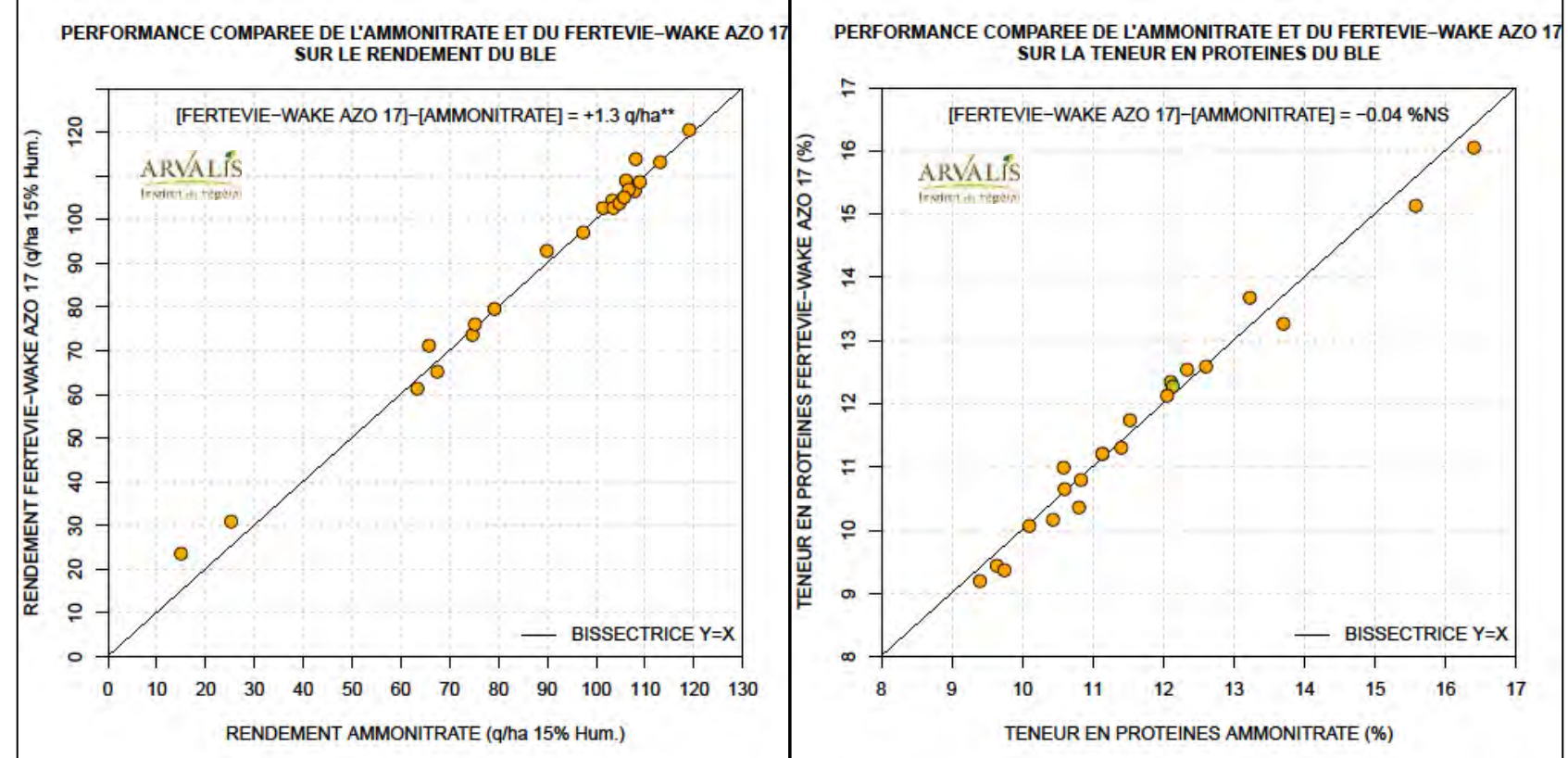


Test statistique en comparaison avec le témoin non traité (\*\*\*) différence significative à 1%, \*\* différence significative à 5%, \* différence significative à 10%, NS : Non Significatif)

## FERTEVIE-WAKE AZO 17 :

### Engrais NS + biostimulant à base de levure

11 essais 2015-2018 sur blé tendre (9 essais) et blé dur (2 essais), dép. : 18, 27, 41, 51, 56 et 67

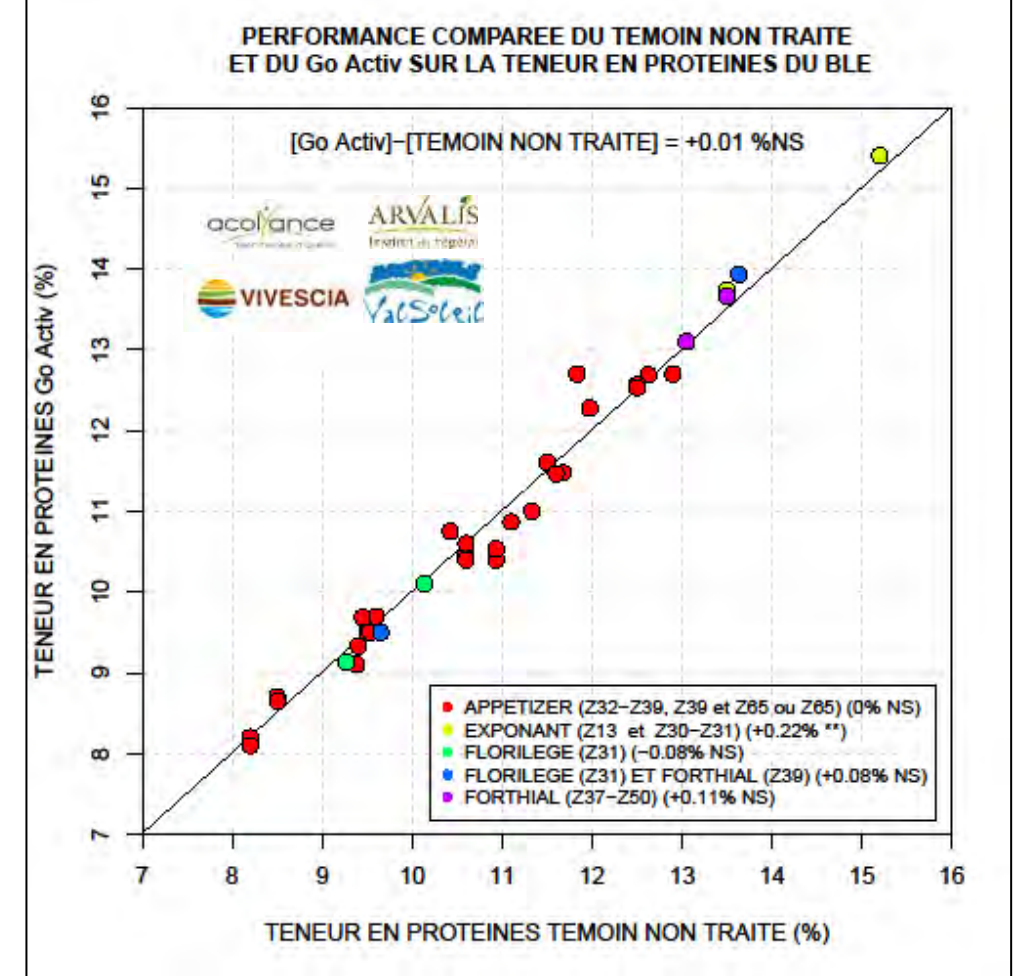
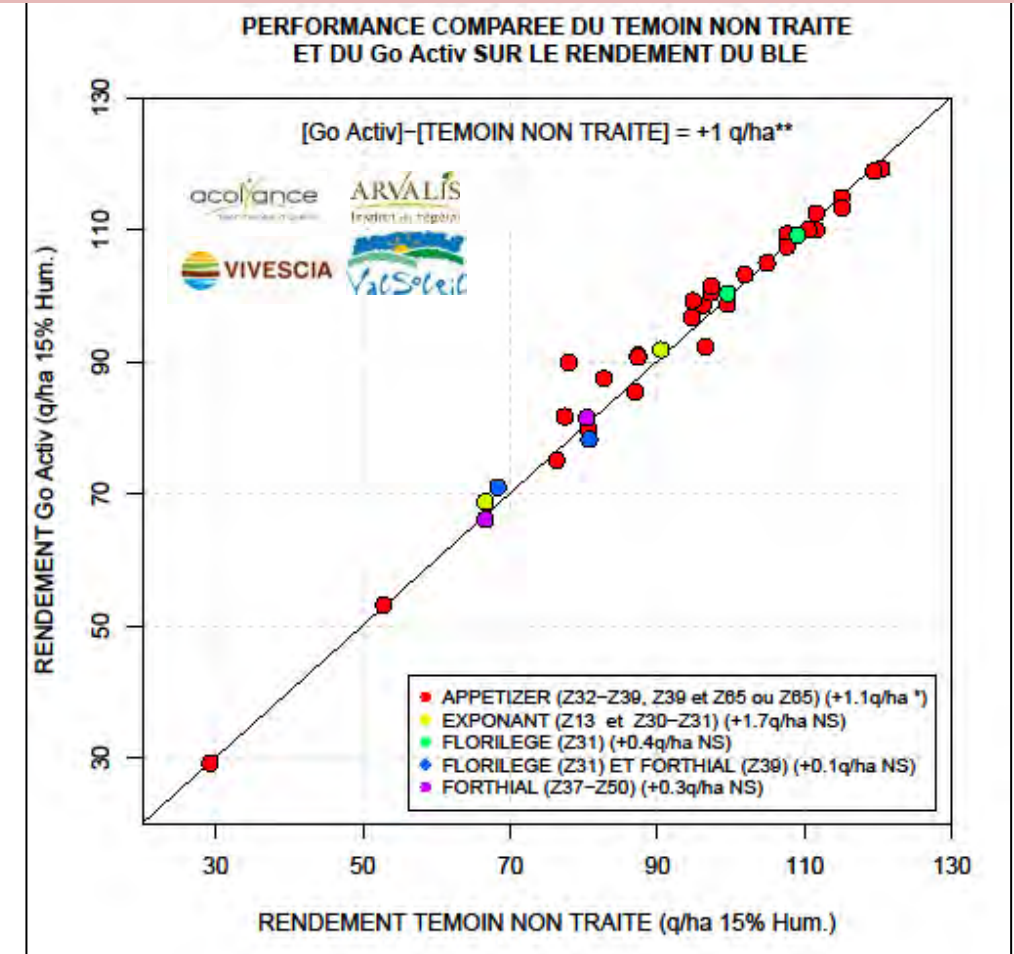


Performances fortement conditionnées par le contexte climatique et l'état de stress de la culture lors de l'application (effet sur la réponse aux stress souvent limité dans le temps, conditions spécifiques pour garantir la survie de micro-organismes...).

=> Difficulté de cibler le moment d'application optimal.

## Gamme Go Activ : Biostimulants à base de filtrat d'Algues

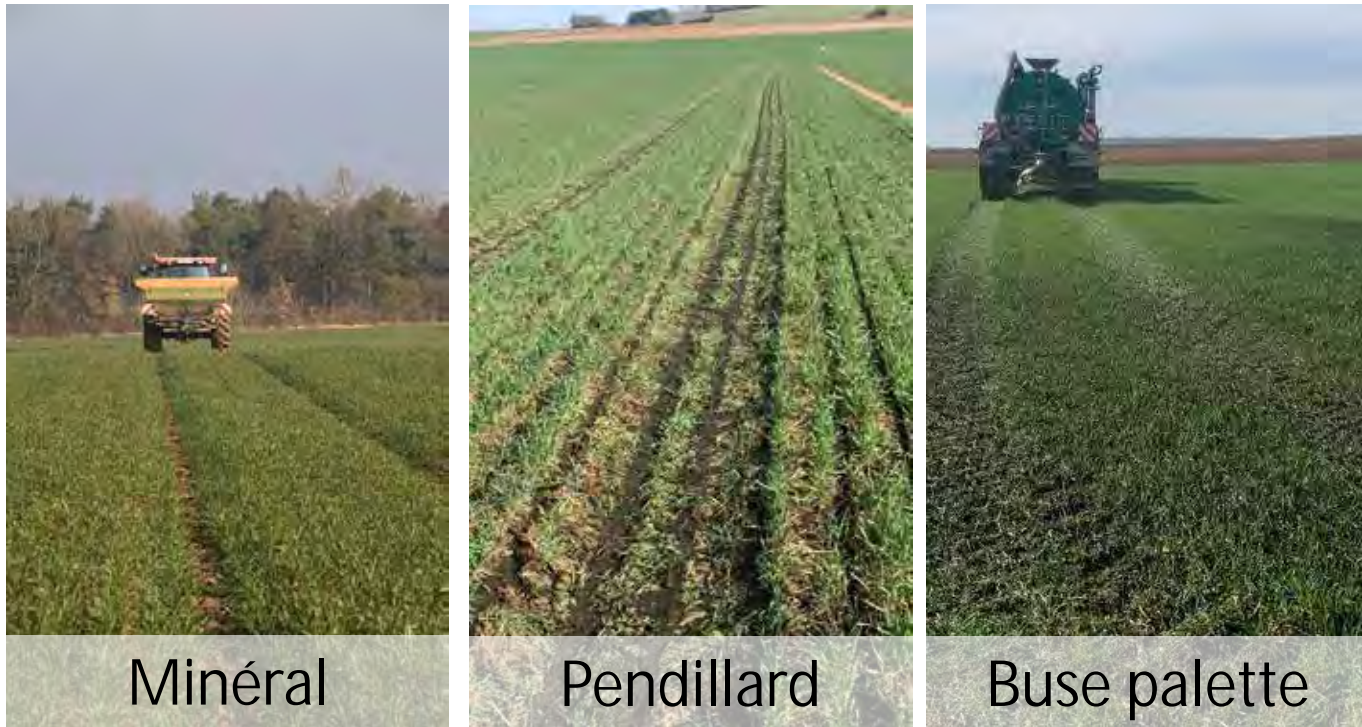
23 essais 2013-2022 sur blé tendre (19 essais) et blé dur (4 essais), produits testés : Appetizer, Exponent, Florilège, Forthial et Florilège + Forthial





# Fertiliser et amender avec des digestats

Des produits à la fois avec un effet fertilisant court terme (N) et un effet amendant long terme (C)

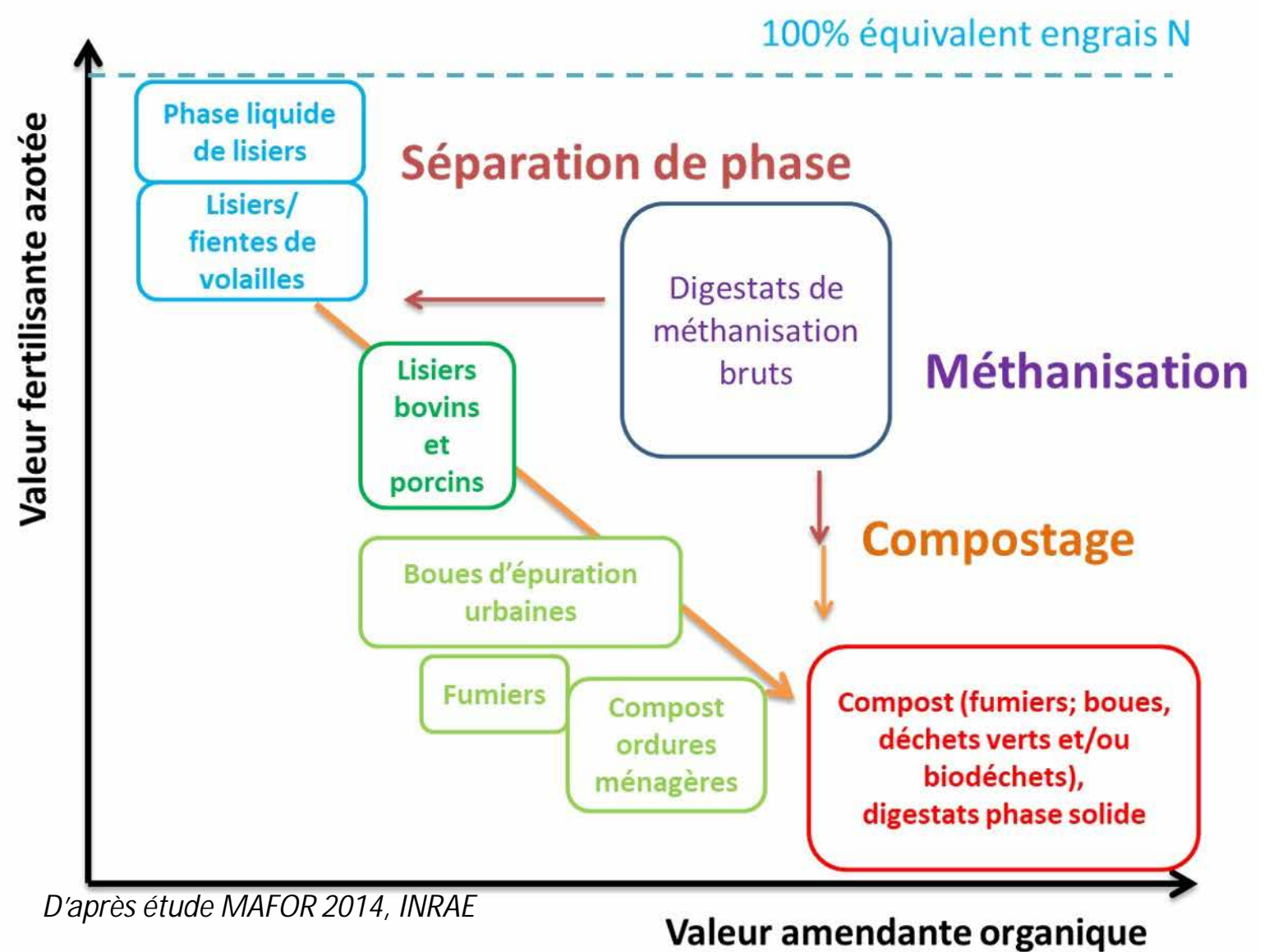


Minéral

Pendillard

Buse palette

Différents modes d'apport sont comparés pour évaluer les digestats



pH<sub>eau</sub> élevé et % NH<sub>4</sub> important

Sensibilité aux risques de volatilisation

P, K, S et oligoéléments

Des apports non négligeables, plus concentrés dans la phase solide

Indice de Stabilité de la Matière Organique (ISMO)

Bon indicateur de l'effet amendant du PRO : liquide < brut < solide

- Effet N immédiat (riche en N ammoniacal) à apporter le digestat au plus près des besoins de la culture :

- Ø Éviter les apports à l'automne
- Ø Enfouir immédiatement après l'apport

- La dose est calculée en utilisant le Keq :

$$Dose (t/ha) = \frac{Besoins (kg/ha)}{Teneur (kg/t) * Keq}$$

Source COMIFER brochure fertilisation azotée

Période d'apport :

	Période d'apport des digestats
Céréales à paille	Sortie d'hiver
Pomme de terre	Printemps avant implantation
Betterave	Printemps avant implantation
Colza	Possible en fin d'été à l'implantation (faibles doses) Sortie d'hiver
Mais	Printemps avant implantation
CIVE	Sortie d'hiver

		Culture fin printemps type maïs			Culture automne type céréales à paille		
		Fin été	automne	printemps	Fin été	automne	printemps
Fumier de bovins		0.10	0.10	0.25	0.05	0.10	
Lisiers de porcs	Incorporation dans les 24h ou en végétation	0.05	0.05	0.50	0.05	0.05	0.60
	Incorporation immédiate	0.05	0.05	0.70	0.05	0.05	
Digestat brut origine agricole*	En surface	0.00	0.05	0.50	0.05	0.05	0.65
	Incorporation immédiate	0.00	0.05	0.90			

\*KeqN digestats en cours de mise à jour

## Sels d'ammonium



Dissolution de l'N dans l'acide, à partir de l'air (scrubber water) ou du liquide (stripping-scrubbing)



Effluents liquides – lisiers, digestats  
Ou air chargé en N



en kg/tonne de brut	Ammonium nitrate	Ammonium sulphate
Total N	86 à 198	30 à 86
dont N-NH <sub>4</sub>	43 à 109	30 à 86
dont N-NO <sub>3</sub>	43 à 89	0
Total SO <sub>3</sub>	0	150-250
pHeau	5.3 à 7.9	2 à 7

Absence de matière organique, de P ou de K



N équivalent à un engrais minéral



Risque de volatilisation important pH acides et risques de brûlures si application sur végétation



Appliquer au plus proche des besoins, comme un engrais minéral

## Struvites



Précipitation de l'ammonium et du phosphate par un sel magnésium



Sous forme de poudre ou granulés

boues, urine, digestats ou effluents



en kg/tonne de matière sèche	Struvite de boues de STEP	Struvite d'eau usée de féculerie	Struvite d'effluents d'élevage
Total N	58 (de 18 à 106)	53	8
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	260 (de 115 à 293)	206	135
K <sub>2</sub> O	<10	11	58
MgO	153 (de 83 à 193)	161	133



P peu soluble dans l'eau mais soluble par l'acide,  
Entre 40 et 100% d'équivalence au TSP



Libération lente du P, ce n'est pas un engrais starter

## Urinofertilisants



Issu de séparation de phase  
Différentes méthodes de post-traitement : stockée, nitrifiée, concentrée, alcalinisée, acidifiée, en mélange avec matière organique



Urine humaine ou fraction liquide d'effluents d'élevage



Element en kg/m <sup>3</sup> brut	Urine humaine	Urine de porc
Total N	5 à 8	3 à 6
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1 à 2	0.01 à 1
K <sub>2</sub> O	1.5 à 2.5	3.2 à 4.68
pH <sub>eau</sub>	6.5 à 6.9	7.6 à 9.26



KeqN au champ entre 70 et 85%



Possible présence de résidus pharmaceutiques  
Forte volatilisation, jusqu'à 1/3 de l'N



Azote rapidement disponible, à épandre comme de l'urée ou de la solution azotée

## Biochars

Pas un, mais DES biochars!



C'est un amendement pas un fertilisant!



Variabilité des dispositifs:  
Pyrolyse (350 à 700°C); gazéification (>700°C); carbonisation hydrothermale (200°C)



Toute matière organique (végétaux biodéchets, boues de STEP, bois etc...)



Entre 25 et 95% de la MS est du C  
Peut contenir P, N en faible quantité  
Peut contenir des ETM selon intrants



Revendications principales : rétention d'eau, des nutriments, amélioration structure du sol, stockage C.



Evaluations au champ rares, effets observés contrastés  
Ne se dégrade pas dans le sol, bien choisir des produits de qualité

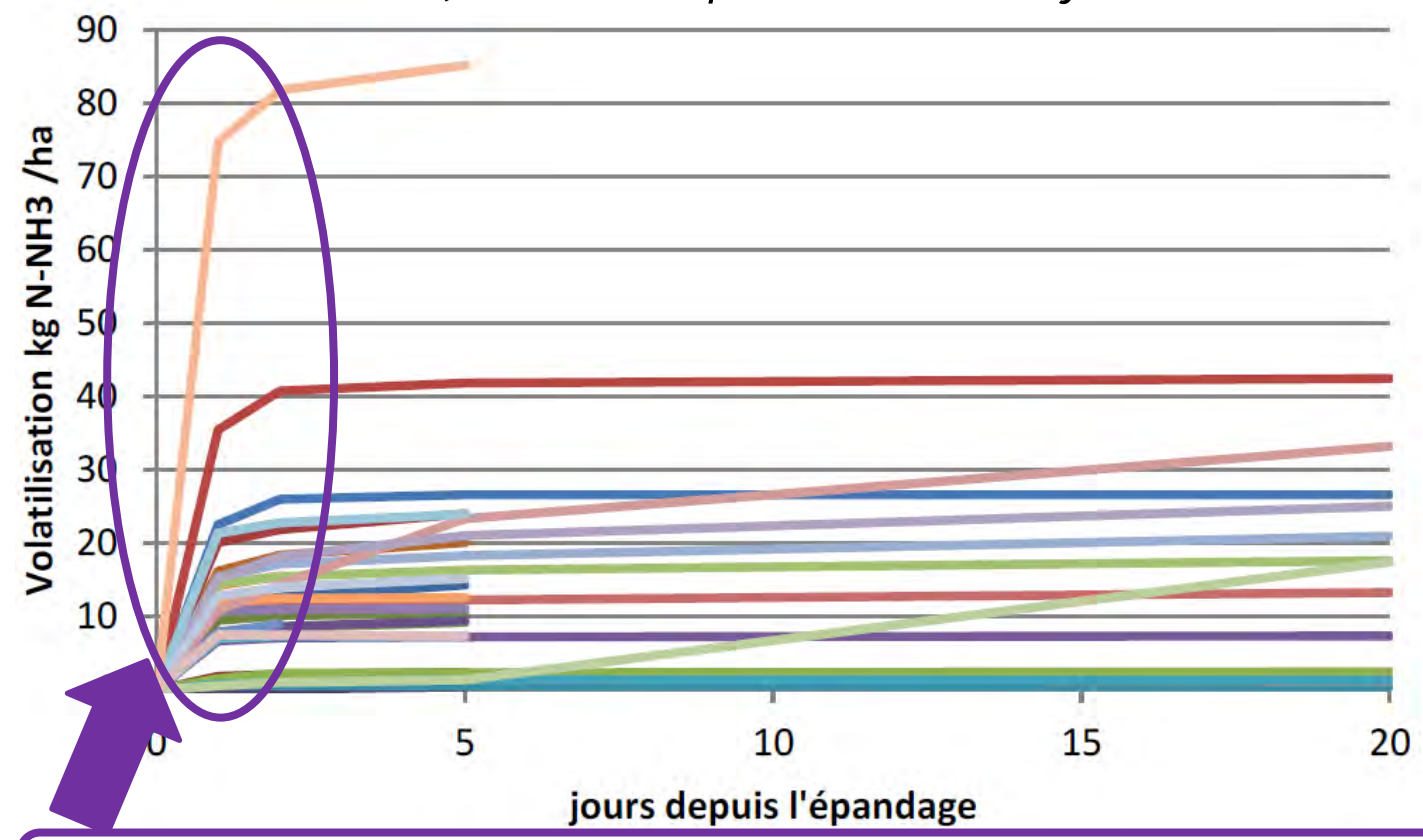


Application entre 3 et 20 t/ha  
Plus utilisé en horticulture ou arboriculture qu'en grandes cultures

# Limiter la volatilisation de l'azote ammoniacal lors des épandages de produits organiques

## Evaluer et comprendre la volatilisation

Ensemble des cinétiques de volatilisation d'azote ammoniacale cumulée  
(Résultats expérimentaux Projet EvaPRO - 2016-2017)



- Les pertes d'azote par volatilisation ammoniacale vont de 0.3 à 85.2 kgN/ha
- Pertes pour des apports en surface :
  - Produits liquides : entre 60 et 80% du total perdu en 1 jour
  - Produits solides : entre 30 et 90% du total perdu en 1 jour

La volatilisation de l'azote ammoniacale a lieu **dans les heures après l'apport** pour les PRO.

## Effet du mode d'épandage sur la volatilisation



**+ de risques de volatilisation**

**- de risques de volatilisation**

Un matériel qui permet l'enfouissement des produits organiques permet de limiter la volatilisation, d'autant plus que l'enfouissement est fait proche de l'apport.

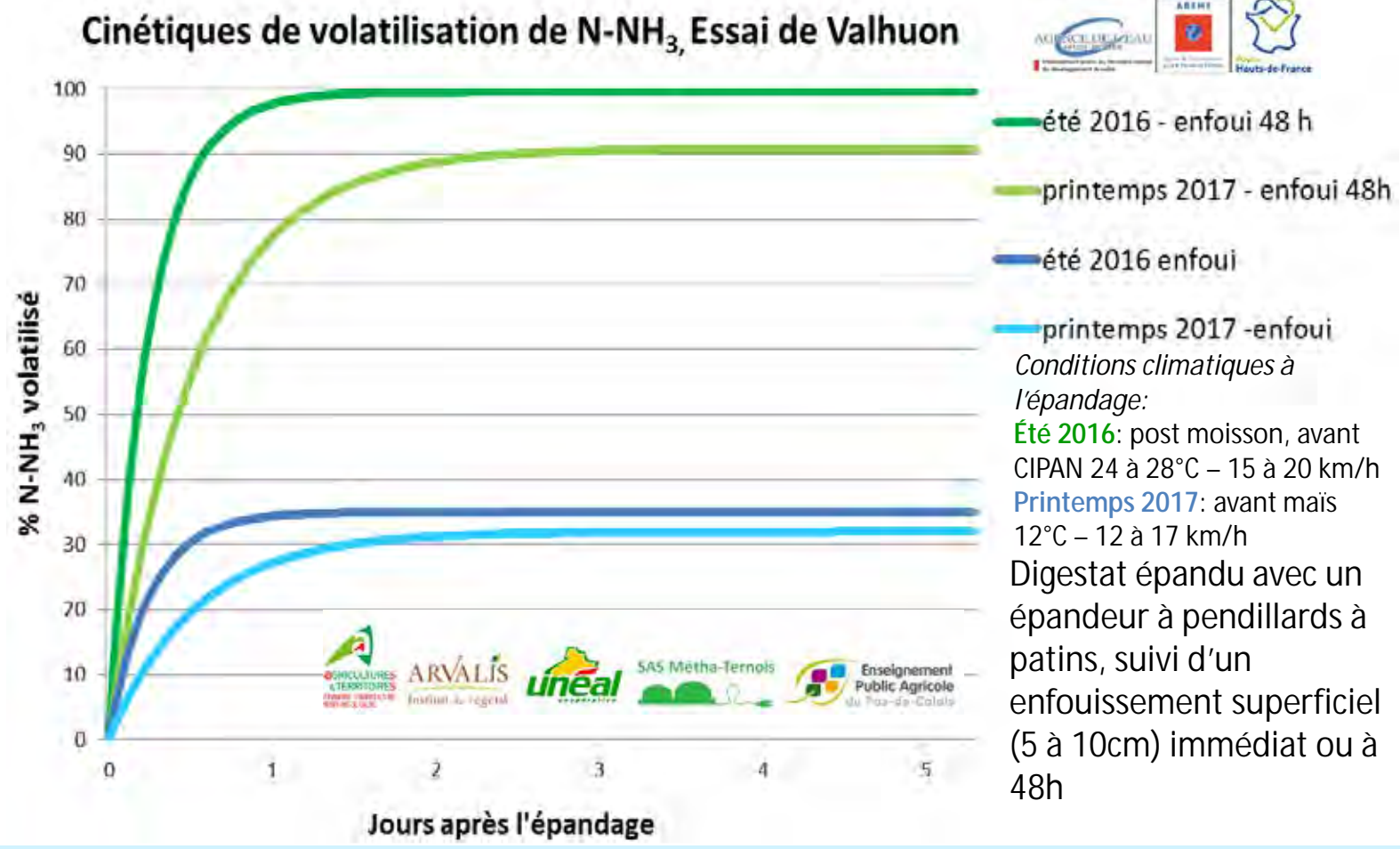
## Effet du produit

Pertes par volatilisation dépendent aussi des produits :

- Composition en N-NH<sub>4</sub>
- pH<sub>eau</sub>
- %MS

Cinétiques de volatilisation équivalentes quel que soit le produit et le mode d'apport : tout se passe dans les heures après l'épandage.

## Et pour des digestats ?



La réduction du risque de volatilisation est possible par :

- Choix période d'épandage à éviter période venteuse et très chaude, préférer des apports juste avant des pluies modérées
- Préparation du sol à préférer apports sur sol motteux que sol battant
- Choix du matériel d'épandage et l'enfouissement à ~10 cm, mélange avec le sol

Optimiser les conditions d'épandages permet de conserver l'azote pour la culture et de préserver la qualité de l'air.

# CHN : un modèle mécaniste à potentiel applicatif



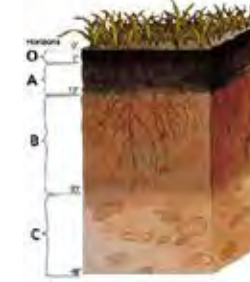
Génétique - variétés



Météo



Azote minérale

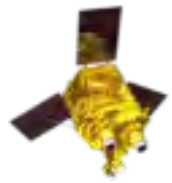


Sol



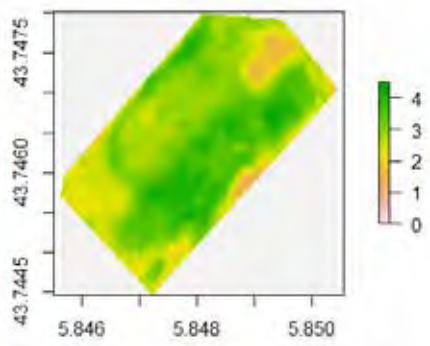
Apports organiques

Paramètres d'entrée  
(parcelle + bases de données)

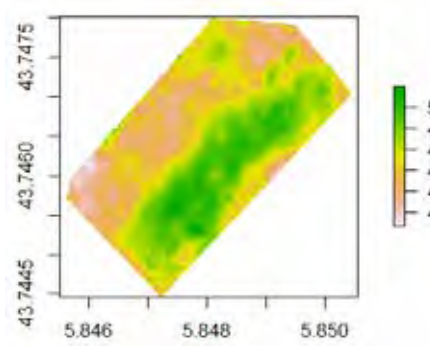


Satellites

LAI



C<sub>AB</sub>

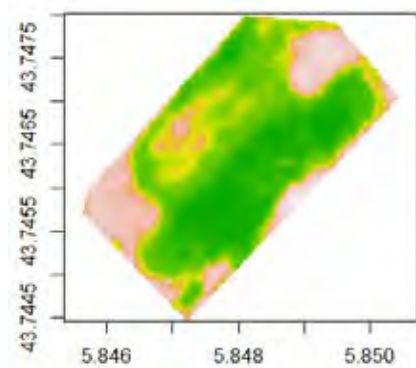
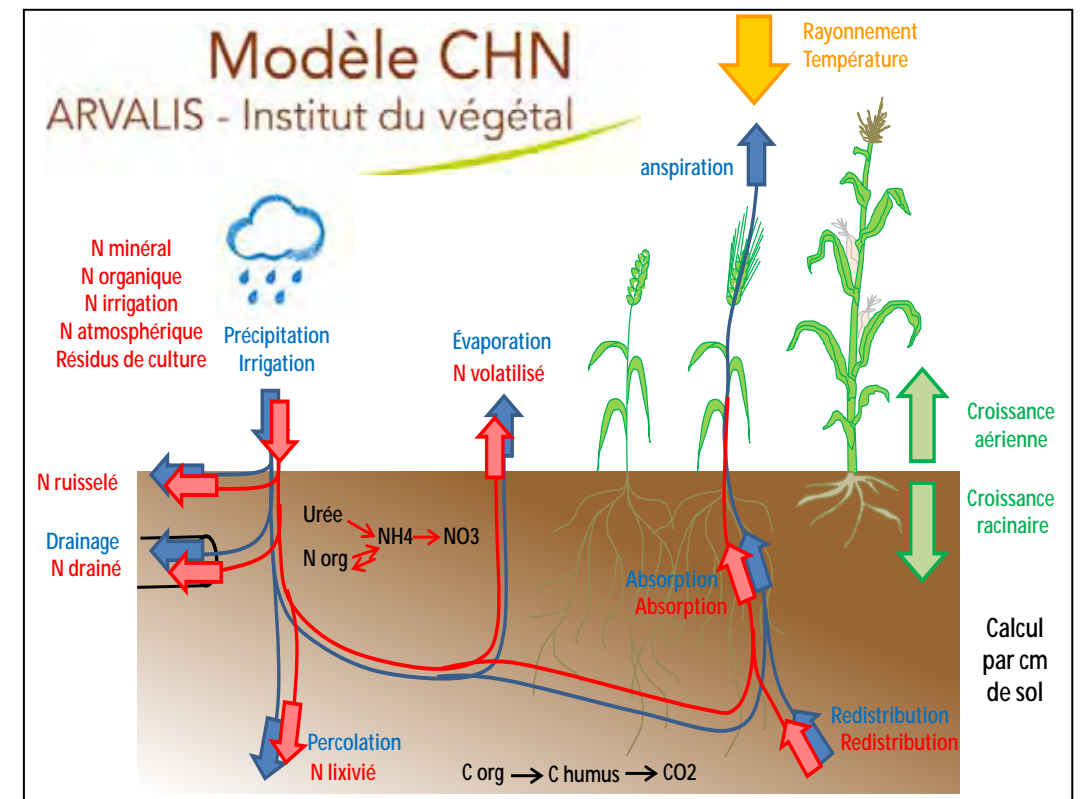


Modèle de culture

Simulations

Règles de décision

Conseil



Apport conseillé

**60 KgN**

Une approche dynamique  
pour optimiser l'efficacité des interventions

Les règles de décision dépendent de trajectoires d'INN définies par le contexte pédoclimatique et de la variété, mais aussi du risque climatique que l'on veut bien prendre

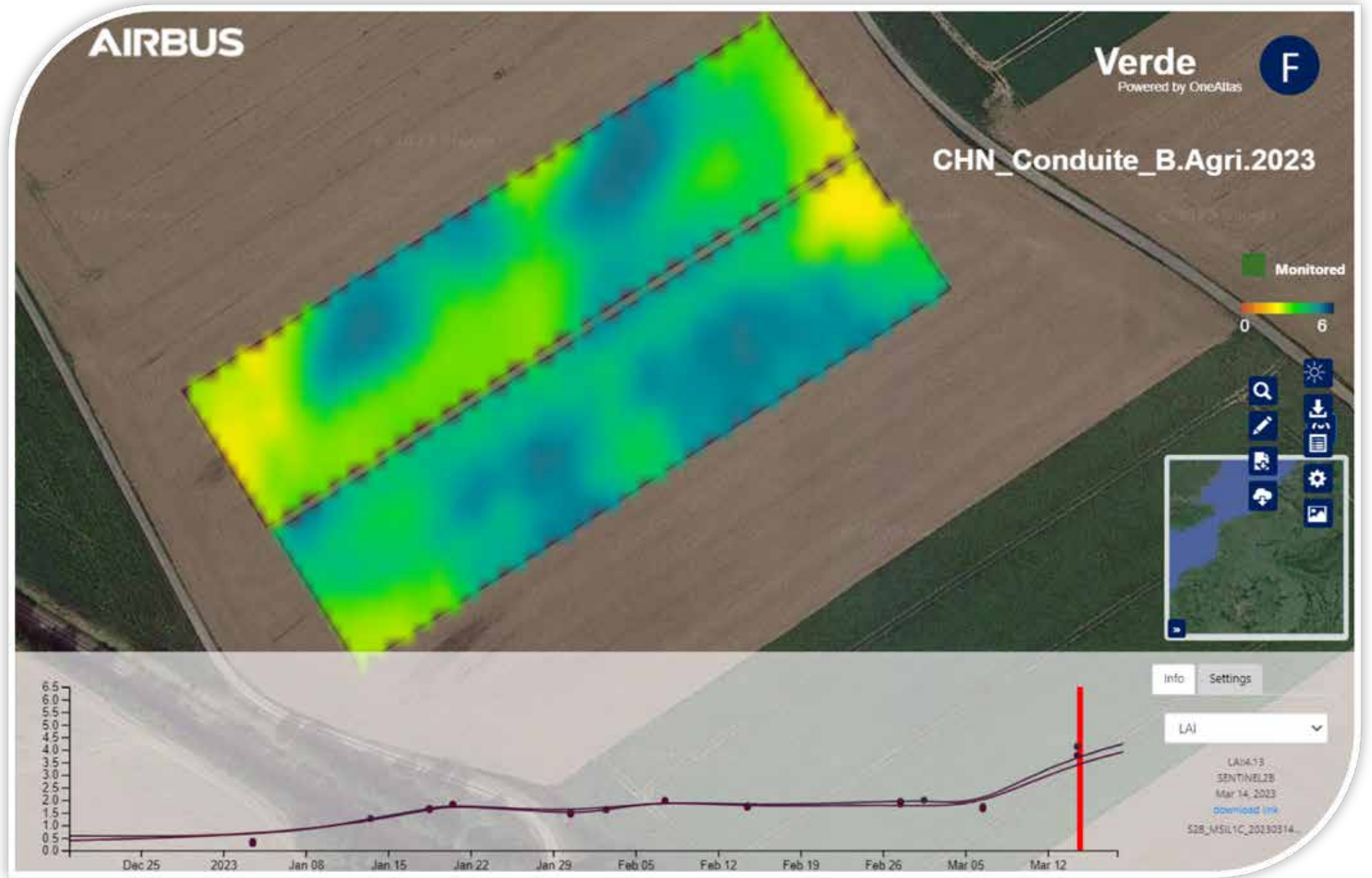
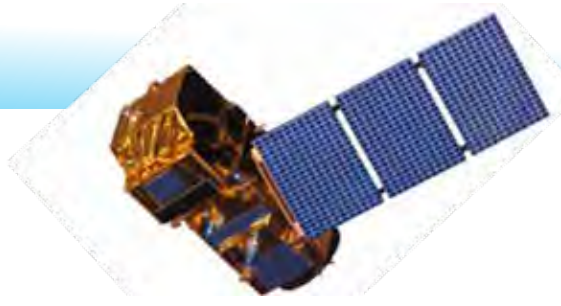
## Les avantages de CHN

- S'affranchir de la dose prévisionnelle et de l'objectif de rendement
- Valoriser toutes les images satellite
- Spatialiser les conseils de fertilisation
- Simplifier la logistique de livraison des conseils
- Maximiser l'efficacité de l'N dans un contexte économique incertain



# Imagerie spatiale : une opportunité de diagnostic global en temps réel

## Valorisation des images SENTINEL 2



Observer la parcelle en temps quasi-réel

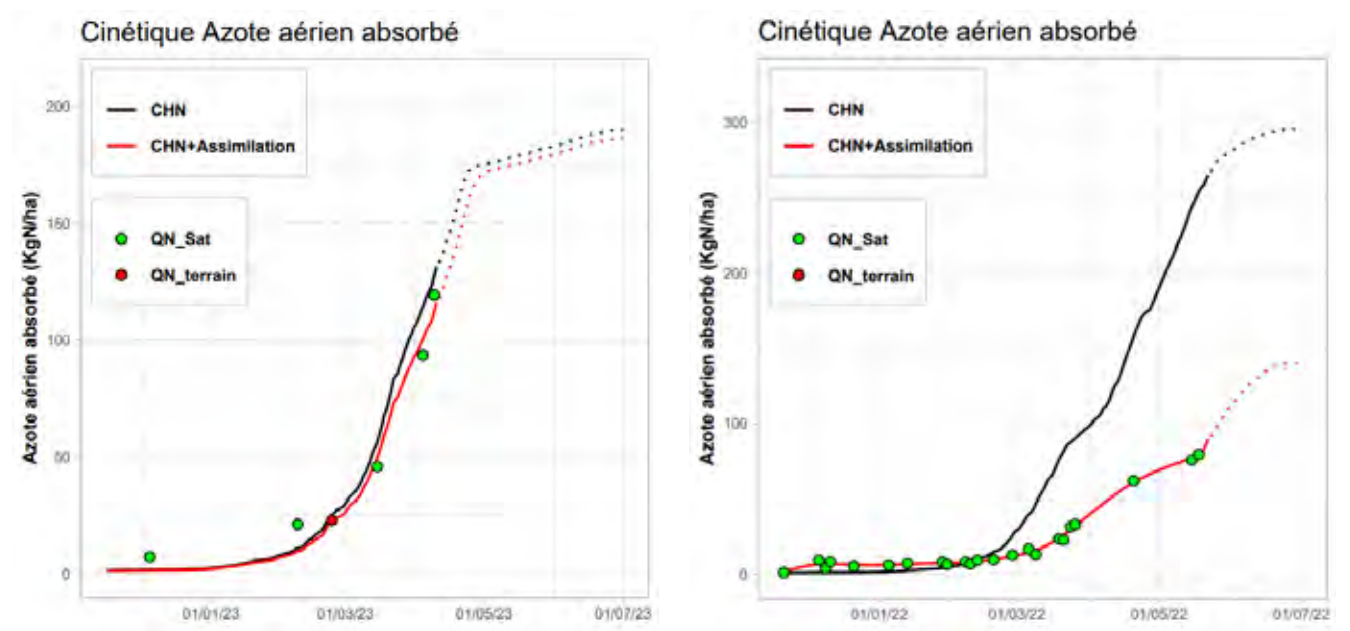
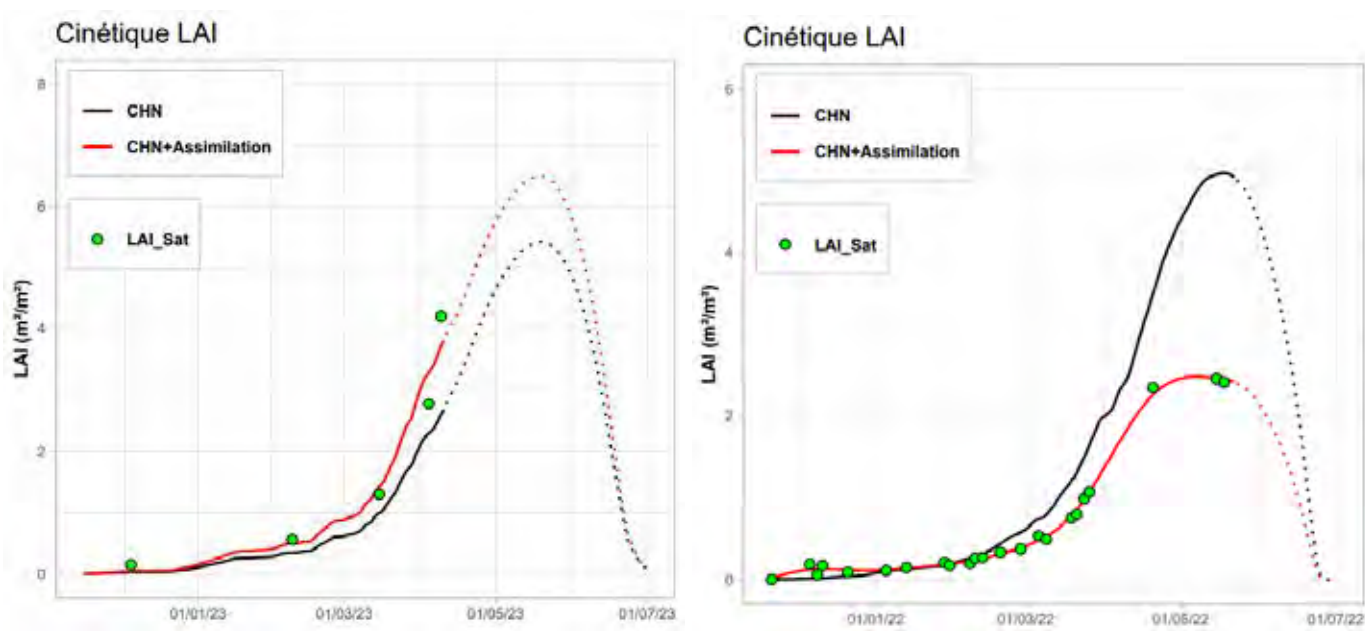
Cinétique fine de croissance et de nutrition

Appréhender l'hétérogénéité intra-parcellaire

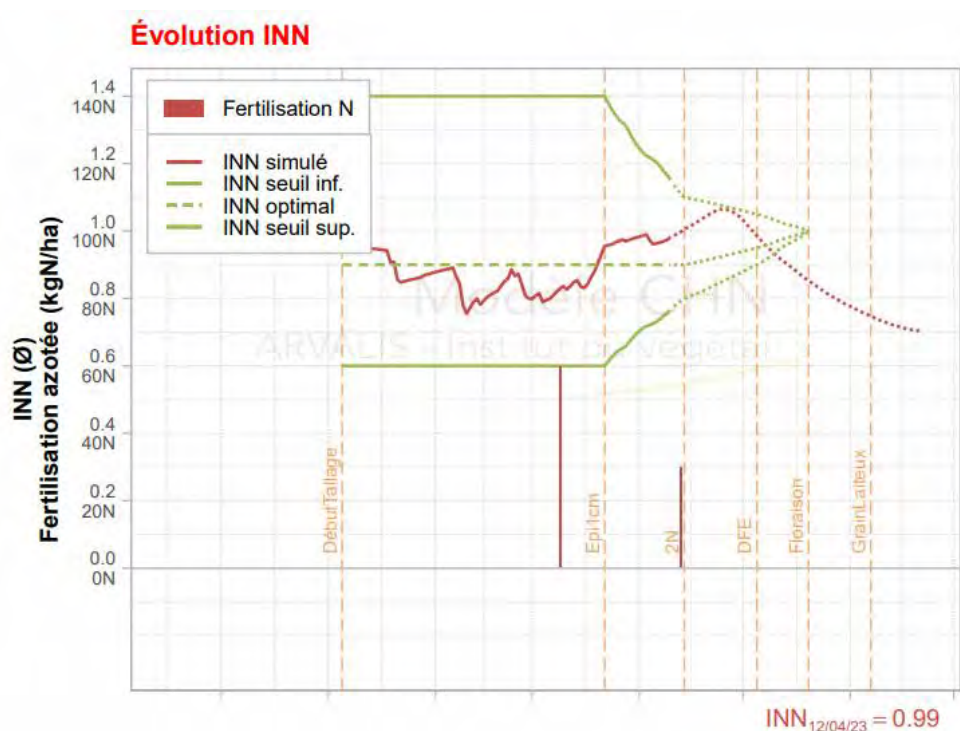
## Intégration de l'information dans le modèle CHN

Diagnostiquer l'effet « année »...

Identifier le(s) facteur(s) limitant(s)...



... pour ajuster les pratiques au potentiel

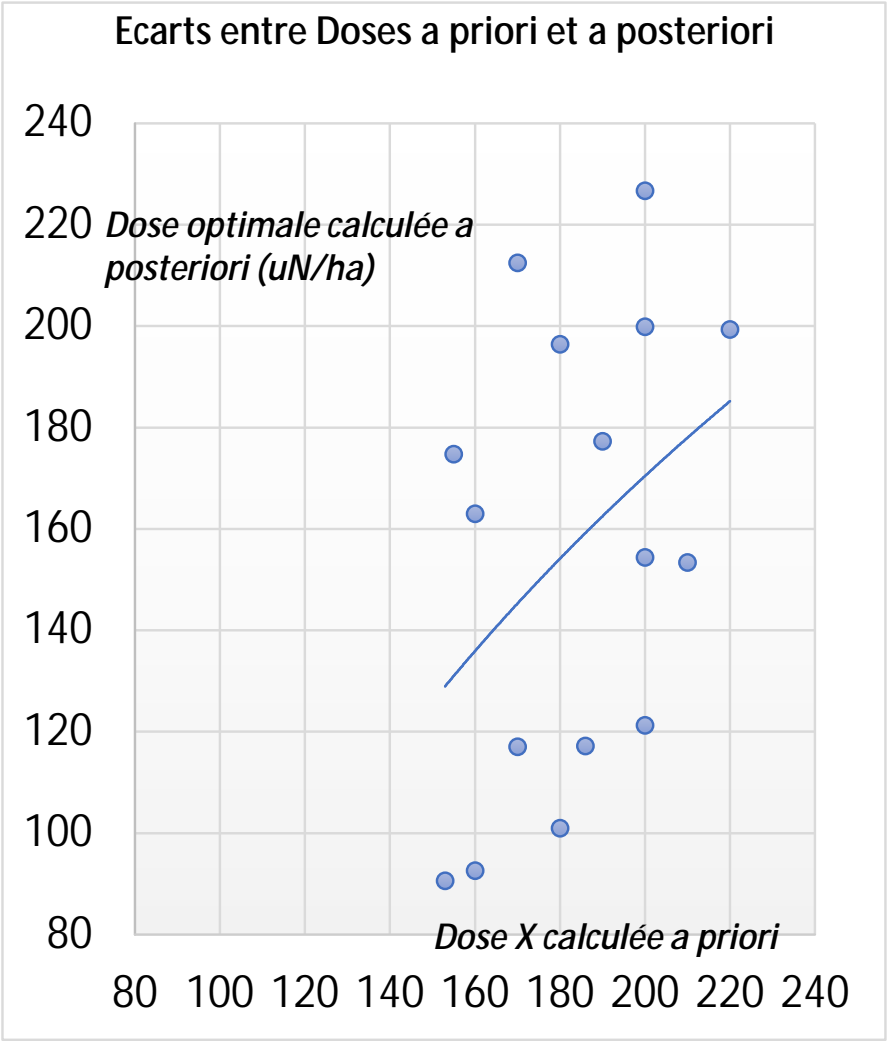
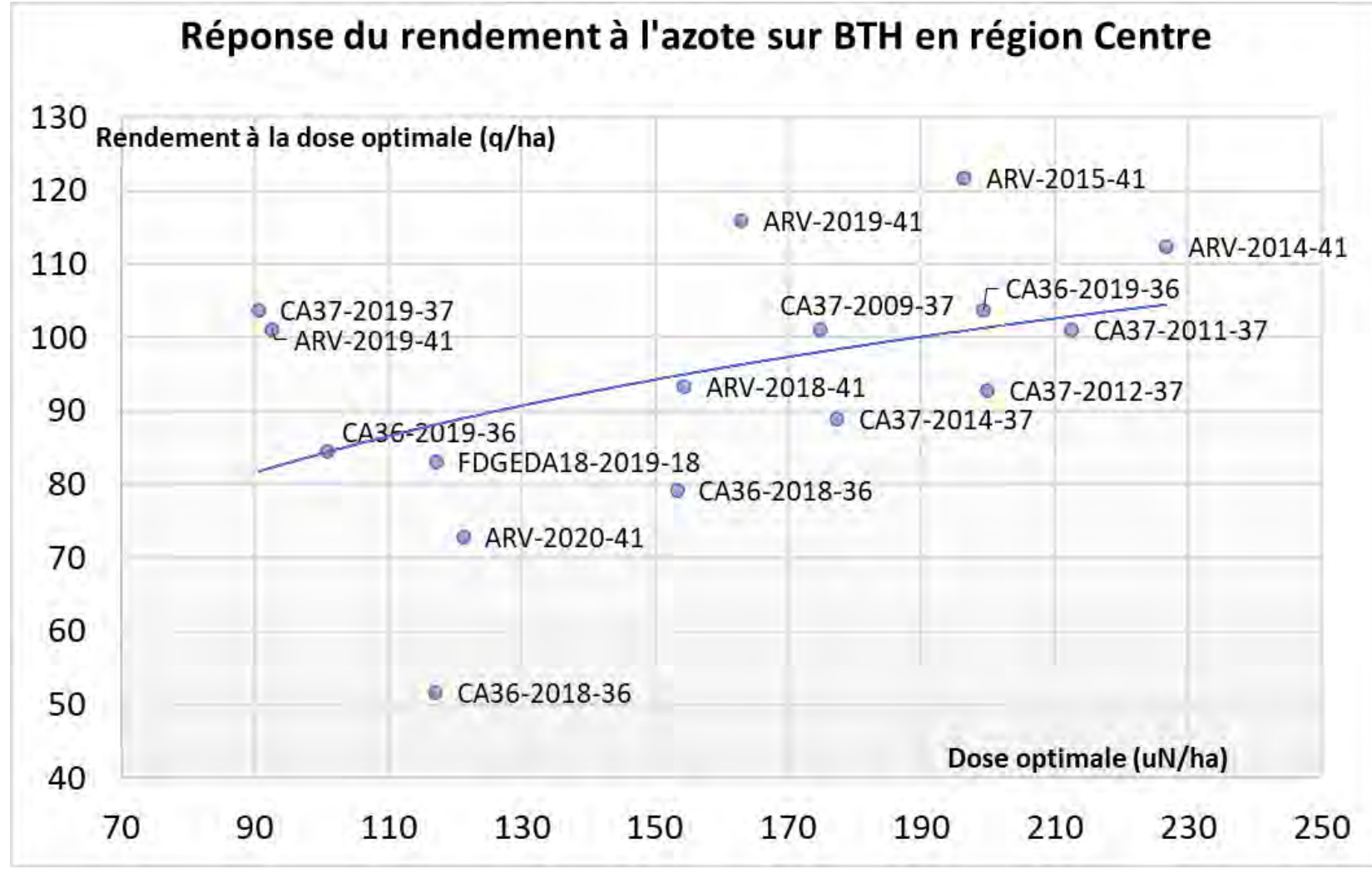


Raisonner ses interventions avec l'indice de nutrition azotée (INN) permet d'optimiser l'efficacité d'utilisation de l'azote

# Un conseil moyen pour répondre à des années climatiquement et agronomiquement très différentes

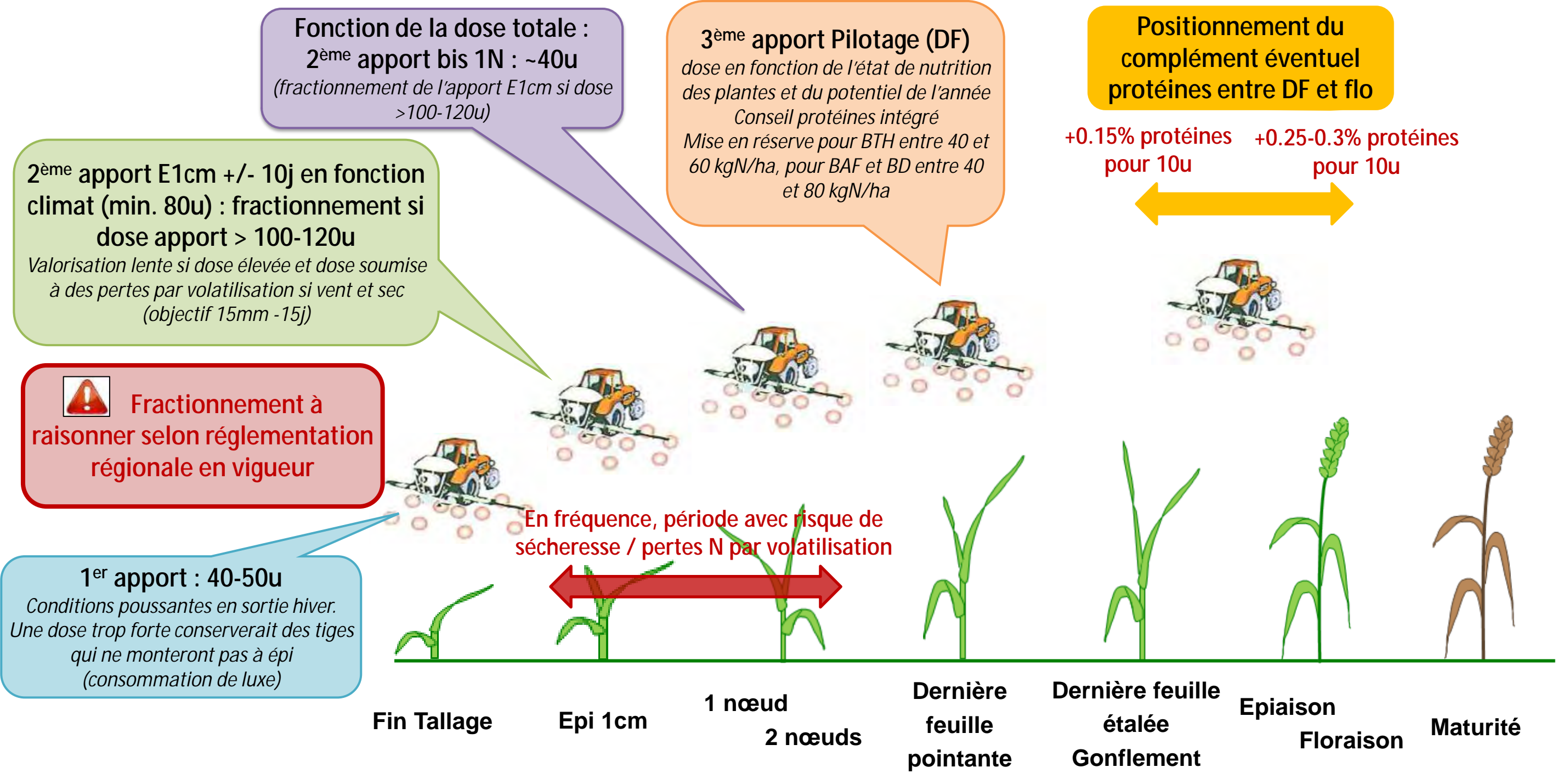
## Variabilité des doses et rendements à l'optimum

Essais Azote Beauce / Gatinais / Champagne Berrichonne



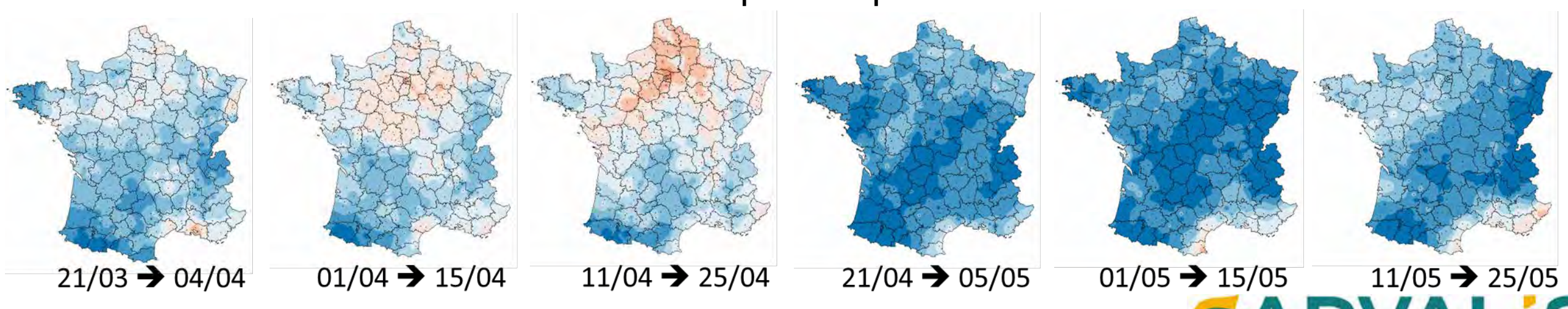
Des doses optimales extrêmement variables pour faire des rendements tout aussi variables  
-> Nécessité de s'adapter à la parcelle

## Mais un conseil moyenné de fractionnement de l'azote



Probabilité de cumuler plus de 15mm (%)  
2011-2020

- <= 10
- 10 - 20
- 20 - 30
- 30 - 40
- 40 - 50
- 50 - 60
- 60 - 70
- 70 - 80
- 80 - 90
- > 90



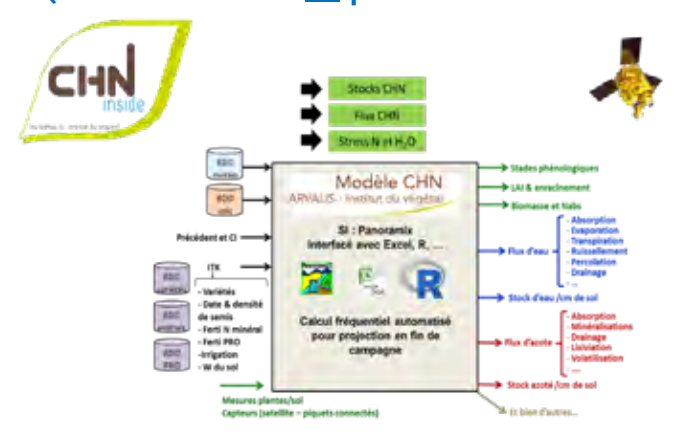
Un climat souvent très sec pendant la pleine période d'absorption Epi 1cm à 1-2 nœuds

# Pilotage intégral de la fertilisation azotée avec CHN-conduite

## Principe du pilotage intégral

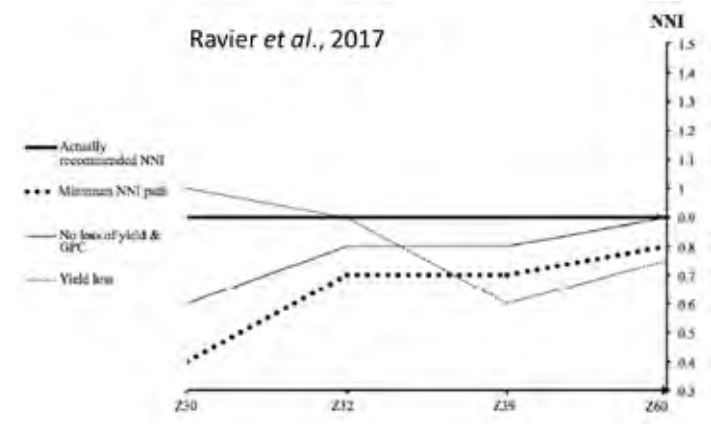
1. Utilisation du modèle de culture CHN pour des diagnostics - pronostics en cours de campagne

Ajustement des préconisations au contexte de l'année (stocks d'azote et potentiel de croissance)



2. Raisonnement des besoins en azote sur la base d'une dynamique d'INN minimale

Ajustement d'un seuil de carence tolérable



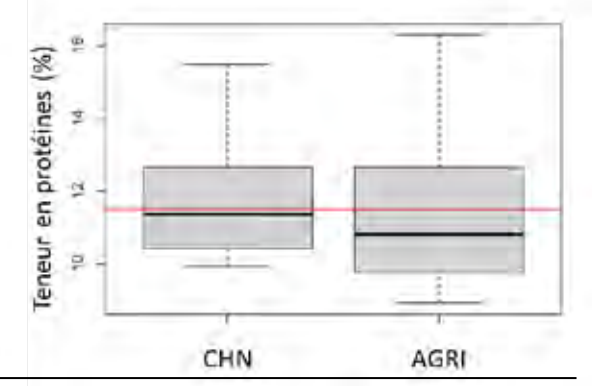
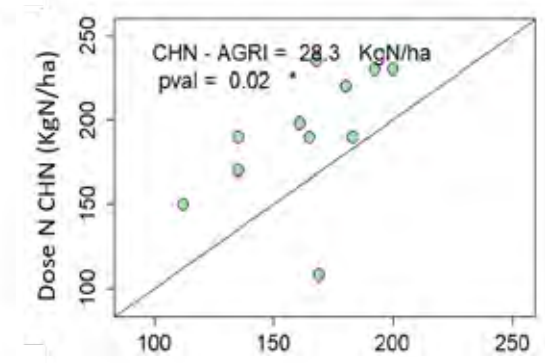
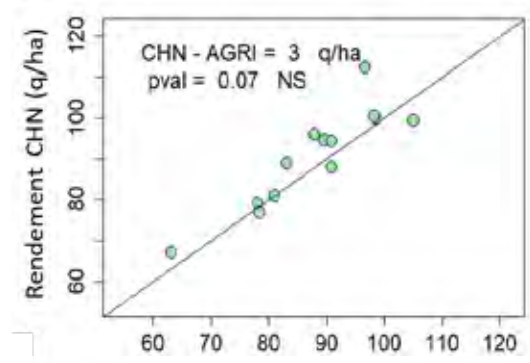
3. Gestion du risque climatique intégrée à l'outil

Optimisation des conditions de valorisation

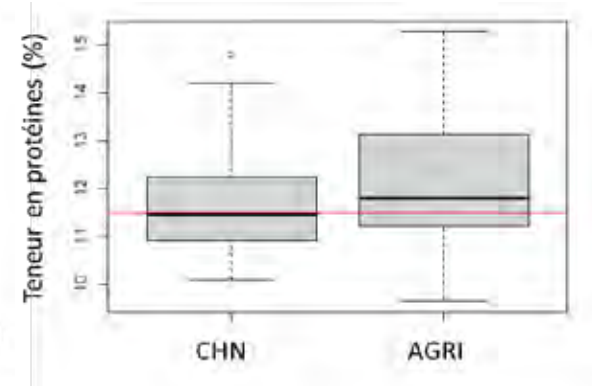
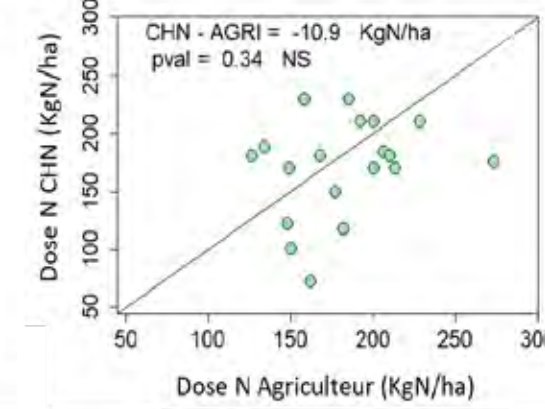
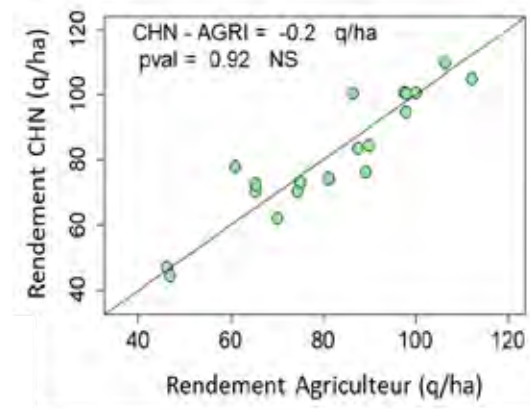


## Résultats technico-économiques

2021  
n=13



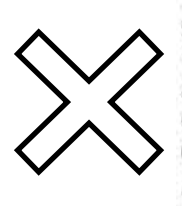
2022  
n=21



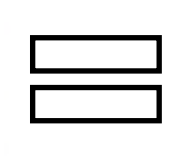
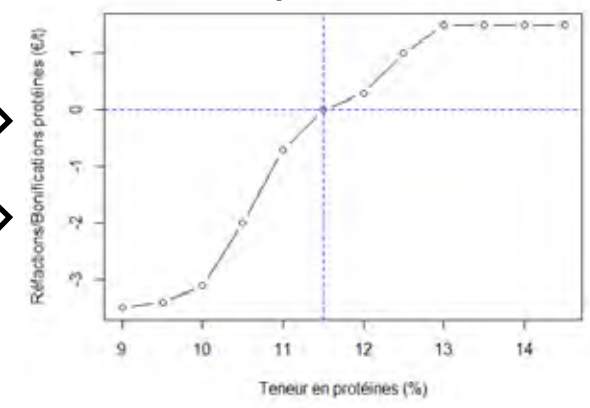
## Quel impact sur la marge?

Scénarios de prix

	Scénario 2022A	Scénario 2022B	Scénario 2023
Prix engrais N (€/uN)	1.3	2.3	2.7
Prix vente grain (€/t)	300	300	300



Barème protéines



Gains moyens de marge « azote »\*

	2022A	2022B	2023
Réseau 2021	+83 €/ha	+57 €/ha	+47 €/ha
Réseau 2022	+5 €/ha	+16 €/ha	+20 €/ha

\* (chiffres d'affaires - charges liées aux engrais)

## Retours utilisateurs

### Points d'étonnement

- « Déclenche un peu plus tard que la conduite habituelle »
- « Demande de l'organisation et de la réactivité »
- « Passage supplémentaire »

« Je recommande à 100% »

### Points forts

- « Faire évoluer mes pratiques »
- « Economie d'azote et adaptation au potentiel de l'année »
- « Intérêt technico économique »



# 1<sup>ère</sup> références carbone sur des exploitations réelles

## Résultats pour les exploitations céréalières



Résultats produits dans le cadre du projet CarbonThink par Agrosolutions  
Objectif du projet : faire la démonstration du financement de 100 fermes en région Grand Est pour leur performance carbone



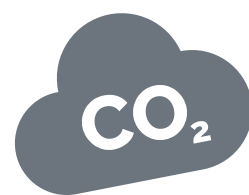
30 exploitations de grandes cultures à dominante céréalière diagnostiquées par leur conseiller agricole avec Carbon Extract dont 15 ont défini un projet de transition bas-carbone



### Carte d'identité des exploitations

186 ha en moyenne  
27 % des exploitations en agriculture de conservation des sols  
En moyenne 7 cultures dans l'assolement  
11 % de légumineuses dans l'assolement  
Rendement en blé : 76 q/ha  
145 kg d'azote minéral par ha

### Bilan carbone initial des 30 exploitations



Emissions de gaz à effet de serre :

2,94 t<sub>eq</sub>CO<sub>2</sub>/ ha/ an

dont 90 % liés aux engrais minéraux et organiques



Variation stockage de carbone dans les sols :

-0,70 t<sub>eq</sub>CO<sub>2</sub>/ ha/ an

tendance au déstockage de carbone dans les sols



Bilan net (émissions – stockage) :

3,64 t<sub>eq</sub>CO<sub>2</sub>/ ha/ an

le déstockage de carbone du sol vient s'ajouter aux émissions de GES

### Messages clés

- Leviers les plus mobilisés = leviers de stockage de carbone dans les sols par des agriculteurs qui déstockent au départ plus fortement que la moyenne
- Antagonisme entre stockage de carbone dans le sol et émissions de GES constaté > des leviers de réduction des GES peuvent engendrer un déstockage de carbone et inversement
- Coût de la transition pas couvert à 100 % par la vente de crédits carbone > d'autres financements à mobiliser
- Et l'agriculture de conservation dans tout ça ? Bilan net plus faible des exploitations (2,76 t<sub>eq</sub>CO<sub>2</sub>/ ha/ an) car moindre déstockage de carbone initial dans les sols

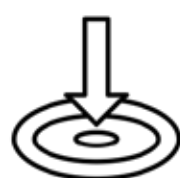
### Projets de transition des 15 agriculteurs

Leviers majoritairement mobilisés par les exploitations :

- Augmenter la biomasse et la surface des intercultures
- Intégrer plus de légumineuses dans la rotation
- Réduire la volatilisation de l'azote minéral et



### Impact des leviers sur le bilan carbone



- Variation des émissions de gaz à effet de serre : -0,28 t<sub>eq</sub>CO<sub>2</sub>/ ha/ an (-10%)
- Variation du stockage de carbone dans les sols : +0,70 t<sub>eq</sub>CO<sub>2</sub>/ ha/ an
- Variation du bilan net : -0,98 t<sub>eq</sub>CO<sub>2</sub>/ ha/ an (-23%)

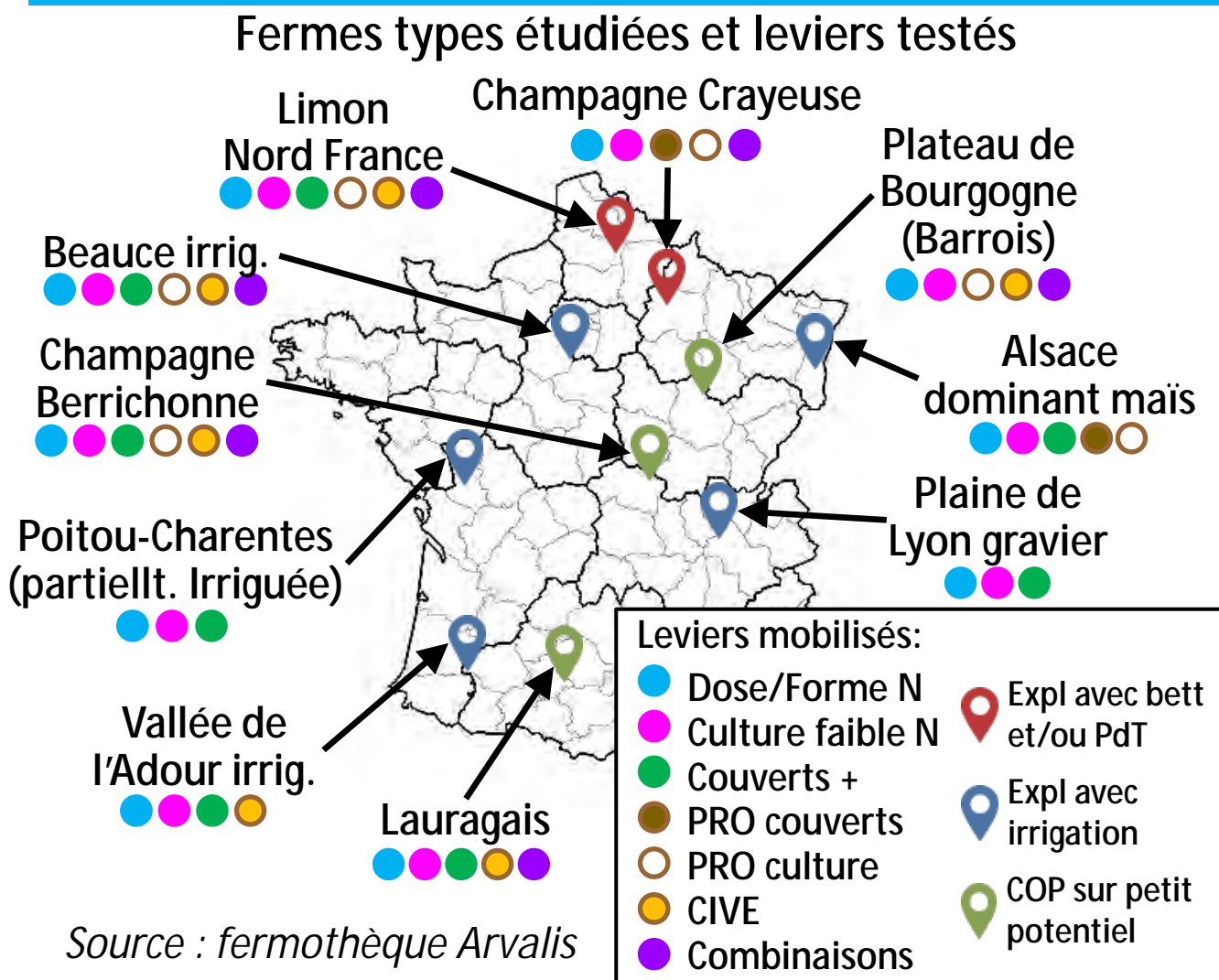


- Coût moyen des projets = 71 € /ha /an
- Crédits carbone potentiels = 0,81 crédits carbone /ha / an (après application des rabais)
- Rémunération potentielle = 32 € /ha /an (avec tonne de carbone à 40 €)

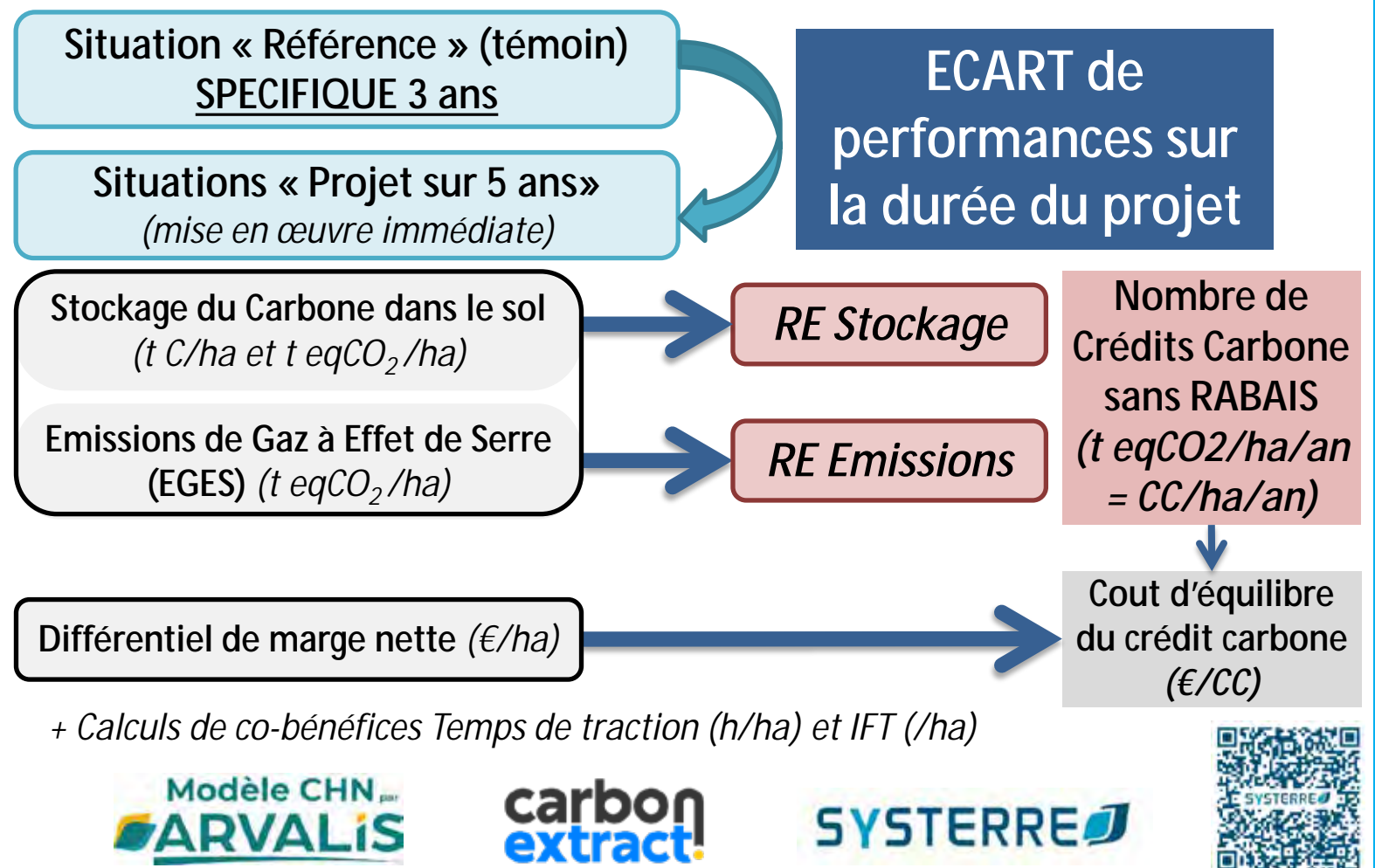


# Crédits carbone : quels leviers privilégier ? Exemple sur dix Fermes Types

## MÉTHODE : APPLICATION DES LEVIERS BAS CARBONE À DES FERMES TYPES PERFORMANTES



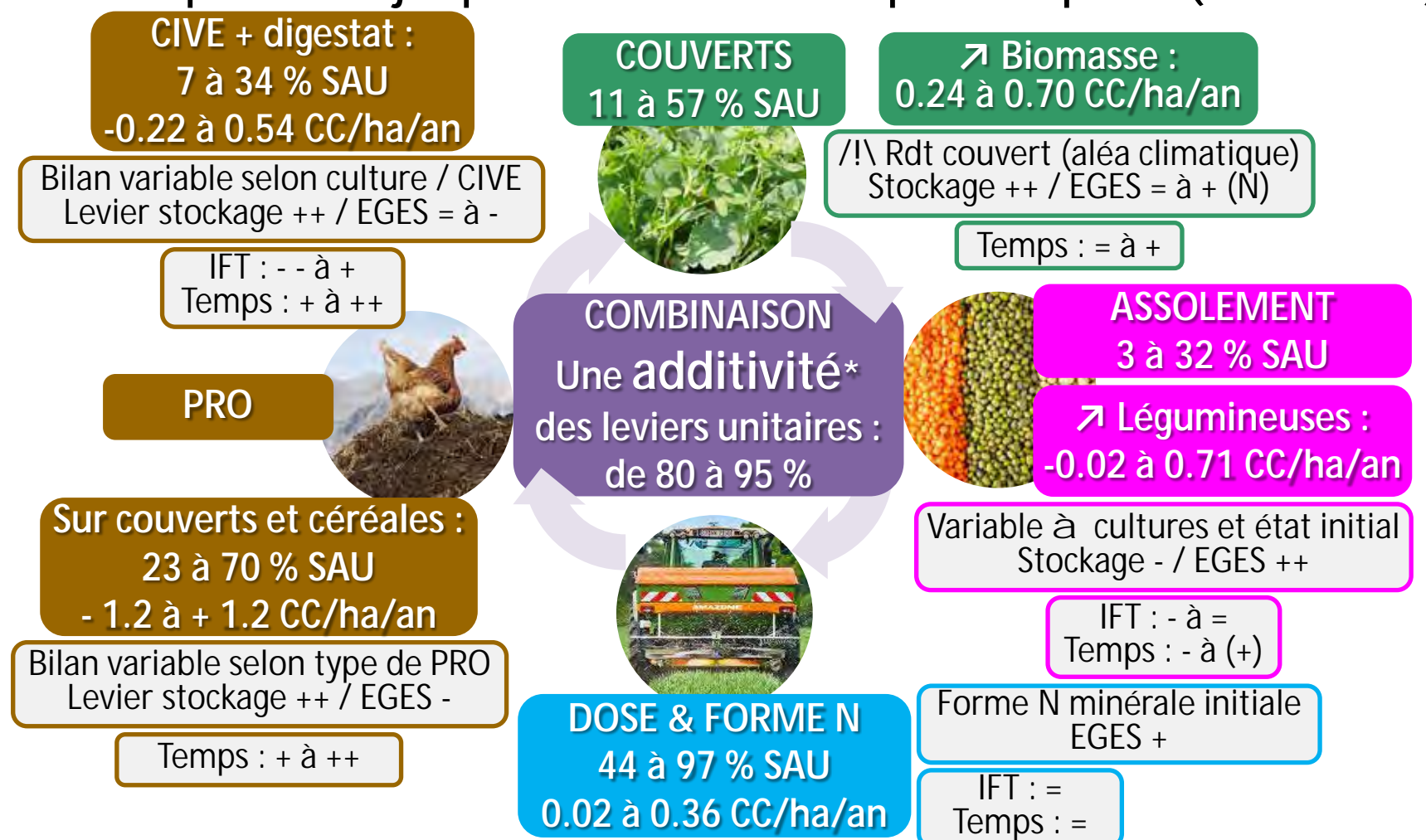
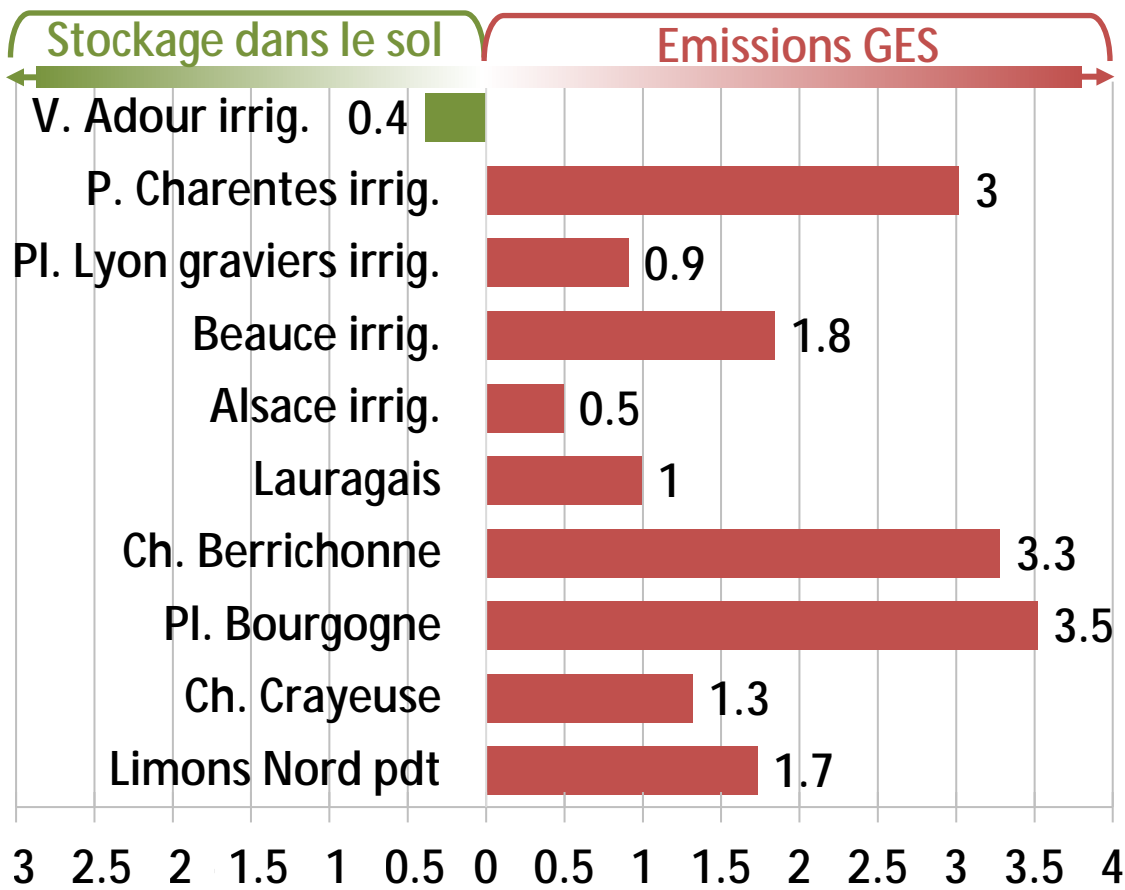
$$\text{Réduction d'Emissions} = RE_{\text{émissions}} + RE_{\text{Stockage}} + (RE_{\text{Aval}})$$



## BILAN CARBONE INITIAL ET CRÉDITS CARBONE DISPONIBLES PAR LEVIER

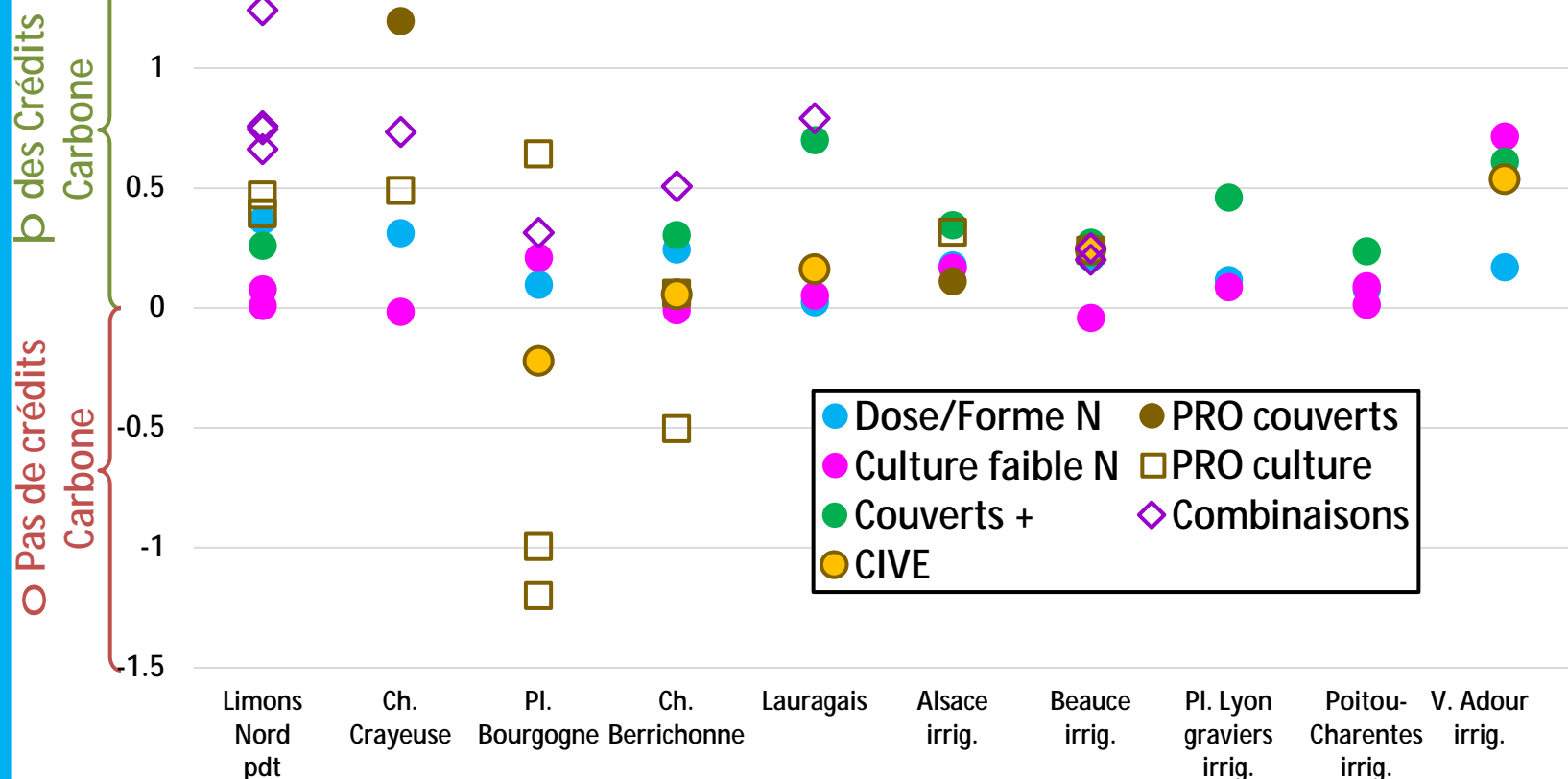
Bilan initial avant mise en place des leviers : Des fermes émettrices nettes de GES Exprimé en t eqCO<sub>2</sub>/ha/an

Des scénarios produisant jusqu'à 1.2 Crédit Carbone par ha et par an (avant rabais)



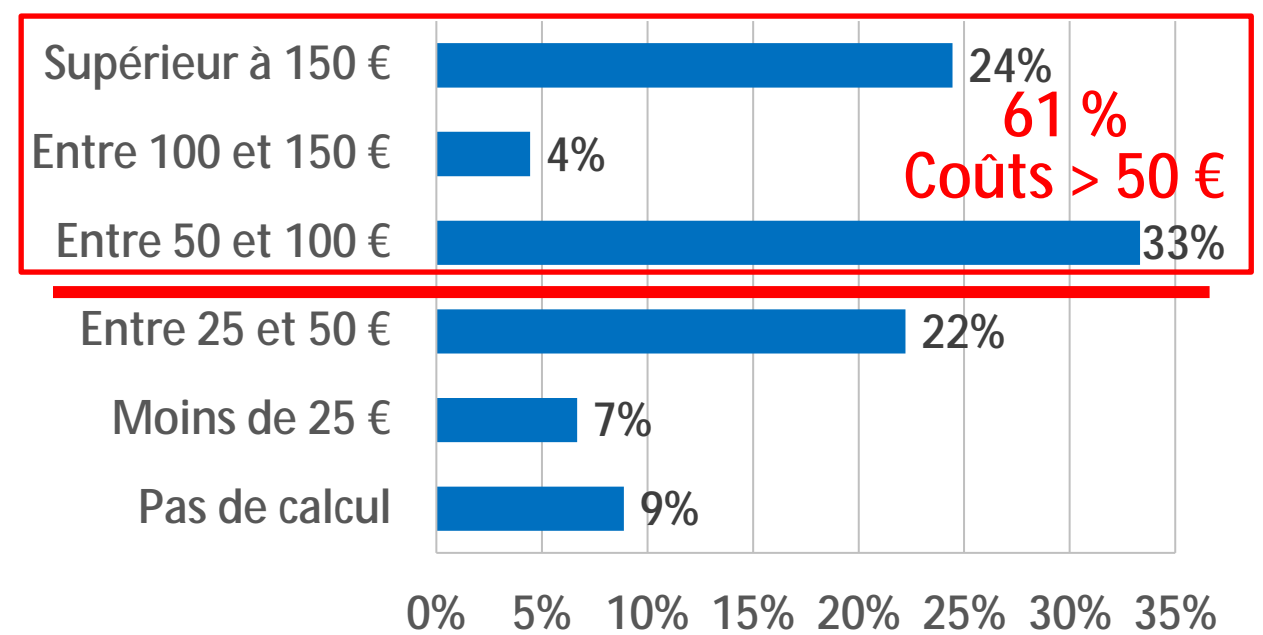
## CRÉDITS CARBONE PAR FERME TYPE

Des projets générateurs de CC jusqu'à 1.2 CC/ha/an Exprimé en t eqCO<sub>2</sub>/ha/an



## COÛT D'ÉQUILIBRE DES CRÉDITS CARBONE

Répartition des projets par valeur de coût d'équilibre\* du Crédit Carbone (en % des 45 projets avec Crédits C et marge négative à neutre)



\*Coût d'équilibre : prix minimal auquel il faudrait que l'agriculteur vende ses CC pour rembourser le coût de la mise en œuvre des leviers

## CONCLUSION

- Un choix de levier à raisonner selon le système de production initial.
- Des leviers +/- faciles à mettre en œuvre selon leur technicité.
- Rabais non pris en compte : une augmentation du coût d'équilibre à prévoir.
- Les travaux présentés sont avec la référence spécifique : des travaux sont en cours avec la référence générique.

# Calcul du bilan Carbone

## Ferme Type Beauce

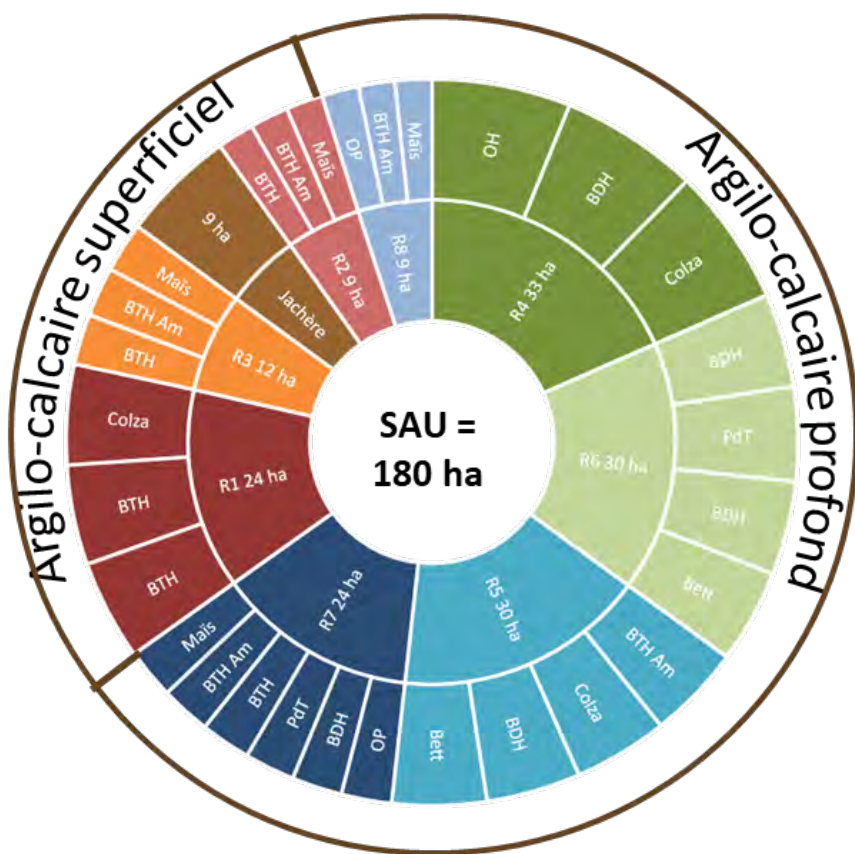


Les Culturales<sup>®</sup>  
2023 14-15 juin  
CONGERVILLE - THIONVILLE (91)

### Caractéristiques de la Ferme type performante

Références Pratiques	
% labour	67
% cultures intermédiaires	28
N total	178 kg N/ha
N minéral	178 kg N/ha
N organique	/

Cultures	Rendement (moy 16-20)
Blé dur hiver	70 q/ha
BTH	78 q/ha
Colza	42 q/ha
BAF	73 q/ha
Betterave	962 t/ha
Maïs	130 t/ha
Pomme de Terre	464 t/ha
OH	74 q/ha
OP	74 q/ha
Jachère	/



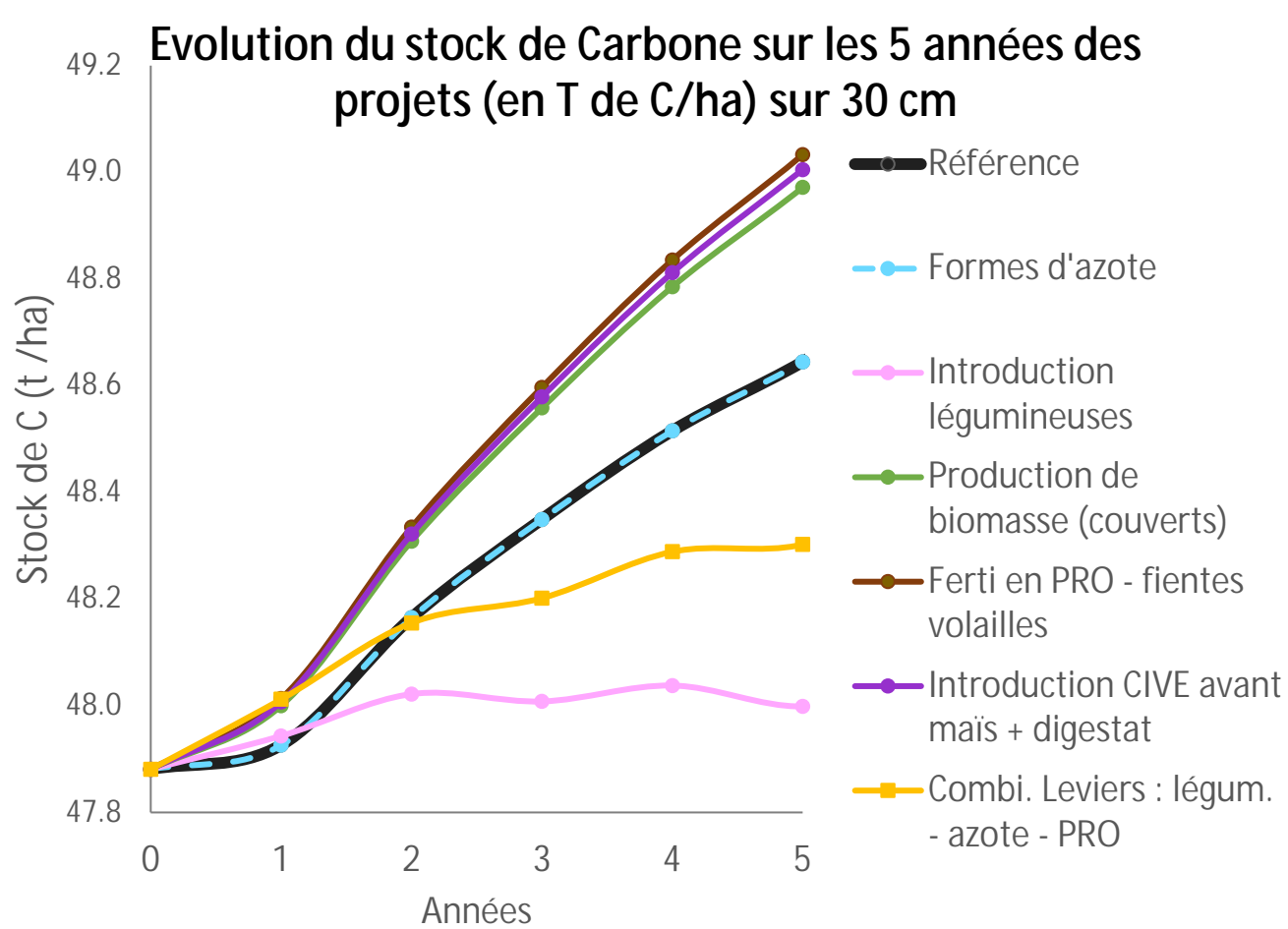
Projets
<b>Projet 1 (unitaire):</b> Diminution de la volatilisation de l'azote : remplacement des apports urée ou solution N par Nexen ou Ammonitrate
<b>Projet 2 (unitaire):</b> Introduction de pois de printemps (sur 15% SAU)
<b>Projet 3 (unitaire):</b> Optimisation des couverts : Vesce + trèfle + phacélie + moutarde avant maïs, OP, betterave et pomme de terre
<b>Projet 4 (unitaire):</b> Fertilisation des colzas avec fientes séchées de volailles
<b>Projet 5 (unitaire):</b> Introduction d'une CIVE seigle avant le maïs avec apport digestat sur CIVE (8% SAU)
<b>Projet 6 (combiné):</b> Projet 1 + Projet 2 + Projet 4

## RESULTATS DES PROJETS

### Stockage de C

Modèle CHN  
ARVALIS - Institut du végétal

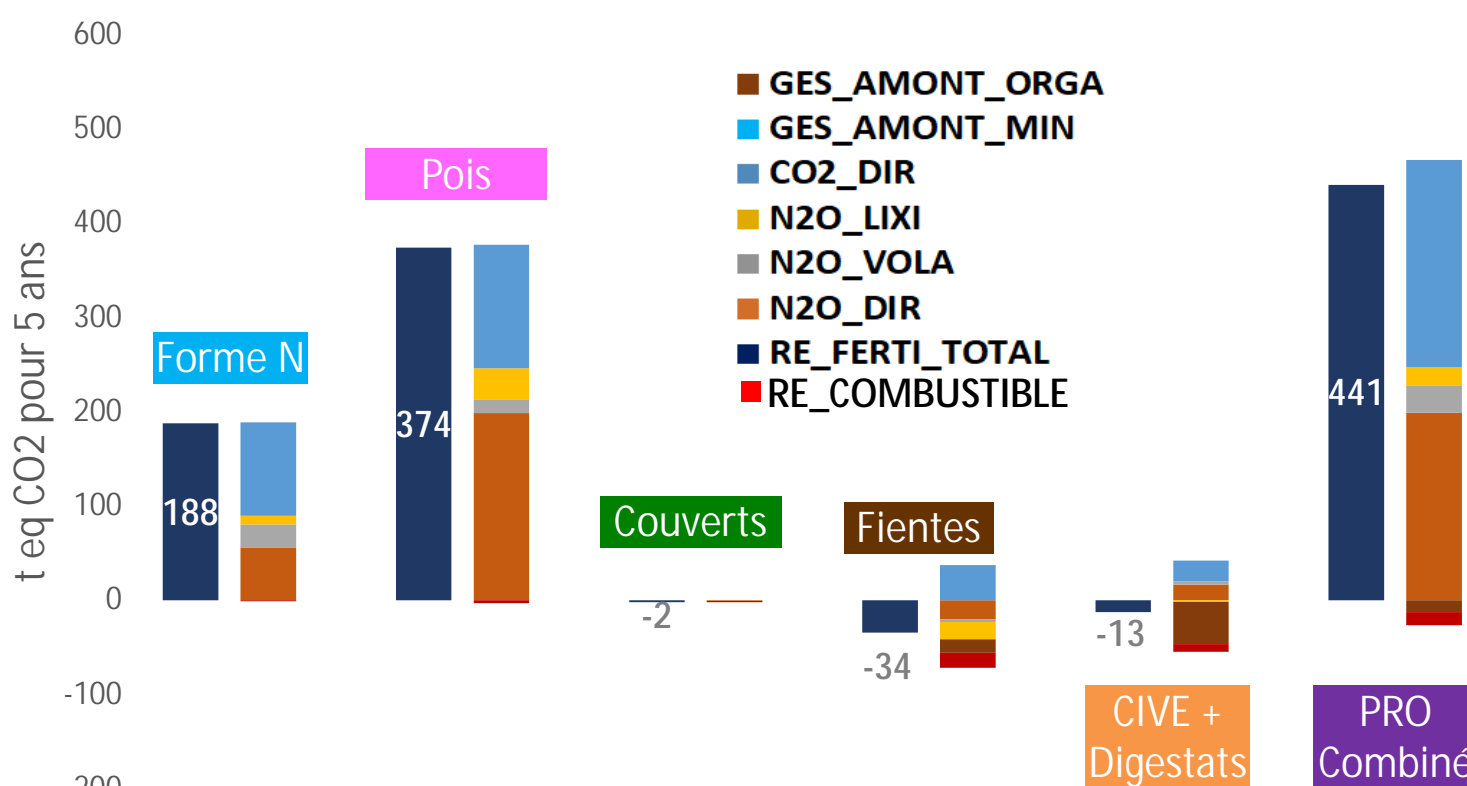
Calculs réalisés avec l'outil CHN-AMG, modèle AMG-V2



### Emissions de GES

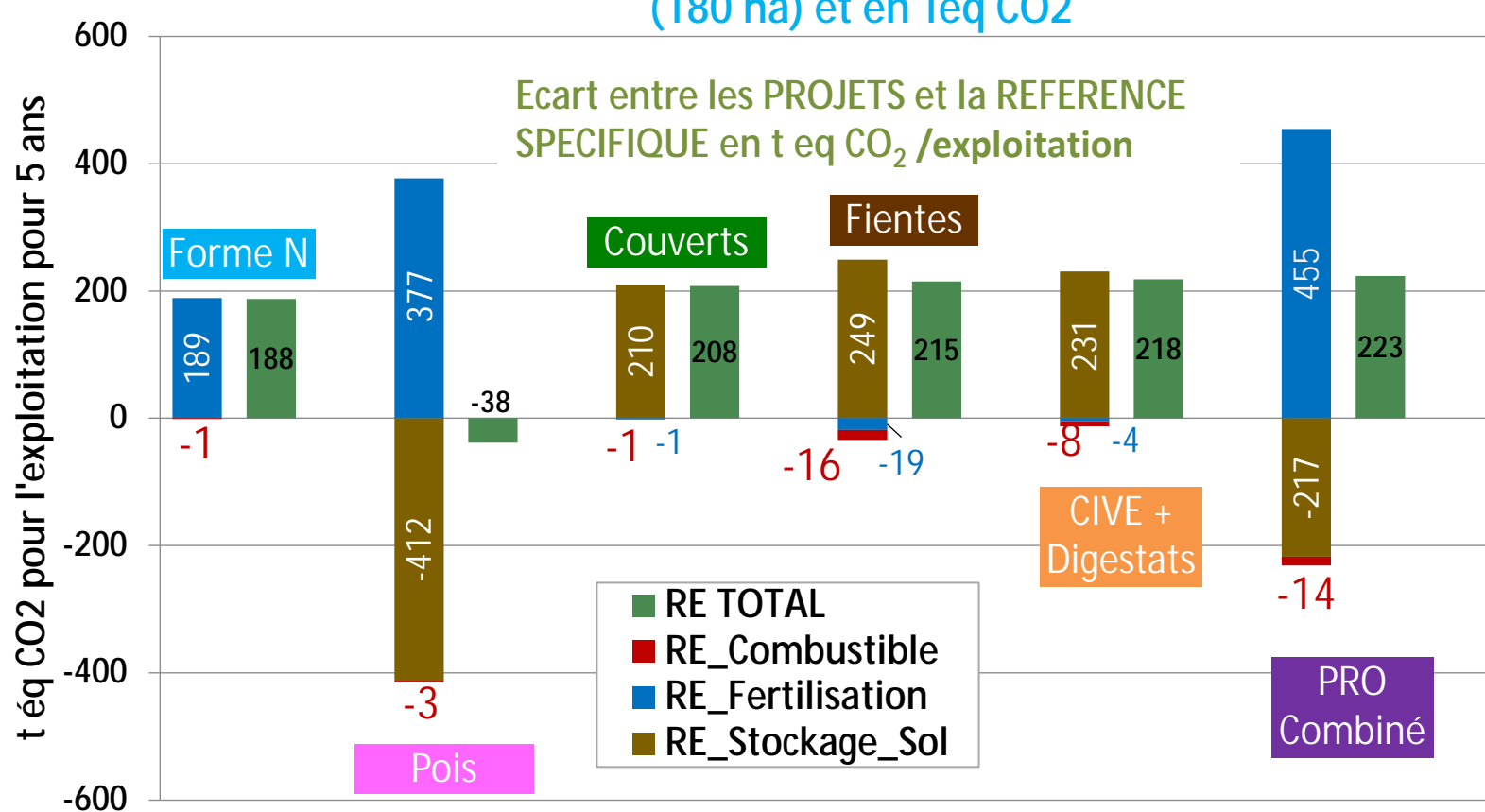


Calculs réalisés avec l'outil CarbonExtract développé par AgroSolutions  
Ecart entre le projet et les REFERENCES en T eq CO2 /exploitation



## GÉNÈRE-T-ON DES CRÉDITS CARBONE SUR LA FERME TYPE BEAUCE ?

### Bilan des réductions sur 5 ans à l'échelle exploitation (180 ha) et en T eq CO2



### Bilan économique



Projets	Nb Crédit C	Nb Crédit C	Ecart de Marge	Coût Equilibre Crédit C
	5 ans /expl	/ha/an	€/ha/an	€/CC
Forme N	188	0.21	-11	51
Pois	-38	-0.04	-76	-
Couverts	208	0.23	-9	40
Fientes	215	0.24	-42	176
CIVE + Digestats	218	0.24	+15	Que du bonus
PRO combiné	223	0.25	-113	454

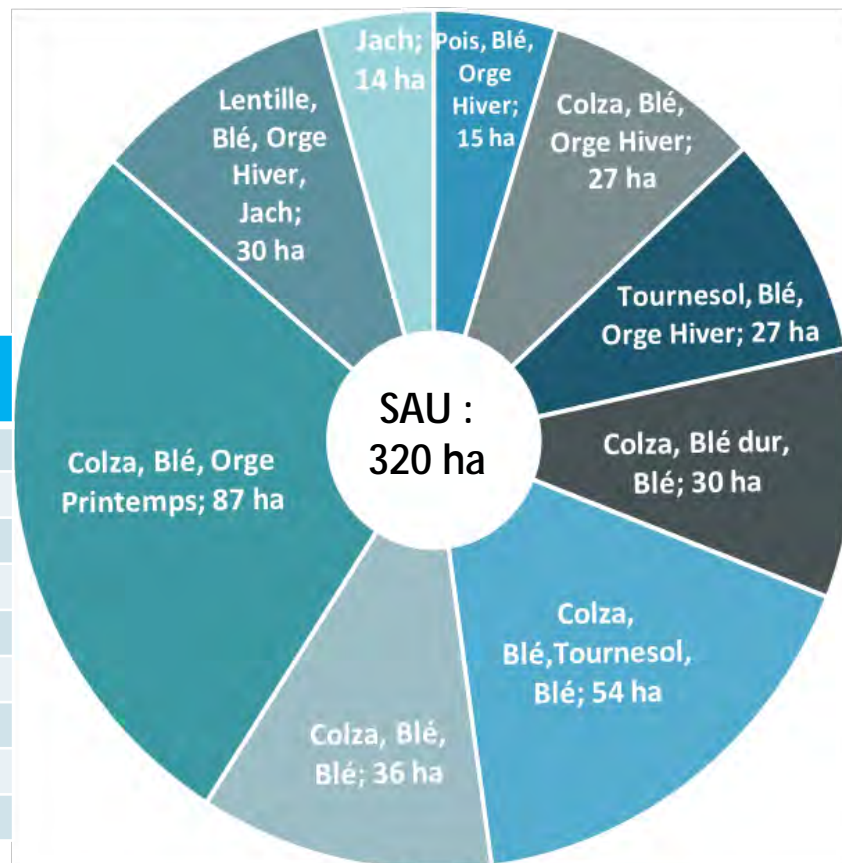
- ⊘ Les bilans Carbone à l'exploitation sont positifs pour les projets 1, 3, 4, 5 et 6 mais nécessitent des changements importants
- ⊘ Forte dépendance des leviers et de leur intérêt à la situation initiale de l'exploitation
- ⊘ Le marché Carbone ne couvre pas les coûts d'équilibre avant rabais pour tous les projets



# Calcul du bilan Carbone Ferme Type Champagne Berrichonne

## Caractéristiques de la ferme type performante

Références Pratiques	
% labour	15
% cultures intermédiaires	10
N total	153 kg N/ha
N minéral	153 kg N/ha
N organique	/



Cultures	Surface (ha)	Rendement (g/ha) (moy 16-20)
Blé Tendre d'Hiver	123	63
Colza d'Hiver	73	29
Orge d'Hiver	33	61
Orge de Printemps	29	62
Tournesol	22	22
Lentille	10	16
Blé dur	10	62
Pois	5	35

Projets
<b>Projet 1 (unitaire) :</b> Diminution de la volatilisation de l'azote : remplacement des apports urée ou solution N par Nexen ou Ammonitrate
<b>Projet 2 (unitaire) :</b> Introduction de pois (sur 2.8% SAU)
<b>Projet 3 (unitaire) :</b> Optimisation des couverts (Intercultures longues avant lentille et tournesol, association colzas-féveroles)
<b>Projet 4 (unitaire) :</b> Fertilisation des colzas avec fientes séchées de poules pondeuses
<b>Projet 5 (unitaire) :</b> Introduction de CIVE (seigle d'hiver) avant tournesol + apport de PRO (digestat brut) sur CIVE
<b>Projet 6 (combiné) :</b> Projet 1 + Projet 2 + Projet 3

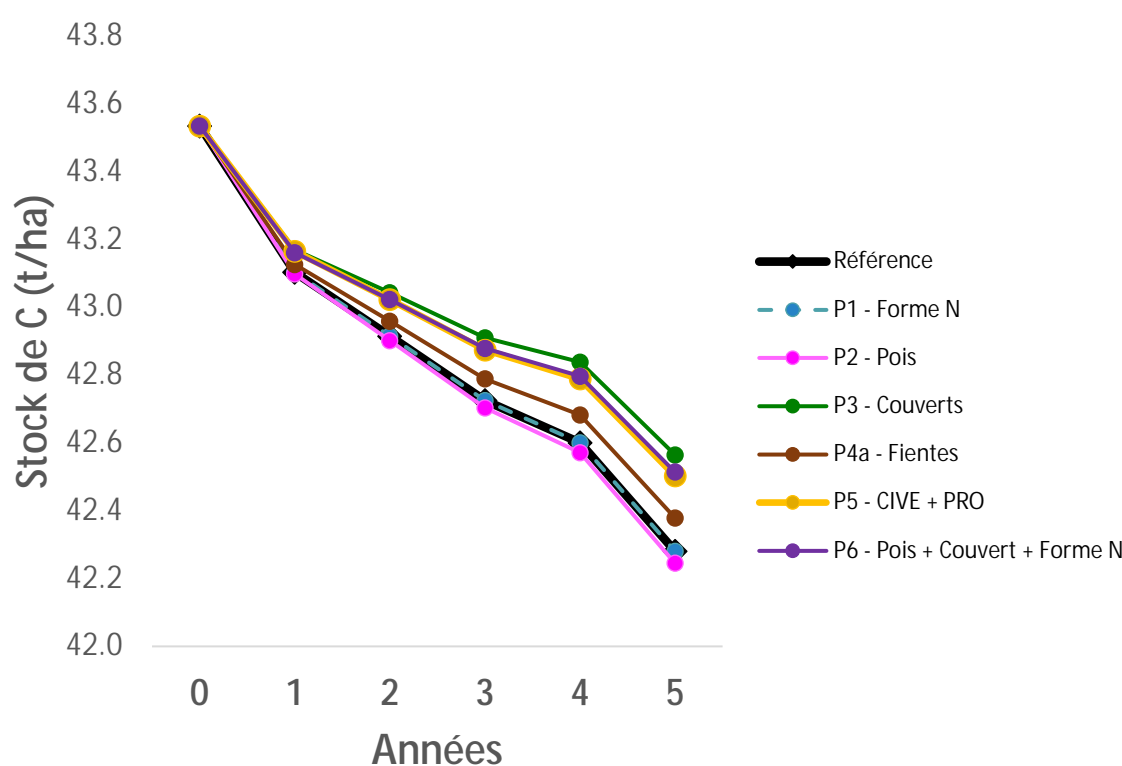
## RESULTATS DES PROJETS

### Stockage de C

Calculs réalisés avec l'outil CHN-AMG, modèle ARVALIS - Institut du végétal

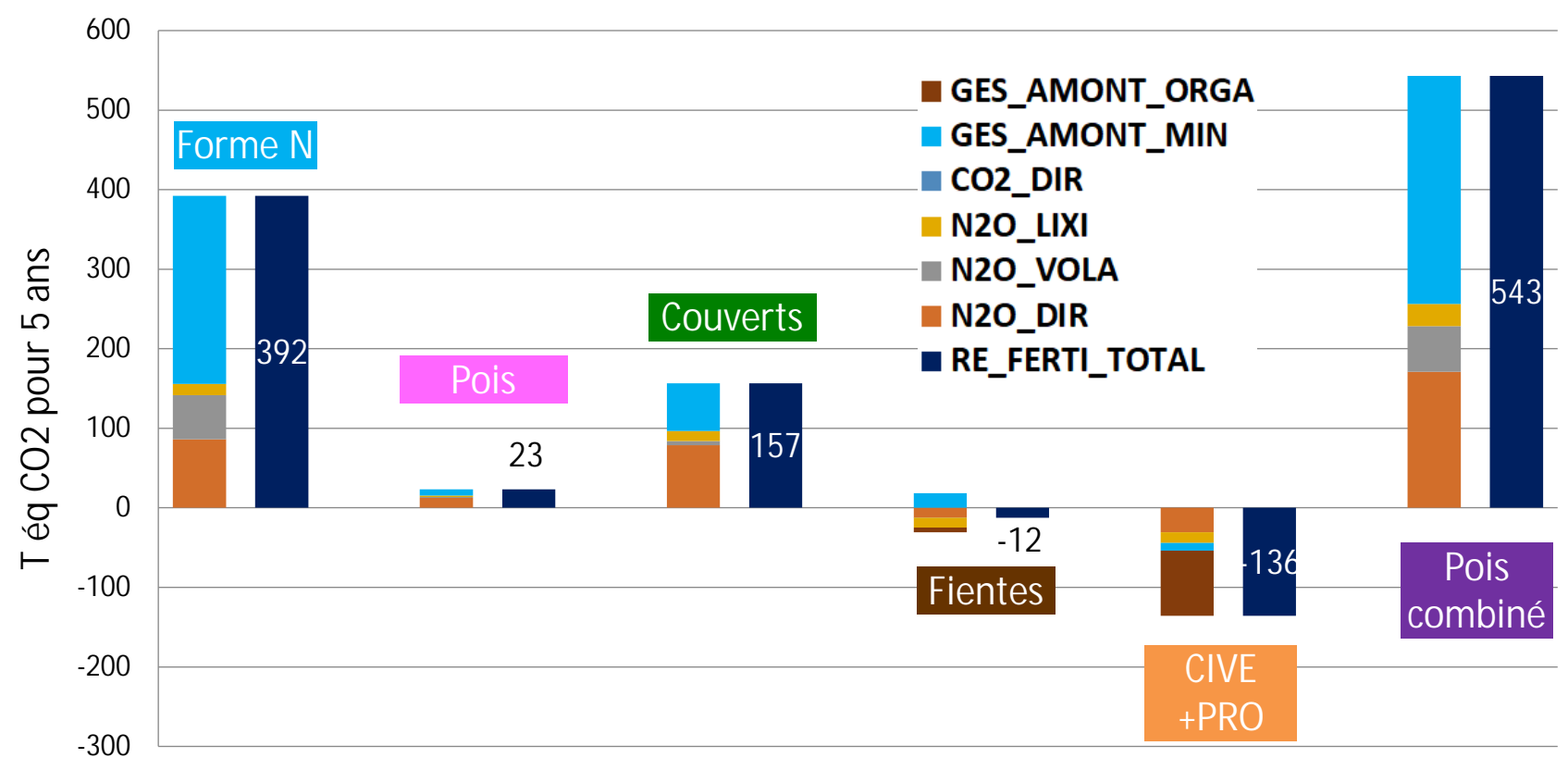


Evolution du stock de Carbone sur les 5 années des projets (en T de C/ha) sur 30 cm



### Emissions de GES

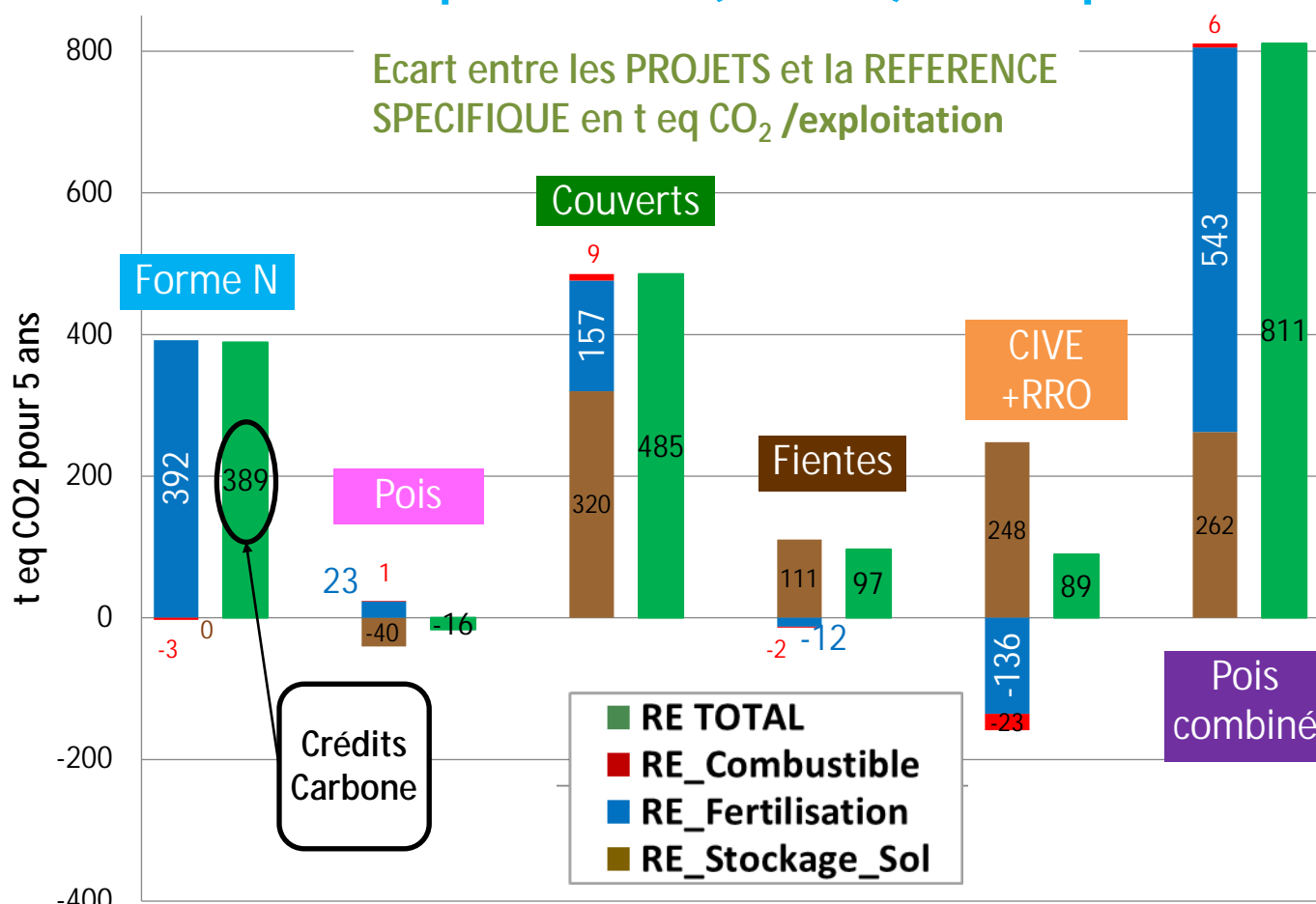
Calculs réalisés avec l'outil CarbonExtract développé par AgroSolutions  
Ecart entre le projet et les REFERENCES en T eq CO<sub>2</sub> / exploitation



## GÈNÈRE-T-ON DES CRÉDITS CARBONE SUR LA FERME TYPE CHAMPAGNE BERRICHONNE ?

### Bilan des réductions sur 5 ans à l'échelle exploitation (320 ha) en Teq CO<sub>2</sub>

Ecart entre les PROJETS et la REFERENCE SPECIFIQUE en t eq CO<sub>2</sub> / exploitation



### Bilan économique



Projets	Nb Crédit C	Nb Crédit C	Ecart de Marge	Coût équilibre
	/5 ans /expl	/ha/an	€/ha/an	€/CC
Forme N	389	0.243	-26	108
Pois	-16	-0.01	1	-
Couverts	485	0.3	1	Que du bonus
Fientes	97	0.06	-36	592
CIVE	89	0.06	-37	662
Pois combiné	811	0.51	-22	44

⊘ Les bilans Carbone à l'exploitation sont positifs pour les projets 1, 3, 4, 5 et 6 mais nécessitent des changements de pratiques importants  
⊘ Le marché du carbone actuel ne peut couvrir les coûts d'équilibre même avant rabais pour les projets mis en œuvre



# Prix élevés des engrais azotés : dois-je ajuster mes doses d'apports ?

## Cas du BLÉ TENDRE

Prix actuels des engrais azotés élevés

Nécessité d'intégrer prix des engrais et prix de vente des cultures dans le raisonnement de la fertilisation azotée.  
à Approche par la notion d'optimum technique « rendement »

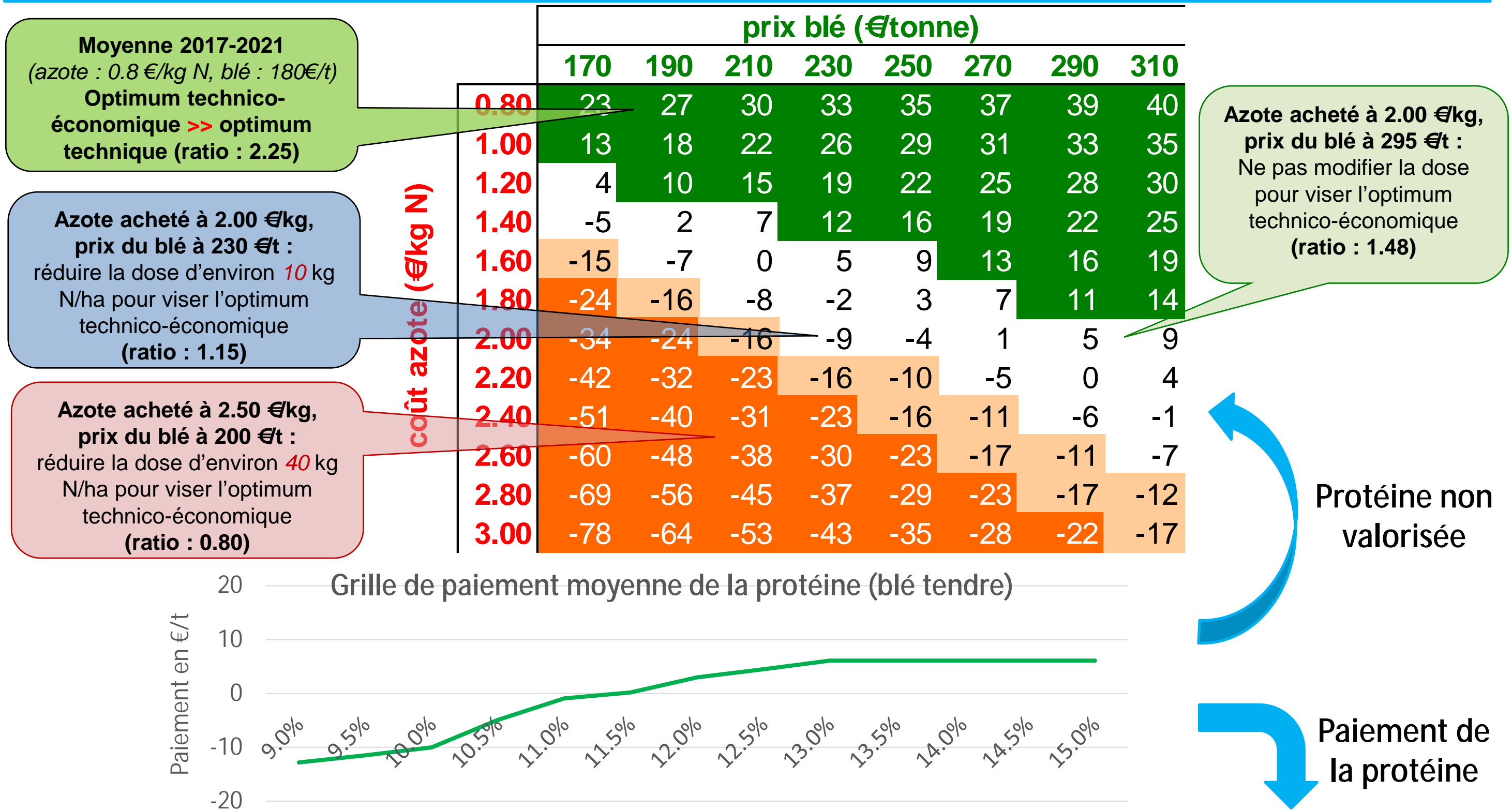
Comment retrouver ma dose à l'optimum technique « rendement » à partir de ma dose prévisionnelle ?

La dose d'azote prévisionnelle X est calculée en intégrant un objectif de qualité à travers le bq :

Dose à l'optimum technique « rendement » = dose X - besoin complémentaire protéines (bc x objectif de rdt)

Par exemple, si la dose X est de 200 kgN/ha, pour un besoin complémentaire bc de 0.2 kgN/q et un objectif de rendement de 80 q/ha alors la dose à l'optimum technique serait de 184 kg N/ha (soit 200 - 0.2 x 80).

Ecart de dose (en kg/ha) entre optimum technique et optimum technico-économique en fonction du prix du blé tendre et du prix de l'azote sans paiement de la protéine



Ecart de dose (en kg/ha) entre optimum technique et optimum technico-économique en fonction du prix du blé tendre et du prix de l'azote avec une grille de paiement moyenne de la protéine



# L'engagement dans un projet bas carbone

Département: La Marne  
Surface projet : 316 Ha  
Filière : Grandes cultures



Orge



Betterave à sucre



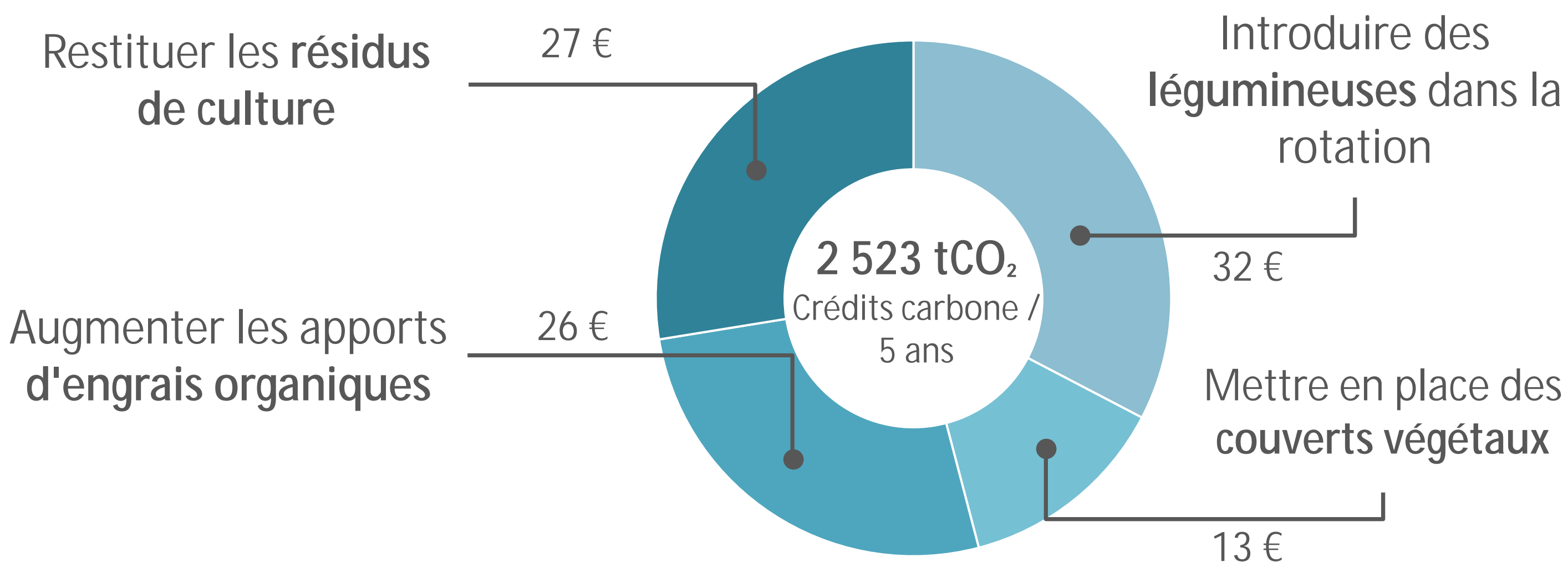
Blé



Colza

## Leviers principaux mis en place

### Coût des leviers (€/ha/an)



## Co-bénéfices



Biodiversité

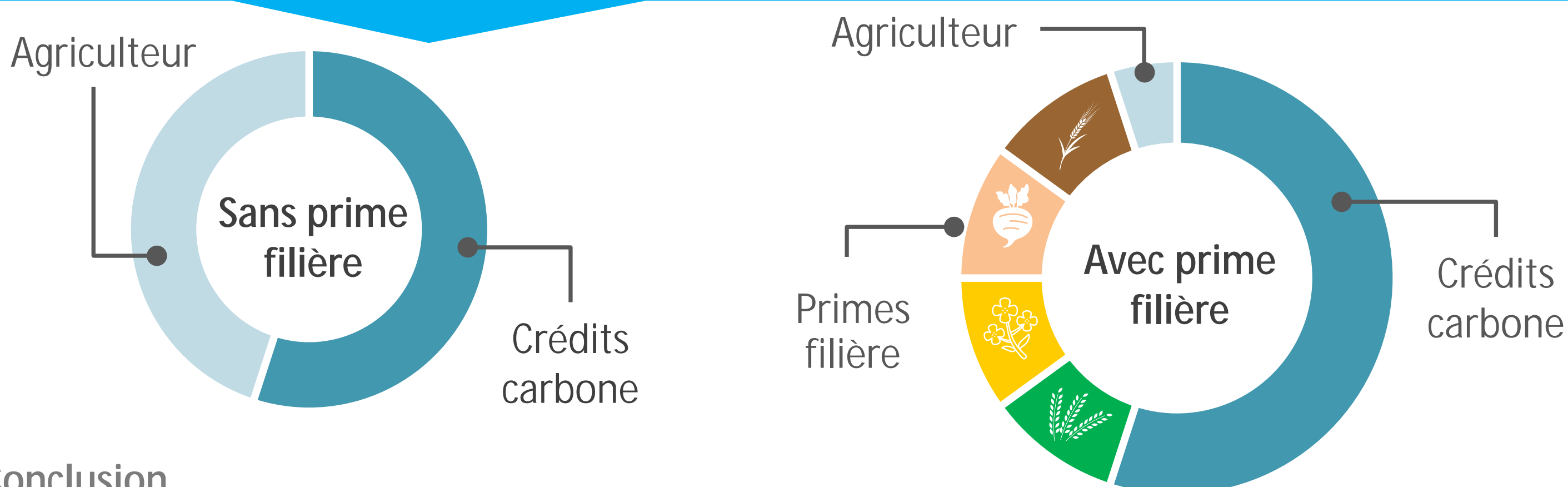


Qualité des sols



Qualité air et eau

## Financement du projet (sur la base d'un prix de 45 € le crédit carbone)



### Conclusion

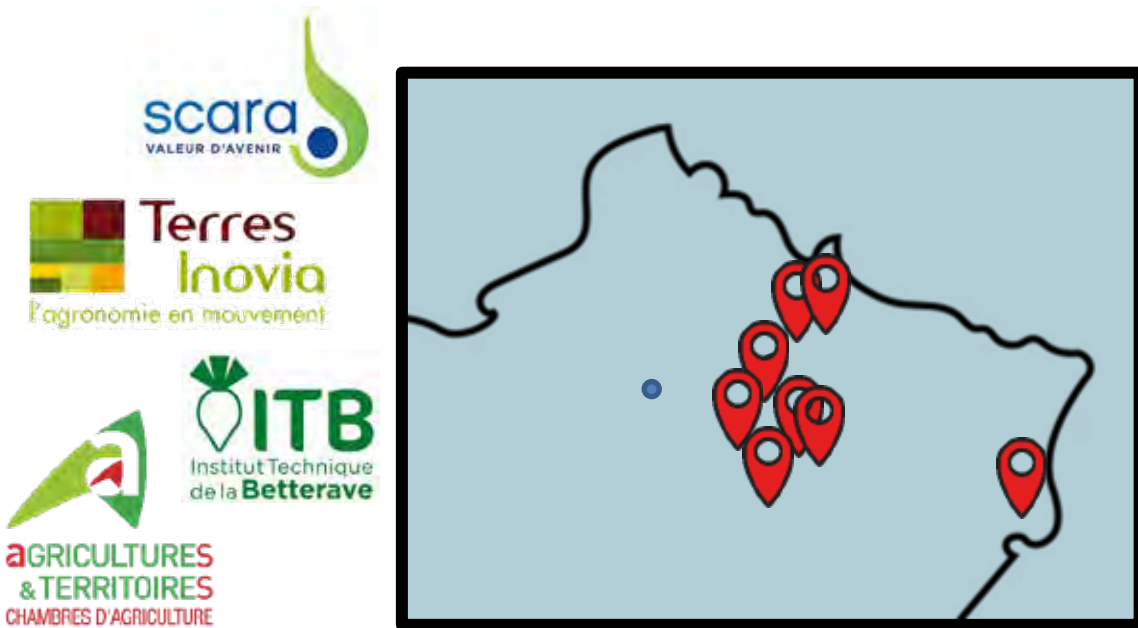
Le coût de certains projets ne peut être que partiellement couvert par la vente de crédits carbone. Dans ce cas-là et sous réserve d'une meilleure valorisation des produits issus de matières premières « bas carbone », l'apport d'une prime filière est de nature à faciliter la transition agroécologique des exploitations agricoles.

# Comment les ITA accompagnent-ils la transition bas carbone?

La transition bas carbone est un enjeu majeur auquel seront confrontés nos systèmes dans les années à venir et une clé essentielle d'atténuation et d'adaptation au changement climatique.

Afin d'accompagner au mieux les agriculteurs dans cette transition, les instituts techniques agricoles français misent sur la coopération technique (actions inter-ITA, projets régionaux, projets Européens) pour travailler de concert avec de nombreux spécialistes français et européens et ainsi trouver des solutions durables et économiquement viables.

## Ø Le projet Européen ClieNFarms (2021-2025)



Porteur de projet : **INRAE**

Nombre de partenaires : 33

Nombre de pays européens impliqués : 13

**Objectif général:** Développer et diffuser des solutions pour atteindre la neutralité climatique et la durabilité face au changement climatique.

**Objectifs des ITA:**

- Û Faire connaître la méthode Label Bas Carbone Grandes Cultures® au niveau Européen et la confronter à d'autres méthodes de calcul.
- Û Identifier les leviers prépondérants permettant de stocker efficacement le carbone et réduire les émissions de gaz à effet de serre grâce au suivi d'exploitations agricoles.
- Û Organiser 40 journées techniques sur la thématique Carbone pour diffuser les solutions les plus performantes.

## Ø Le PPDAR - Atténuation du changement climatique (2022-2027)

Action transversale entre les instituts animaux, végétaux et arboricoles dont les objectifs sont de partager nos travaux sur :

- l'évaluation et l'accompagnement de la **mise en œuvre de leviers** améliorant les **bilans Carbone**;
- l'**amélioration des méthodes et outils** en concertation et au **bénéfice des agriculteurs** : interopérabilité, fiabilité des méthodes de quantification et d'évaluation.



## Ø Les projets Européen ClimateFarmDemo (2022-2029) et ClimateSmartAdvisors (2023-2030)

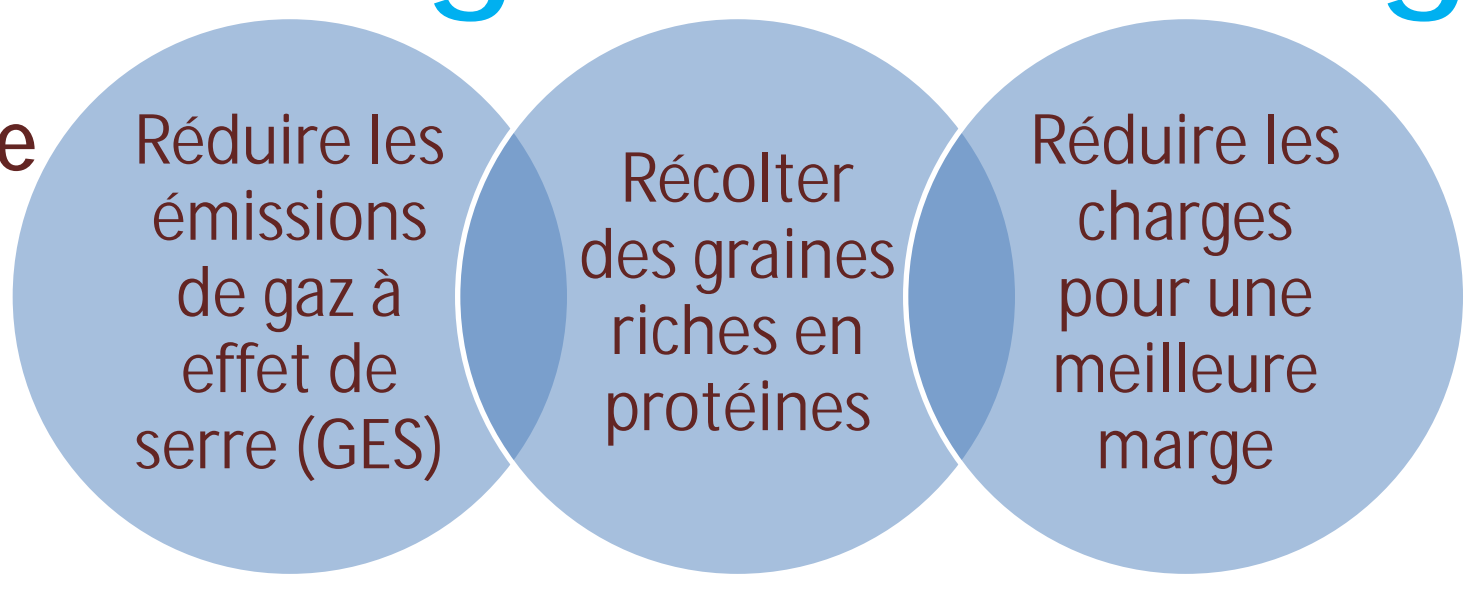


En s'engageant dans ces 2 nouveaux projets Européens sur la thématique Carbone, coordonnés respectivement par l'IDELE et l'ILVO (Belgique), les instituts techniques agricoles ont la volonté de monter en compétence sur la thématique carbone afin de toujours mieux accompagner la transition bas carbone des agriculteurs français.

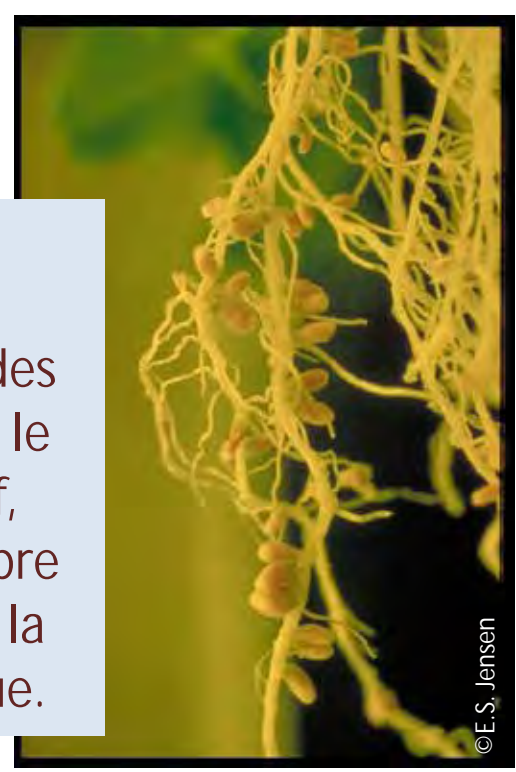
Le budget alloué permettra de financer de nombreuses journées techniques, restez connectés!

# Une amélioration assurée du bilan carbone des exploitations en augmentant la part des légumineuses à graines

**+15 à 20% de LAG pour un triple bénéfice**



**A l'origine ?**  
= le service de fourniture d'azote des légumineuses pour le système productif, combiné à leur propre autonomie grâce à la fixation symbiotique.



Terres Inovia quantifie la réduction des émissions nettes lors d'un projet d'augmentation du pois, de la féverole ou du soja, de 15 à 20 % des surfaces de l'exploitation, en incluant, ou pas, un blé supplémentaire en culture suivante.

## Sur la base de cas représentatifs\*

\* de la réalité moyenne des 6 territoires pédo-climatiques  
Dans le cas de la région du **Grand Est** les réductions obtenues avec huit cas-types de systèmes de culture sont résumées en Figures 1&2.

## 15% émissions GES évitées

Par exemple le projet dans le ferme-type Barrois apporte des réductions nettes de 69,7teqCO<sub>2</sub>/an uniquement liées à l'insertion de culture de pois dans la rotation initiale Colza-Blé-Blé-Orge, soit **0,4teqCO<sub>2</sub>/ha/an** et (0,5teqCO<sub>2</sub>/ha/an avec insertion supplémentaire de 2 couverts, rabais inclus).

## Chiffres confortés par ailleurs

- Grand Ouest : 0,6 teqCO<sub>2</sub>/ha/an avec pois ou soja (AgroSolutions);
- Occitanie : 0,7teqCO<sub>2</sub>/ha/an avec soja (Arvalis).

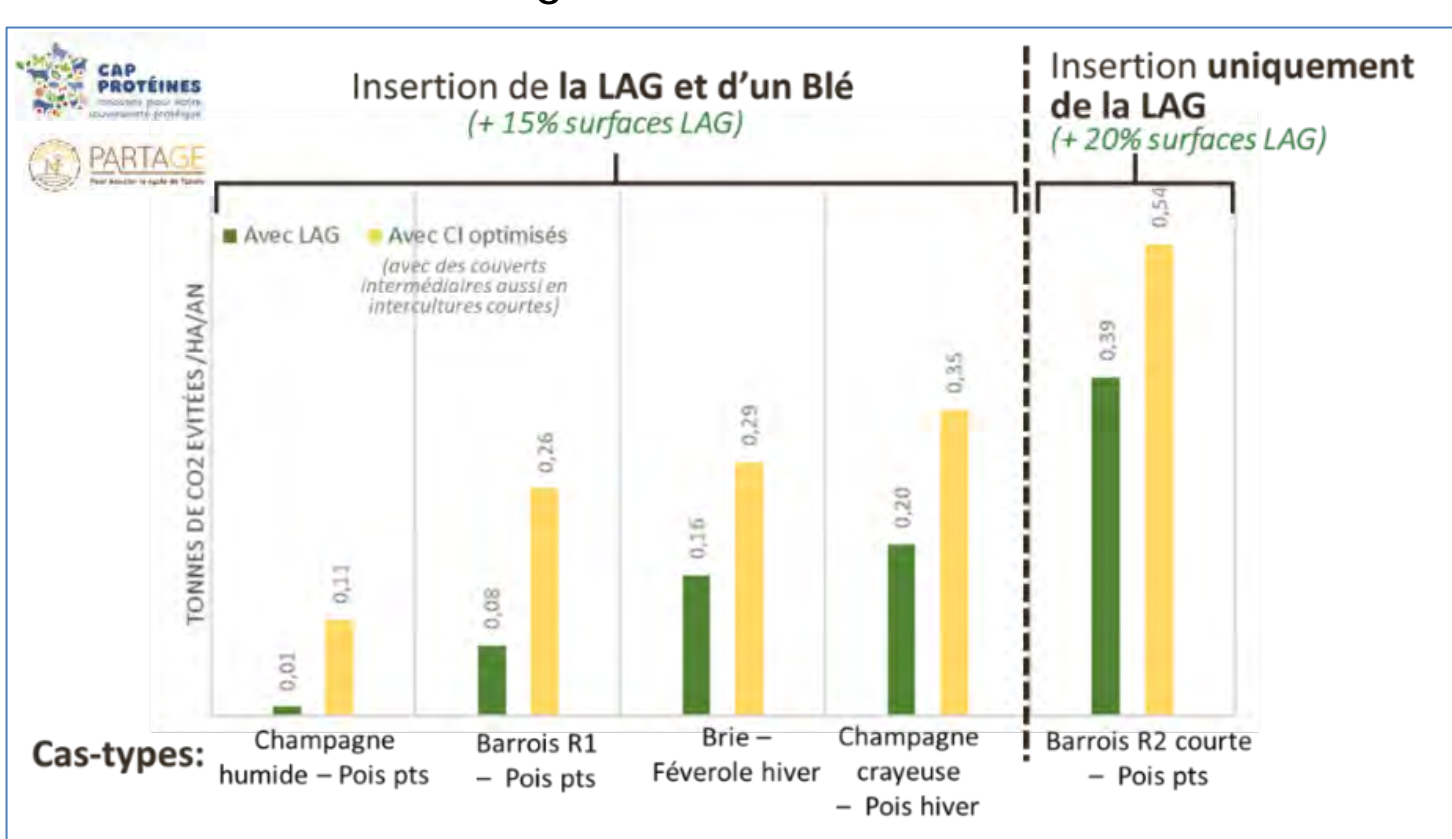


Figure 2 : Bilans nets (après rabais donc directement valorisables en crédit carbone) des réductions d'émissions permises par le levier « insertion de légumineuses à graines (LAG) » possiblement combiné avec « optimisation des couverts d'interculture » selon la méthode Label bas carbone- Grandes cultures dans plusieurs cas représentatifs du Grand Est. (M. Campoverde et al., Terres Inovia 2022).

## Une contribution est significative

dans le contexte des grandes : des cas d'agriculteurs du Grand Est = une moyenne à **0,7teqCO<sub>2</sub>** évitées par hectare et par an (CarbonThink).

**Modulation:** réduction supplémentaire de 10 à 20 % dans le cas où l'agriculteur obtient un meilleur rendement de la légumineuse ou alors valorise les effets sur le blé suivant (-N ou/et + Rdt)

**Assiette significative :** fort potentiel car actuellement il n'y a que 7 % des successions dominantes actuelles qui comprennent des LAG.

**Co-bénéfices :** qualité de l'air, maintien de la biodiversité, etc. : des arguments pour négocier à la hausse le prix de vente des crédits-carbone.

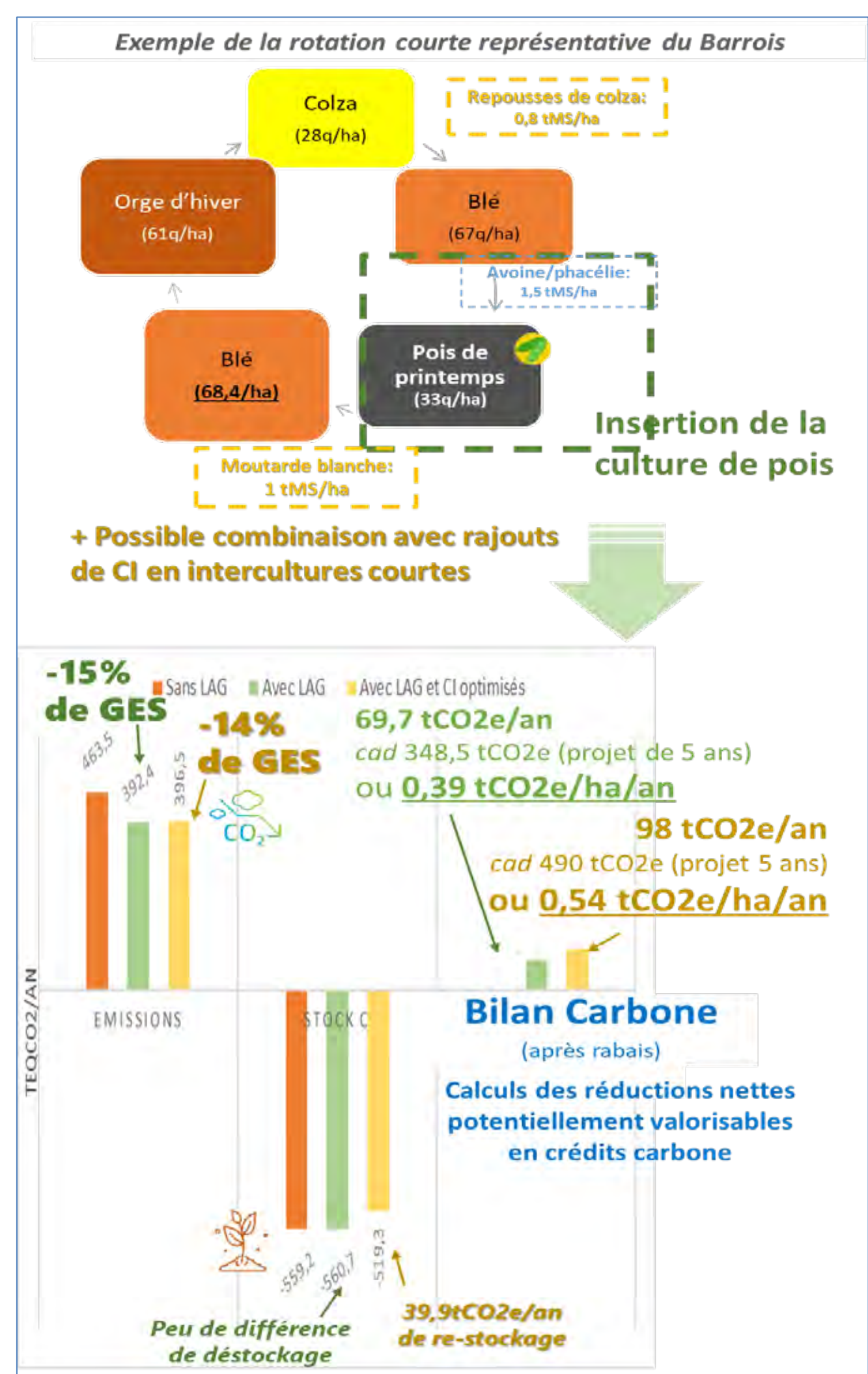
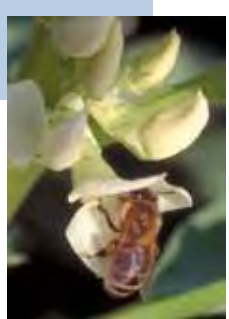


Figure 1 : Un exemple de projet d'évolution du système avec LAG.



# Trouvez le couvert végétal « idéal »

## 1. Culture suivante et rotation culturale

Sources :  
**ARVALIS, ITB,  
Terres Inovia,  
UNILET**

		Moutardes bl. ou br. nématocides	Radis fourrager nématocide	Autres radis	Colza	Autres crucifères	Phacélie	Lin	Tournesol	Niger	Sarrasin	Seigle, Triticale, Alpiste	Avoine cultivée, Avoine rude	Sorgho, Moha	Ray grass d'Italie	Féverole, Lupin	Pois	Fenugrec, TA, TI, Vesces R-Aphano	Autres vesces, Lentille, Gesse	Lotier, Sainfoin, TB et TV R-Aphano	Luzerne, Autres TB et TV	
Culture suivante :	<b>Blé sur blé</b>	PE	PE	PE	PE	PE									DN	N	N	N	N	N	N	N
Culture suivante :	<b>Autres céréales d'hiver</b>														DN	N	N	N	N	N	N	N
Culture suivante :	<b>Orge de printemps</b>											t	t	t	tDN	N	N	N	N	NC	NC	
Culture suivante :	<b>Maïs</b>	t	t	t	t	t					D				DNH	N	N	N	N	NC	NC	
Culture suivante :	<b>Betteraves (nématode à kistes)</b>	B	B	B	B	B					D				NH	NR	N	N	N	C	C	
Culture suivante :	<b>Pommes de terre</b>										D				NH	N	N	N	N			
<b>Dans la rotation :</b>	<b>Pois, Haricot, Lentille</b>										D						A		A		A	
Culture suivante :	<b>Pois de conserve, Haricot</b>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	D				H	S	SA	S	SA	CS	CSA	
Culture suivante :	<b>Pois protéagineux, Lentille</b>										D				H		A		A	C	CA	
Culture suivante :	<b>Féverole, Lupin</b>										D				H					C	C	
Culture suivante :	<b>Tournesol</b>				V			V			D				NH	N	N	N	N			
<b>Dans la rotation :</b>	<b>Lin</b>				V			V														
Culture suivante :	<b>Lin fibre ou oléagineux</b>				V			V			D	L	L		LNH	N	N	N	N	C	C	
<b>Dans la rotation :</b>	<b>Colza (présence hernie)</b>																					
<b>Dans la rotation :</b>	<b>Colza (sans hernie)</b>																					

	Effet bénéfique du couvert
	Effet plutôt bénéfique du couvert
	Pas d'effet connu du couvert
	Légers risques générés par le couvert
	Risques générés par le couvert
	Couvert déconseillé

R-Aphano : résistant à l'Aphanomyces  
S-Aphano : sensible à l'Aphanomyces

TA : Trèfle d'Alexandrie TB : Trèfle blanc  
TI : Trèfle incarnat TV : Trèfle violet

## 2. Périodes de semis et de destruction

Couvert estival et gélif

Couvert hivernant

Association longue durée

Plantes compagnes

Couvert permanent

## 3. Techniques de semis et de destruction



## 4. Services recherchés

Couvrir facilement le sol

Récolter en fourrage

Jouer sur la prophylaxie

Entretenir la biodiversité

Protéger les sols

Accroître la fertilité chimique



**Choix des Couverts**  
La choix des couverts n'est pas toujours été au vu du nombre d'espèces et des membres critiques qui peuvent être pris en compte. Cet outil vous guide pour choisir le ou les couverts qui conviennent le mieux à votre situation.

Code postal\* : 02100

Station météo associée : SAINT QUENTIN - 15km

Période de semis du couvert\* : Du 25.08 au 09.09

Culture suivante\* : Potager de terre

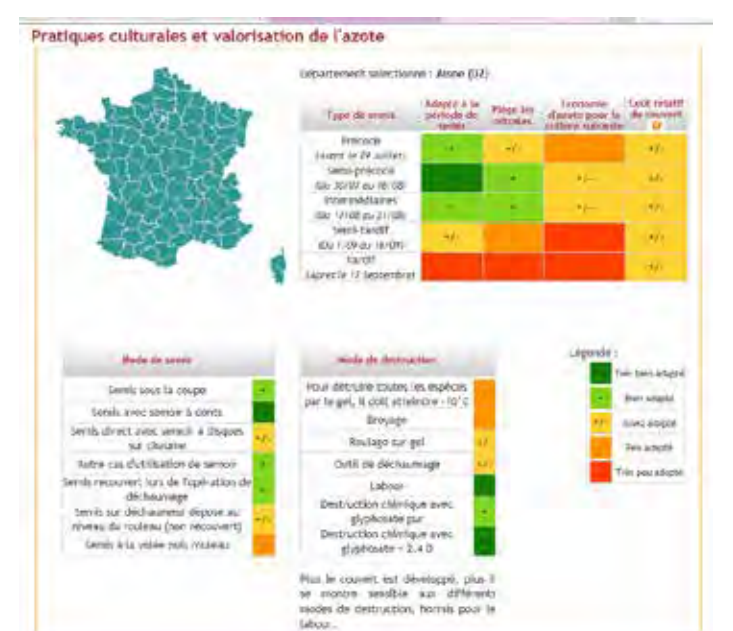
Cultures de la rotation\* :  Céréales à paille ou maïs  Céréales de printemps

A découvrir sur:

[www.choix-des-couverts.arvalis-infos.fr](http://www.choix-des-couverts.arvalis-infos.fr)

**Choix des couverts**

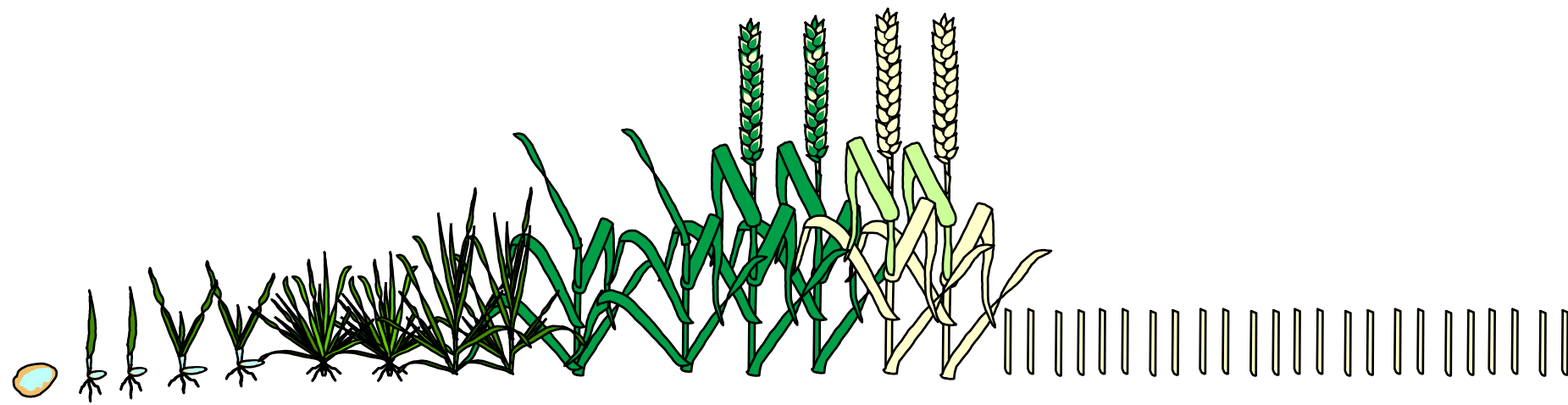
En quelques clics, faites votre choix parmi plus de 200 espèces pures ou associations !





# Des stratégies de semis diversifiées

## De nombreuses techniques et dates de semis



Semis avec ou dans la jeune culture



Semis à la volée avant récolte



Semis direct après moisson



Semis retardé



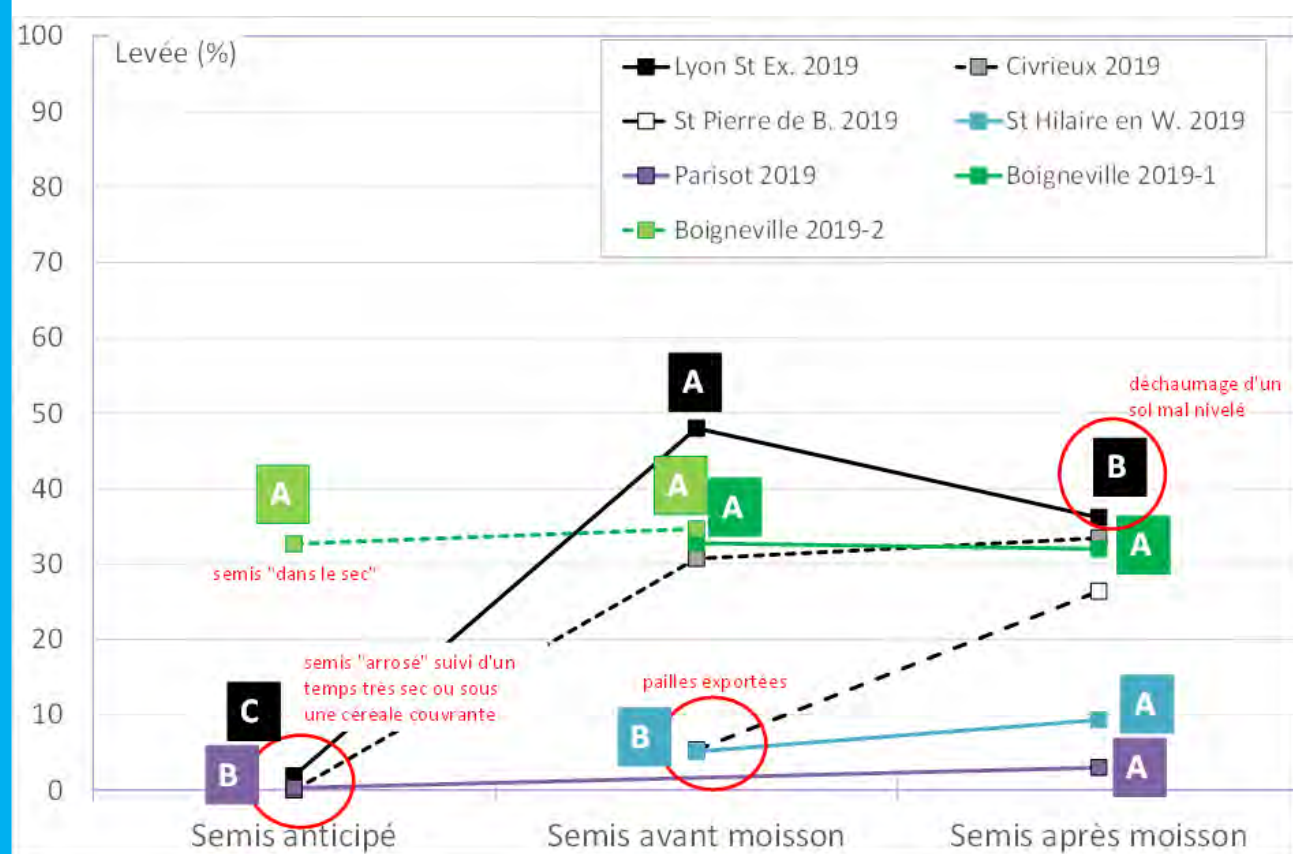
+ Humidité du sol, Semis anticipé  
- Désherbage, Accès à la lumière

+ Humidité du sol, Semis précoce  
- Gestion du semis, Grenaison

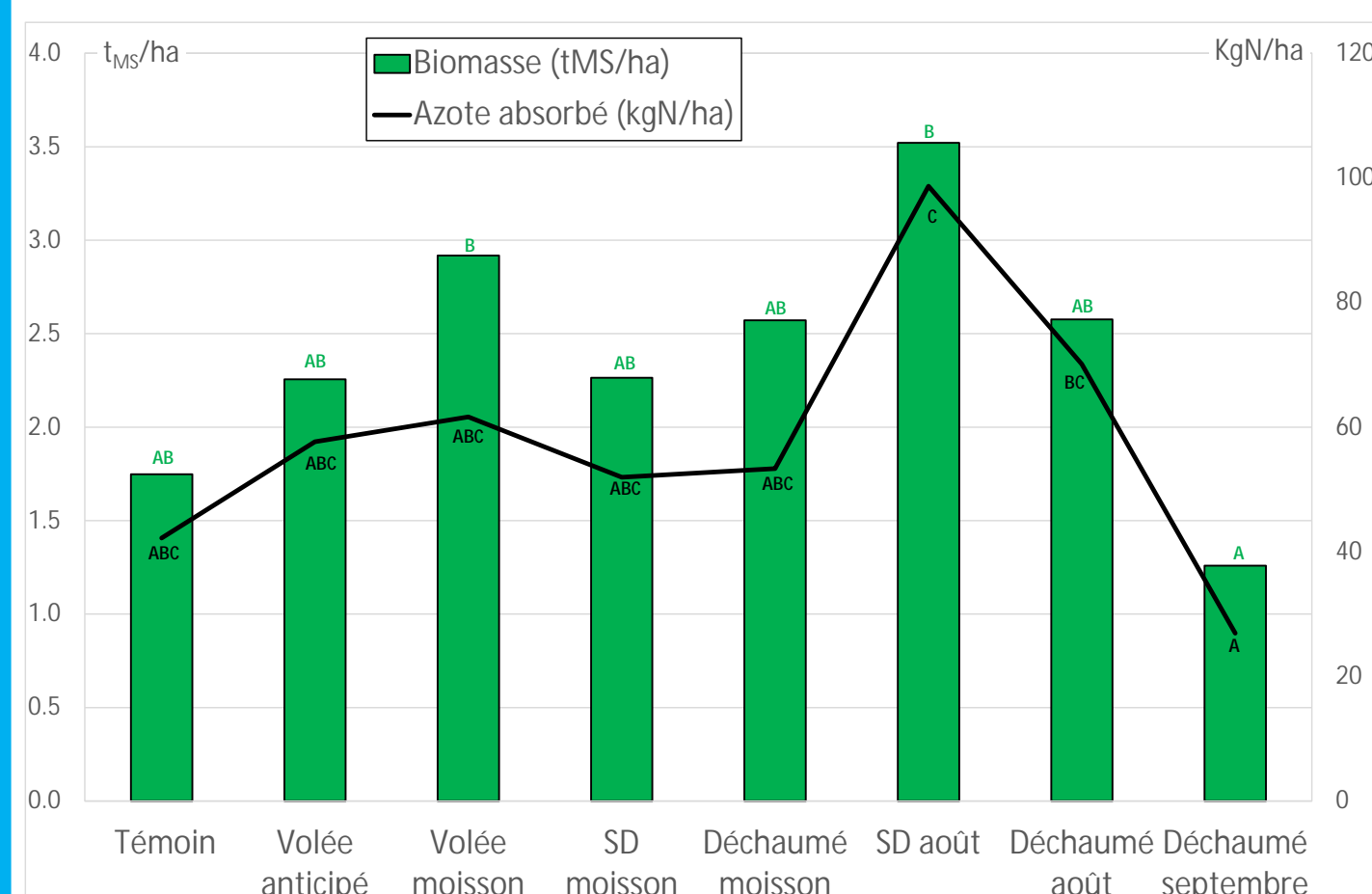
+ Humidité du sol, Semis précoce  
- Gestion des pailles, Grenaison

+ Semis facilité, Levée après les étés secs  
- Semis tardif, Humidité du sol

## Semis à la volée avant récolte



- Des levées proches de celles obtenues après moisson, avec des espèces adaptées (crucifères, lin, sarrasin, phacélie, sorgho, moha, niger, trèfles)
- Contexte hydrique important : ne pas exporter les pailles, risque augmenté de dessèchement des plantules en semis anticipé avant récolte



## Semis après récolte

**Semis direct avec semoir à disques :**  
Semis rapide après moisson  
Contact sol-graines parfois limité



**Semis direct avec semoir à dents fines :**  
Semis rapide après moisson  
Contact sol-graines amélioré / disques



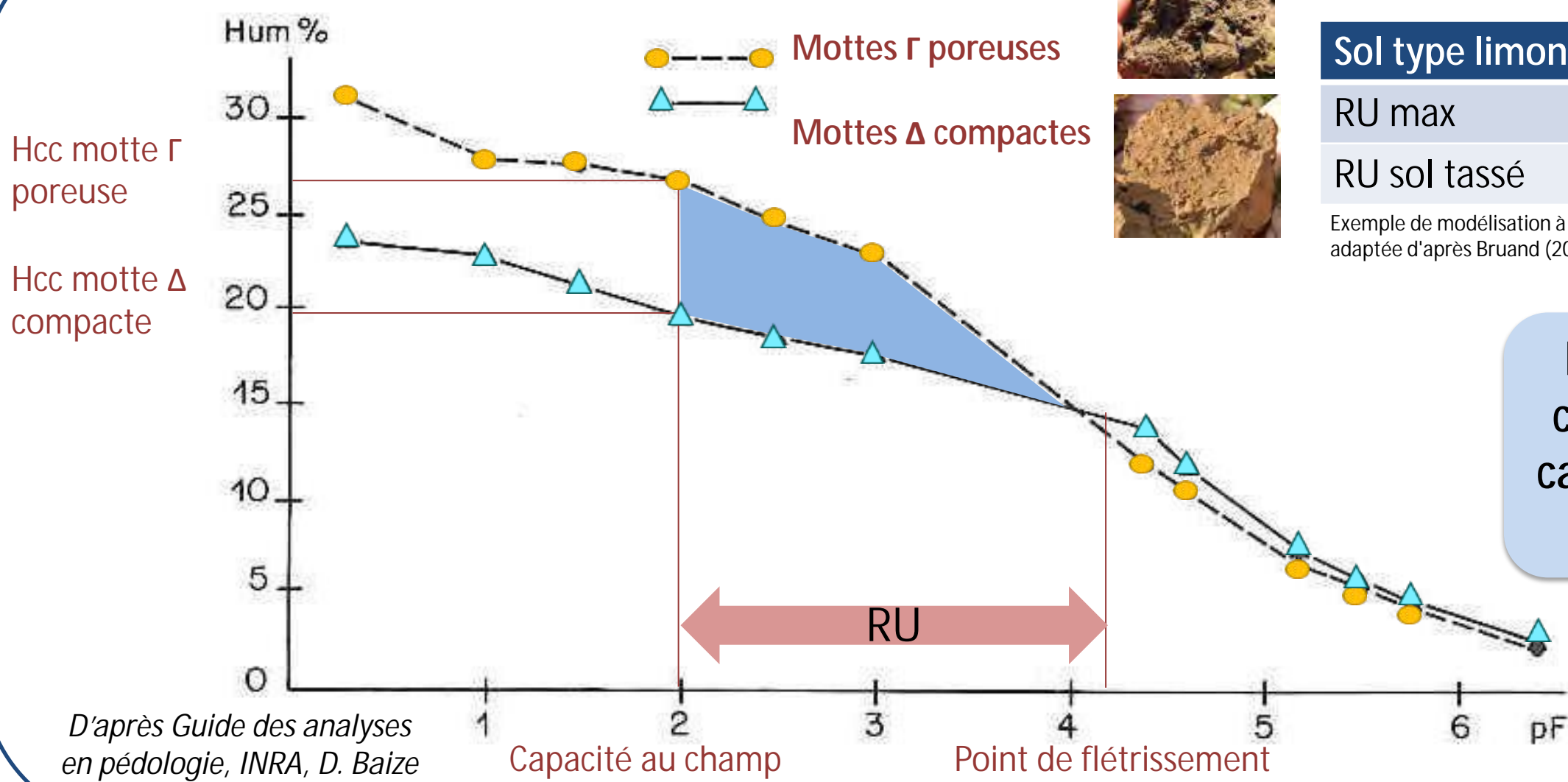
**Semoir traditionnel sur sol déchaumé :**  
Polyvalence mais semis coûteux



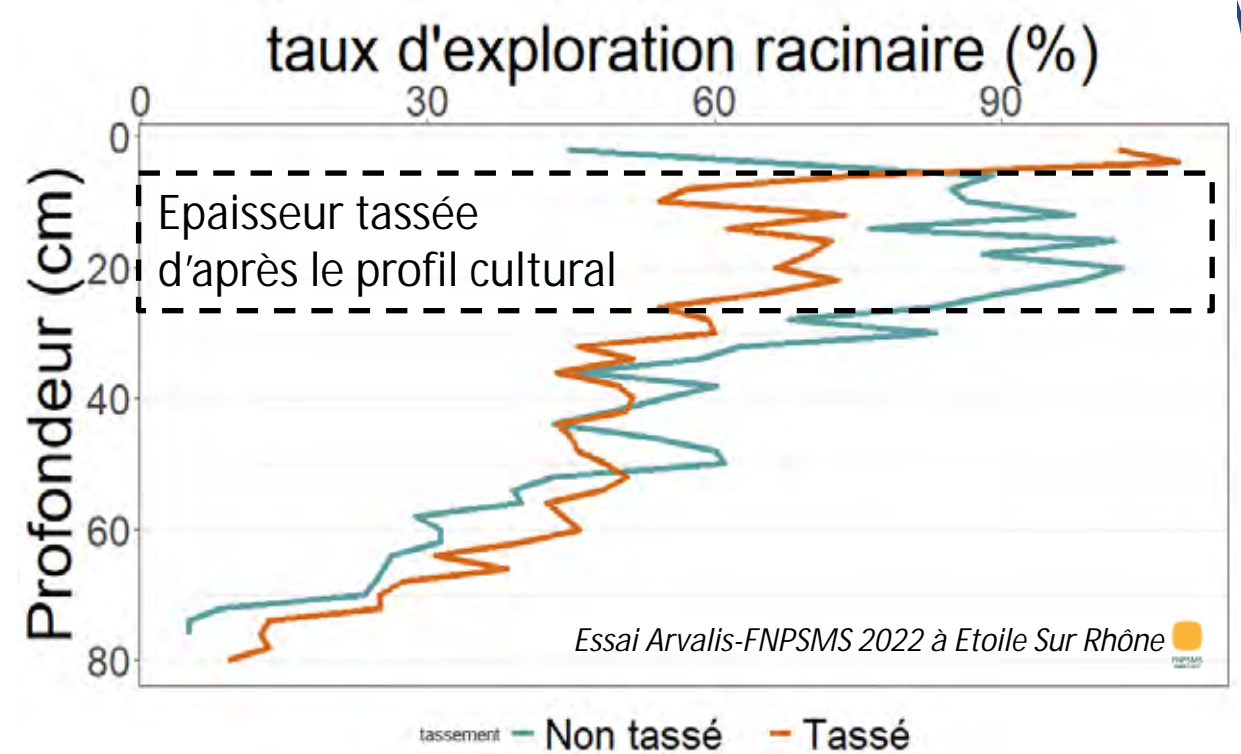
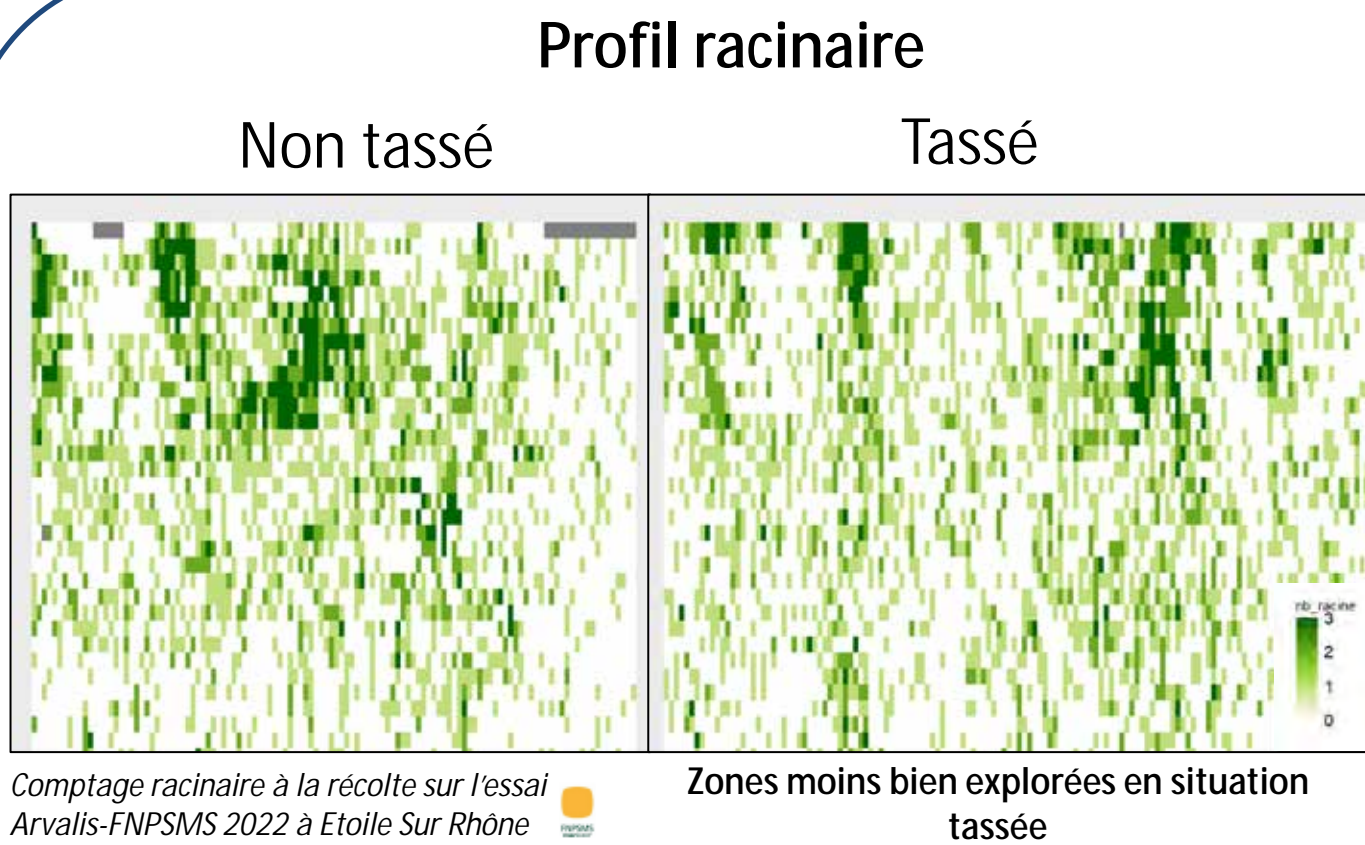
**Semis à la volée sur sol déchaumé :**  
Bon résultats en cas de pluies  
Privilégier le recouvrement des semences (sauf petites graines type trèfle) et le rappui du sol



## Sur le réservoir utile



## Sur l'enracinement



Le tassement freine l'enracinement : moindre volume exploré, profondeur maximale d'enracinement limitée (maïs) ou atteinte plus tardivement (blé)

## Sur la production

Culture	Pertes de rendement indicatives
Blé	Limitées, sauf excès d'eau ou sécheresse
Maïs	Eviter en priorité une rupture de densité entre deux horizons
- Ensilage	30 à 35%
- Grain&Semence	15 à 25%
Luzerne	10 % à 30% sous les roues; 1 à 3% à l'échelle de la parcelle (selon la taille du matériel)
Pomme de Terre	30 % sous les passages de roues 5 à 15% à l'échelle de la parcelle



Plus le cycle de la culture est court, plus l'impact du tassement est important

Blé, maïs grain, maïs semence: Essais Arvalis à Boigneville (91), La Jaillière (44) et Montesquieu Lauragais (31). Maïs semence : essais Arvalis-FNPSMS à Etoile sur Rhône. Pomme de Terre: essai Sol-D'Phy. Luzerne: Beaudoin et Thiébaud, 2007; INRAE – Fourrages.

**Mais aussi :**

Surconsommation de carburant, moindre efficacité des engrais, émissions de gaz à effet de serre, moindre infiltration donc risque d'inondations et de ruissellement, etc.

## Faut-il restructurer ? Avec quel outil ?

1 Diagnostiquer pour décider d'une intervention

Test bêche



Profil cultural



2 Raisonner en fonction de la culture suivante

		Culture à venir	
		Sensible (maïs, orge de printemps, pois)	Peu sensible (blé)
Tassement	Modéré ou en cours de restructuration	OUI	NON
	Sévère	OUI	Sol hydromorphe : OUI Sol sain : NON

3 Choisir l'outil en fonction de la profondeur de l'accident

Profondeur de tassement	Surface "nivelée"	Surface "défoncée"
0 - 10 cm	Travail superficiel : <i>chisels et cultivateurs</i>	Travail superficiel ou labour : <i>chisels et cultivateurs, charrue</i>
10 - 20 cm	Travail profond, pseudo-labour ou labour : <i>chisels, cultivateurs lourds ou mixtes, décompacteurs, charrue</i>	Labour : <i>charrue</i>
20 - 30 cm	Labour ou décompactage : <i>charrue, décompacteur</i>	Labour : <i>charrue</i>
> 30 cm	Régénération mécanique très coûteuse à faciliter régénération naturelle par mise en place d'une culture de service à enracinement profond présent au moins 1 à 2 ans (ex : luzerne). Si surface défoncée, prévoir labour avant implantation couvert.	

## A quel moment intervenir ?

Humidité (%)	Type de sol			
Argileux				
Limono-argileux				
Limono-sableux				
Comportement de la terre	Elle est modelable et colle aux mains	Elle s'émiette en collant et forme des boulettes	Elle s'émiette sans coller et donne de la terre fine	Elle est difficile à briser et donne peu de terre fine
Consistance	PLASTIQUE	SEMI-PLASTIQUE	FRIABLE	DURE
Décompactage	Déconseillé		SITUATION OPTIMALE	Déconseillé

Passage d'outils en consistance FRIABLE



En mauvaises conditions, un décompactage peut avoir un effet négatif !

## Comment choisir son décompacteur ?

Dent oblique ✓

Dent droite ✓

Dent incurvée ✗

### Critères recherchés :

- Maximiser le volume restructuré
- Meilleure homogénéité possible
- Planéité du sol après passage
- Le moins de mottes en surface possible
- Pas/peu de mélange des horizons

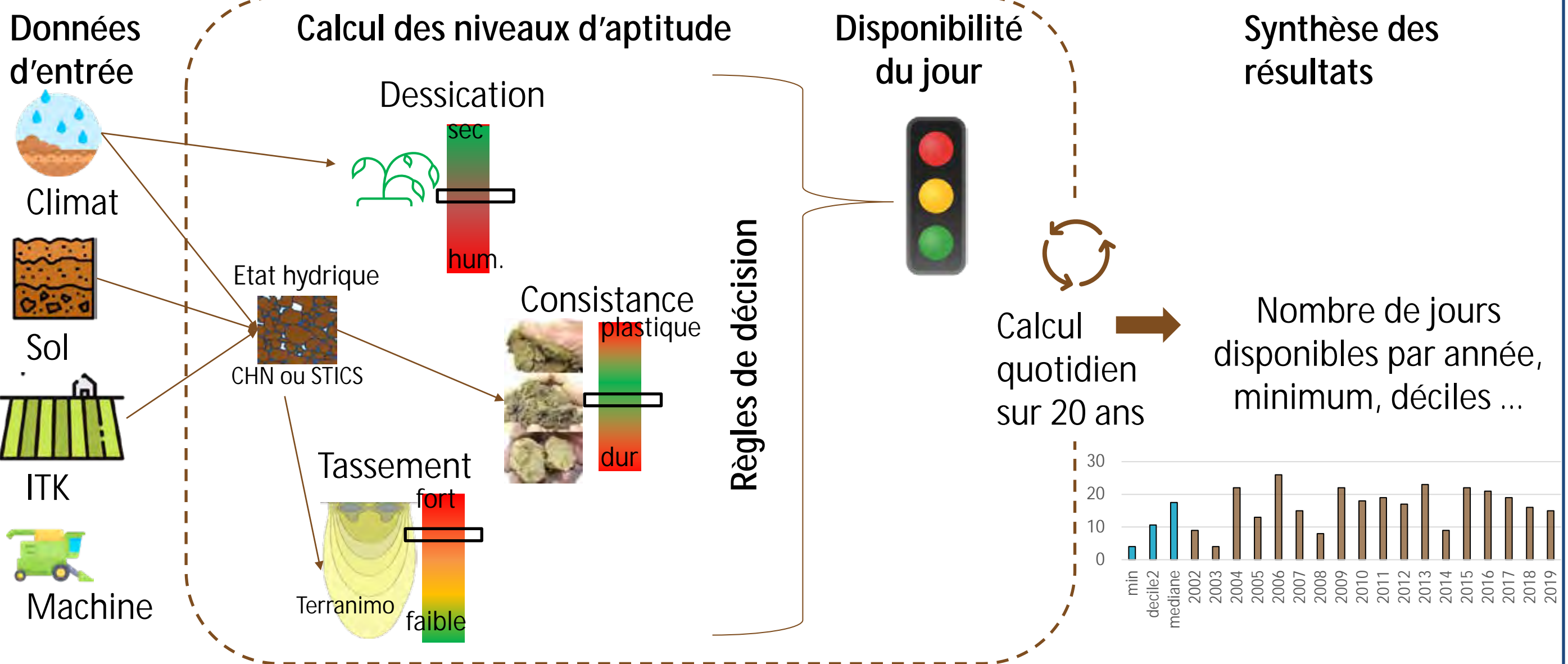


# J-DISTAS : Outil de calcul des jours disponibles



un nouvel outil pour prendre en compte la fertilité physique dans ses choix stratégiques

## Fonctionnement de l'outil:



Fonctionne pour les opérations de préparation du lit de semence, semis, désherbage mécanique, récolte de maïs et de betterave, destruction de couverts.

## Application sur un cas concret : l'achat d'un déchaumeur

Cas d'étude : ferme expérimentale d'UniLaSalle Beauvais, 40 ha de couvert à détruire entre le 1<sup>er</sup> et le 10 novembre. 5h de traction / jour

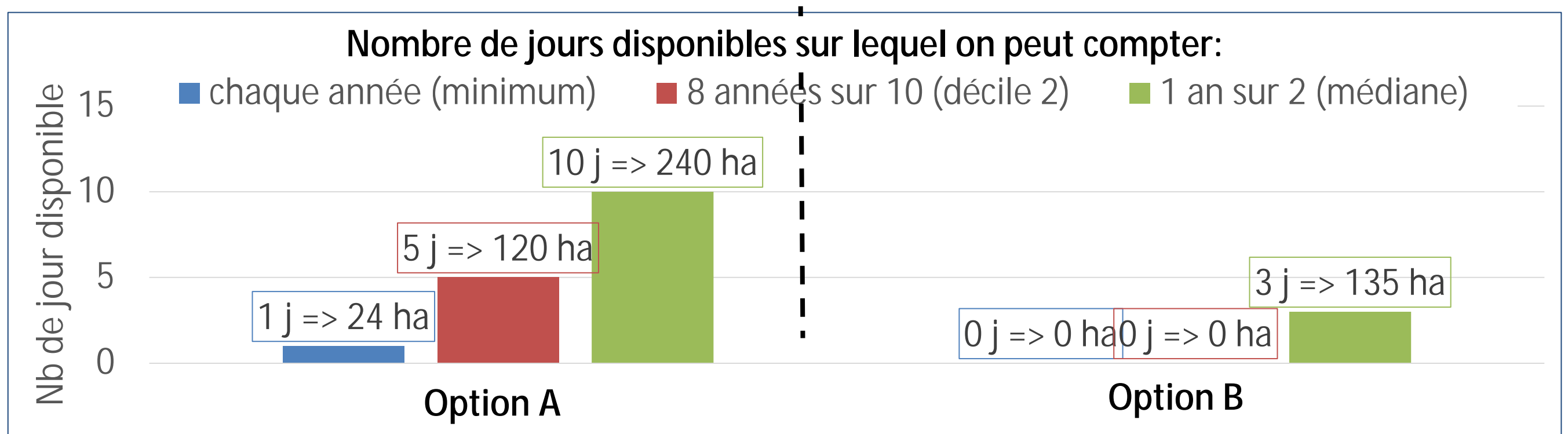
### Option A: 4m

4,8 ha/h  
190 cv suffisent  
6,2 t sur l'essieu arrière



### Option B: 6m

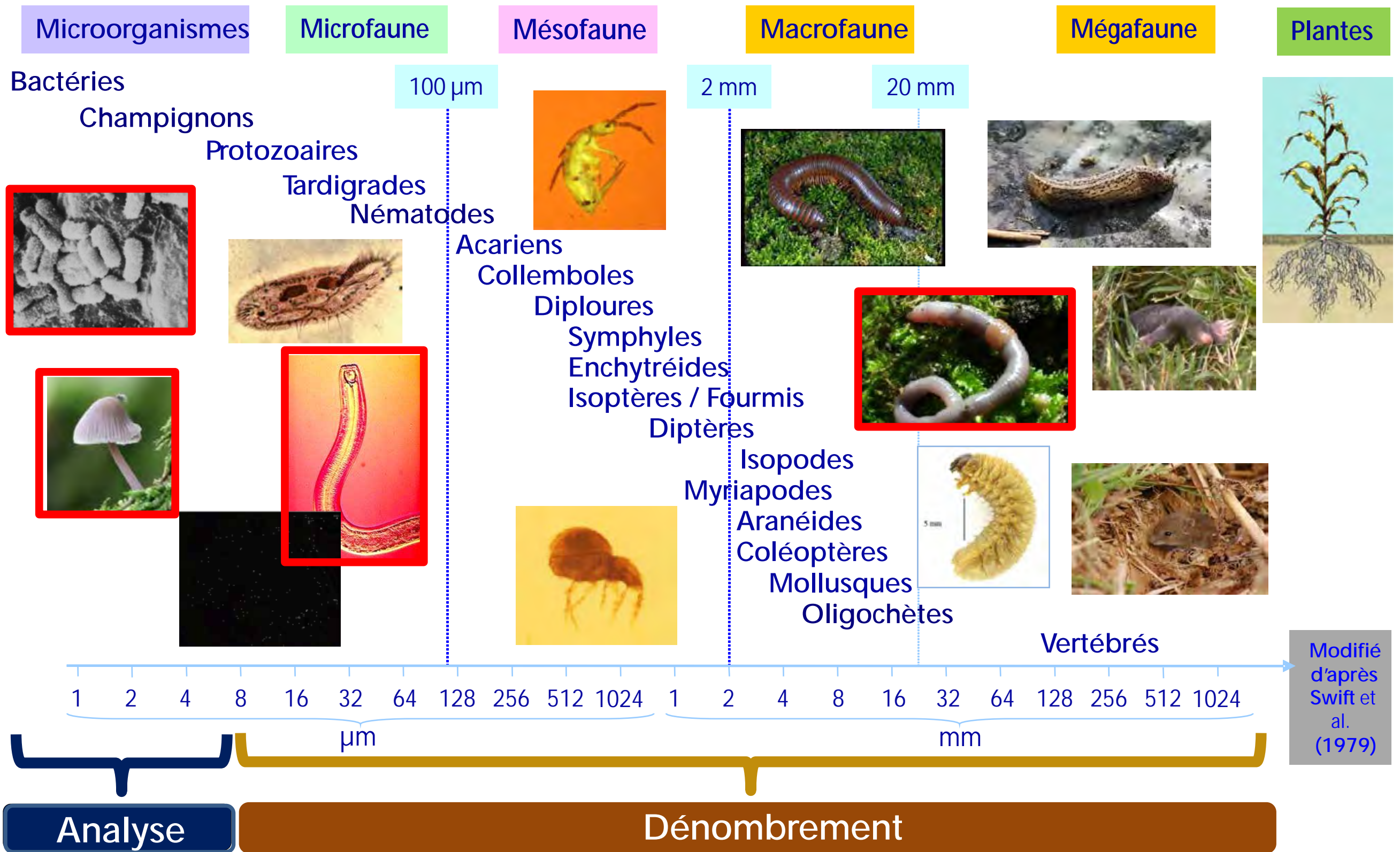
9 ha/h  
245 cv nécessaires  
8,3 t sur l'essieu arrière



Dans cette situation, le déchaumeur en 4m est plus adapté : il requiert moins de puissance, donc un tracteur plus léger qui génère moins de tassement et pourra entrer plus souvent dans la parcelle.

# Fonctionnement biologique du sol : comment l'évaluer ?

## Un écosystème diversifié



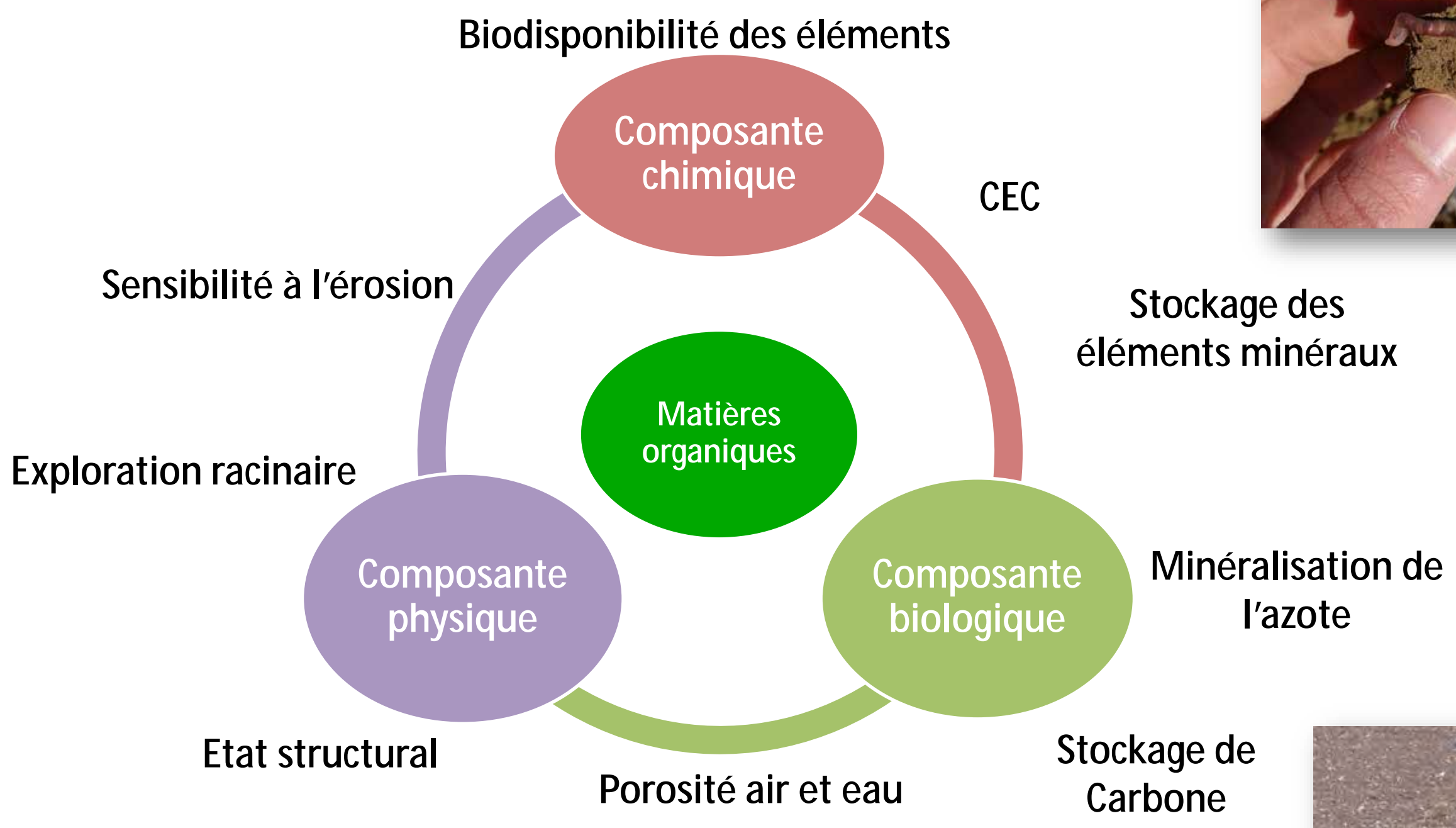
## Des nouvelles méthodes d'analyse et de quantification

Type d'indicateur	Méthode	Niveau de maturité
Statut organique	• Fractionnement granulométrique de la matière organique	Méthode normalisée, référentiels laboratoires
	• Carbone microbien par fumigation- extraction	Méthode normalisée, référentiels laboratoires
	• Carbone oxydable au KMnO4	Référencement en cours
	• Azote Biologiquement Minéralisable	Référencement en cours
	• Azote Potentiellement Minéralisable	Référencement en cours
Abondance	Minéralisation C et N par incubation aérobie	Méthode normalisée, référentiels laboratoires
	• ADN microbien total	Plusieurs méthodes existantes, dont INRAE Dijon, avec référentiel RMQS
	• Abondance relative des champignons (ADNr 18S) et des bactéries (ADNr 16S) (ratio F/B)	Plusieurs méthodes existantes, dont INRAE Dijon, avec référentiel RMQS
	Abondance et diversité des vers de terre, carabidés et collemboles	Identification par analyse morphologique Diversité moléculaire de la faune du sol
Abondance et diversité des nématodes	Identification par analyse morphologique	Méthode normalisée Référentiel ELISOL
Activité	Activité microbienne	Activités enzymatiques (N, C, P, S) Méthode normalisée Plusieurs laboratoires dont INRAE UMR Ecosys avec référentiel INRAE/RMQS
Diversité	Diversité des bactéries et champignons	Diversité taxonomique par séquençage ADN haut débit Méthode INRAE Dijon avec référentiel RMQS



# Evaluer la fertilité de son sol, et plus !

## Pourquoi est-ce important ?



## Comment l'évaluer :

Critères	Tests et indicateurs	Avantages	Inconvénients
Disponibilité et teneur en éléments minéraux	Analyse de sol : pH, CEC, teneurs PK, MO...	Mesure standardisée et précise	Délais
Abondance, diversité et activité microbienne	Analyse de sol : Corg, Coxydé, ABM, B-GLU...	Mesure standardisée	Référencement en cours pour lier à des fonctions
Etat structural	Profil cultural	Observation directe de tous les horizons prospectés	Difficulté de mise en place et mesure destructive
	Profil 3D	Simple de mise en œuvre	Hz superficiel
	Test bêche (ISARA)	Simple de mise en œuvre	Hz superficiel
	Pénétromètre : Résistance à la pénétration (kPa)	Très Rapide Extrapolation d'observations peu répétables	Très sensible à l'humidité Mesure indirecte de la structure
Infiltrométrie	Beerkan test : Vitesse d'infiltration	Simple et peu destructeur	Texture dépendant Long dans certains sols (>1h)
Sensibilité à la battance	Slake test : stabilité structurale	Simple, rapide et peu destructeur	Dépendant de la texture



Prélèvement à la tarière



Profil cultural



Beerkan test



Pénétromètre

**Fertilité**  
aptitude d'un sol à produire durablement sous un climat et pour un système de culture

**Qualité**  
aptitude d'un sol à remplir ses fonctions pour permettre la production, maintenir la qualité de l'eau et de l'air et soutenir la santé humaine

# Diagnostic sol : interprétation des nouveaux indicateurs

## Que traduisent ces indicateurs sur le fonctionnement du sol ?

- ü Référencement des indicateurs de microbiologie des sols
- ü Recherche d'indicateurs répétables, réactifs dans le temps et pertinents pour du conseil



Lien indicateur / fonction	
Relation forte	
Relation faible à moyenne	
Lien non identifié	

Indicateurs du menu <b>Microbioterre</b>	Recyclage des nutriments		Transformation du carbone			Structure du sol		
	Fourniture N	Perte N	Transformation MO	Minéralisation MO (CO2)	Augmentation MO	Erosion Battance	Porosité	Stockage eau
C org								
Carbone labile KMnO4								
Statut organique Fractionnement granulométrique de la MO	C 0-50 µm							
	C 50-200 µm							
	C 200-2000 µm							
	N 0-50 µm							
	N 50-200 µm							
	N 50-2000 µm							
N total								
ABM (mg/kg)								
Abondance	Carbone microbien (biomasse microbienne)							
	ADNr 18S (biomasse fongique)							
Activité	Activité enzymatique : LAP							
	Activité enzymatique : ARYLN							
	Activité enzymatique : Protéase							
	Activité enzymatique : B-Glu (nmol/min/g)							

**Pilote** ARVALIS Institut du végétal

**Partenaires techniques financés** UniLaSalle Terre & Sciences, ITAB Institut Technique de l'Agriculture Biologique, auréa Agrosciences, 60 000 Terres Inovia Expérimentation et Innovation, INRAE

**Partenaires techniques non financés** Sous-traitants Celesta Lab, RITMO, Université de Lorraine, SEMSE

## Comment passer des indicateurs à un diagnostic et à un conseil ?

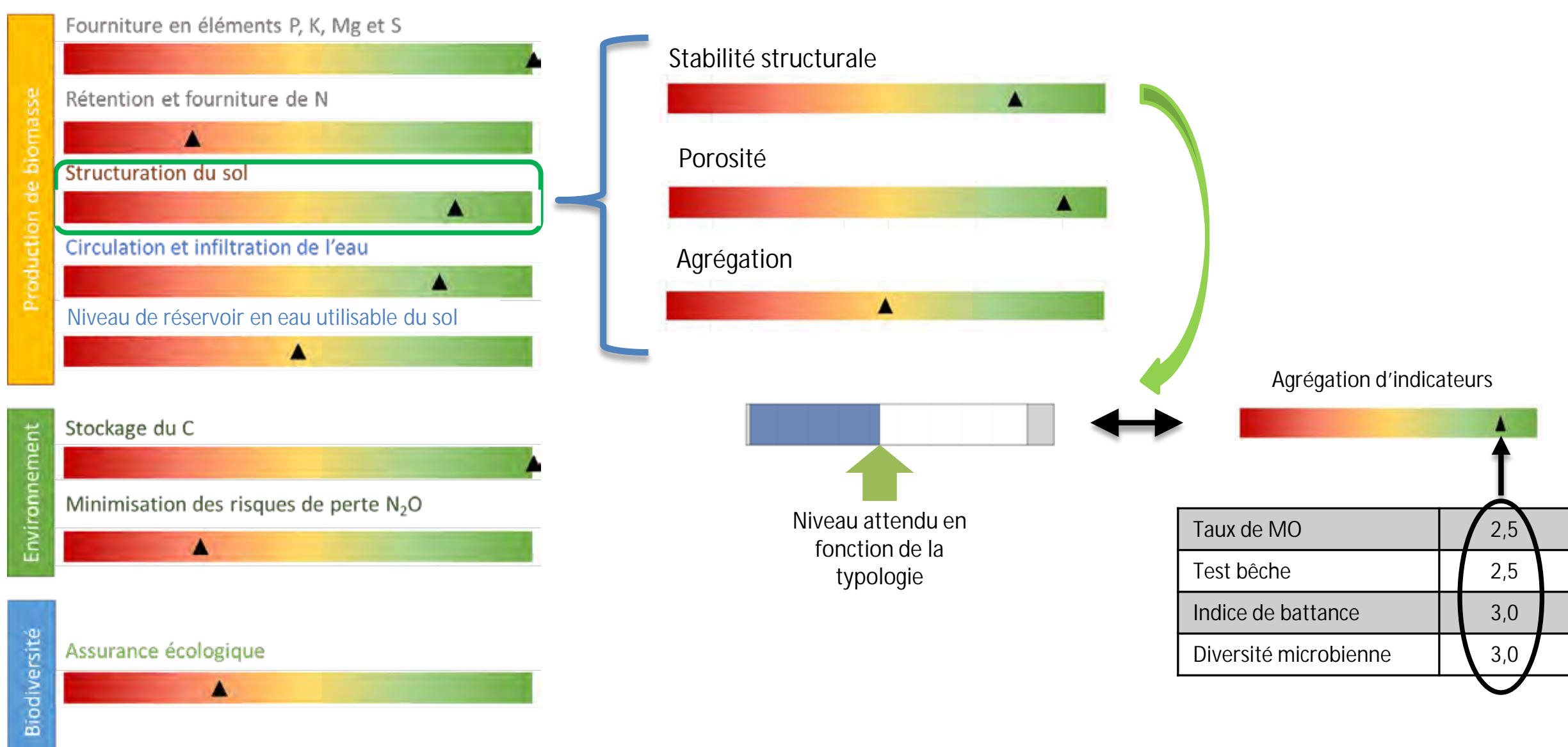
### Exemple de la démarche d'interprétation Agro-Eco Sol



#### 1- Définition d'une typologie des systèmes de culture et du pédoclimat



#### 2- Diagnostic de satisfaction des fonctions et processus d'après les indicateurs



#### 3- Conseil, avec déclenchement de leviers





# Pôle BIO



# Exemple d'une ferme-type de grande culture du Sud Bassin Parisien



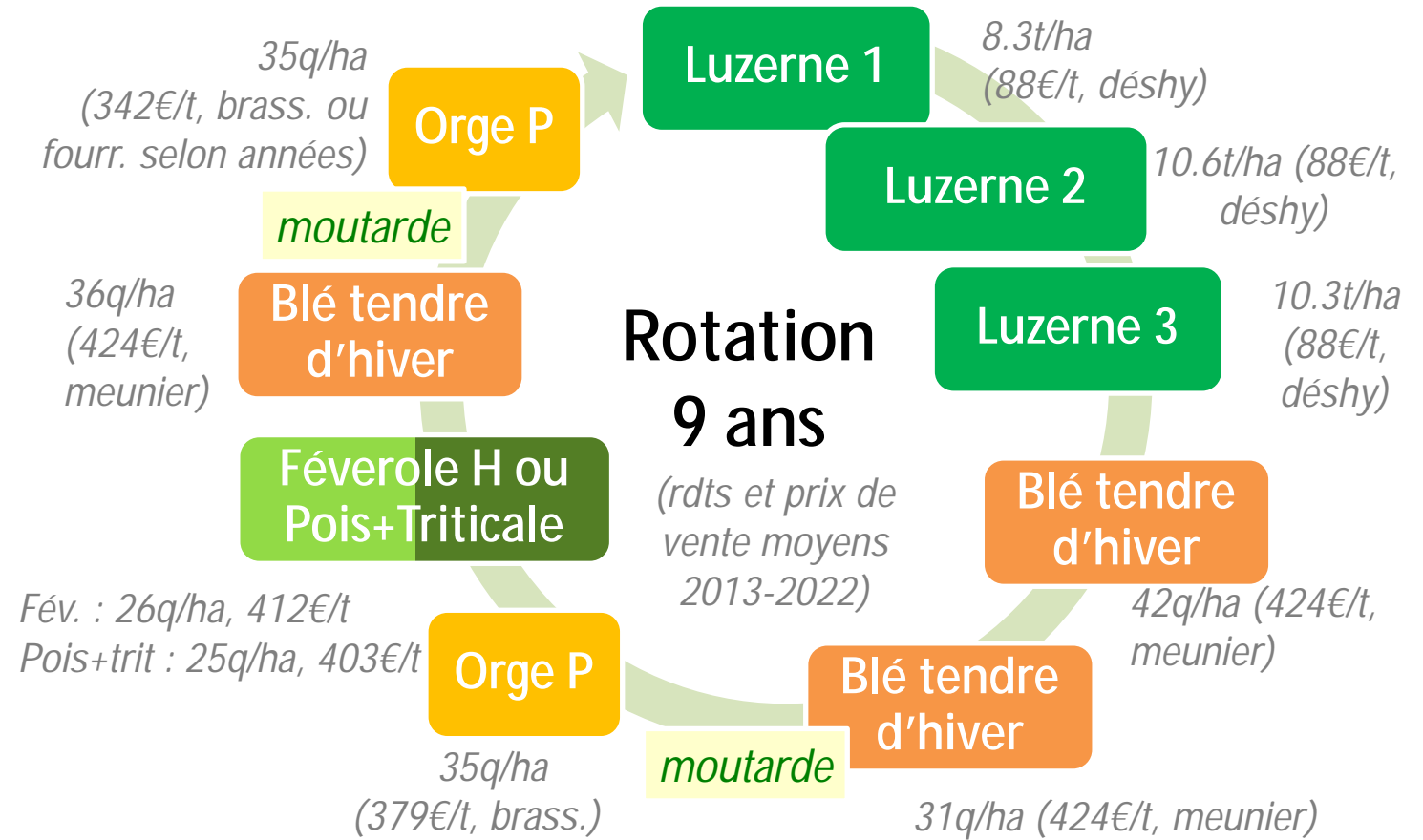
## Contexte :

- SAU : 180 ha
- Sols : Limons moyens à argileux, semi-profonds à profonds, un peu séchants et parfois calcaires
- Non irrigué
- 1 UTH familial + 0.3 UTH salariée

» Une rotation longue et diversifiée !

» Combiner les leviers : indispensable !

Labour  
Rotation  
Légumineuses  
Travail du sol  
Luzerne  
Fertilisation adaptée  
Choix variétal  
Débouchés  
Désherbage manuel  
Désherbage mécanique



- Ø Alternance cultures hiver / printemps
- Ø Cultures exigeantes en N derrière des légumineuses

» Quelle multi-performance ?

Faibles charges en intrants

Charges de mécanisation élevées

Augmentation globale des charges



Moyenne 2013-2022	€/ha
Charges Semences	103
Charges Engrais	71
Charges Phytos	0
Charges Mécanisation	255
Charges Main d'œuvre salariale	48
Cotisations MSA	203

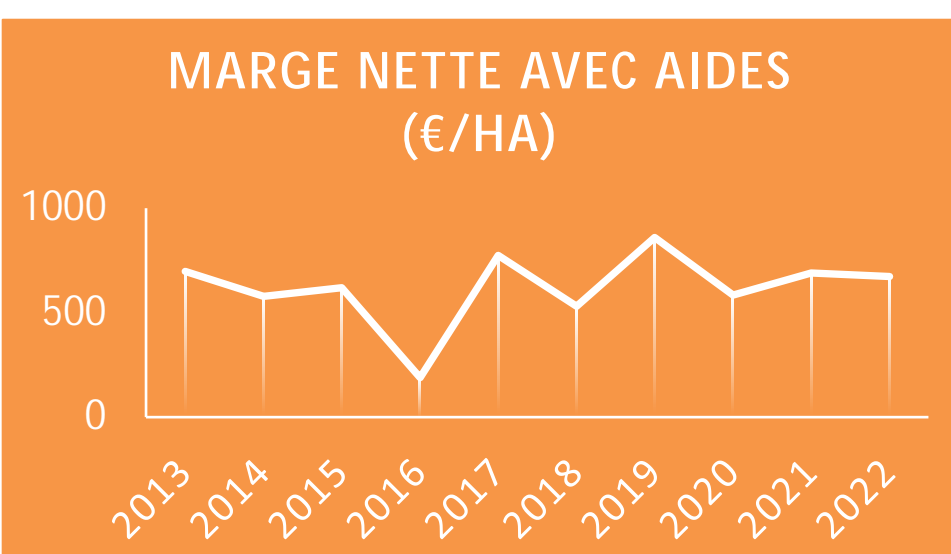
Moyenne 2013-2022	
Temps de travail Total (h/ha)	3.9
Nombre de passages Total	11
Consommation Carburant (L/ha)	90
IFT Total	0
Marge Brute hors aides (€/ha)	1020
Marge Nette avec aides (€/ha)	620
Aides (€/ha)	400
Emissions GES Totales (kgéqCO <sub>2</sub> /ha)	558
Production d'énergie / énergie conso.	21

Robustesse économique : un atout pour ce système

Baisse Fertilité P et K des sols



Moyenne 13-22 (en kg/ha)	Par an	Au terme des 9 ans de rotation
Apport N total	22	223
Bilan N	-7	-65
Apport P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total	13	130
Bilan P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-23	-230
K <sub>2</sub> O total apporté	38	380
Bilan K <sub>2</sub> O	-61	-611



# GESTION DU CHARDON

## Quelques principes



### Stratégie d'épuisement : travaillez le sol en interculture



- Interventions de travail du sol **répétées** dans le **sec**
  - En **été et automne** après une culture d'hiver récoltée en juillet
  - Dès **6-8 feuilles du chardon** (point de compensation) pour l'épuiser
- **Labour** : si bien pratiqué, peut retarder l'apparition du chardon au printemps
- **Travail du sol au printemps**
  - Dès que les nouvelles poussent de chardon émergent
  - Avant une culture de printemps dont on retardera le semis
  - **Sans pluie annoncée** dans les jours suivants
- **Choix des outils** :
  - Outils à **dents** de préférence équipées d'**ailettes** (bon recouvrement)



### Choix de la succession culturale : alternez !



- **Alternance cultures d'hiver / cultures de printemps**
  - Pour disposer d'**intercultures longues** et pratiquer la stratégie d'épuisement
  - Introduire des cultures d'hiver fait  $\searrow$  la pression
- **Choisir des cultures étouffantes**
  - pour **concurrer** le chardon
  - Seigle, orge d'hiver, colza, association céréales-protéagineux, ...
  - 3 ans de **luzerne** efficace (concurrence + fauches répétées)
- **Couvert d'interculture étouffant**
  - Ne pas faire l'économie du **travail du sol avant** (stratégie d'épuisement)
  - **Soigner l'implantation** pour le réussir (pluie annoncée, structure du sol, ...)
  - Choisir des **espèces étouffantes** et en **forte densité** pour le concurrencer
  - Attention, si le couvert n'est pas assez concurrentiel (peu de biomasse), le chardon se développe !...



### En culture



- **Binage** : à pratiquer dans le sec
- **Ecimage** : léger effet sur la dissémination

### A retenir



Intervenir dès 6  
feuilles du  
chardon

Toujours en  
conditions  
séchantes

Répéter les  
interventions

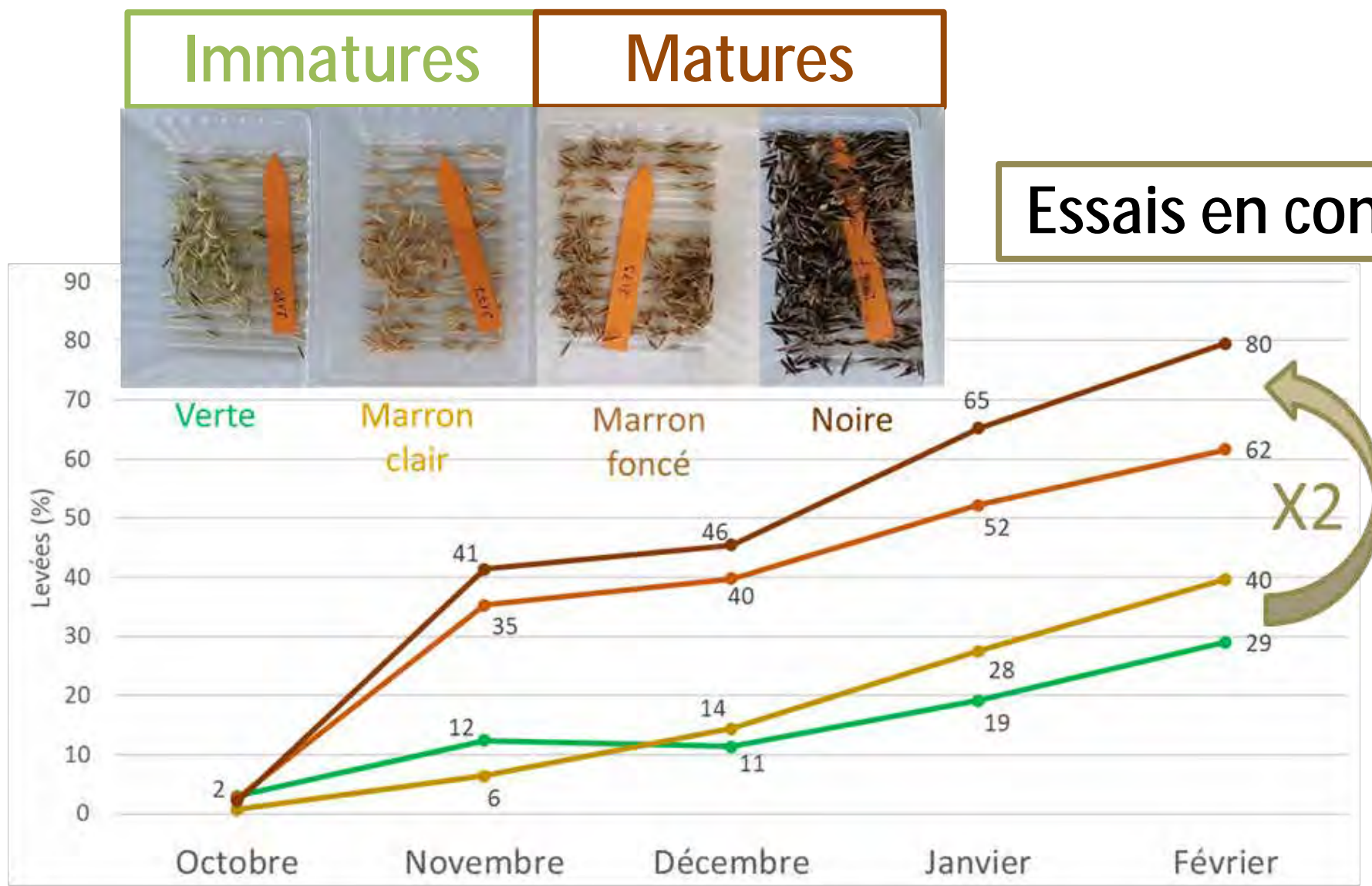
Favoriser les  
concurrences

# Gestion de la folle-avoine : Connaissances biologiques et Écimage

Quand intervenir ? Quels indicateurs au champ ?  
Quel ITK adapté à la gestion des graines au sol ?



Essais en conditions semi-contrôlées



Levées en fonction de la couleur de la graine

Moyenne d'environ 10 échantillons/couleur - 4 répétitions/échantillons

Diverses localités - Échantillons 2020-2021

- § Couleur de la graine
- § Profondeur de semis
- § Date d'écimage
- § Viabilité 1 à 2 ans après prélèvement

## Résultats d'essais

Levées X2 avec des graines foncées vs claires

Levées X2 avec un semis en surface vs 3 cm

Stimulation des germinations des graines mures à 5°C

Graines claires écimées : viables mais perte de faculté germinative (50 % max dans les 2 années suivantes)

Graines foncées écimées : 80 % de levées dans les 2 années suivantes (viabilité et faculté germinative conservées)

## Combinaison de leviers adaptée à la faculté germinative des graines au sol

TAD ~ 80 %

Levées automne + printemps

Écimage précoce  
Graines immatures

Écimage tardif  
Graines mures

ITK optimisé

ITK adapté

Culture d'hiver

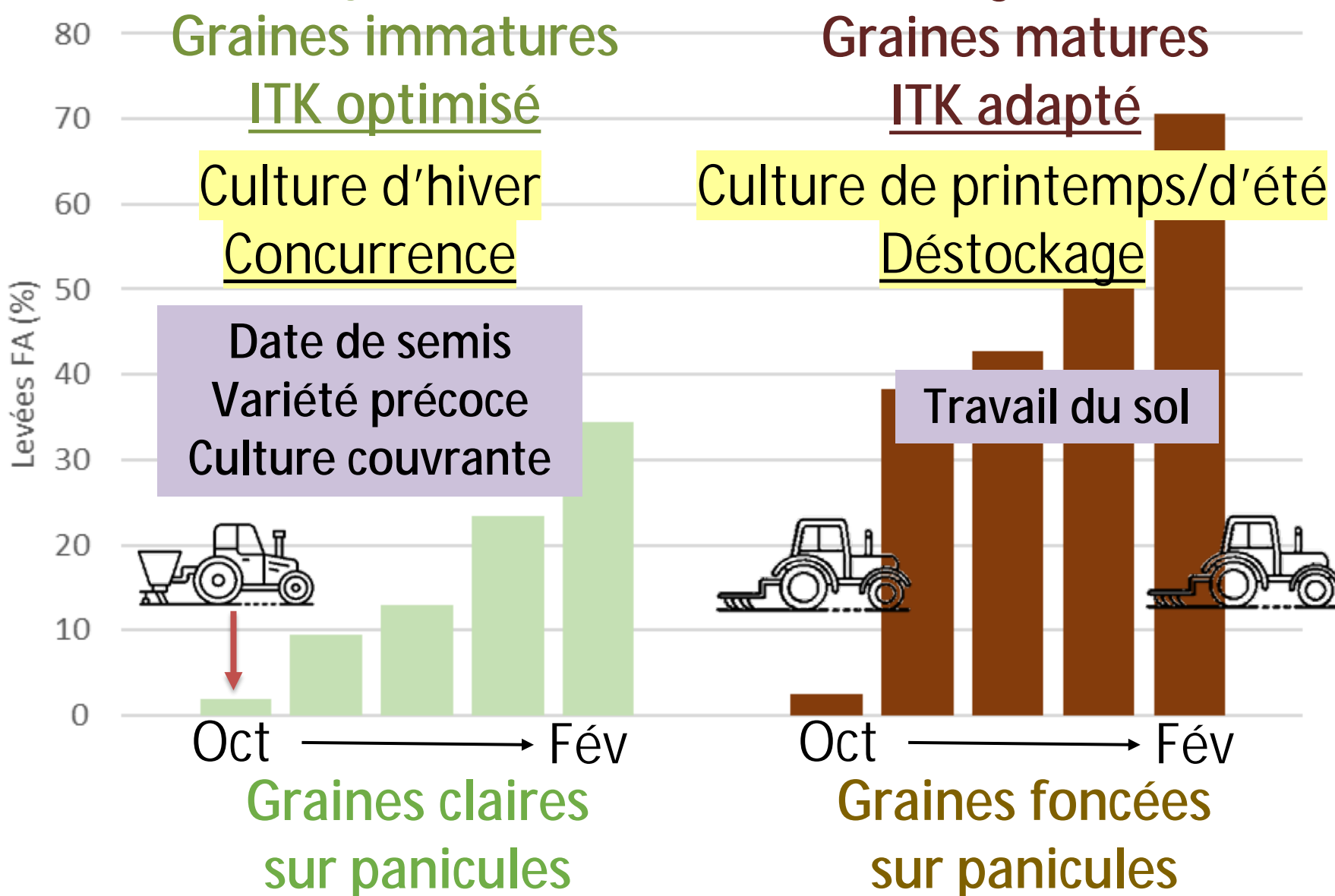
Culture de printemps/d'été

Concurrence

Déstockage

Date de semis  
Variété précoce  
Culture couvrante

Travail du sol



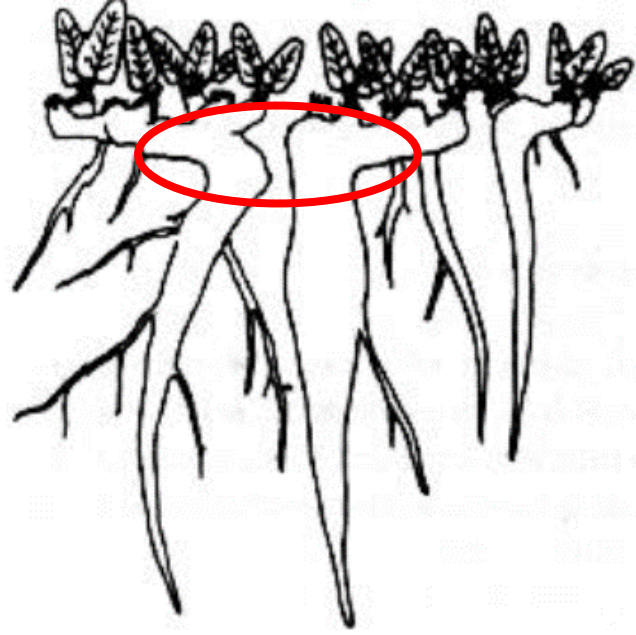
# GESTION DU RUMEX

## Biologie et leviers agronomiques

### Biologie : Racine tubérisée



Pluriannuelle  
Multiplication  
sexuée



Fragmentation du collet  
Multiplication végétative



*Rumex crispus*



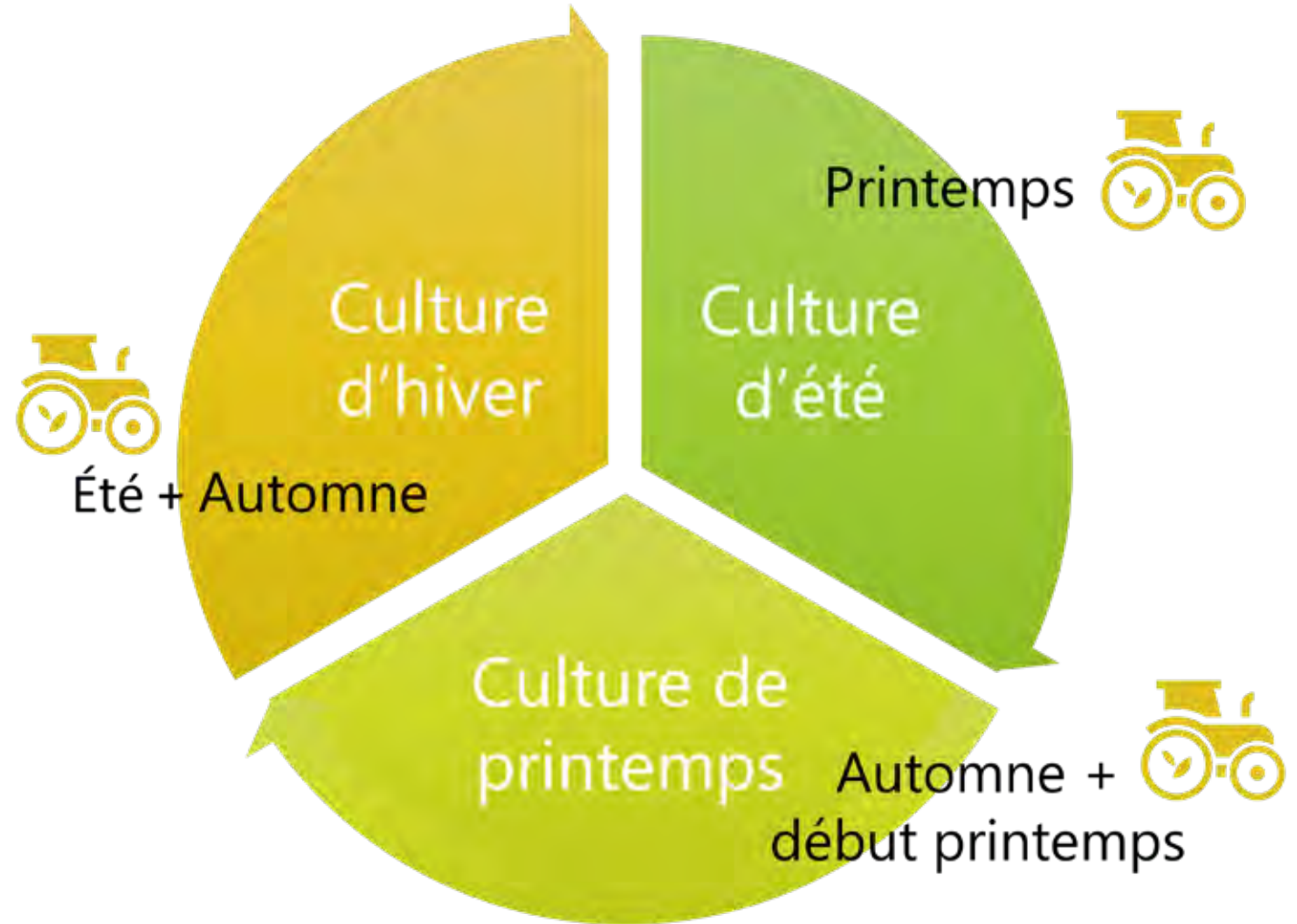
*Rumex obtusifolius*

Printemps	Été	Automne	Hiver
Levées			
	Floraison		
			Dormance



### Leviers agronomiques

- Travailler le sol en interculture



à Adapter son itinéraire cultural

à Alternier les intercultures longue et courte

à Intervenir au stade 3 feuilles

- Scalper et Extraire le collet



### Combiner les leviers



- Faux-semis : printemps / automne
- Fauchage : été/automne, avant grenaison
- Labour : action partielle sur les souches
- Compost (apport de fumier) :  
>50°C – 3 semaines



Arrachages manuels

1. Outils à dents avec recouvrement maximal (ailettes, patte d'oie)

2. Outils à dents droites (vibroculteur, herse-étrille)

à Trois à quatre passages en conditions sèches



Rouleaux <-> Repiquages



# Gestion d'un couvert permanent par fauchage en inter-rang d'une culture

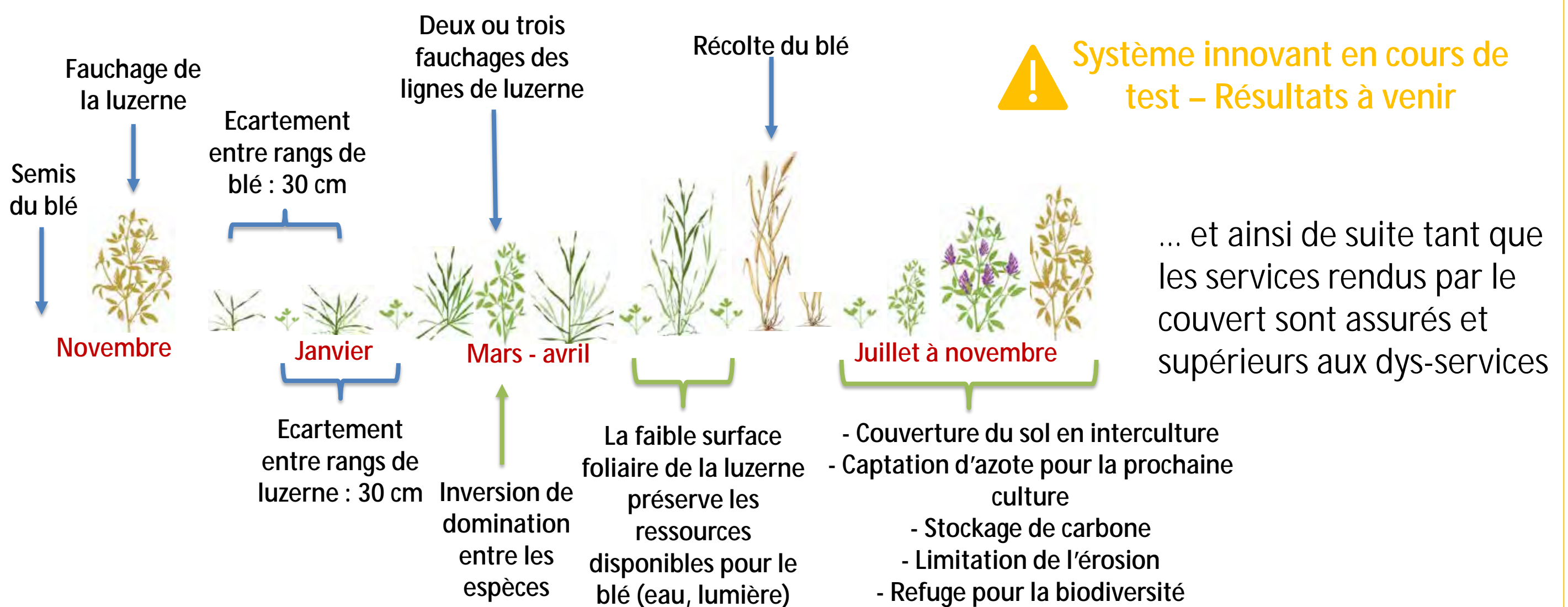
## Principe agronomique

Séparer une culture de rente et une culture de service dans un même espace pour être en mesure de les gérer séparément.

Autoguidage RTK pour semer et gérer les 2 espèces



Faucheuse inter-rang Ecomulch pour gérer le couvert

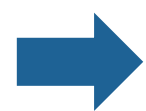


## Premiers enseignements

« On apprend de nos échecs ! » à Les équipes se sont confrontées à la difficulté de mise en œuvre. La **rigueur dans le réglage des outils** est primordiale pour réussir !

### Bonnes pratiques de réglage des outils, quelques exemples

5 essais – 6 observatoires dont l'objectif est de tester la **faisabilité** de la pratique, la **complémentarité entre espèces** et évaluer les **services rendus**, et les **dys-services**



- Avoir la même largeur d'outil entre semoir et faucheuse
- Si erreurs de guidage au semis, la reproduire pour les autres opérations
- Vérifier que le réglage du RTK du tracteur a une précision +/- 2 cm
- Utiliser le même semoir pour tous les semis
- Numéroter les éléments de semis et de fauche et les replacer toujours au même endroit
- Centrer le semoir par rapport aux éléments semeurs + boules d'attelage en butée
- Calibrer le correcteur de devers entre tracteurs ou utiliser le même tracteur pour semis et fauche
- Prévoir entre 10 et 20 m pour la reprise de ligne de référence par le tracteur



[Arvalis - Couverts permanents fauchés](#)

Abonnez-vous pour suivre nos travaux !

Partenaires financés :








Partenaires non financés :



Avec le soutien du CASDAR



# Implantation des betteraves en agriculture biologique pour minimiser le désherbage manuel

	Repiquage	Semis sous bâche	Semis pour binage intégral
			
€	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plants : env. 1 800 €/ha (hors matériel et main d'œuvre)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prestation : env. 1300 €/ha (semences non incluses)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prestation : env. 100 €/ha (semences non incluses)</li> </ul>
Points positifs 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Avance de végétation</li> <li>Tolérance aux ravageurs souterrains</li> <li>Désherbage mécanique précoce</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Avance de végétation</li> <li>Gestion de l'enherbement par la bâche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Binage perpendiculaire au sens du semis</li> <li>Coût de mise en œuvre</li> </ul>
Points négatifs 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coût de mise en œuvre</li> <li>Conformation de la racine (racines fourchues)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coût de mise en œuvre</li> <li>Bâche présente à la récolte</li> <li>Adventices dans les trous de la bâche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alignement difficile à obtenir</li> <li>Population semée potentiellement moindre</li> </ul>

## Semis autonome avec le robot Farmdroid FD20



- Vitesse : 700 m/h
- Autonomie : 24 h
- Débit de chantier : 4/5 ha/j
- Coût : 100 K€

La position de chaque graine est référencée grâce au **GPS RTK** ce qui permet le binage intra-rang et inter-rang des adventices par le robot.



# Quelles variétés utilisables en agriculture biologique ?



## • Quelles variétés en AB ?

### Variétés inscrites au catalogue pour un usage en AB

En France : depuis 2011 en BTH, en cours de construction en BDH

- essais conduits en AB
- jugement de la **qualité sur du grain produit en AB**
- prise en compte à l'inscription de **caractères recherchés par l'AB** : pouvoir couvrant, résistance à la carie...

Possible pour toutes les espèces sur demande du déposant.

En blé tendre, **17 variétés inscrites** depuis 2011. Quelques exemples :

Année	2012	2019	2020	2021	2022	2023
Nom	Hendrix	Geny, Gwastell	Gwenn	LD Voile, LD Chaine	Chaussy	KWS Eternel, Novic

Existe aussi dans d'autres pays européen (ex : Autriche, Allemagne...)

**Ces variétés sont adaptées à la production biologique**

Aujourd'hui

### Autres variétés inscrites aux catalogues

Certaines variétés peuvent avoir de l'intérêt en AB.

Quelques exemples : IZALCO CS, ENERGO, RENAN, APEXUS, LENNOX, TOGANO...

Importance de l'évaluation en conditions AB = **réseau Expébio**

Aujourd'hui

Evaluation en post-inscription par le réseau partenarial

Expébio

### Variétés biologiques (adaptée à la production biologique)

= sélectionnées en conditions AB (technique de sélection et parcelle AB) avec des modalités spécifiques d'inscription. Seront identifiées dans le catalogue des variétés.

Une phase d'expérimentation à partir du 01/07/23 pour 6 espèces pilotes (dont blé tendre, orge, seigle, maïs). Beaucoup de questions encore en suspens sur la définition des règles : *Quelle hétérogénéité ? Toute la sélection en AB ? Quel règlement à l'inscription ?*

Demain

Demain

## • En plus des variétés, le Matériel Hétérogène Biologique

= **Matériel très hétérogène produit en conditions AB**

Ce n'est pas une variété, pas de description officielle. Pas d'inscription mais une notification.

Son importante hétérogénéité peut lui donner une capacité d'adaptation.

Autorisé depuis le 01/01/22. Aucune demande en France pour le moment.

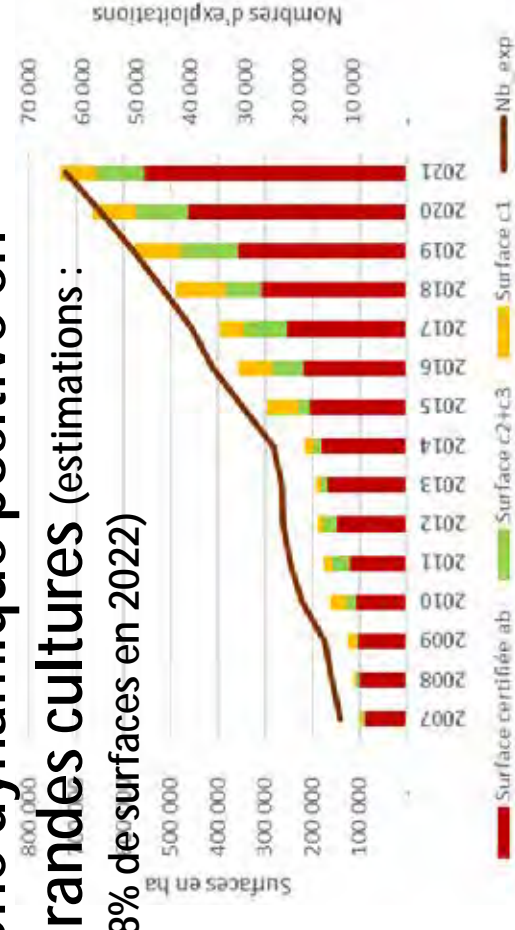
Nouveautés définies par le nouveau  
Règlement BIO RUE 2018/848

# Le Marché des Grandes cultures BIO

Les **Culturelles**  
2023 14-15 juin  
CONGERVILLE-THONVILLE (91)

## FORCES

Une dynamique positive en grandes cultures (estimations : +8% de surfaces en 2022)



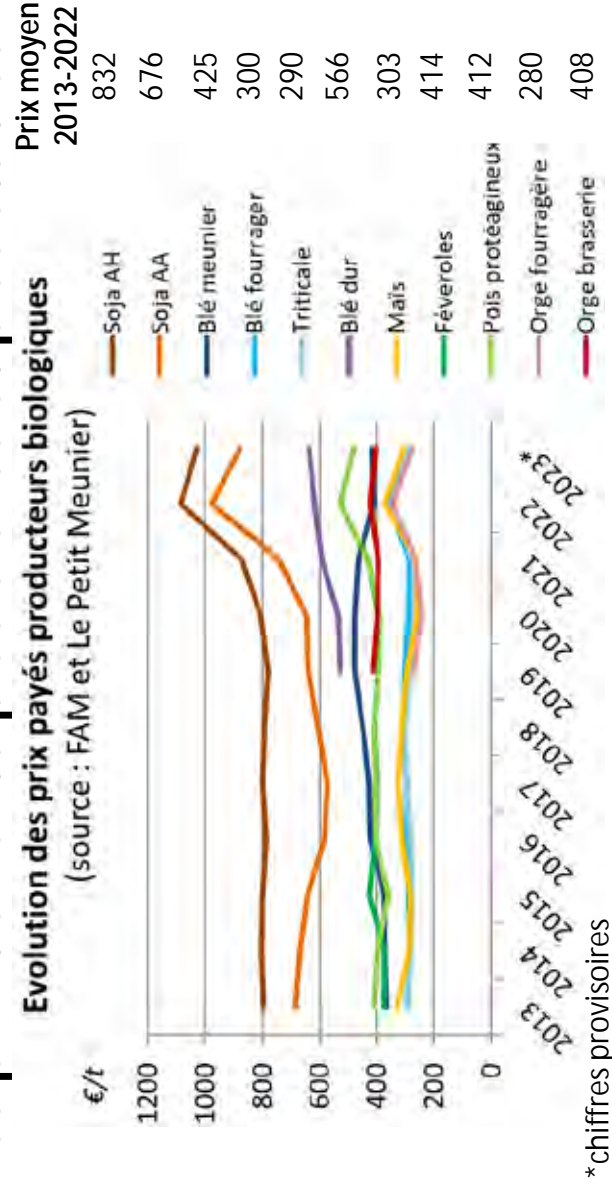
Source : Agence Bio

Répond au souhait des consommateurs : une alimentation respectueuse de l'environnement, plus saine et locale

**69%** des français sont vigilants au processus de production respectueux de l'environnement et de la condition animale

Source : Agence Bio

Des prix de vente plus élevés et plus stables



\* chiffres provisoires

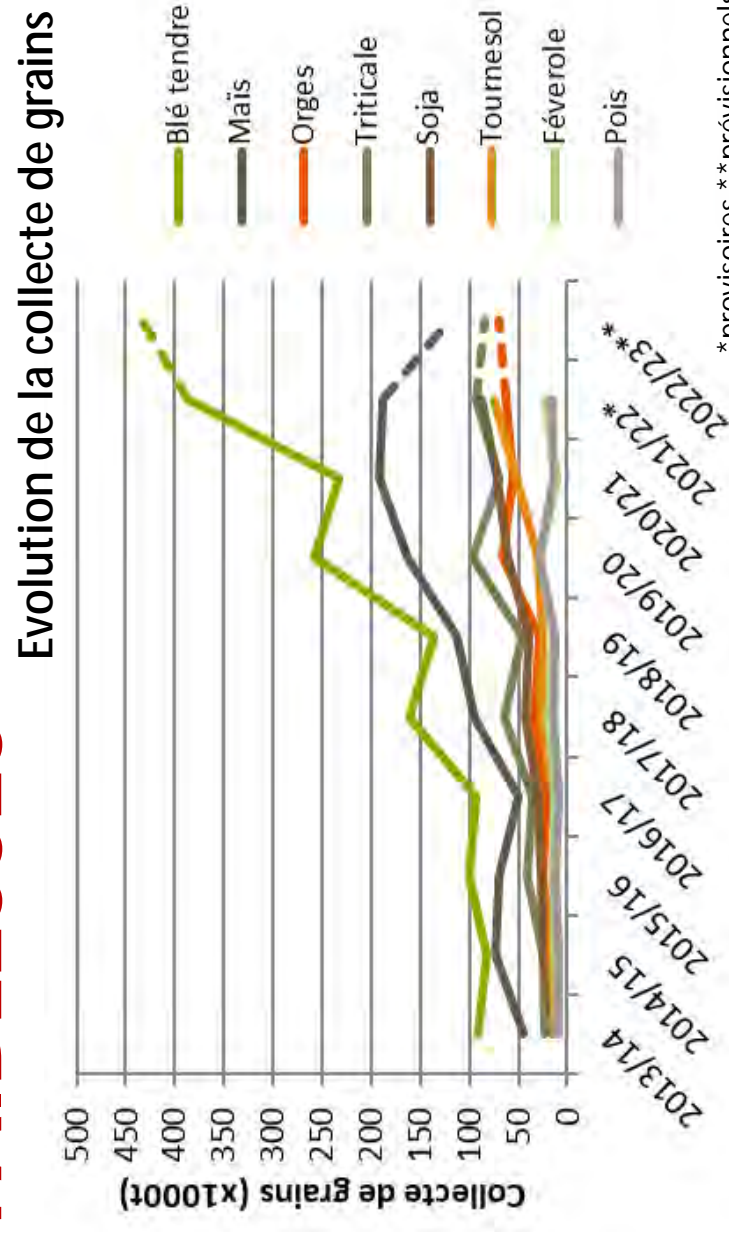
Des systèmes diversifiés plus robustes face aux aléas

## ENJEUX

- Redonner confiance au consommateur
- Stimuler la consommation en restauration hors domicile
- Promouvoir le bio local
- Maintenir les filières

## FAIBLESSES

Une collecte en progression mais qui fluctue face aux aléas climatiques à Ajustement des filières permanent



\* provisoires \*\* prévisionnels  
Source : FranceAgriMer

Le principal frein à la consommation de produits bio est leur prix « trop élevé », stable malgré l'inflation

**71%**



« Les produits biologiques sont trop chers »

Source : Agence Bio

Communication clivante et centrée sur le « sans pesticide » qui ne met pas en avant les atouts de l'AB

## OPPORTUNITÉS

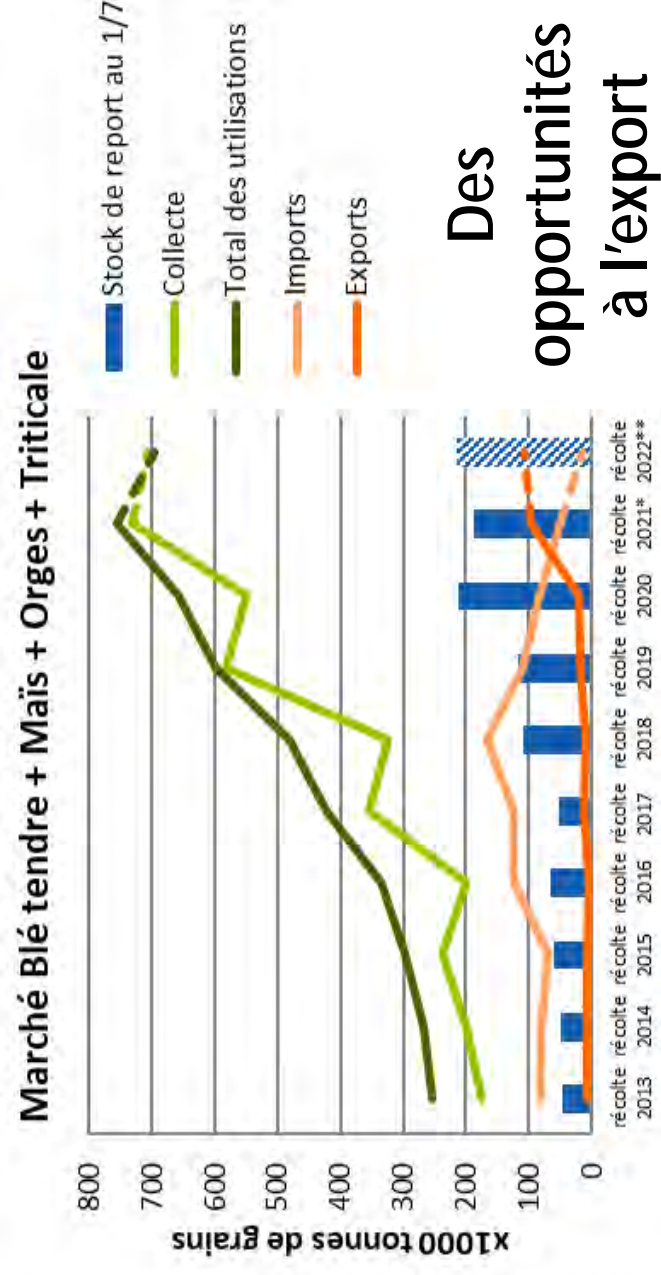
Des ambitions politiques, portées par l'UE à Passer de 10,5% de SAU bio en 2022 à 25% en 2030, toutes filières



Loi Egalim : 20% d'aliments bio en restauration collective (6% en 2021)

Des besoins en protéagineux non satisfaits

Autosuffisance en céréales bio



Source : FranceAgriMer

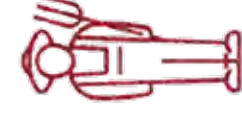
## MENACES

**-7.8%** de produits bio vendus en grandes surfaces en 2022

Des filières animales fortement impactées à utilisations de grains en baisse



Dé-certifications, Baisse des prix à Filières et producteurs fragilisés



Des stocks de reports élevés en céréales

Des incertitudes sur le contexte : baisse durable ou conjoncturelle

Défiance des Français envers les labels bio Eurofeuille et AB (+17% par rapport à 2021)

**57%**

« J'ai des doutes sur le fait qu'ils soient totalement bio »



Source : Agence Bio

# Présentation générale du projet PhosphoBio

Les  
Culturales®  
2023 14-15 juin  
CONGERVILLE - THIONVILLE (91)

## CONTEXTE :

- > Augmentation des surfaces en AB et disponibilité limitée des engrais phosphatés utilisables en AB
- > Enjeu de maintenir une disponibilité suffisante en Phosphore (P) en agriculture biologique (AB)

### Action 1 : Faire un état des lieux de la fertilité en P des sols en AB

Construction d'un observatoire de 201 parcelles chez des agriculteurs biologiques en France

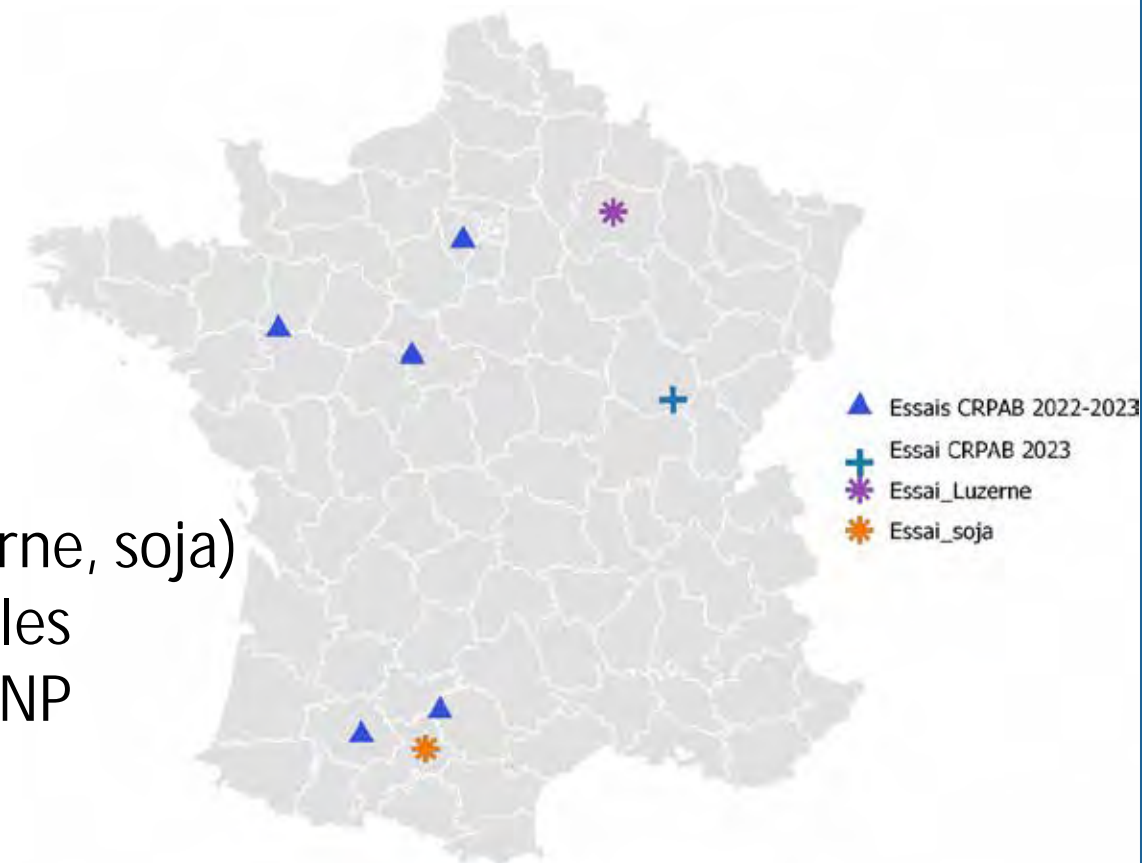
### Action 2 : Tester et adapter les outils de diagnostic et leurs références au contexte de l'AB

-> Construction d'une courbe de réponse au statut P des sols en AB à partir d'essais au champs (CRPAB) :

- § En 2022 et 2023
- § 6 sites en blé et/ou maïs en France (types de sols contrastés)
- § En agriculture biologique depuis au moins 5 ans
- § Avec des teneurs en  $P_2O_5$  Olsen du sol faibles
- § 12 traitements : 2 doses de N et 6 doses de P

- > Mise au point d'indices de nutrition adaptés au contexte AB (luzerne, soja)
- > Comparaison de méthodes de diagnostic de fertilité P basées sur les analyses de sol, les analyses de végétaux et les indices de nutrition INP

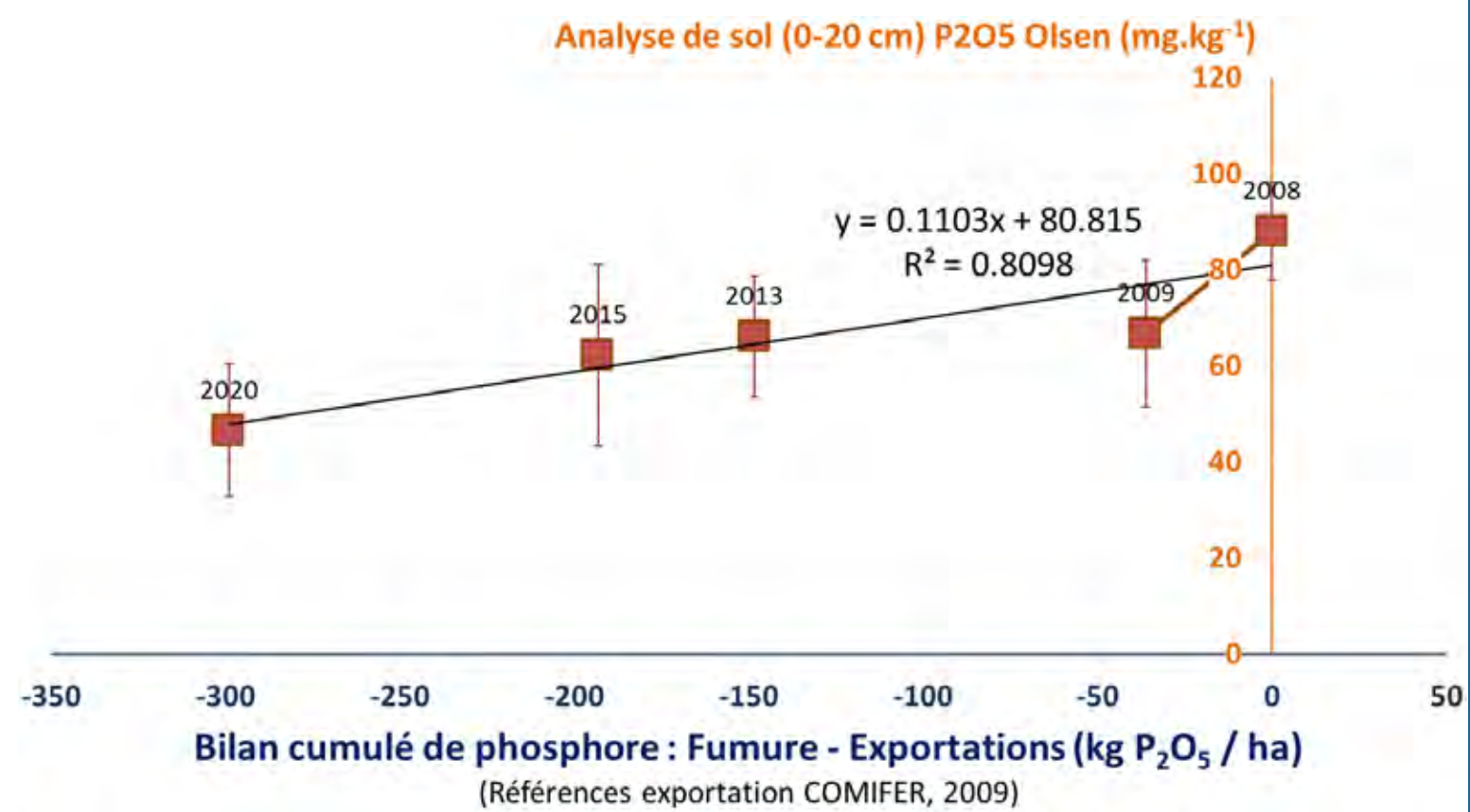
Localisation des différents  
essais de l'action 2



### Action 3 : Prévoir l'impact des pratiques sur le statut phosphaté des sols

- > Elaboration d'un référentiel de teneurs en P des organes récoltés (grains, pailles)
  - > Elaboration d'un référentiel des fertilisants utilisables en AB
  - > Evaluer l'impact des pratiques agricoles sur la disponibilité du P (apports de produits organiques, couverts végétaux)
- Construction de scénarios d'expansion de l'AB à l'échelle de territoires (petites régions agricoles, France, ...) et simulation de leurs conséquences sur la disponibilité du P dans les sols et sur la production

Evolution du bilan cumulé F-E de P en fonction de la teneur en  $P_2O_5$  Olsen du sol sur le dispositif AB sans fertilisants de Boigneville (site Arvalis) – 2008 à 2020



### Action 4 : Valoriser et diffuser les acquis du projet

- > Construction d'un outil pour calculer des Bilans entrées sorties de P à l'échelle de la parcelle, adapté à l'AB
- > Mise au point d'un guide de diagnostic de la fertilité P et de références pour prédire son évolution en fonction des pratiques
- > Communication et transfert des acquis du projet aux agriculteurs et conseillers
- > Diffusion d'une Newsletter à l'ensemble des partenaires et agriculteurs mobilisés

Travaux conduits dans le cadre du projet CASDAR PhosphoBio

Partenaires financés : ARVALIS AUREA

INRAE ISPA

CREAB

AGRICULTURES & TERRITOIRES CHAMBRÉ D'AGRICULTURE PAYS DE LA LOIRE

AGRICULTURES & TERRITOIRES CHAMBRÉ D'AGRICULTURE DE RÉGION ÎLE-DE-FRANCE

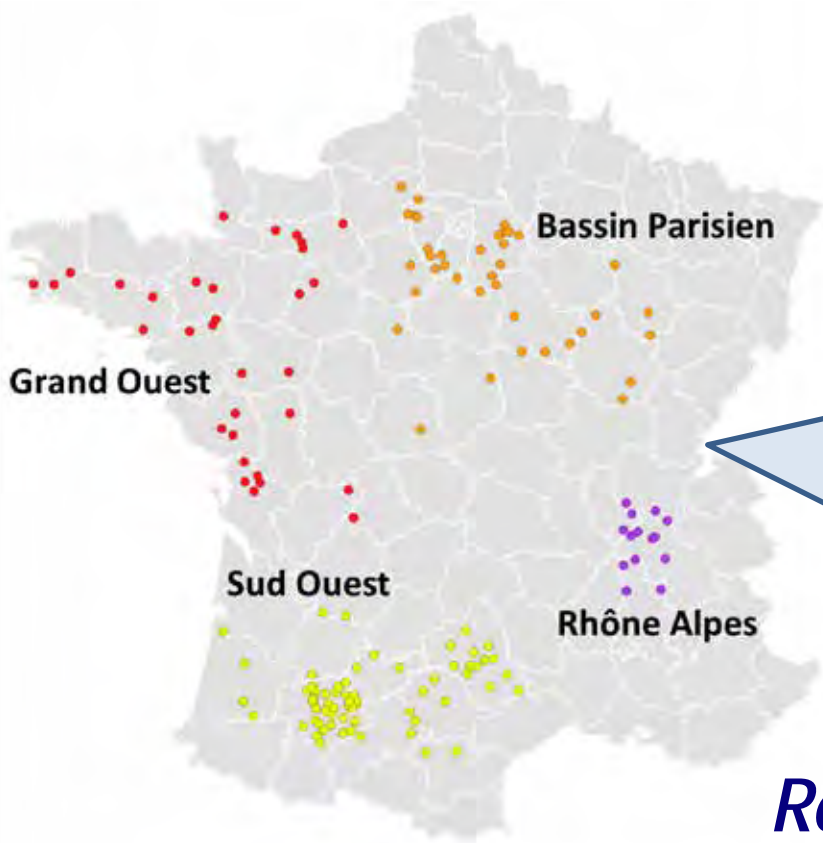
BORDEAUX SCIENCES AGRO

Autres partenaires associés au projet :



# Premiers enseignements de l'observatoire PhosphoBio

Les Culturales®  
2023 14-15 juin  
CONGERVILLE - THIONVILLE (91)

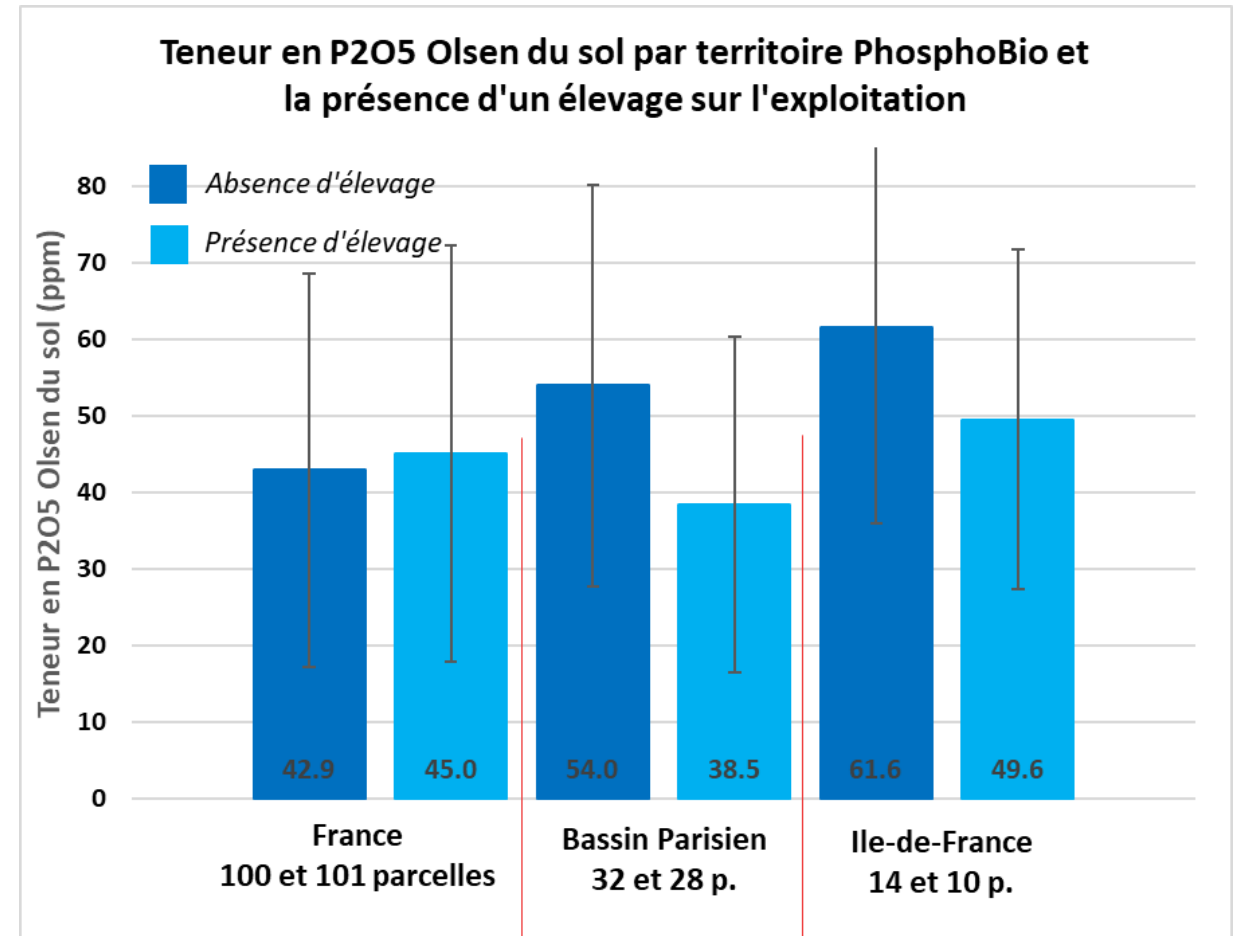
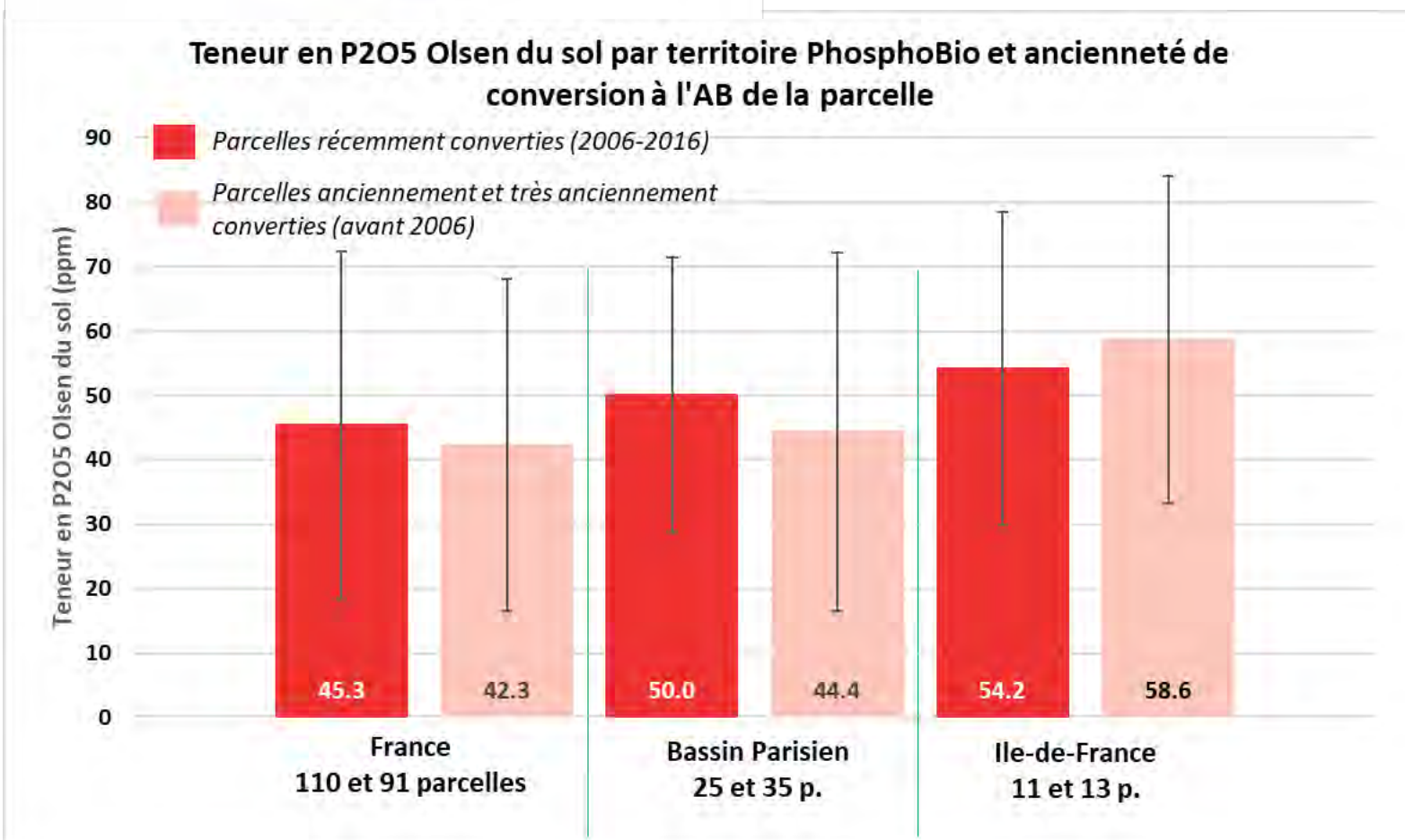


## CONTEXTE :

Construction en 2021 d'un observatoire de 201 parcelles de grandes cultures (172) et de prairies permanentes (29) chez 157 agriculteurs pour suivre la fertilité des sols vis-à-vis du phosphore en agriculture biologique

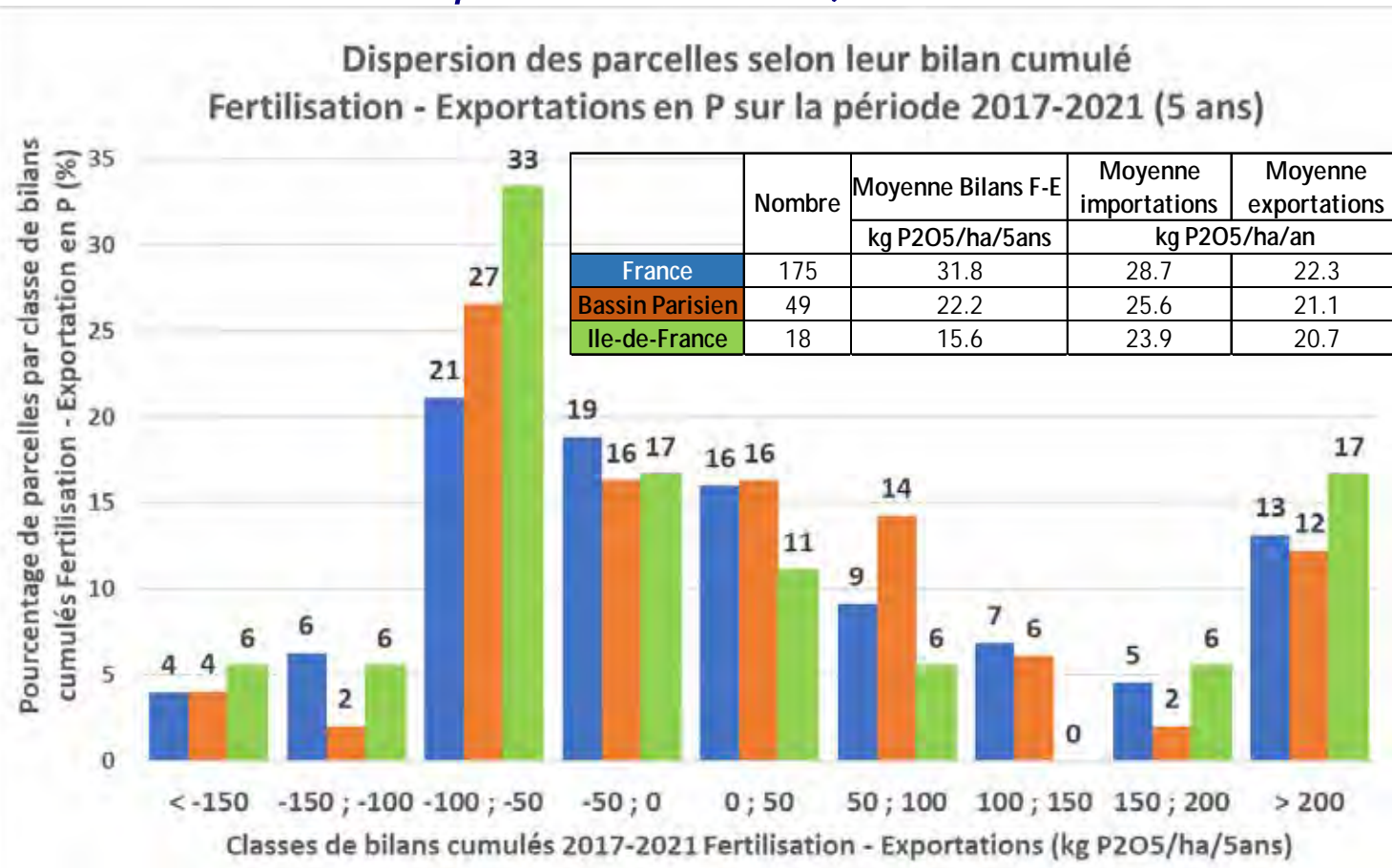
- 101 parcelles situées dans des exploitations avec élevage (10 en Île-de-France) vs. 100 parcelles dans des exploitations sans élevage (14 en Île-de-France)
- 91 parcelles récemment converties en AB (entre 2006 et 2016) dont 11 en IDF vs. 110 parcelles « anciennes » (converties avant 2006) dont 13 en IDF

## Résultats de la campagne d'analyses de terre (automne-hiver 2021-2022)

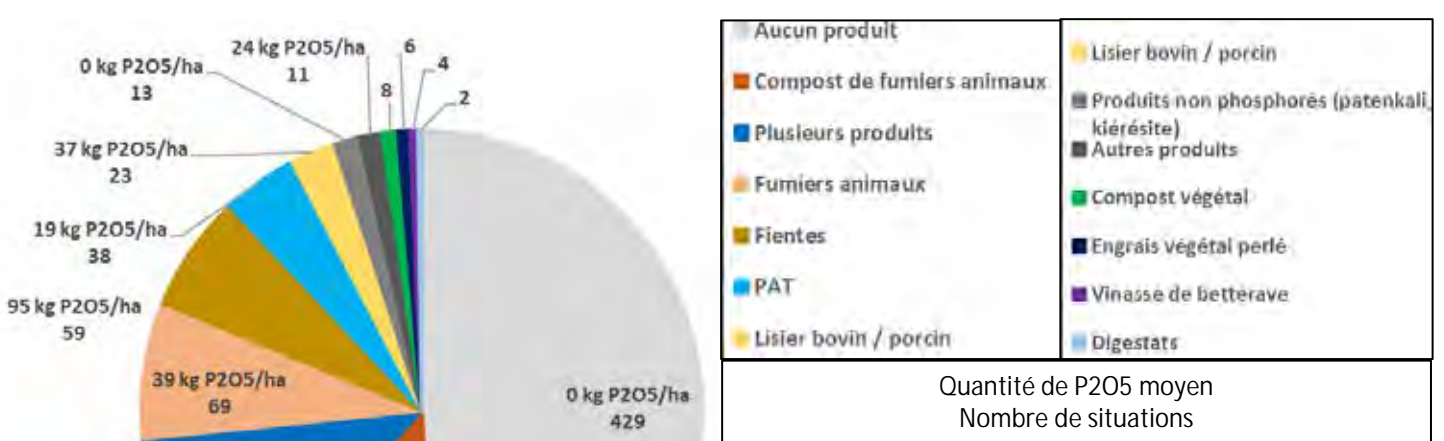


- En Île-de-France, teneurs moyennes du sol en  $P_2O_5$  Olsen supérieures à celles du reste de la France (57 vs 44 ppm)
- Globalement similaires entre des parcelles récemment (54 ppm) et anciennement converties en AB (59 ppm)
  - Supérieures pour les parcelles d'exploitations sans élevage (62 ppm) par rapport à celles avec présence d'élevage (50 ppm) contrairement au reste de la France (43 vs 45 ppm) où elles sont similaires

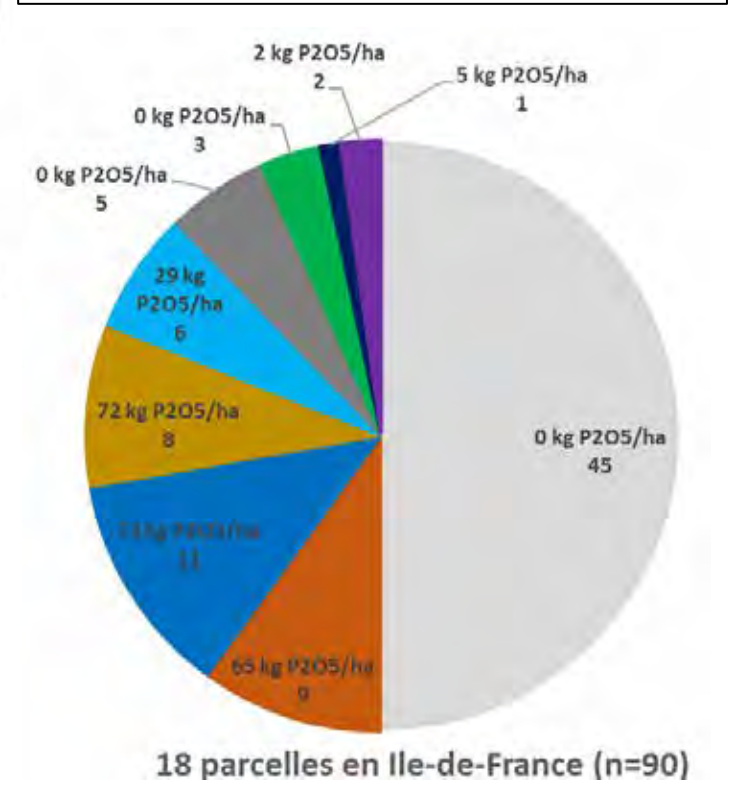
## Impacts des pratiques culturales sur les bilans entrées/sorties des parcelles en AB (enquêtes hiver 2021-2022 puis 2022-2023)



## Répartition des parcelles en fonction des apports moyens annuels de P2O5



Quantité de P2O5 moyen  
Nombre de situations



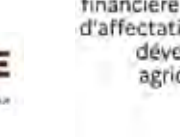
- En Île-de-France, des bilans Fertilisation – Exportations en P :
- Inférieurs à la moyenne nationale de l'observatoire PhosphoBio
  - Des exportations annuelles similaires à celle de la moyenne nationale
  - Des importations annuelles inférieures à celle de la moyenne nationale

Travaux conduits dans le cadre du projet CASDAR PhosphoBio

Partenaires financés :



Autres partenaires associés au projet :



# Pôle ACS



## Où en est-on ?



Glyphosate : 10 à 30% de l'IFT herbicide

En moyenne = 2.2l/ha/an\*

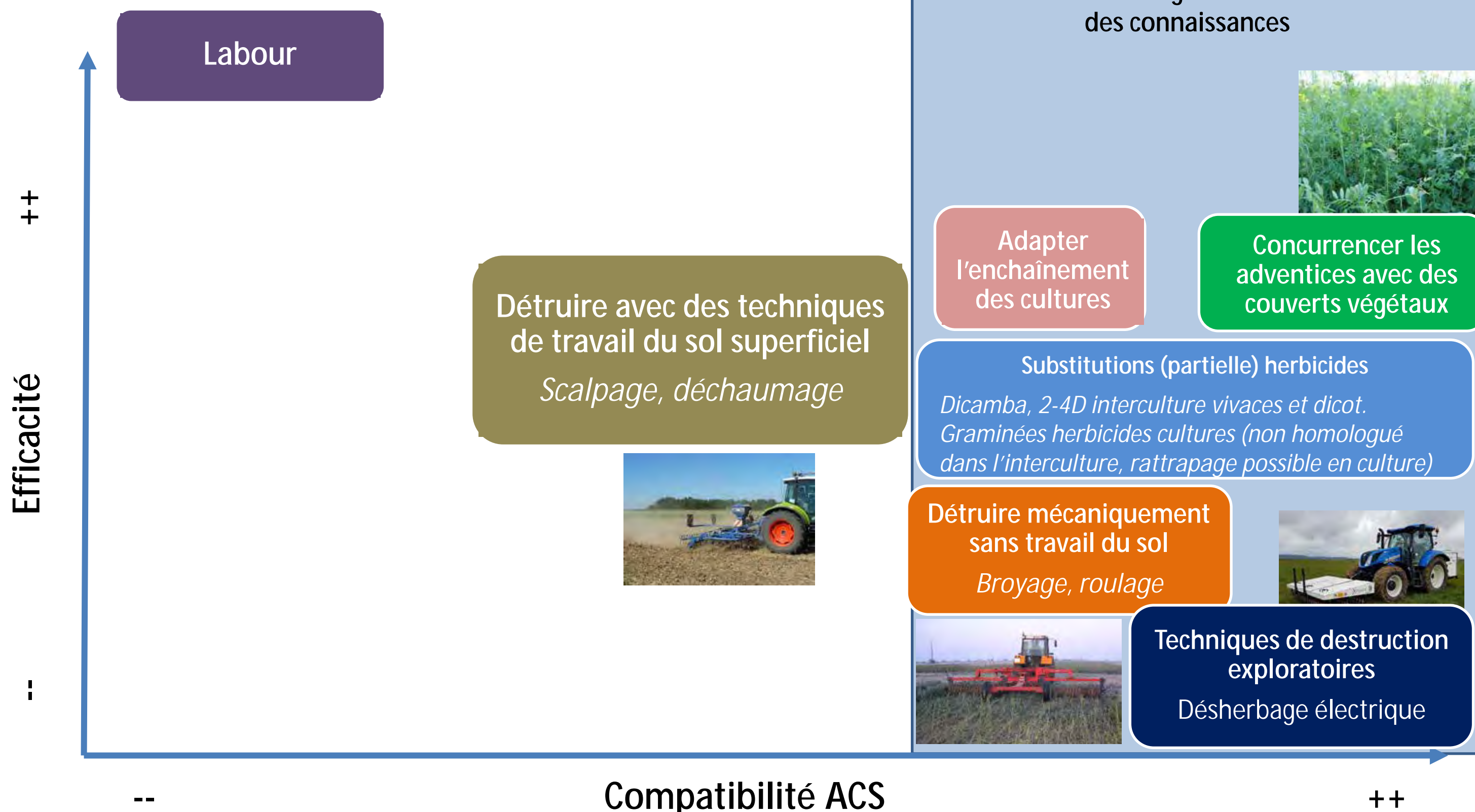
1l/ha/an : conditions favorables

3l/ha/an: conditions défavorables

\*enquête APAD « SOLutions ACS »

Gestion vivaces et graminées sans travail du sol

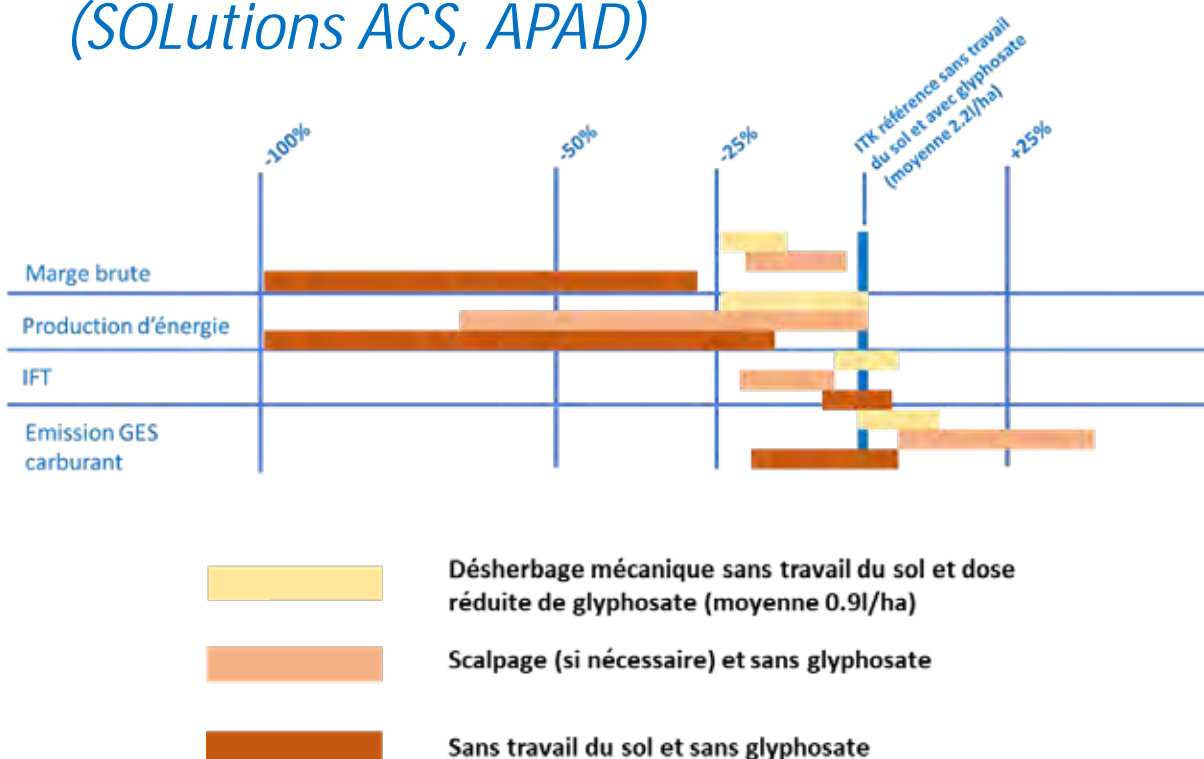
## Existe-t-il des alternatives ?



## Efficacité des alternatives au glyphosate

	Glyphosate	Herbicides avec AMM actuelles	Méthodes physiques							Autres méthodes
			Labour	Peu ou pas compatibles ACS						
			Travail du sol superficiel 0-8 cm (1) temps séchant	Travail du sol superficiel 0-8 cm (1) temps humide	Travail du sol superficiel sur 8-15 cm (1) temps séchant	Travail du sol superficiel sur 8-15 cm (1) temps peu séchant	Travail du sol superficiel sur 8-15 cm (1) temps humide	Broyage, Rolo face, Rouleau hacheur	Rouleau lourd sur gel (T° < -3°C)	
Vivaces dicotylédones (yc partie souterraine)	Très efficace	Très efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace
Vivaces graminées (yc partie souterraine)	Très efficace	Très efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace
Graminées (stade 1-3 feuilles)	Très efficace	Très efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	< -15°
Graminées (stade tallage ou montaison)	Très efficace	Très efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	< -15°
Graminées (stade fin montaison, épiaison)	Très efficace	Très efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	
Dicotylédones (stades cotylédons à 2-3 feuilles)	Très efficace	Très efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	
Dicotylédones (stades > 3 feuilles)	Très efficace	Très efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	
Gaillet et geranium (stades > 3 feuilles)	Très efficace	Très efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	< -15°
Couverts dicots : radis fourrager	Très efficace	Très efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	-8 à -13°
Couverts dicots : vesce ou féverole fleuries	Très efficace	Très efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	-5 à -10°
Couverts dicots : moutarde ou phacélie développées	Très efficace	Très efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	-5 à -10°
Couvert permanent (luzerne, trèfle blanc...)	Très efficace	Très efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	
Destruction des prairies ou jachères	Très efficace	Très efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	Non efficace	

## Evaluation multicritères d'ITK avec doses réduites ou sans glyphosate (SOLutions ACS, APAD)



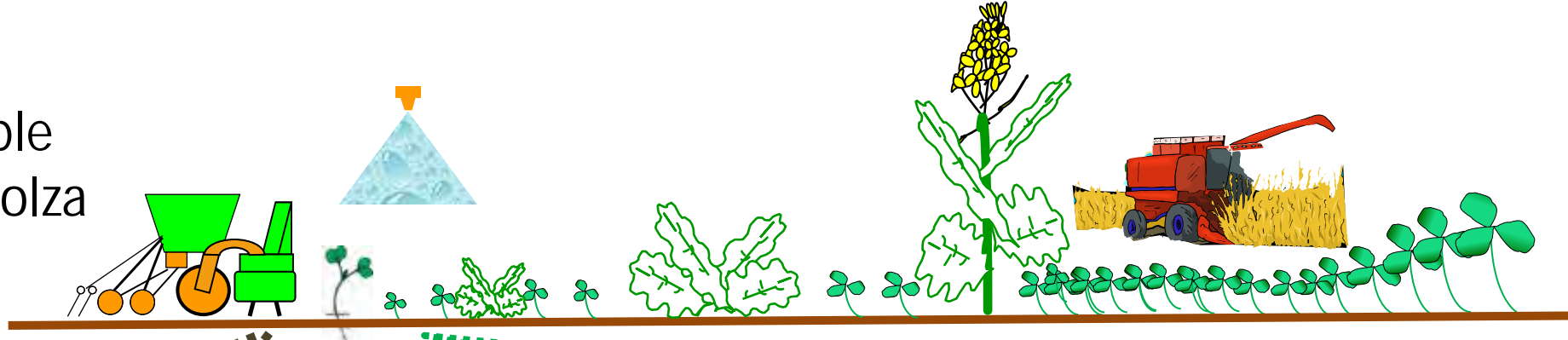
# Des couverts permanents à bien maîtriser

Objectifs : maximiser les services rendus par les couverts

Année 1 : anticiper l'implantation du couvert sous une culture

Peu d'impact sur la culture sauf adaptation du désherbage

Exemple sous colza



Semis Colza + Légumineuse  
Luzerne ou Lotier 6 à 8 kg/ha  
TV 5 kg/ha TB 3 kg/ha

Post levée doses réduites :  
Novall, Alabama.  
Kerb et antigraminées foliaires



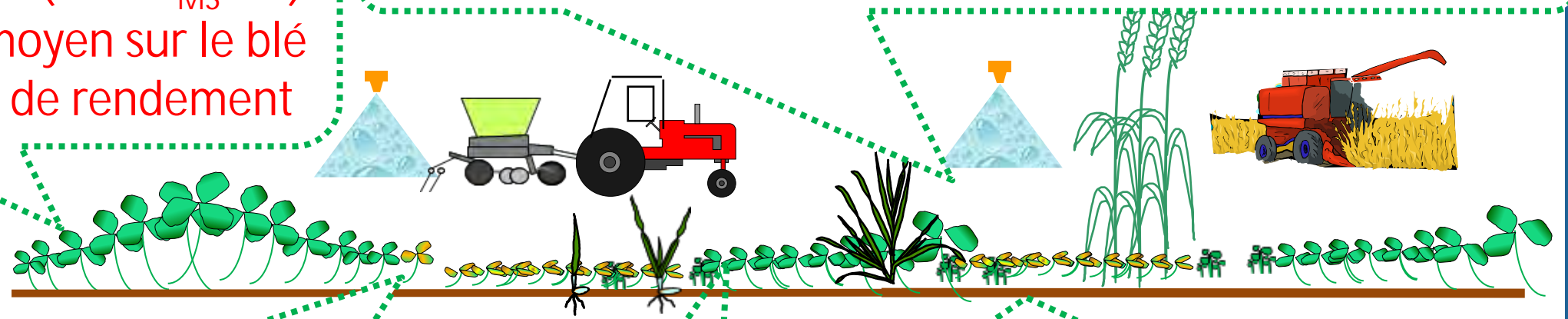
Interculture : développement du couvert (sauf étés secs)

Année 2 : couvert détruit ou gardé vivant dans une céréale d'hiver



Gros couvert à l'automne (2 à 5 t<sub>MS</sub>/ha) à gain moyen sur le blé de 5-8% de rendement

Limiter la biomasse du couvert à 1 t<sub>MS</sub>/ha au printemps (mort ou vif), sinon perte moyenne de 30% de rendement



Régulation Désherbage (Glyphosate 360 à 540 g/ha)

Désherbage d'automne (Fosburi 0.5 + Défi 2.5 l/ha)

Destruction trèfle (Allié 10 g/ha)  
Régulation trèfle (Allié 3 g/ha)  
Régulation luzerne (Allié 5-10 g/ha puis Starane 0.33 l/ha)

Année 3 ou plus (cultures de printemps ou protéagineux) : destruction du couvert conseillée (régulation complexe ou impossible)

Résultats 2015-2021, essai longue durée de Poix (51)

**A.R.E.P.**  
Association Régionale pour l'Étude des Productions végétales en Champagne-Crayeuse

	COLZA	BLE	ORGE pts	BETT.	BLE	COLZA	Rendement	Lixiviation N	Fourniture N
MODA 11 mois	TREFFLE	CIPAN	CIPAN	TCS	TCS	TCS	+	☑	++
MODA 23 mois	TREFFLE	TREFFLE	CIPAN	TCS	TCS	TCS	++	☑	+++
MODA 25 mois	TREFFLE	TREFFLE	SOL NU	TCS	TCS	TCS	-	☑	+
MODA 21 mois	TREFFLE	TREFFLE	CIPAN	TCS	TCS	TCS	+	☒	+
MODA 9+20 mois (Rm)	TREFFLE	TREFFLE	TREFFLE	TCS	TCS	TCS	--	☒	-
MODA 9+20 mois (Rc)	TREFFLE	TREFFLE	TREFFLE	TCS	TCS	TCS	--	☒	--

Dans les 3 campagnes suivant la destruction du couvert, des arrières-effets bénéfiques azote + rendement.

Mais des couverts :

- délicats à mettre en œuvre
- à bien réguler sous blé
- à détruire en sortie d'hiver avant les cultures de printemps (compétition + lixiviation nitrate)





# Fertilisation en ACS : faut-il fractionner l'azote sur blé ?

Pourquoi se poser la question ?

Hypothèses de dynamiques de minéralisation de l'azote en ACS vs conventionnel



**Disponibilité accrue**  
(effets moyen terme)

**Couverts végétaux :**

- fixation et restitution supplémentaire d'azote.
- limitation de la lixiviation en période de drainage.

**Augmentation des taux de matière organique :**

+30 à 50 kg N/ha/an pour un gain de 0.5 point de MO



**Disponibilité ralentie**  
(effets court terme)

**Absence de travail du sol :** ralentissement de la minéralisation en sortie d'hiver (-10 à -15 kg N/ha)  
**Dégradation des résidus végétaux :** immobilisation de l'azote minéral par une activité biologique de décomposition.

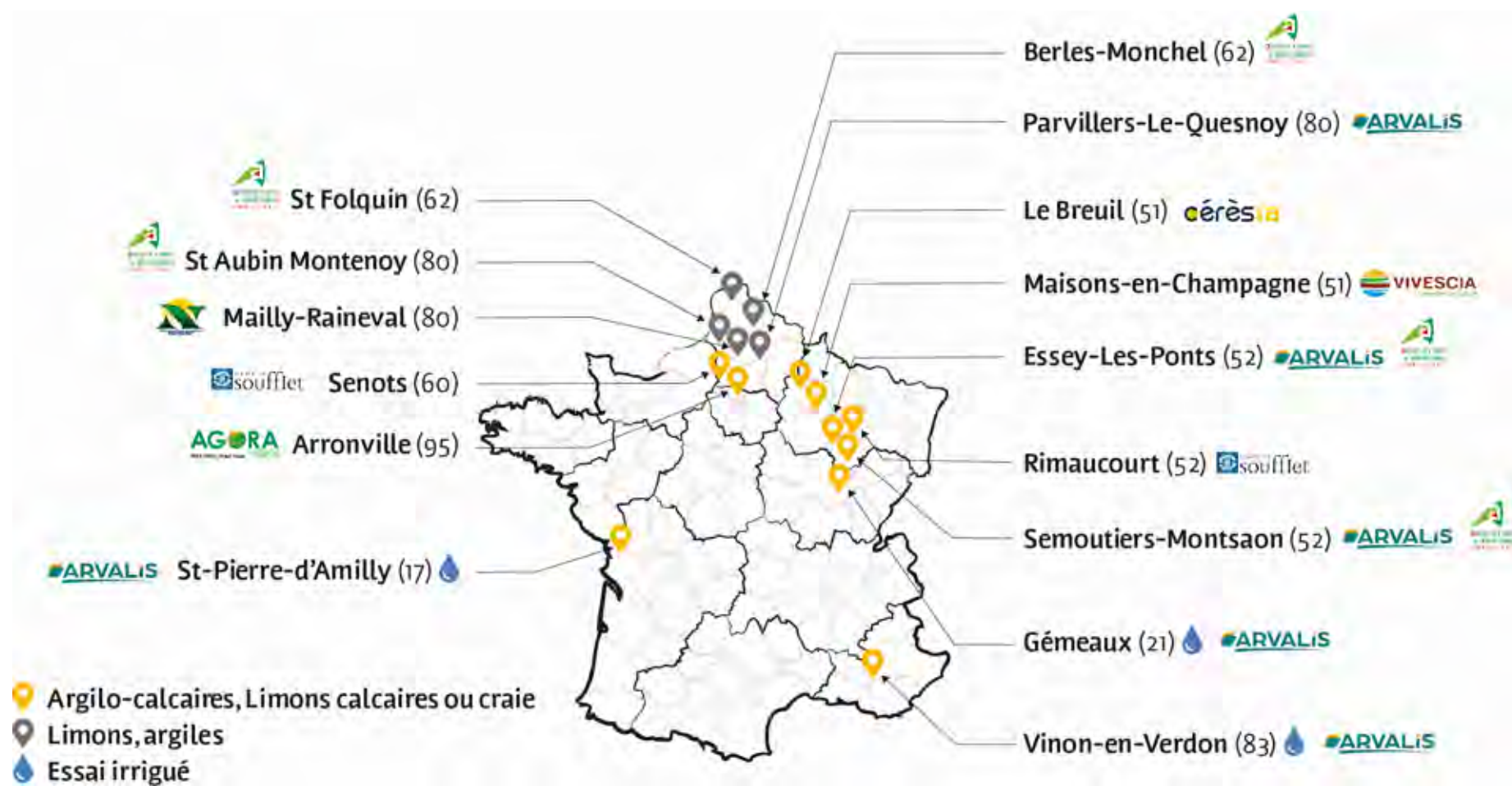
**Organisation accrue de l'azote minéral** dans les matières organiques du sol (activité biologique et C/N résidus)

**Volatilisation ammoniacale plus élevée :** absence d'enfouissement des engrais



**Hypothèse :** faut-il réduire le fractionnement pour éviter des faims d'azote précoces ?

Un réseau d'essai multipartenarial et une première année de résultats



**1ères conclusions :**

- Le fractionnement reste nécessaire en ACS
- Attention aux impasses au tallage.
- Apport précoce unique = risques pertes de rendement et qualité.

**En cours (essais 2023) :**

- Forme d'azote (urée vs ammo)
- Azote soufré

Modalité	Description	Impact moyen rendement	Impact moyen protéines
Fractionnement classique	Apport de la « dose X » en 3 ou 4 passages	Témoin	Témoin
Tout avant montaison	Ensemble de la « dose X » en 1 ou 2 apports avant épi 1cm	-1.1 q/ha *	-0.32% **
Avant montaison + 40 dernière feuille	X-40 kg N/ha avant « épi 1cm » et 40 kg N/ha à « dernière feuille »	0 q/ha	-0.11% *
Tallage renforcé	80 kg N/ha au tallage à la place de 40, avec réduction en conséquence de l'apport à épi 1 cm	-0.7 q/ha NS	-0.27% **
Impasse tallage	Report de l'apport prévu au tallage (40 kg N/ha) à « épi 1cm » ou à « dernière feuille »	-2.7 q/ha **	+0.25% NS

NS = Non Significatif

\*\* = significatif à 5%

\* = significatif à 10%

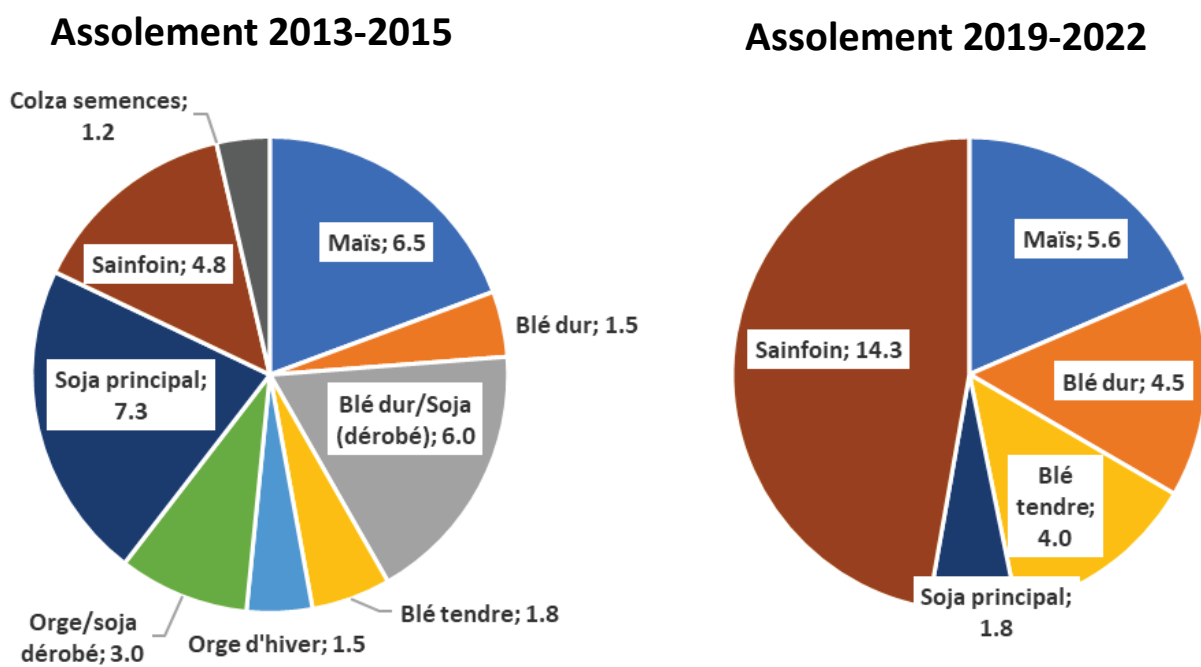
# Performances de l'ACS : trajectoire de deux fermes sur 10 ans



## Exploitation 1 : sud-est Daniel Brémont

- ✓ SAU = 40 ha ; UTH : 0,4
- ✓ Argilo-calcaire légèrement caillouteux
- ✓ Climat méditerranéen dégradé : été chauds/secs, automnes pluvieux, hivers froids/secs
- ✓ Irrigation
- ✓ ACS depuis 2009 (TCS depuis 1996)
- ✓ **Travail du sol** : absent
- ✓ **Couverts** : annuels et semi-permanents (sainfoin/luzerne)
- ✓ Cultures dominantes : blé dur, sainfoin, maïs
- ✓ Ray grass résistant herbicides HRAC 1-2

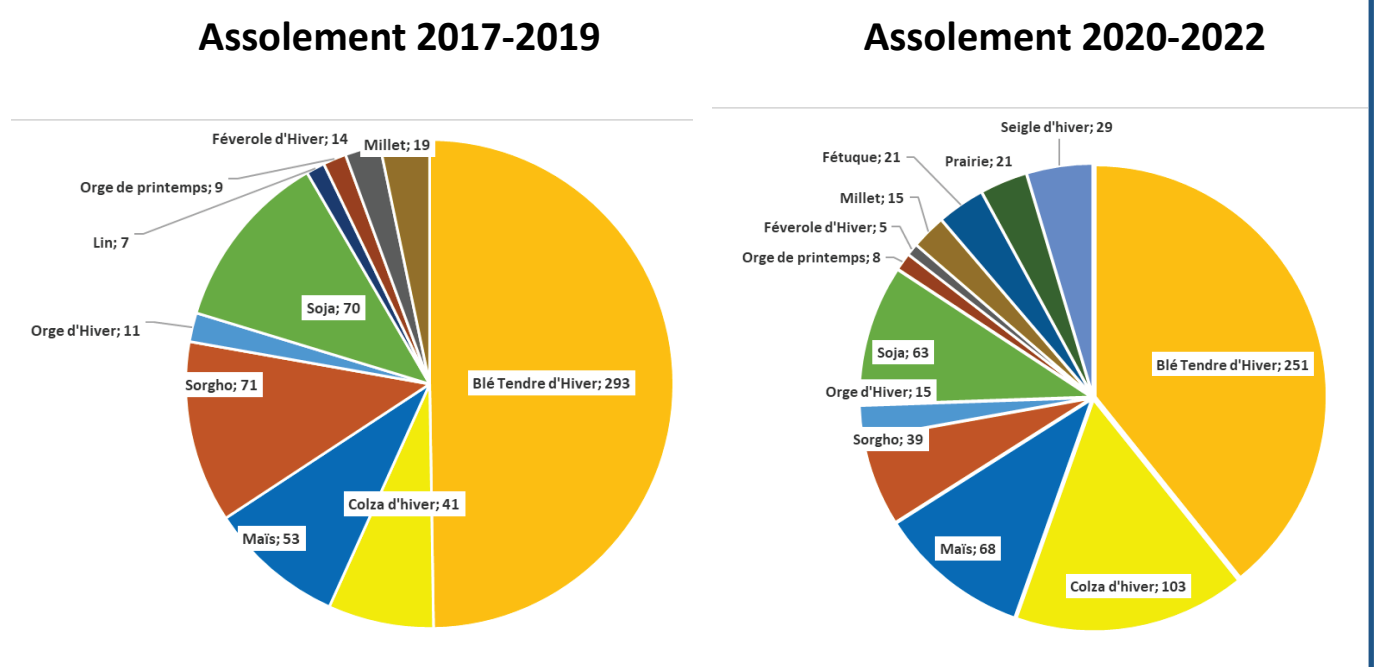
### Assolement & exemple de rotation



## Exploitation 2 : nord-ouest Anthony Quillet

- ✓ SAU = 639 ha ; UTH = 4,1
- ✓ Limono-argilo-sableux
- ✓ Climat océanique
- ✓ Irrigation
- ✓ ACS depuis 1998
- ✓ **Travail du sol** : absent
- ✓ **Couverts** : annuels
- ✓ Cultures dominantes : blé tendre, soja, colza
- ✓ Ray grass résistant herbicides

### Assolement & exemple de rotation



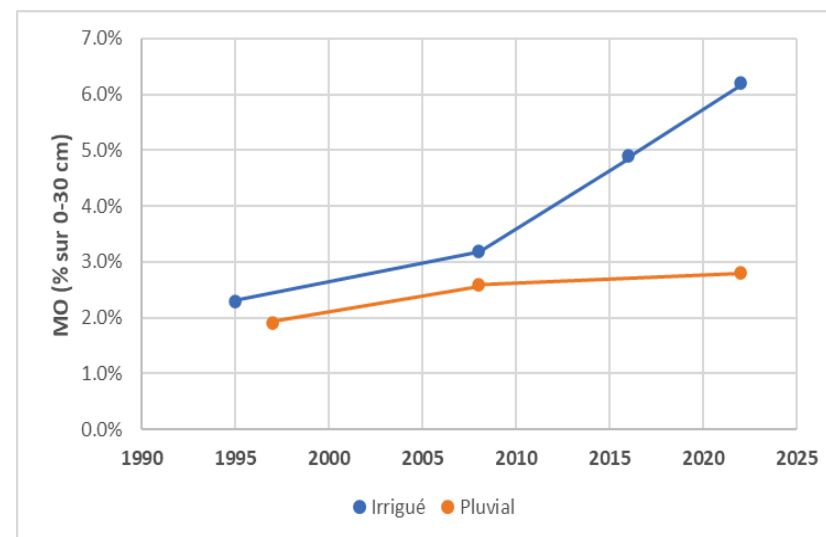
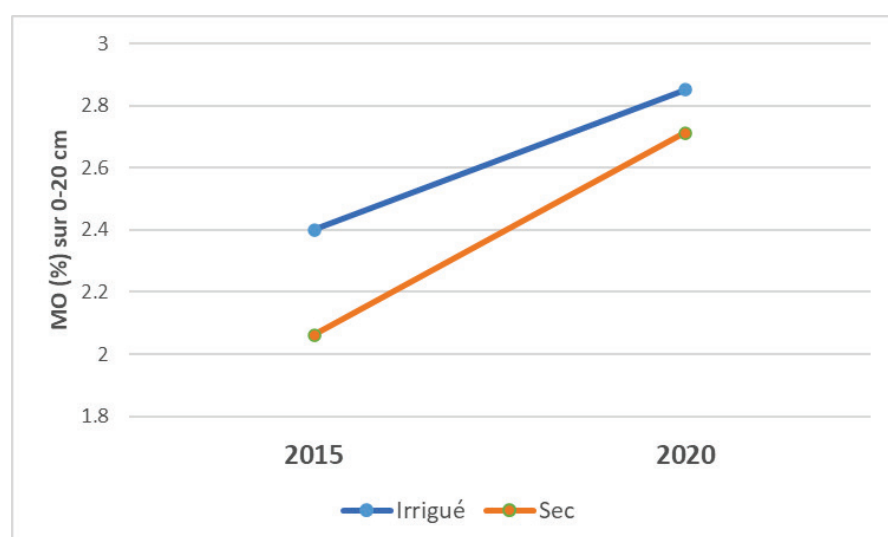
## Résultats techniques, économiques & environnementaux

		Exploitation Sud France (irriguée)			Exploitation Ouest France (irriguée)		
		2013-2015	2019-2022	Evol	2017-2019	2020-2022	Evol
Economie	SAU	34	34		639	639	
	UTH totaux (salariés compris)	0.4	0.4		4.08	4.08	
	IVAN (€/ha)	2683	3167	18%	1521	1989	31%
	Chiffre d'Affaire (€/ha)	1335	1665	25%	1065	1387	30%
	Aides PAC (€/ha)	426	260	-39%	230	193	-16%
	Produit brut (€/ha)	1761	1925	9%	1295	1621	25%
	Ch Intrants Total (€/ha)	553	527	-5%	359	285	-21%
	Ch Engrais (€/ha)	137	162	18%	138	56	-59%
	Ch Phytos (€/ha)	86	52	-39%	98	112	14%
	Ch semences (€/ha)	163	101	-38%	80	76	-5%
	Ch irrigation (€/ha)	167	212	27%	34	37	9%
	Marge Brute avec aides (€/ha)	1207	1398	16%	936	1336	43%
	Ch Méca (€/ha)	331	418	26%	123	182	48%
	Marge Nette avec aides (€/ha)	469	546	16%	349	643	84%
Cultures principales	Rendement moyen blé tendre (T/ha)	6.0	4.5	-25%	7.48	5.58	-25%
	Coût de production complet blé dur ou tendre (€/t)	287	270	-6%	125	191	53%
	Rendement moyen maïs grain (T/ha)	12.4	13.0	5%	9.52	10.38	9%
	Irrigation maïs (mm/ha)	218	360	65%	143	150	5%
Indicateurs techniques	N Total (kg/ha)	134	94	-30%	142	142	0%
	IFT Total (calcul avec doses référence ministère)	2.6	1.8	-29%	3.26	4.07	25%
	IFT herbicides	1.2	1.3	8%	2.46	2.69	9%
	Temps de traction par ha (h/ha)	5.7	5.8	1%	2.2	1.9	-14%
	Irrigation (mm/ha)	172	217	26%	29	30	3%
	SAU /UTH	84	82	-3%	156	156	0%
Indicateurs Env	Emissions GES Totales (kgéqCO2/ha)	1985	1553	-22%	2083	2056	-1%
	Consommation d'énergie primaire totale (MJ/ha)	34278	37123	8%	14701	15542	6%
	Production Energie Brute (MJ/ha)	96528	74779	-23%	98164	82888	-16%

### Rendements moyens (t/ha)

	Exploitation 1	Exploitation 2
Avoine de printemps	2.6	
Blé dur d'hiver	4.7	
Blé Tendre d'Hiver	5.3	6.5
Orge de printemps		4
Orge d'Hiver		5.6
Seigle d'hiver		3.5
Colza d'hiver	1.3 (semences)	2.5
Maïs	12.7	10.0
Sorgho		5.9
Féverole d'Hiver	2.1	1.2
Pois d'hiver	3	
Soja	3.4	3.7
Prairie		4
Sainfoin graine	0.8	
Lin		1.8
Millet		2.6
Sarrasin		1.2

**Exploitation 1 :**  
Irrigué : maïs-soja-blé  
Pluvial : tournesol/blé/féverole  
Absence d'apports de MO exogène



**Exploitation 2 :**  
Irrigué : maïs-soja-blé  
Pluvial : blé/colza/blé/sorgho/blé  
Epannage de boues et déchets verts (6-10T tous les 2 ans en irrigué et tous les 3 ans en pluvial)

#### Points positifs

- Augmentation des marges et maîtrise des charges malgré inflation.
- Amélioration fonctionnalités sols (MO, réduction battance, infiltration eau)

#### Points d'attention

- Transition technique
- Maîtrise pression ray grass résistant.
- IFT herbicide
- Débouchés incertains pour cultures « de niche » (féverole, sainfoin)

Evaluation multicritère réalisée avec le logiciel

**SYSTERRE**

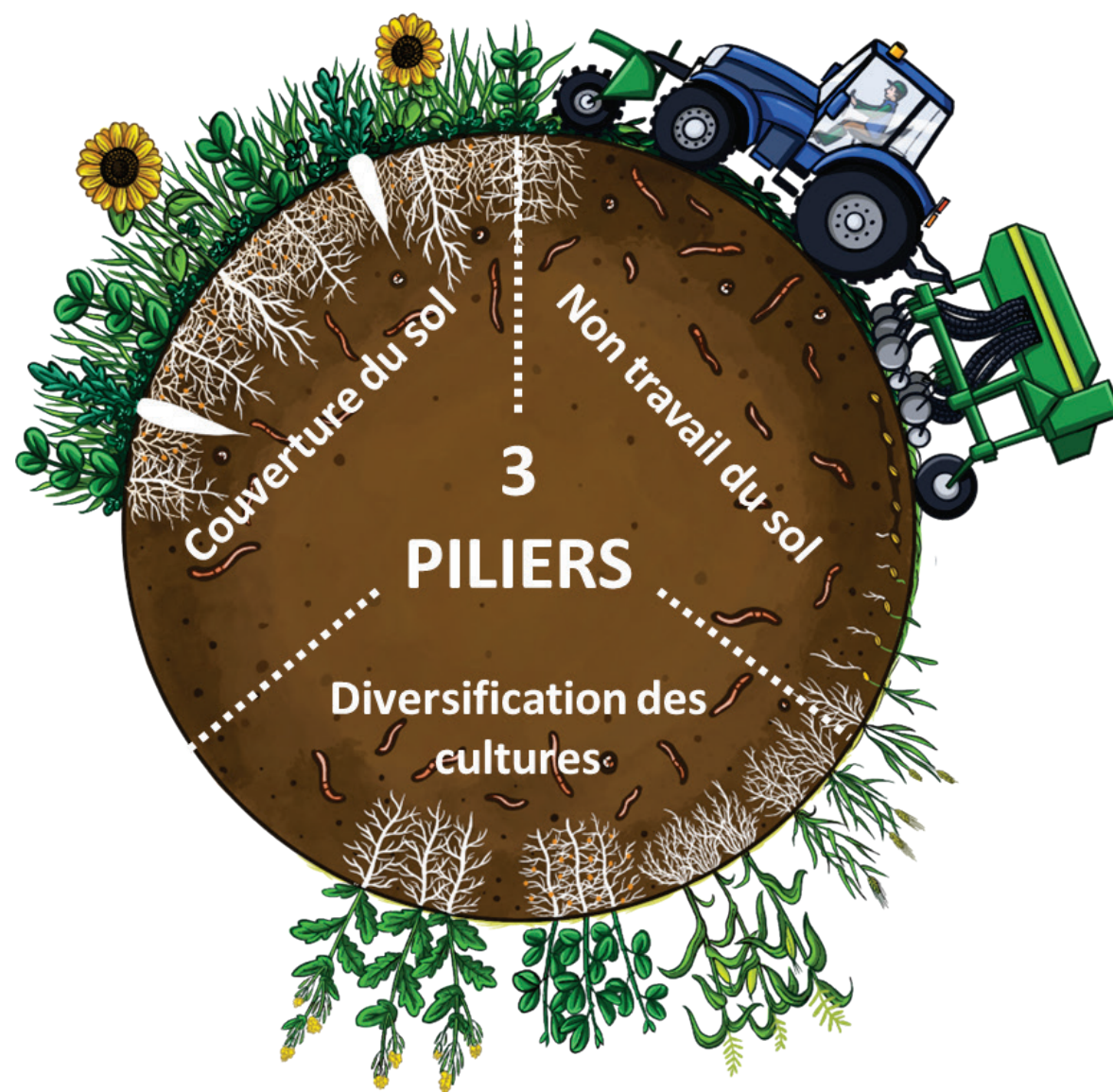


# L'ACS - Agriculture de Conservation des Sols (ACS)

## Principes et bénéfices attendus

### COUVERTURE DU SOL, AVEC RESTITUTION DES RESIDUS:

- ✓ Implantation de couverts quelle que soit l'interculture
- ➔ **Protection contre l'érosion**
- ➔ **Stockage de Carbone**
- ➔ **Protection / aléas climatiques**
- ✓ Mélange d'espèces de couvert :
- ➔ **Structuration du sol par les racines des couverts**
- ✓ Maintien du couvert dans la culture suivante
- ➔ **Nutrition de la faune par les résidus de couverts**
- ➔ **Limitation des levées d'adventices**

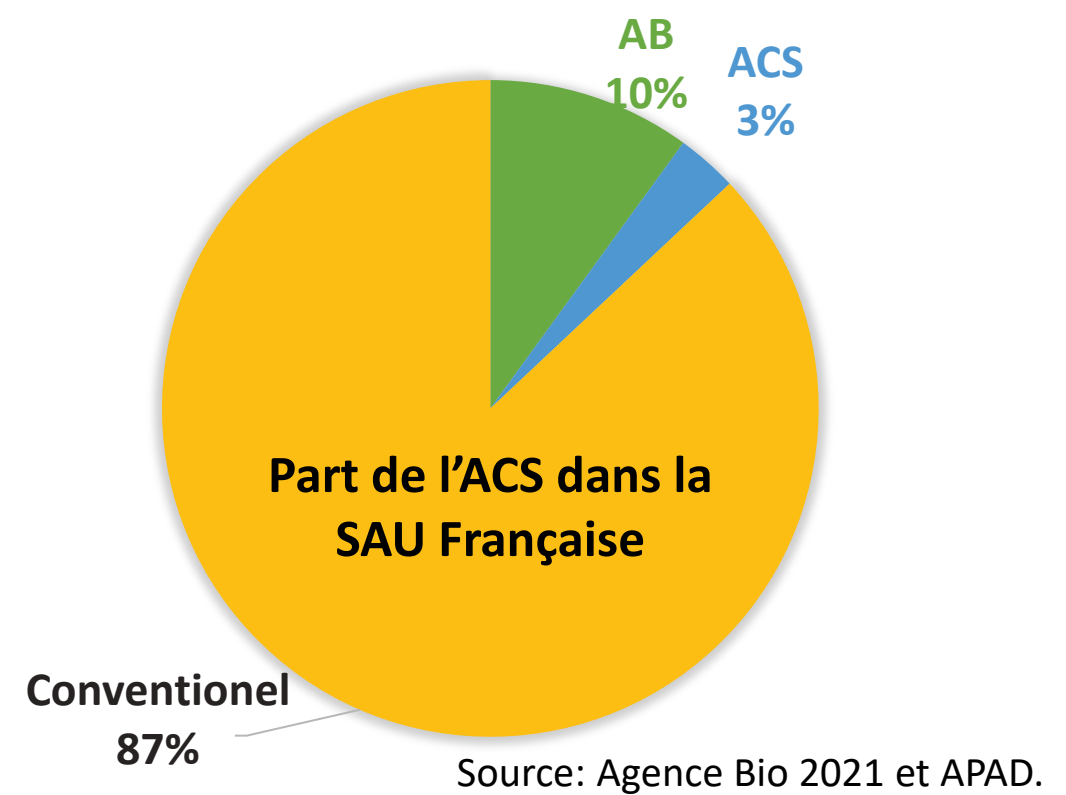


### NON TRAVAIL DU SOL:

- ✓ Pas de labour, pas de travail superficiel
- ✓ Semis direct
- ✓ Rouleau hacheur
- ➔ **Moins de charges de mécanisation**
- ➔ **Réduction des émissions de GES**
- ➔ **Concentration de la matière organique en surface**

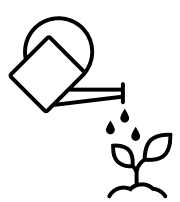
### DIVERSIFICATION DES CULTURES :

- ✓ Allongement des temps de rotation
- ✓ Alternance cultures d'hiver/d'été et entre espèces botaniques
- ➔ **Meilleure gestion des cycles des bioagresseurs**
- ✓ Introduction de légumineuses
- ➔ **Diminution des émissions de GES.**



## Axes de recherche ARVALIS-APAD

Une convention de partenariat signée février 2022 entre l'APAD et Arvalis et un programme pour accompagner les agriculteurs en ACS et guider les nouvelles conversions :



**Gestion de l'eau** : quelle efficacité de l'eau pour les systèmes irrigués ou en pluvial et quelles recommandations pour le pilotage de l'irrigation et le choix des rotations?



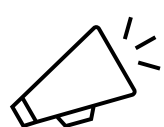
**Gestion de la fertilisation** : comment optimiser la nutrition des cultures notamment en tenant compte de l'apport des couverts et des dynamiques de minéralisation d'un sol non retourné?



**Gestion des adventices** : comment faire sans le levier travail du sol et dans un contexte de retrait du Glyphosate?



**Vie du réseau d'agriculteurs** : représentation géographique, visites d'essais et de fermes, forum,...



**Communication** : Visite de fermes, visite d'essais, articles, vidéos,...





# Pôle MÉTHANISATION



# Cameline : De multiples opportunités à l'étude

## Quoi ?

*Famille : brassicacées*

*Longueur du cycle : de 3 à 6 mois selon la date de semis*

*Rendement grain : entre 10 et 25 q/ha*

*Débouchés : huile alimentaire, cosmétique et biocarburants*



rosette    floraison    récolte    graines



Diversité génétique :  
hiver / printemps, semée en hiver

- Moindre sensibilité aux grosses altises
- Semis d'automne avant céréales
- Une opportunité pour la gestion des graminées adventices ?

Une génétique à cycle court,  
Adaptation au changement  
climatique ?

Intégrable dans  
des séquences de  
doubles cultures

## Pourquoi ?

Une attente forte du  
secteur de la bioénergie  
(jet-fuel, bioraffinerie)

Peu d'intrants  
~150 €/ha

S'adapte à de  
nombreux  
environnements

## Où l'intégrer dans des systèmes de double culture ?

Cameline  
Interculture Hiver

Cameline  
Interculture Été

Oct    Nov    Dec    Janv    Fv    Mars    Avr    Mai    Juin    Juil    Août    Sept    Oct    Nov    Dec    Janv

CIVE  
Interculture Méthanisation

Cameline  
Culture  
principale

Cultures non alimentaires implantées et récoltées entre deux cultures principales, dont les objectifs sont :  
 à Ne pas recourir aux cultures principales dans le méthaniseur  
 à Ne pas entrer en concurrence avec la production alimentaire

### 01 Choix de l'espèce

Le choix dépend de la rotation.

- CIVE d'hiver : adapter aux risques bioagresseur, verse, gel, précocité...
- CIVE d'été : rapport coût/opportunité.

### 02 Travail du sol

Selon la situation et les objectifs, en optimisant :

- La préparation du sol
- La gestion des adventices
- Le temps entre deux cultures

### 03 Semis

Semer tôt pour gagner en rendement.

- CIVE d'hiver : entre le 15/09 et le 10/10
- CIVE d'été : au plus tôt avant le 10/07

### 04 Fertilisation & Irrigation

Fertilisation :

- Apports modérés bien valorisés (40 à 100 kg N/ha)
- Attention à la valorisation en été
- Bonne valorisation des digestats

Irrigation :

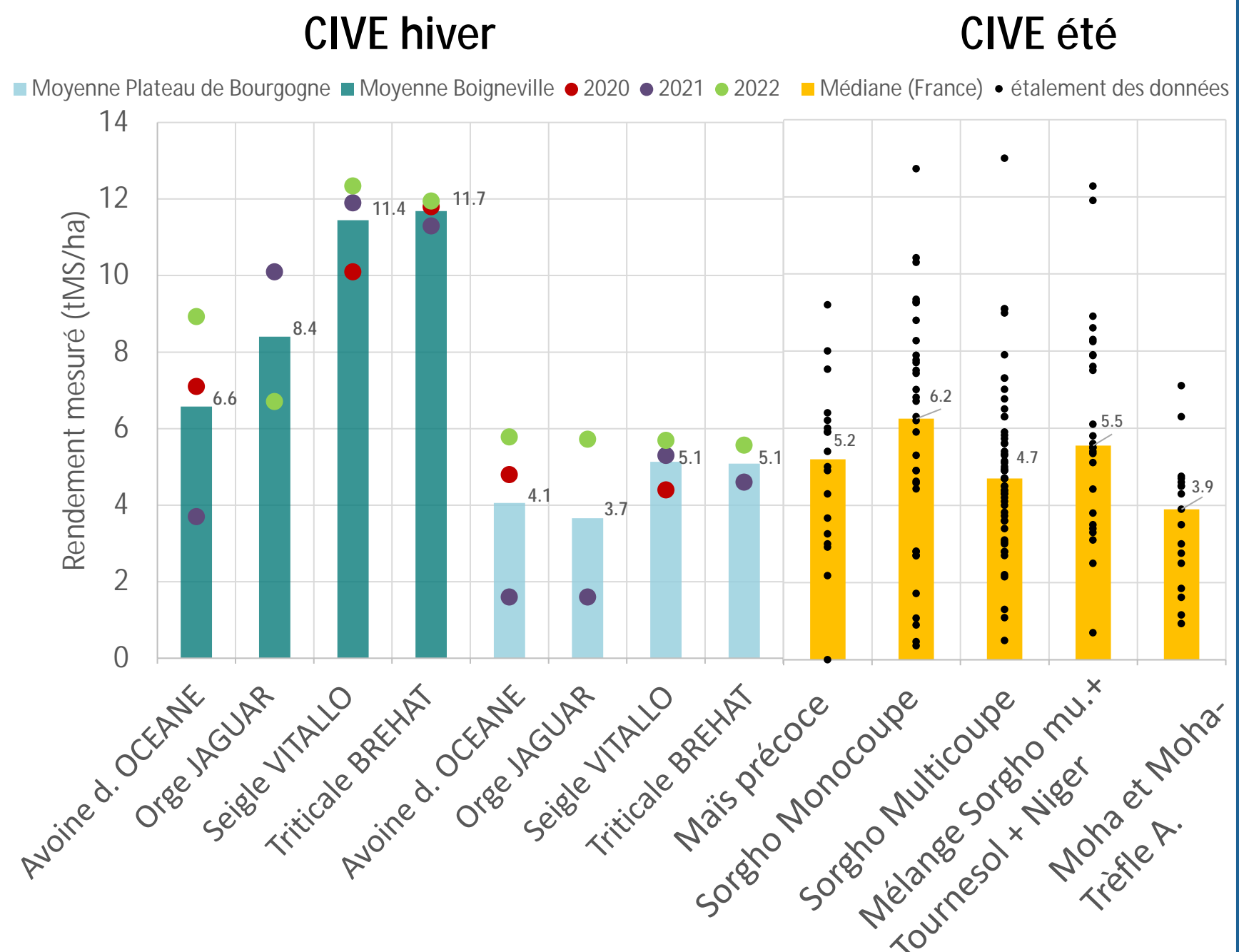
- Assure la levée des CIVE d'été
- Dépend du ratio coût/opportunité

### 05 Récolte

La date de récolte résulte d'un compromis entre production de biomasse de la CIVE et impact sur le rendement de la culture suivante.

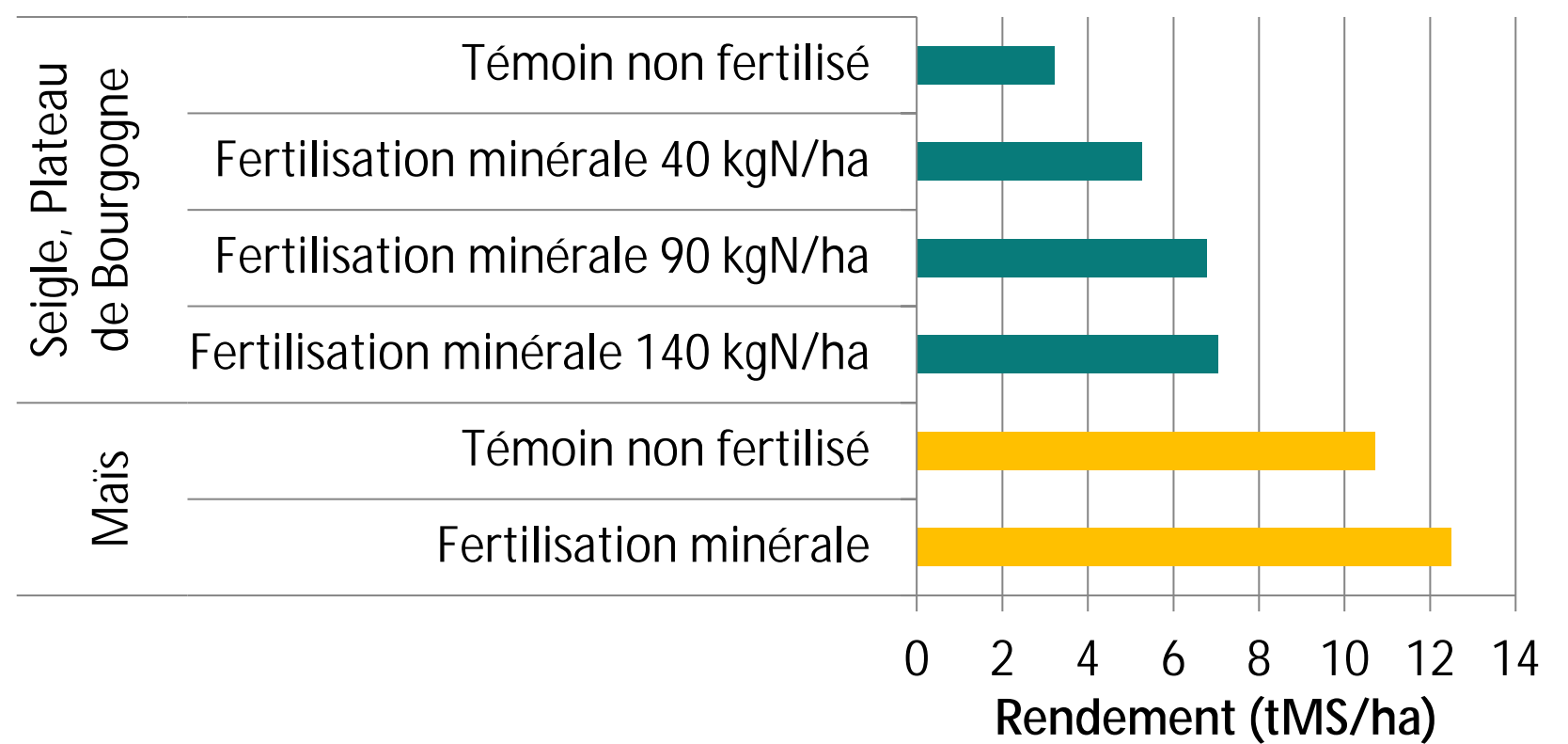
- CIVE d'hiver : entre le 20/04 et le 10/05
- CIVE d'été : entre le 20/09 et le 15/10

### Rendement des CIVE, Données Recital

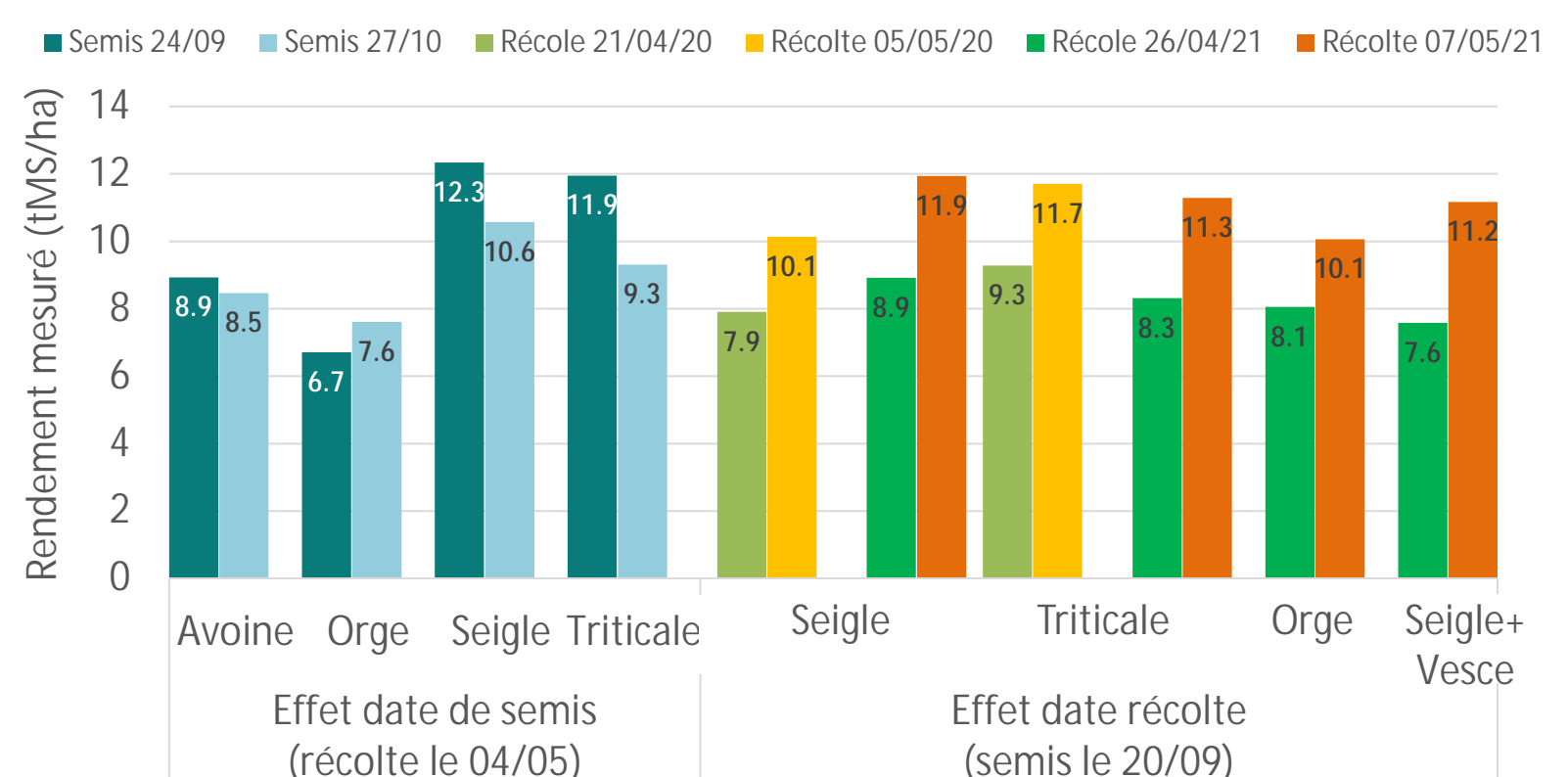


### Impact de la fertilisation sur le rendement

Données OPTICIVE, 2016



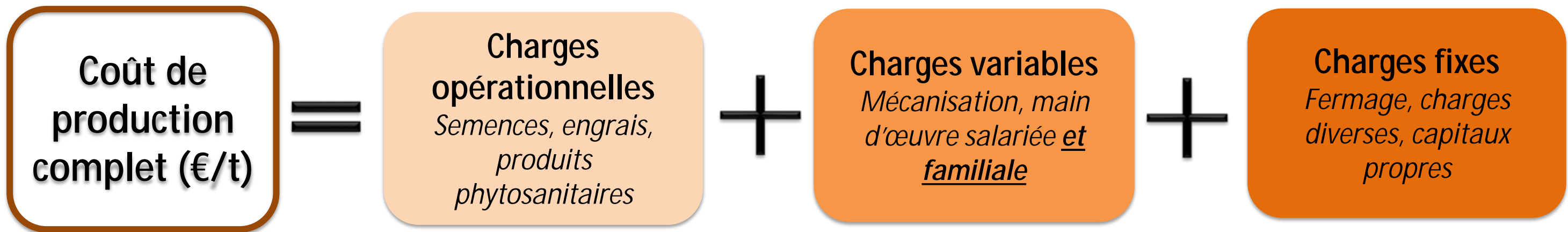
### Impact de la date de semis et de récolte sur le rendement, Boigneville, 2019-2022





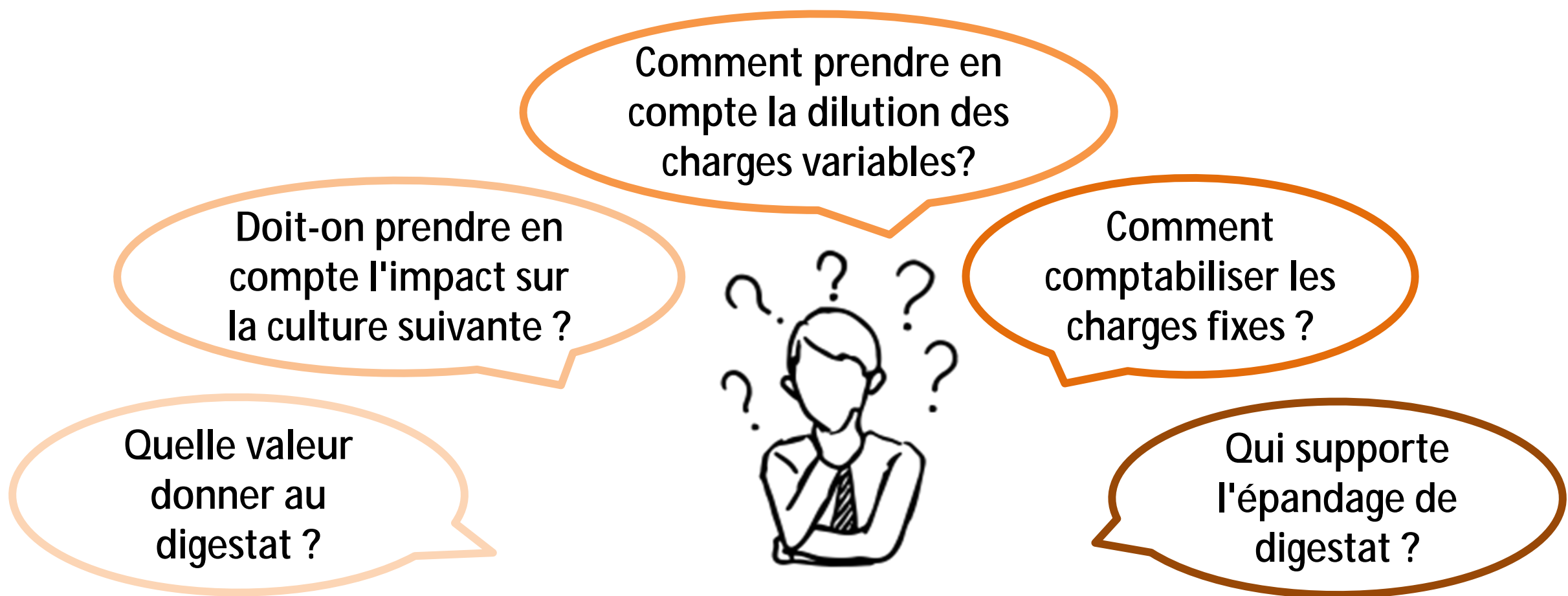
# Et vous : Combien coûtent vos CIVE ?

## Qu'est-ce qu'un coût de production complet ?



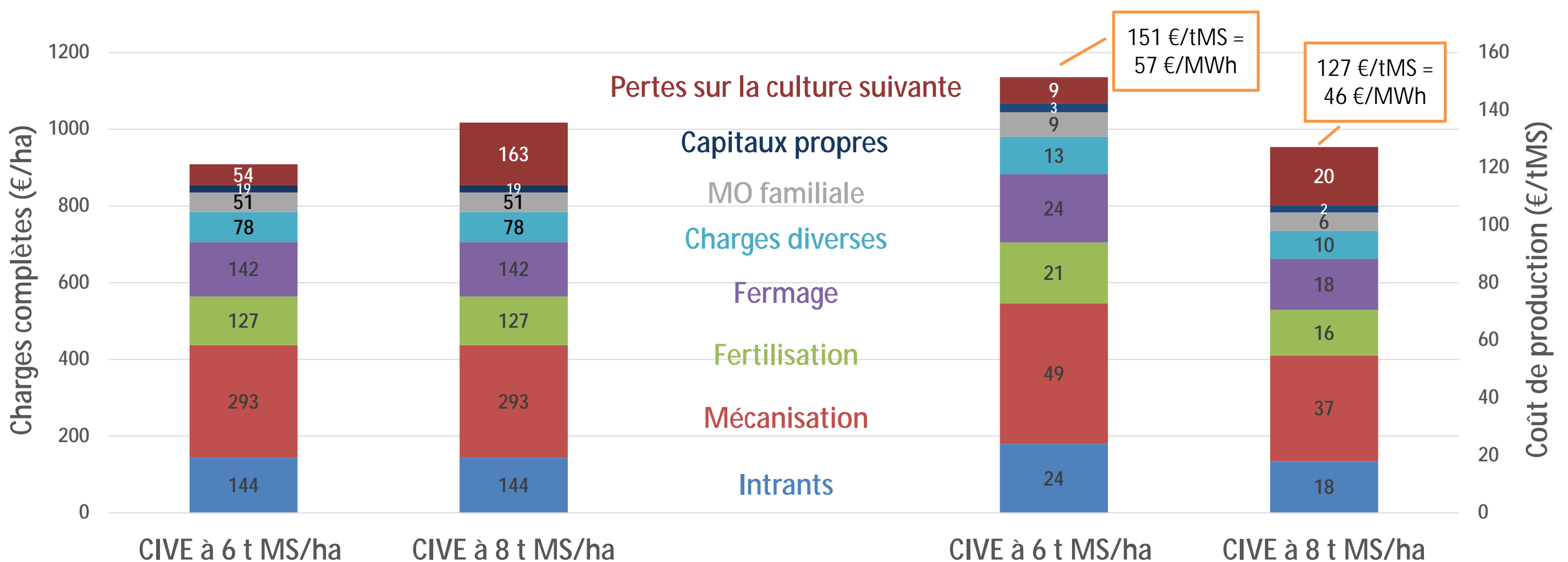
à Une CIVE s'inscrit dans un système de production : une CIVE conduite de la même manière dans deux exploitations différentes n'aura pas le même coût de production.

## Se poser les bonnes questions :



## Un coût de production à ne pas sous-estimer :

Charges à l'hectare (€/ha) et coût de production complet d'une CIVE (€/t) dans une rotation CIVE + tournesol / blé dur en région Centre / Île-de-France



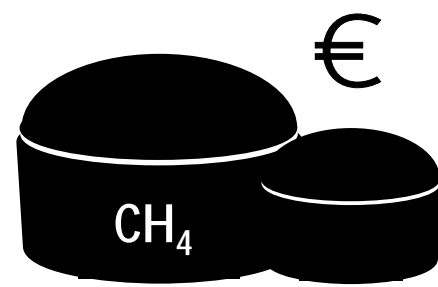
- à Bien identifier tous les postes de charges
- à Optimiser le rendement sans impacter la culture suivante
- à Optimiser la conduite de culture pour maximiser les services

## Quand récolter ? Cas de la région Centre.

- Sécurité alimentaire
- Rentabilité de la succession
- Réglementation



Vs



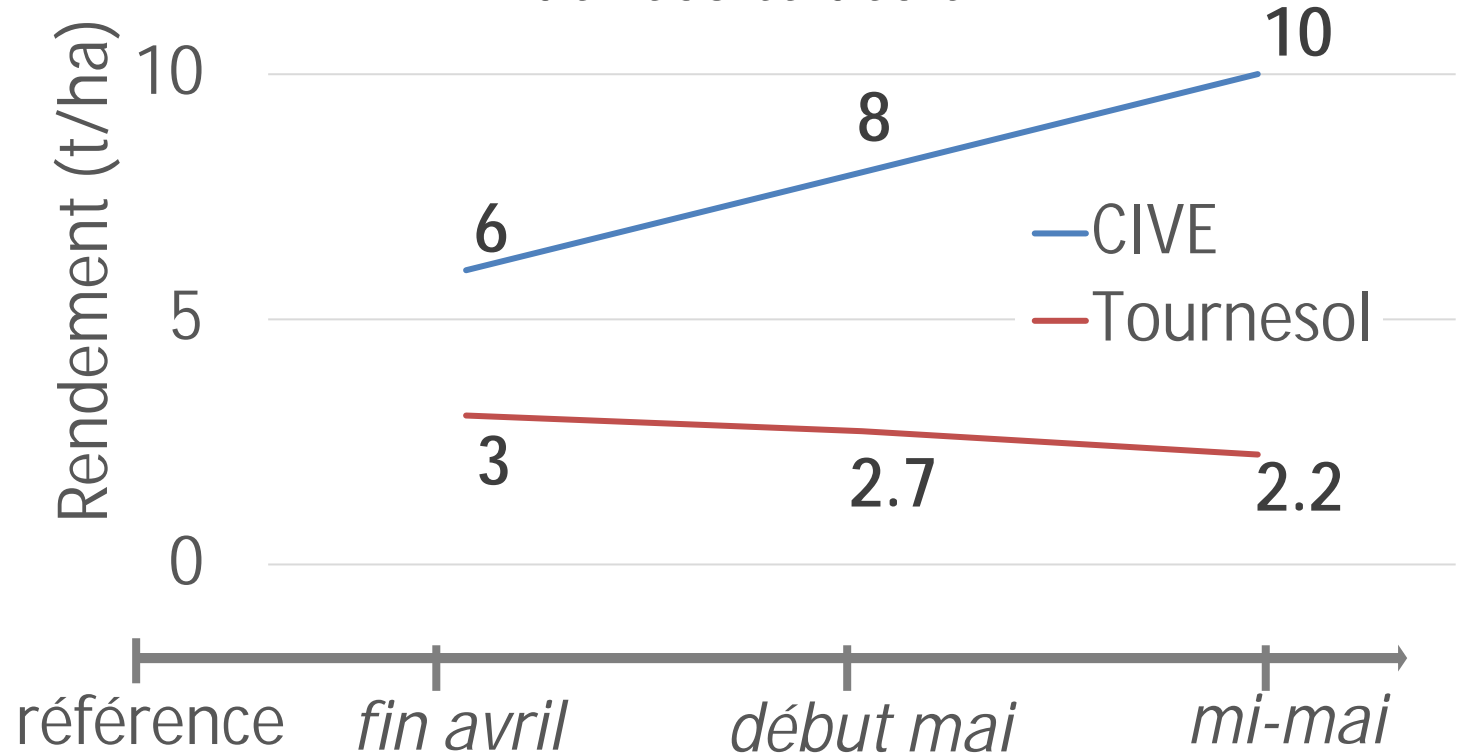
- Sécurité approvisionnement unité méthanisation
- Rentabilité de l'unité

### • Cinq scénarios de prix des productions alimentaire

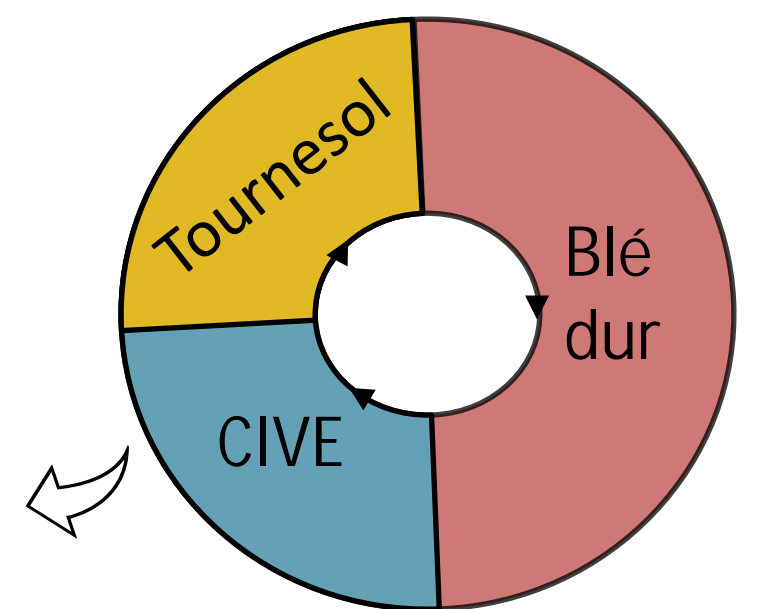
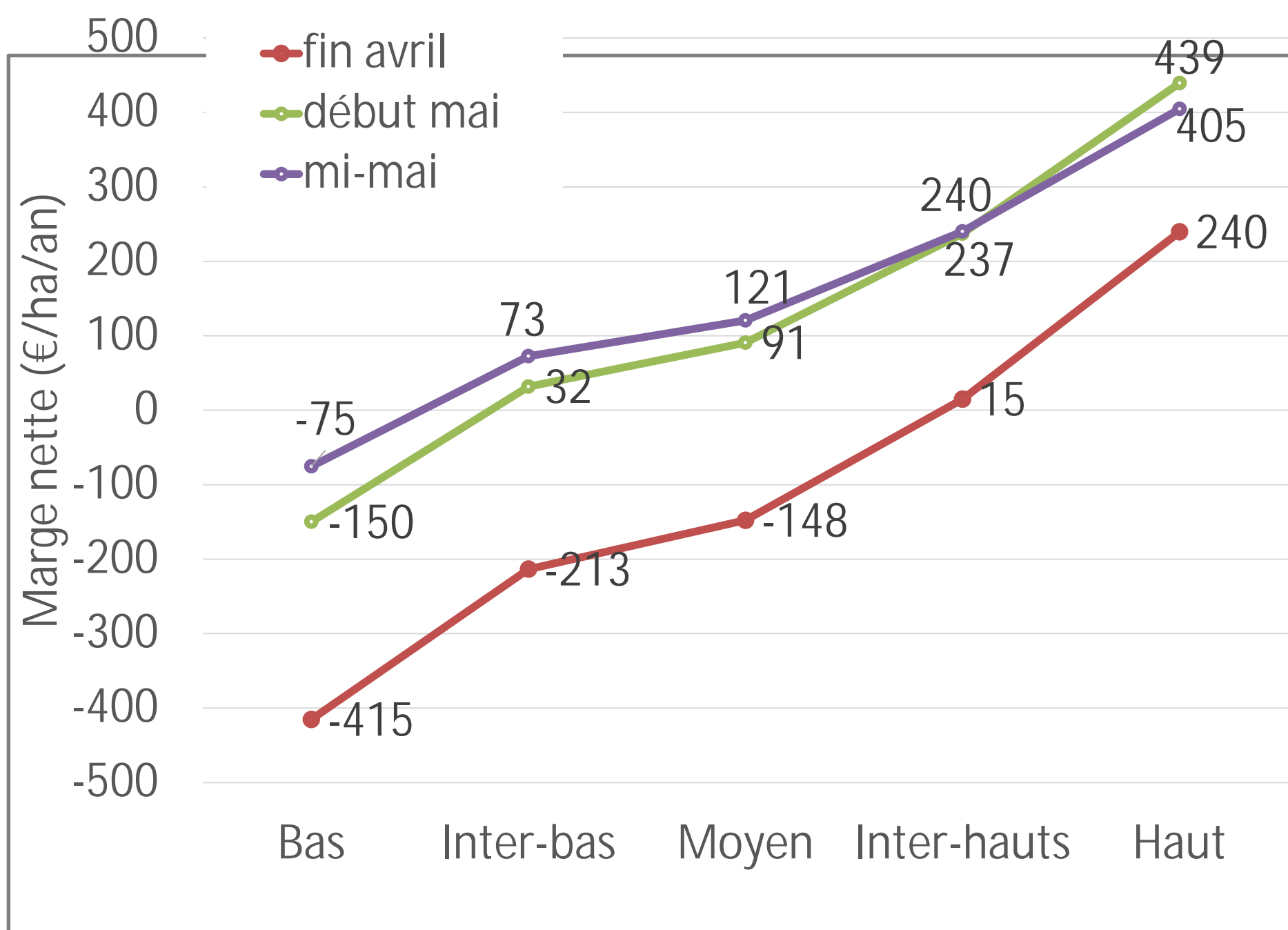
- De 110 à 220 €/t pour les céréales
- De 250 à 500 €/t pour les oléagineux
- Pas d'intégration des niveaux de prix 2022
- Prix de vente de la CIVE : 100 €/tMS

### • Trois dates de récolte

Evolution des rendements selon la date de récolte des CIVE



### • Marge nette de la succession : CIVE + tournesol



Rotation dans laquelle la CIVE est insérée.

En scénarios de prix intermédiaires à hauts (> 350 €/t en oléagineux), poids important de la rentabilité des cultures alimentaires.

Marge nette de la succession selon les scénarios de prix et la date de récolte (€/ha/an)

- 1<sup>ère</sup> décade de mai = le bon compromis à adapter :
  - à Scénarios de prix alimentaire bas : possibilité de retarder la récolte si prix CIVE stable
  - à Scénarios de prix alimentaire hauts : ne pas retarder la récolte des CIVE