



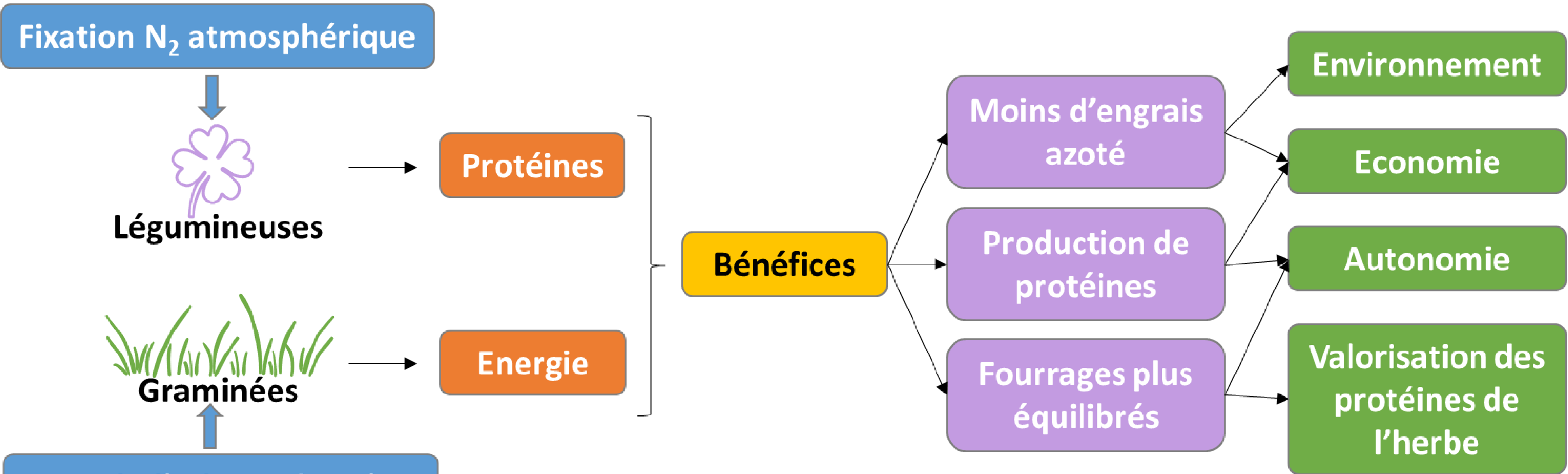
PRAIRIE MULTI-ESPÈCE INTÉRÊTS ET BÉNÉFICES



QU'EST-CE QU'UNE PRAIRIE MULTI-ESPÈCE ?

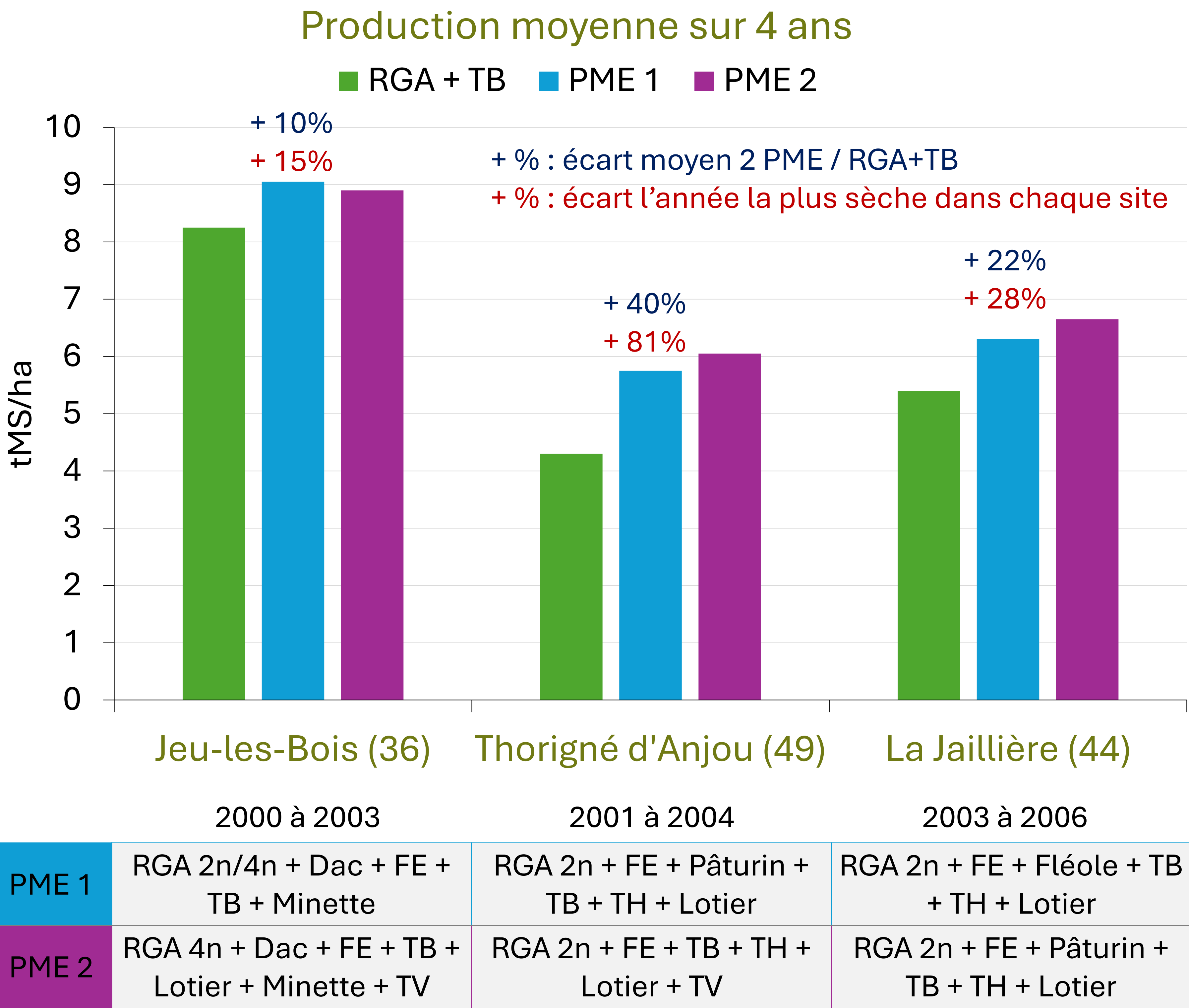
Prairie temporaire, de pérennité variable, semée avec **au moins 3 espèces de 2 familles botaniques différentes**, le plus souvent des graminées et des légumineuses

AVANTAGE LIÉ À LA COMPLÉMENTARITÉ ENTRE GRAMINÉES ET LÉGUMINEUSES



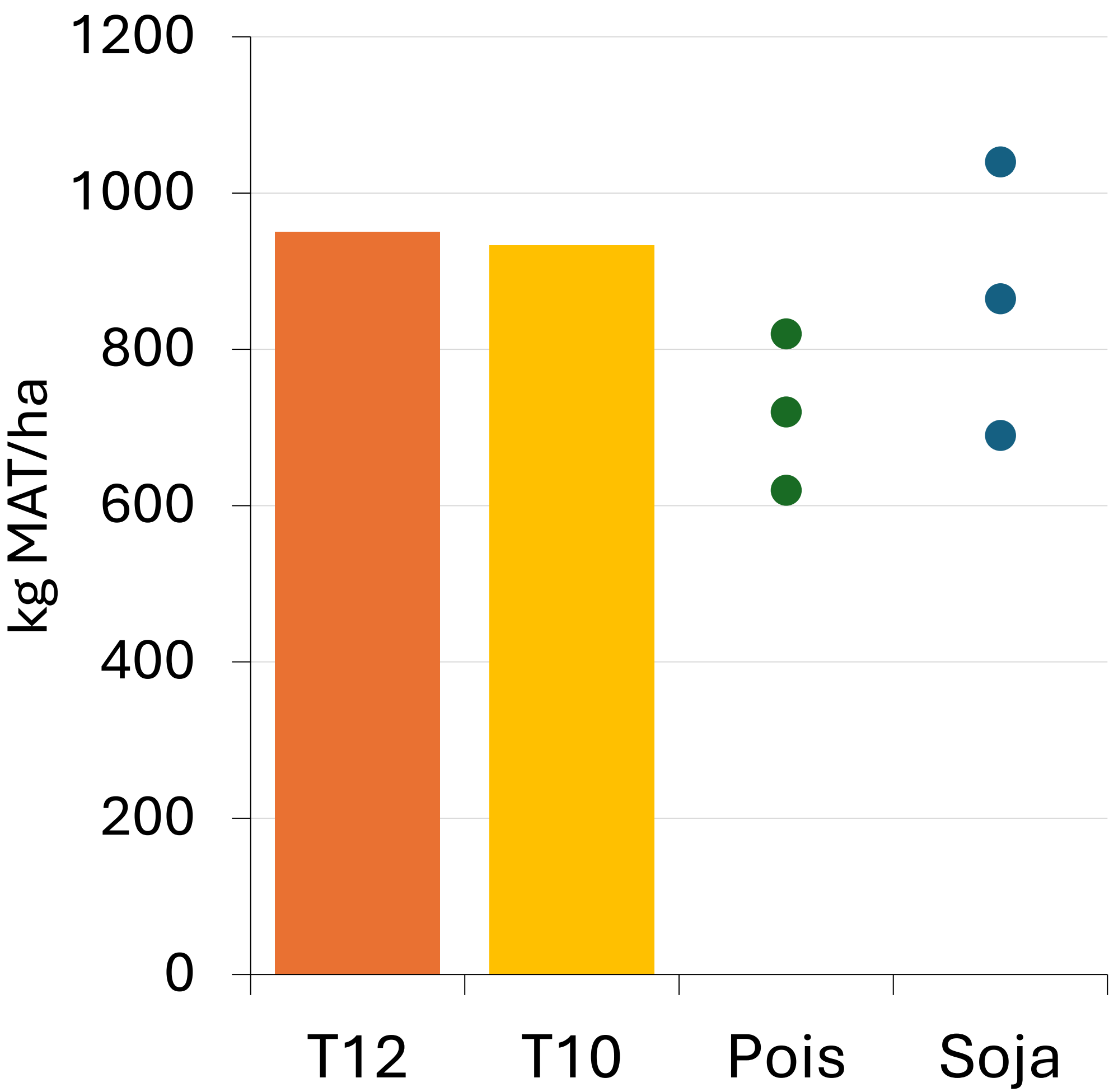
Source : d'après Julier et al. 2015 ;
Journée Technique Cap'Vert 2015

SÉCURISATION DU SYSTÈME FOURRAGER



Source : Lorgeou et al., 2007

Moyenne de 5 années d'essai
(2009-2013)
Jeu les Bois (36)



T12	Dac + FE + Luz + Lotier
T10	RGA 2n + Dac + FE + Luz + TV

Pois à 30, 35 et 40 q/ha
Soja à 20, 25 et 30 q/ha
(graine extrudée)

Source : ARVALIS – OIER des Bordes
%MS et MAT : Tables INRA 2007

- Meilleure production qu'une association RGA + TB
- Plus résiliente face aux stress climatiques grâce à la complémentarité des espèces
- Production de protéines à l'hectare équivalente à celle de protéagineux



RÉUSSIR UNE BONNE IMPLANTATION



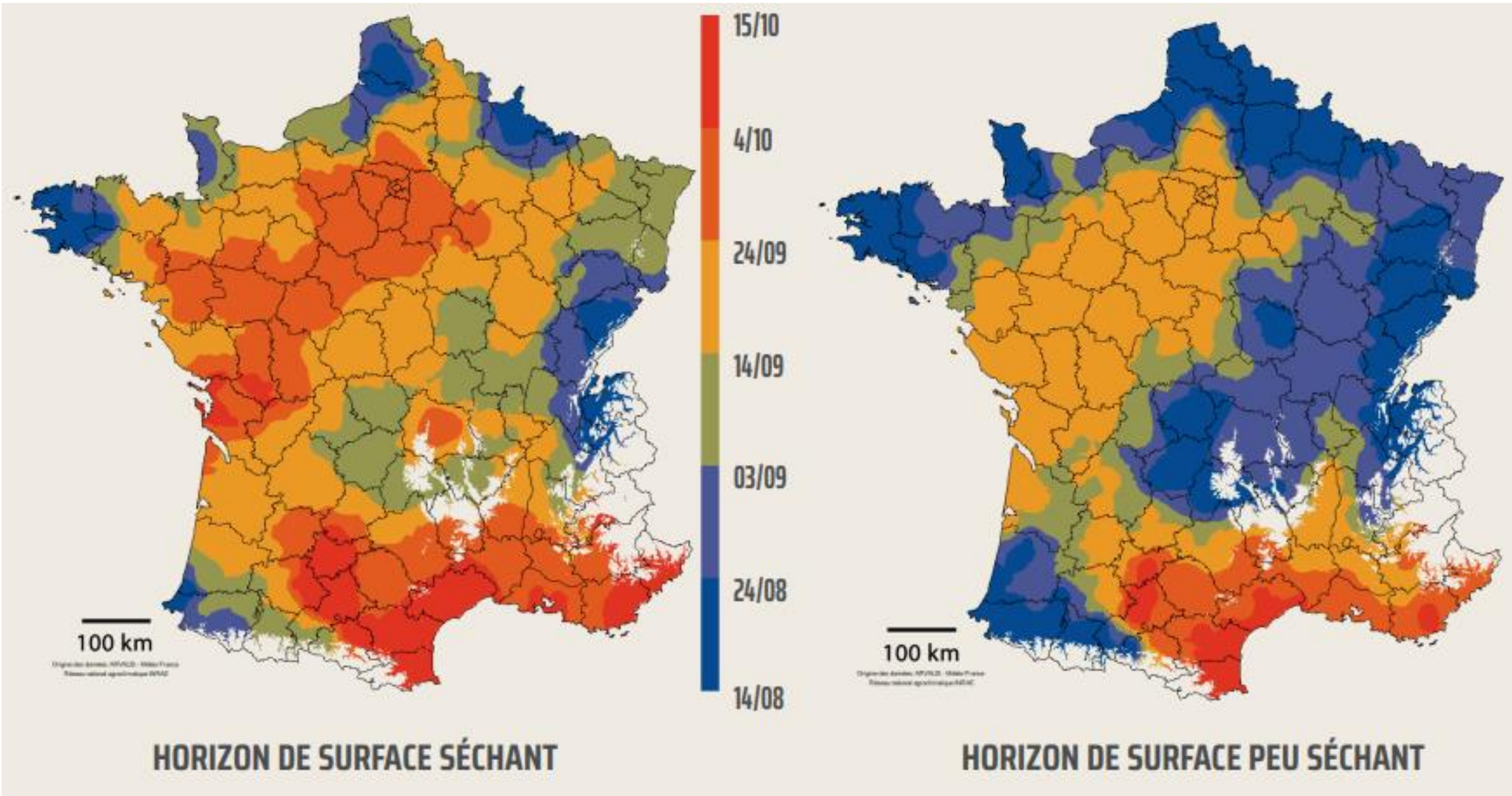
PÉRIODE DE SEMIS



- Une levée rapide et homogène : humidité du sol suffisante, température douce
- Une bonne installation des plantes avant les stress climatiques (gelées et sécheresse)
 - 4 à 5 feuilles pour les graminées
 - 2 à 3 feuilles trifoliées pour les légumineuses

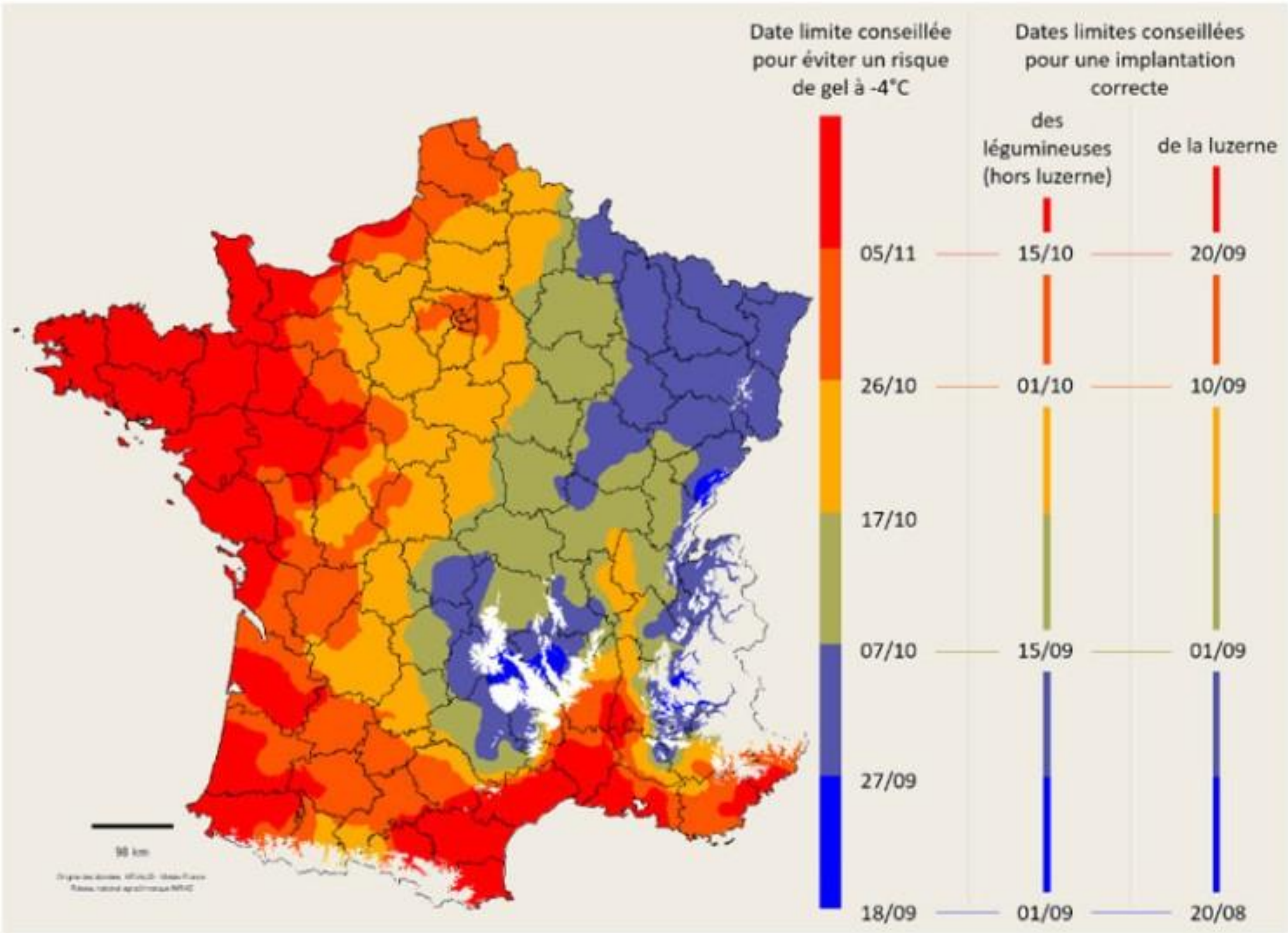
	Semis de fin d'été	Semis de printemps
Intérêts 	• Production d'herbe dès le printemps suivant • Couverture hivernale • Adapté en terre difficile à travailler en sortie d'hiver • Moins de risques de salissement	• Développement rapide des plantes, en particulier les légumineuses • Reprise du sol facile après un labour d'hiver
Limites 	• Travail du sol parfois difficile en conditions très sèches • Risque de manque d'eau dans les semaines suivant le semis • Développement lent des légumineuses • Risque de gel précoce • Concurrence des adventices	• Réduction de moitié de la production l'année du semis • Moins de jours disponibles pour le semis • Gestion chimique du salissement plus difficile (phytotoxicité) • Risque de sécheresse précoce

Date de semis
« au plus tôt »
avant laquelle le
semis est exposé
à un risque de
sécheresse
supérieure à 20%



Source : Météo France, traitement ARVALIS

Date de semis « au
plus tard » à partir
de laquelle le
semis est exposé à
un risque
supérieur à 20%
de gel à -4°C avant
développement
satisfaisant



Remarque : ces trois
cartes ne prennent
pas en compte les
aspects liés à la
portance des sols,
une date tardive peut
aussi présenter un
risque sur ce plan



RÉUSSIR UNE BONNE IMPLANTATION



SEMIS

Itinéraire technique de semis

Un lit de semences :

- Fin (mottes < 0.5 cm)
- Régulier
- Sol émietté en surface
- Sol rappuyé en profondeur



Le roulage :

- Avant semis pour le rappuie en profondeur et la régularité de profondeur de semis
- Après semis pour l'optimisation du contact terre - graine

- Bien brasser les semences afin d'éviter leur sédimentation dans le semoir

Semis en ligne



© PIERRE Patrice

Critères	Mode de répartition des graines
Taux de levée	+7% volée > ligne*
Taux de salissement à la levée	-8% volée < ligne*
Rendement cycle 1	+0.41 tMS/ha volée > ligne**
Rendement cycle 2	+0.50 tMS/ha volée > ligne*
Rendement cycle 3	+0.22 ,tMS/ha volée > ligne*
Contribution des adventices au rendement cycle 1	-6% volée < ligne*

Source :



Essai à Maunon
2017/2018

* Significatif ($p < 0.05$)

** Très significatif ($p < 0.01$)

Semis à la volée



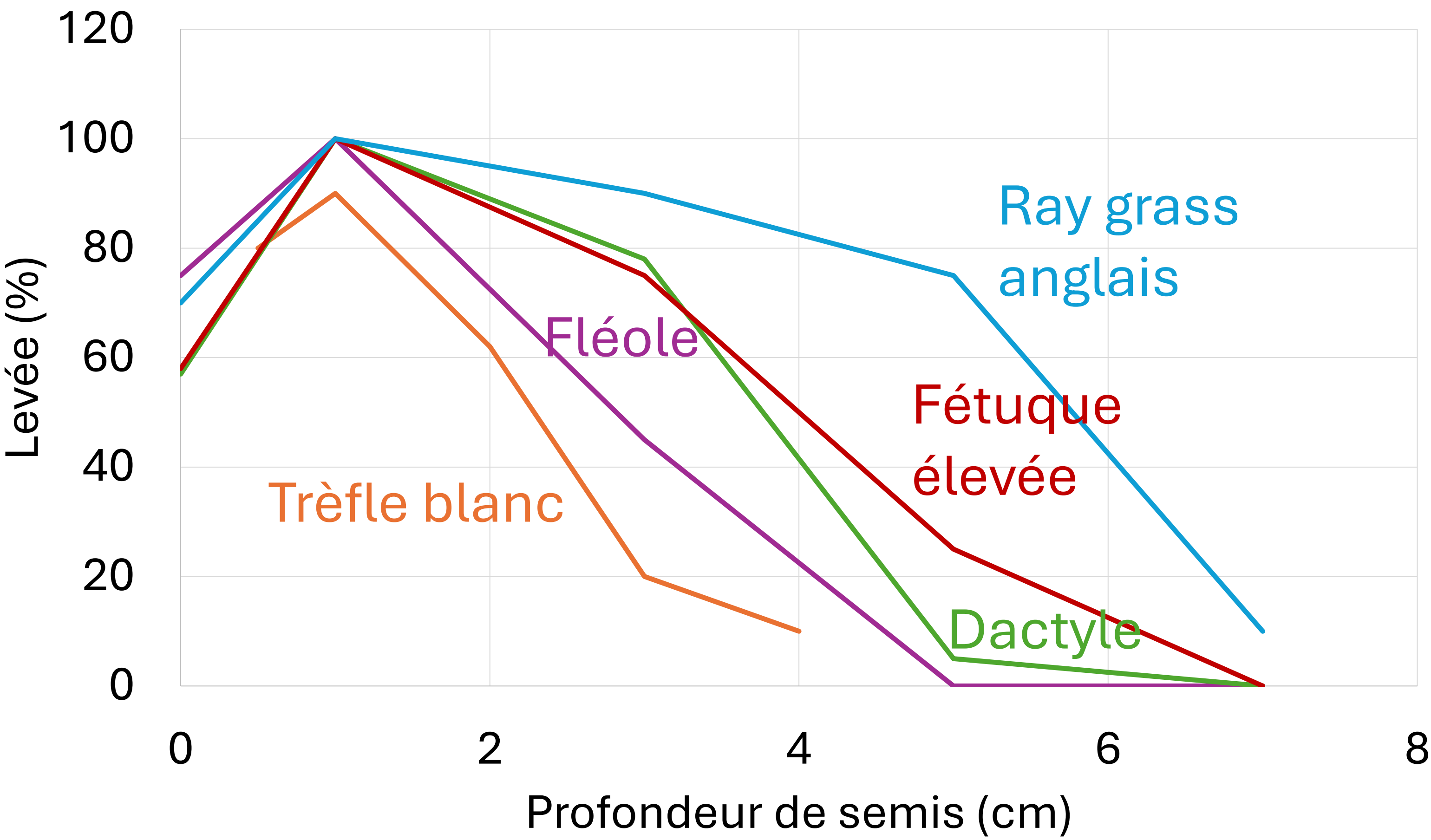
© PIERRE Patrice

- Rechercher une distribution aléatoire des graines à la surface pour une couverture rapide permettant de limiter le salissement

Profondeur de semis

Entre 1 cm et 1.5cm

Taux de réussite à la levée selon la profondeur de semis



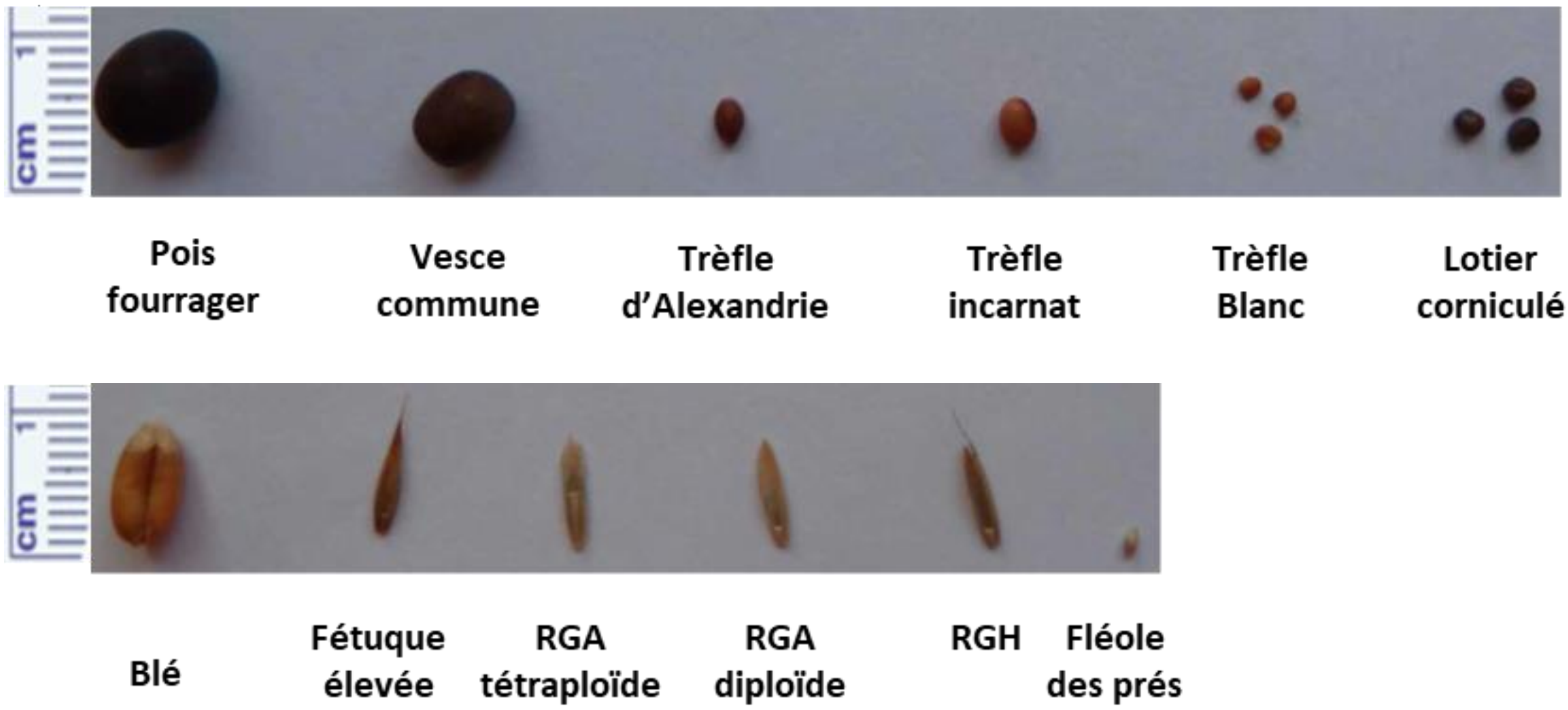
Source : INRA

Dose de semis

Entre 25 et 30 kg/ha



Semer 1000 à 1500 graines/m² pour obtenir 500 plantes levées/m²



Source : CA49



CHOIX D'ESPÈCES



SE POSER LES BONNES QUESTIONS

- Pour quelles conditions pédo climatiques ?
- Quelle pérennité ?
- Pour quel mode d'exploitation ?
- Quelle production attendue ?
- Quelle valeur alimentaire attendue, pour quels animaux avec quels besoins ?

COMPOSER SA PRAIRIE

Fonction productive

Graminées et légumineuses
« dressées »

Agressivité

+

↑

-

Dac

FE

Fléole

Fét. des près

TV

Luz

TH



Fonction engazonnement

Espèces avec l'aptitude au
pâturage et pour éviter les trous

Agressivité

+

↑

-

RG/TB

Pâturin des près

Fétuque rouge

Fonction qualitative

Diversité de légumineuses

TH, TV, TB, Luz,
Lotier, minette...

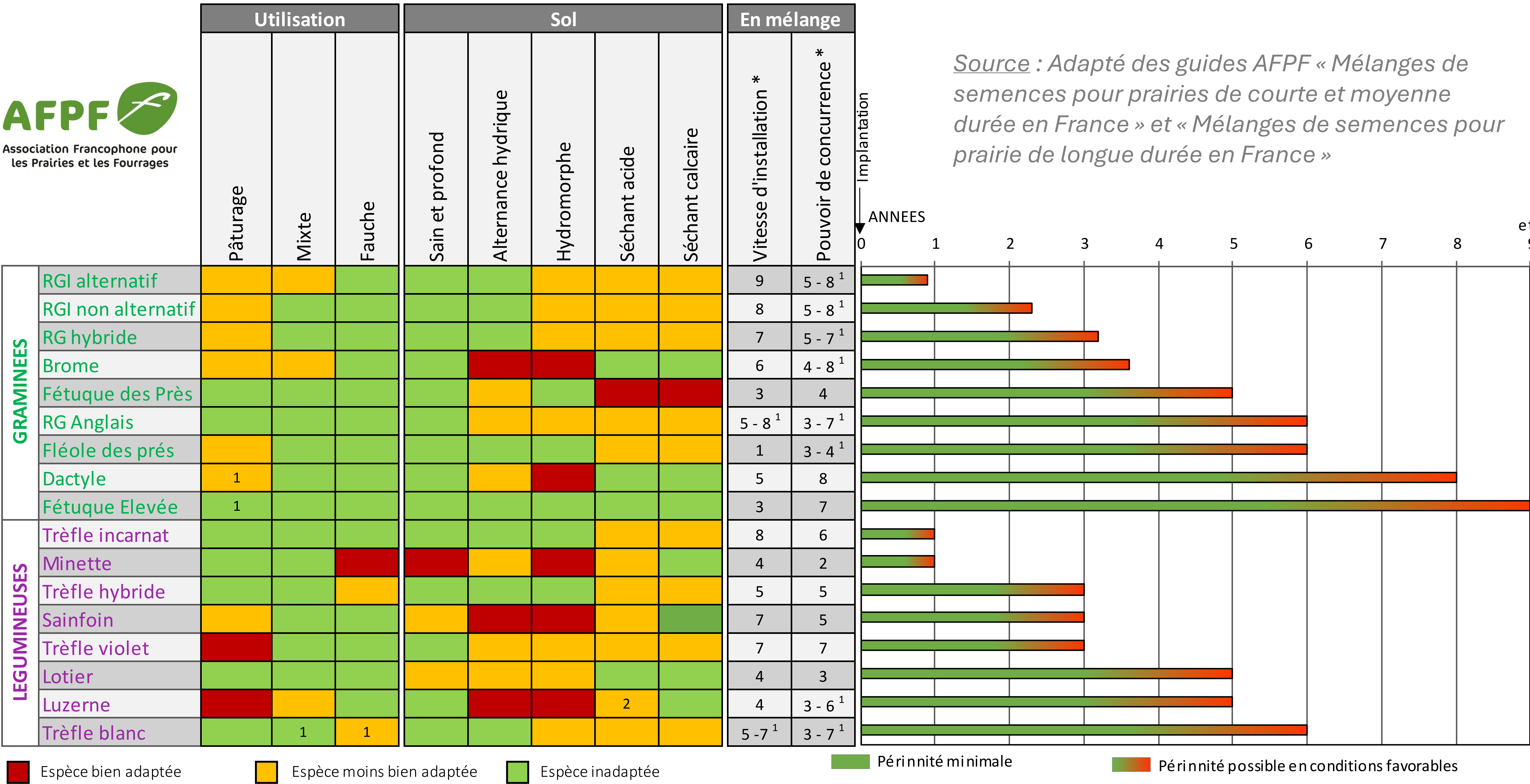


Et en sursemis

- Rapide d'installation pour une bonne couverture du sol et faire face à la concurrence de la prairie en place
 - Pourquoi pas introduire des espèces pérennes ?
- En croisant agressivité de la méthode (semis combiné herse rotative) et fertilisation starter, la fétuque élevée sursemée semble s'être bien installée
- En troisième année post sursemis, la fétuque élevée et le dactyle sont autant présents que le RGH dans les mélanges sursemés respectifs
- Multi-espèce pour augmenter les chances de réussite
 - Dose de sursemis = dose de semis



FAIRE SON CHOIX EN FONCTION DE SES BESOINS





CHOIX DE VARIÉTÉS



QUELQUES TERMES À CONNAÎTRE POUR FAIRE LE BON CHOIX

Précocité

Plus une variété est précoce, plus elle épie tôt (ou fleurie tôt)

→ Une variété tardive sera donc plus intéressante pour le pâturage

Souplesse d'exploitation

Nombre de jours séparant le départ en végétation (20 cm feuille étirée) et le début épiaison

→ Avec une souplesse d'exploitation importante, l'utilisation d'une espèce au pâturage est facilitée

Remontaison

Capacité d'une plante à remonter à épis après une exploitation qui a supprimé les épis

→ Privilégier les variétés non remontantes pour le pâturage

Alternativité

Aptitude des plantes à monter à épis l'année du semis en semis de printemps (pas besoin de vernalisation)

Ploïdie

La tétraploïdie est le doublement artificiel du nombre de chromosome (ray grass et TV)

→ Diploïde plus adapté à la fauche /
Tétraploïde plus adapté au pâturage

Dormance

Pour la luzerne : note faible = dormance élevée = repos végétatif précoce à l'automne + redémarrage tardif au printemps

→ 3 à 5 : Nord et Est / 4 à 6 : Ouest Atlantique et Sud-Ouest / 5 à 7 : Sud Méditerranéen

UN OUTIL EN LIGNE



CHOISIR mes espèces

- **Usage** (pâturage ; Fauche ; Pâturage + Fauche)
 - **Type de sol** (Humide, séchant l'été ; Humide l'hiver, frais l'été ; Sain l'hiver, séchant l'été ; Sain l'hiver, frais l'été)
 - **Durée d'exploitation** (Courte durée (<18 mois) ; Moyenne durée (2-3 ans) ; Longue durée (>3 ans))
- + des infos sur la pérennité, la production précoce au printemps et la production l'été par espèce

CHOISIR mes variétés

- Possibilité de **renseigner une variété** et de **regarder ses caractéristiques**
- Ou bien de **choisir une espèce** et de **filtrer et/ou trier** selon certains critères
- **Comparaison** possible (tableau ou graphique)

CONCEVOIR mon mélange

- **Choix des espèces** du mélange (graminées, légumineuses, autres fourragères)
- **Peuplement** souhaité de la prairie
- **Dose de semis** indicatif
- Détermination de la **dose de semis** de chaque espèce





INTÉRÊT DE LA DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE EN PME



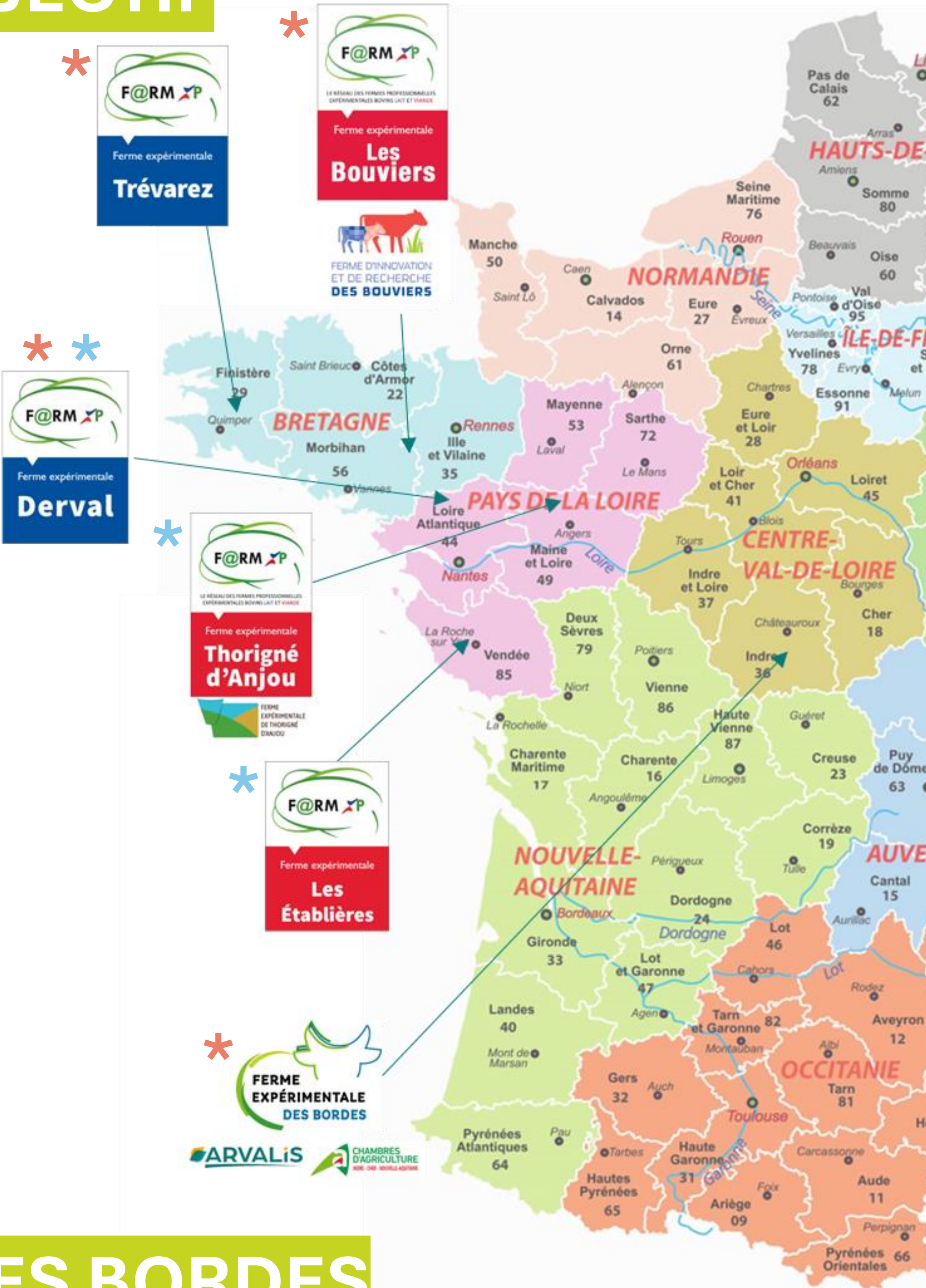
UN RÉSEAU D’ESSAI AVEC LE MÊME OBJECTIF

Des travaux récents conduits par INRAE Lusignan ont permis de montrer l’intérêt de la diversité génétique au sein des PME

Intérêts recherchés de la diversité génétique :

- Asynchronie de croissance des variétés de chaque espèce
- Maintien de la productivité intra et interannuelle
- Maintien de l’équilibre entre espèce intra et interannuelle
- Résilience et robustesse face au changement climatique

Deux projets avec le même objectif d’étude :



ESSAI DE LA FERME EXPÉRIMENTALE DES BORDES

Modalités mises en place sur les sites de La Ferme Expérimentale des Bordes (36) et La Ferme Expérimentale des Bouviers (56) – dose de semis en kg/ha

Espèce	Variété	M1	M2	M3	M4	M5	M6
RGA	CAREVA	4	4	1.3	1.3	1.3	1.3
	OZIA			1.3	1.3	1.3	1.3
	GOYAVE			1.3	1.3	1.3	1.3
DACTYLE	RGT VERALY	3	1	3	3	1	1
	ARCHIBALDI		1			1	1
	TARDI		1			1	1
FETUQUE ELEVEE	LYDIE	10	2.5	10	10	2.5	2.5
	VOLUPTA		2.5			2.5	2.5
	ALIENOR		2.5			2.5	2.5
	PROSPER		2.5			2.5	2.5
TREFLE BLANC	BRIANNA	2	2	0.7	0.7	0.7	0.7
	GIGA			0.7	0.7	0.7	0.7
	BARGRAN			0.7	0.7	0.7	0.7
TREFLE VIOLET	GANYMED				6		2
	LESTRIS						2
	ATLANTIS						2
LUZERNE	SIBEMOL	10	2	10		2	
	LUZELLE		2			2	
	FELICIA		2			2	
	OCCITANE		2			2	
	BARVINCE		2			2	
Dose de semis (kg/ha)		29	29	29	25	29	25

Impossible de ne faire varier la diversité génétique que d’une seule espèce et d’avoir toutes les combinaisons possibles

- Un mélange pivot monovariétal (M1)
- Diversité génétique sur les grandes espèces (M2)
- Diversité génétique sur les espèces d’engazonnement – avec soit luzerne, soit trèfle violet (M3, M4)
- Diversité génétique sur l’ensemble des espèces – avec soit luzerne, soit trèfle violet (M5, M6)



INTÉRÊT DE LA DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE EN PME



ESSAI DE LA FERME EXPÉRIMENTALE DES BORDES

Parcelle et ITK

Analyse de sol à l'implantation

CEC Metson (meq/100g)	pH eau	MO (%)	P ₂ O ₅ Olsen (mg/kg)	K ₂ O (mg/kg)
10.3	6.1	3.4	86	309

Exploitations sur les 4 premières années d'expérimentation

	C1	C2	C3	C4	C5
2022	18/05	07/07	19/08 (broyage)	19/10	/
2023	20/04	06/06	26/07	20/09 (broyage)	05/12
2024	15/04	04/06	09/07	11/09 (broyage)	16/10
2025	25/04	19/06	30/09	20/11	/

Itinéraire technique d'implantation

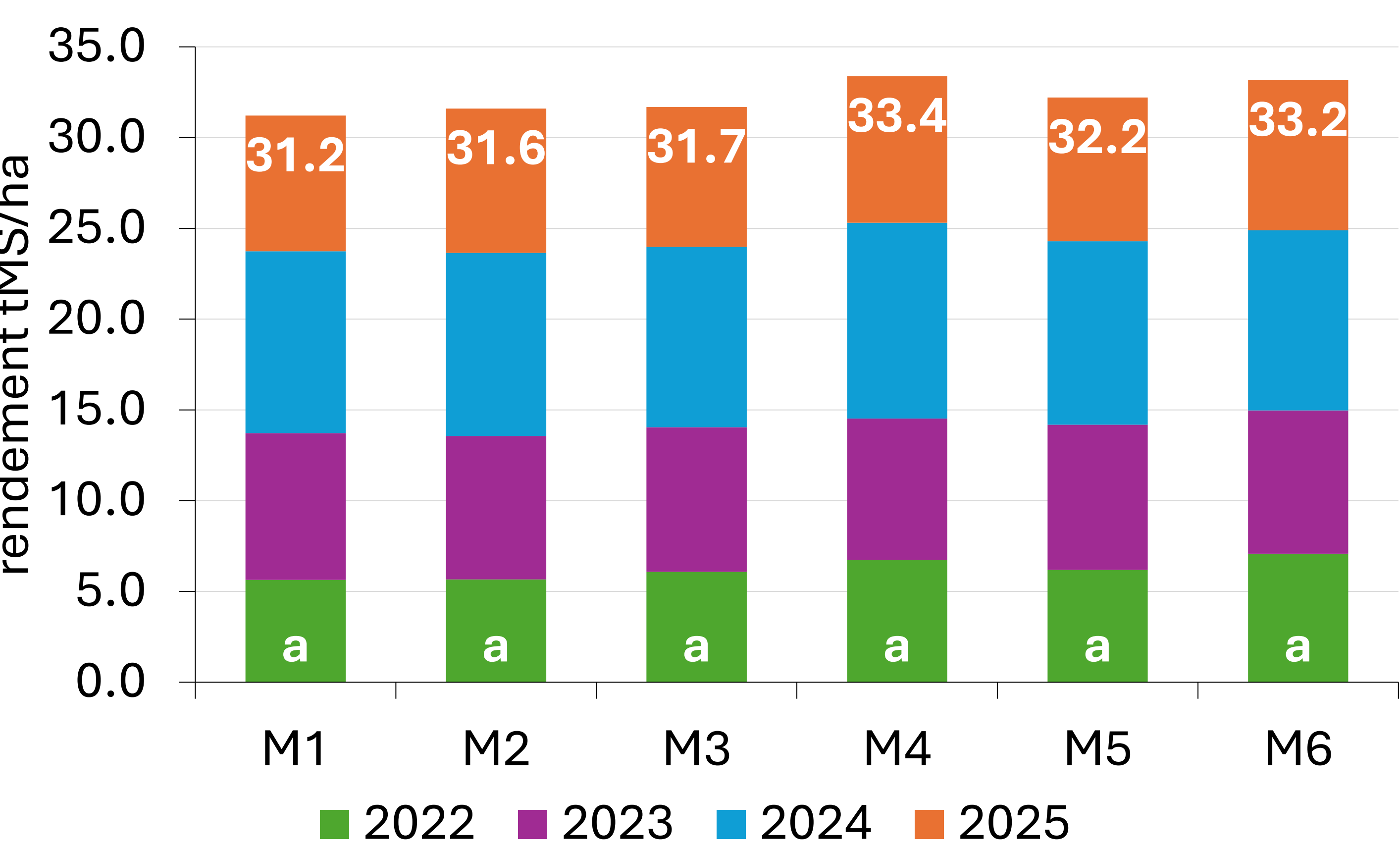
Précédent : orge d'hiver

Date	Intervention
17/09/2021	Épandage fumier 17.6t/ha
	Labour
23/09/2021	Epandage 1t/ha Capeasy (=40% CaO + 10% MgO)
	Vibroculteur
24/09/2021	Herse rotative
	Semis
	Roulage

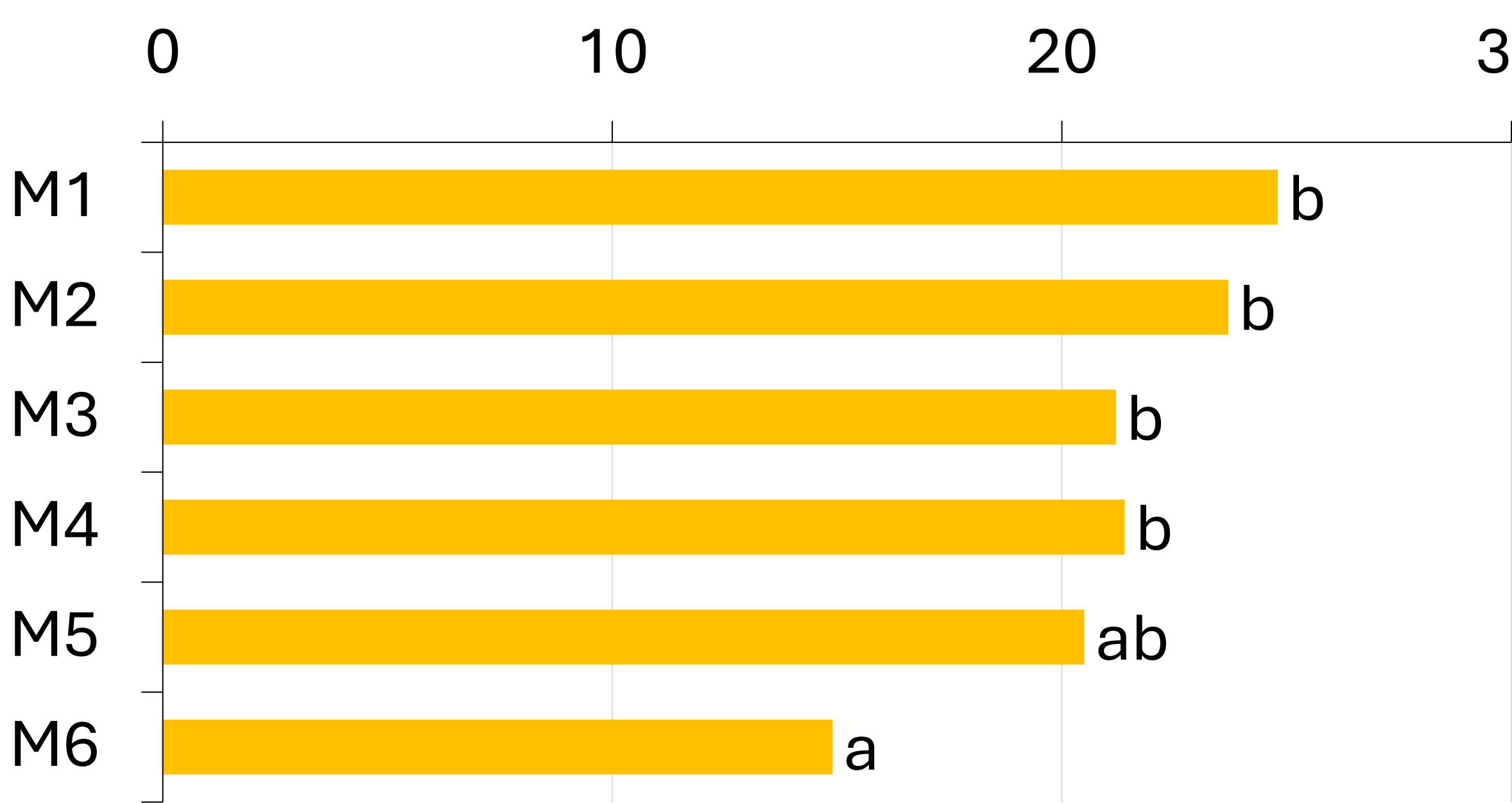
Fertilisation tous les ans en sortie hiver avec 60 kgP₂O₅/ et 150 kgK₂O/ha et à partir de 2023 avec 50 kgN/ha

Productivité et stabilité de rendement

Rendements annuels cumulés sur 4 ans



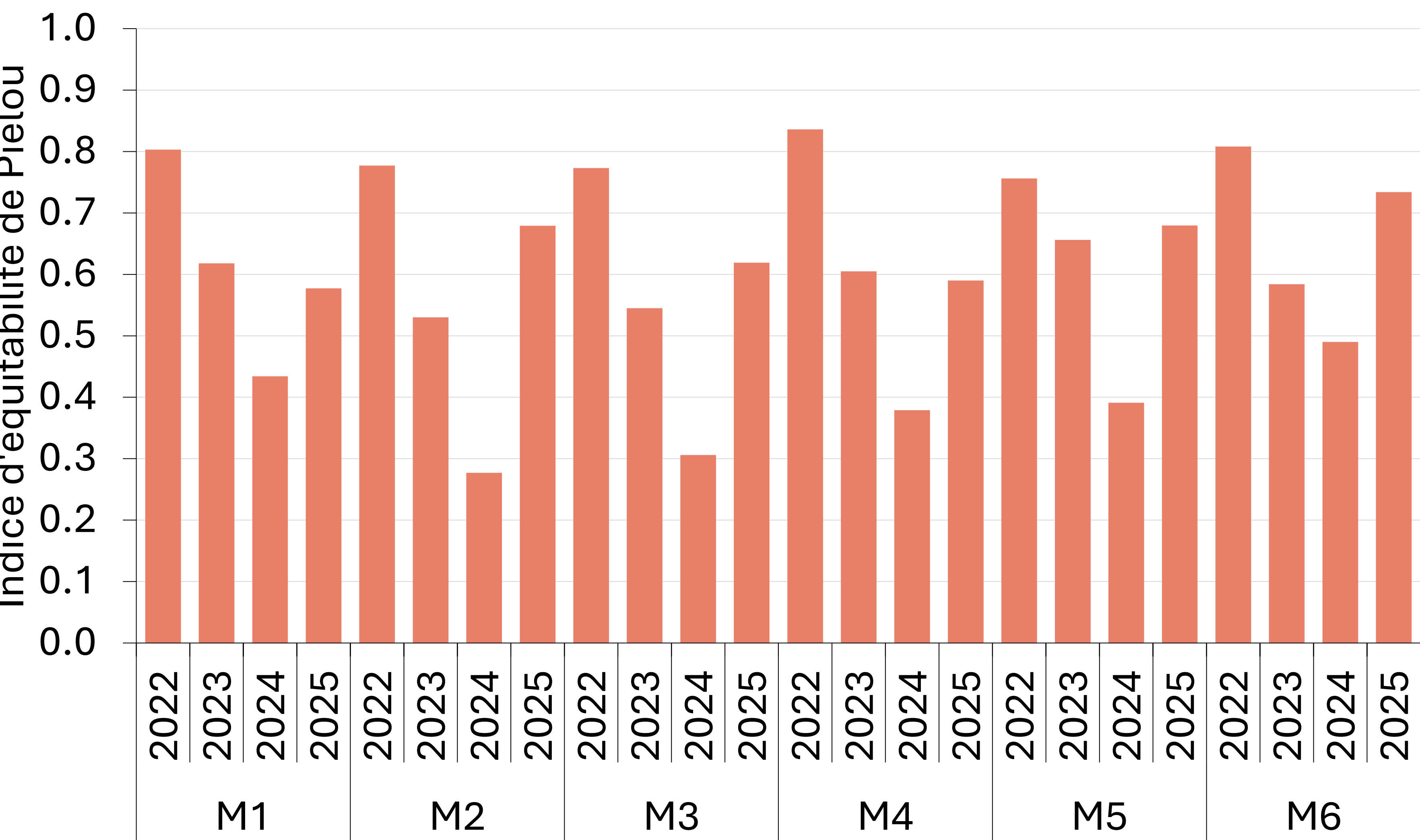
Coefficient de variation du rendement sur 4 ans



- Pas de différence statistique de productivité mais une stabilité de production interannuelle meilleure en multivariété

Evolution de la composition botanique

Evolution de l'indice d'équitabilité de Piélou (tend vers '1' si bon équilibre inter espèce, tends vers '0' si espèce prépondérante)



- Equilibre entre espèce équivalente
- Vers une simplification du couvert de 2022 à 2024 (dactyle) mais un rebond de la FE et du TB en 2025
- Le choix des espèces est plus important que la diversité génétique sur la contribution des légumineuses (TV vs Luz)
- La diversité génétique sur les espèces d'engazonnement semble limiter le salissement



IMPLANTATION D'UNE LUZERNE ET BESOINS

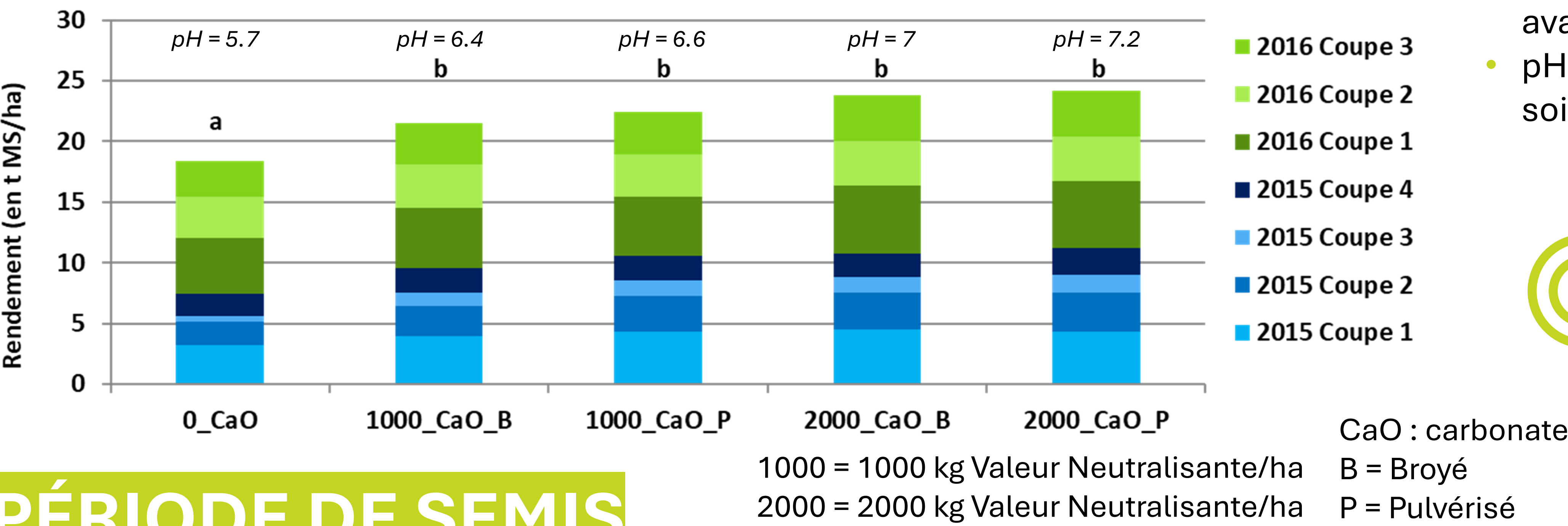


CHOIX DE LA PARCELLE

- Privilégier une parcelle au sol sain et bien structuré
- Les bactéries (rhizobium) ont besoin de sols aérés pour bien fonctionner

Type de sol	Sableux	Calcaire	Limono-argileux sain	Limono-argileux hydromorphe
Structure				
Compacte		Défavorable	Défavorable	Très défavorable
Bonne structure	Adapté si pH suffisant	Très adapté	Très adapté	Défavorable

Rendement cumulé et contribution de chaque coupe (moyennes ajustées)
La Jaillière (44) – 2014-2016



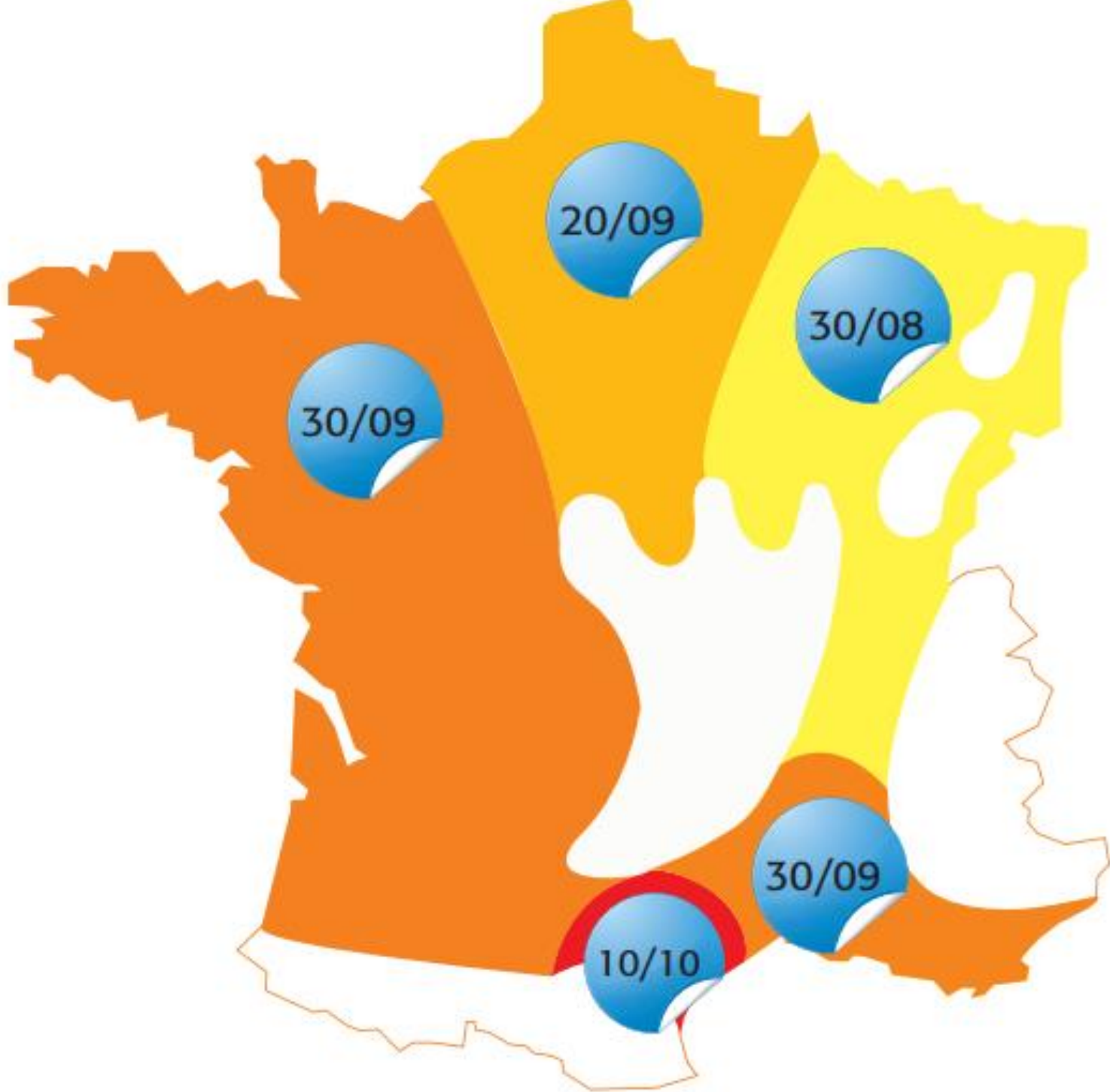
- Incorporation amendement sur 0-15cm avant semis de la luzerne le 20 août 2014
- pH indiqué mesuré le 19 octobre 2015, soit un an après apport et exploitation

Chauler si pH < 6.2 ;
objectif pH = 6.2-6.5

PÉRIODE DE SEMIS

Semis d'été ou d'automne

Dates limites de semis au-delà desquelles il existe un risque de destruction des jeunes semis par le gel plus de 2 années sur 10



- Production normale l'année suivante
- Désherbage possible avant l'hiver
- Avant le 20 juillet :
 - Meilleures chances de réussite
 - Durée avant hiver maximisée
 - Mais attention à la gestion des pailles
- En août :
 - Attention aux épisodes de sécheresse
 - Développement avant hiver plus limité

Semis de printemps

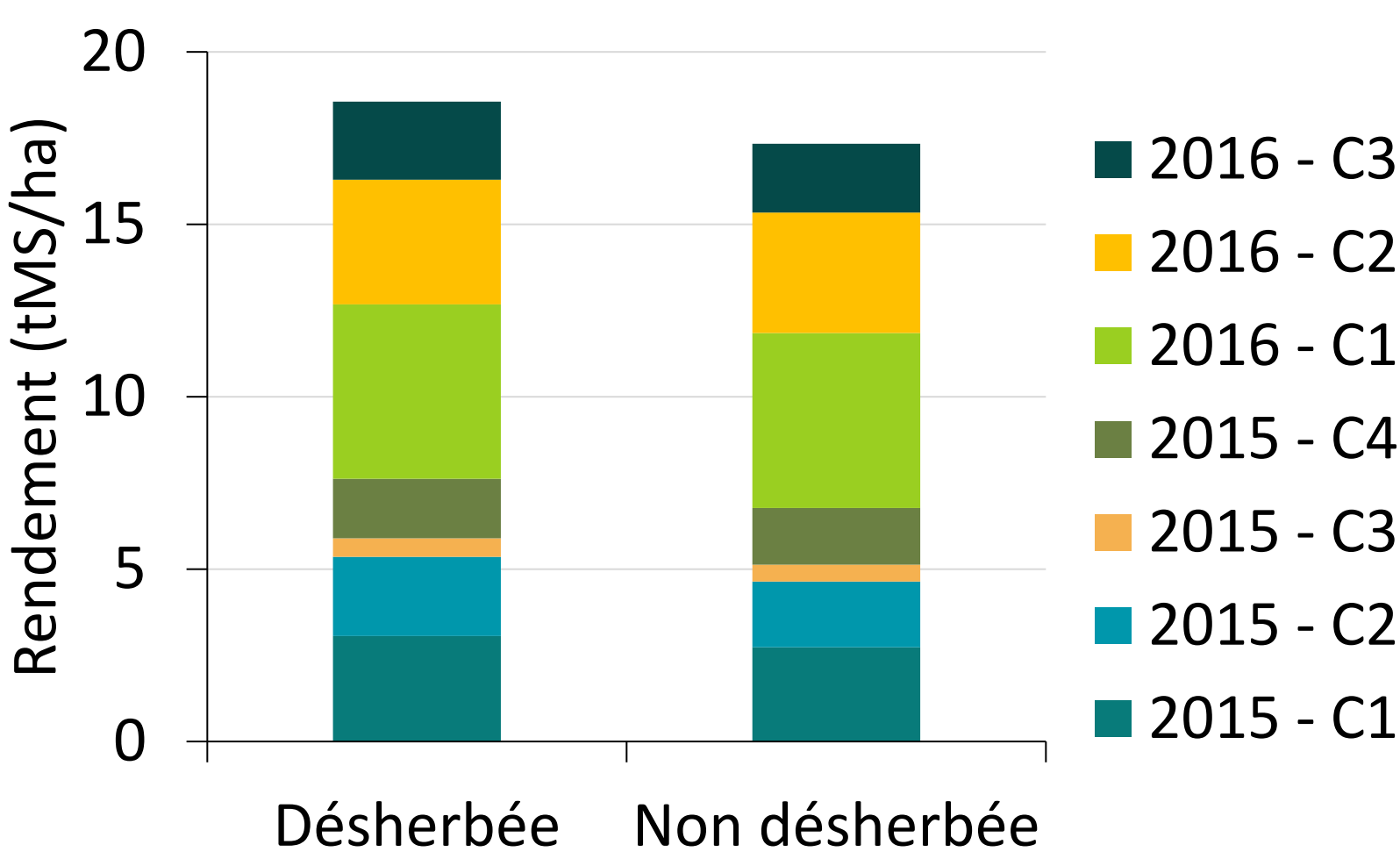
- Du 15/03 au 20/04 (dès février en région précoce)
- -50% de production en 1^{ère} année (puis équivalente)
- Installation plus rapide. Enjeux du désherbage moins forts et possibilité de semer sous couvert d'orge de printemps ou de tournesol pour gérer le salissement

GESTION DU SALISSEMENT

→ L'agronomie avant tout

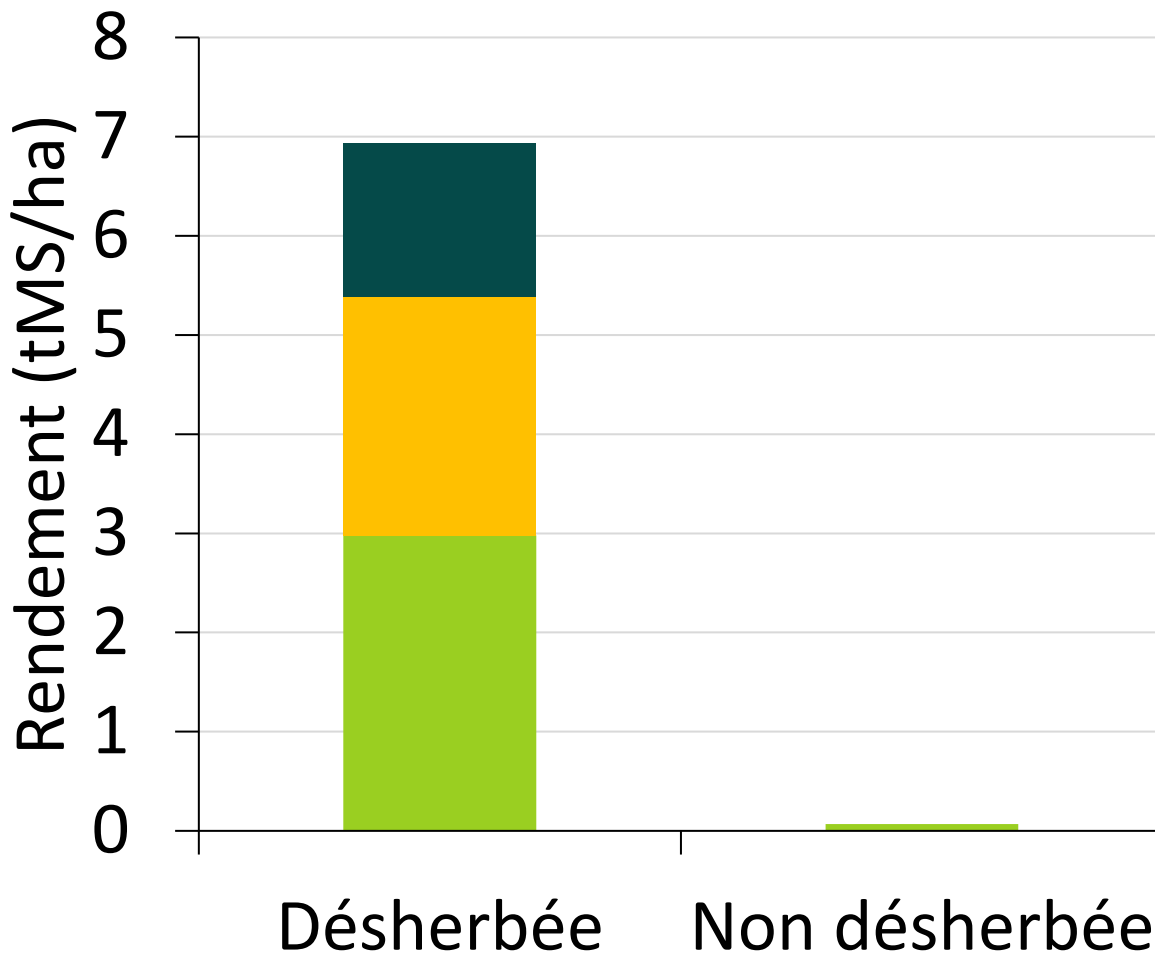
Implantation 20/08/2014

Rendement (tMS/ha) cumulé
1^{ère} et 2^{ème} année



Implantation 18/08/2015

Rendement (tMS/ha)
cumulé 1^{ère} année



- 2014 : Été doux et humide permettant un faux semis efficace → Peu de préjudice de l'absence de désherbage
- 2015 : Impossibilité de réaliser des faux semis → Fort préjudice de l'absence de désherbage

Désherbage : NIRVANA 1.8L/ha + LENTAGRAN 1kg/ha, puis LEGURAME 3 kg/ha

FERTILISATION PHOSPHO-POTASSIQUE

Forts besoins en potassium et **très forts besoins en phosphore**

- Implantation août 2012 Essai La Jaillière (44) - 2012
- pH = 6.1 ; P₂O₅ Olsen = 30 mg/kg
- Limon argileux sur schiste tendre
- Pas d'apport de P depuis 2 ans



- Impact quantité !
- Et impact qualité avec ≈ +3 points de MAT



IMPLANTATION D'UNE LUZERNE ET CHOIX VARIÉTAL



ITINÉRAIRE D'IMPLANTATION



Assurer une levée rapide et homogène

Quelle préconisation pour quelle problématique ?

Itinéraire de préparation	Labour	Semis simplifié	Semis direct
Problématique à gérer			
Adventice			
Parasitisme			
Lit de semence (motte < 0.5 cm)			
Battance, érosion			
Temps de travaux, coût énergétique			
Productivité de la luzerne			

Préconisé
À éviter

+ Roulage pré-semis si labour et post semis dans tous les cas

Dose et profondeur de semis

- Peuplement recherché : 500 pieds/m²
- Nombre de grains par kilo de semence : 500 000 grains
- Taux de pertes moyen : 20-50%
- Semer 20 kg/ha au printemps ou 25 kg/ha fin d'été – automne

CHOIX VARIÉTAL

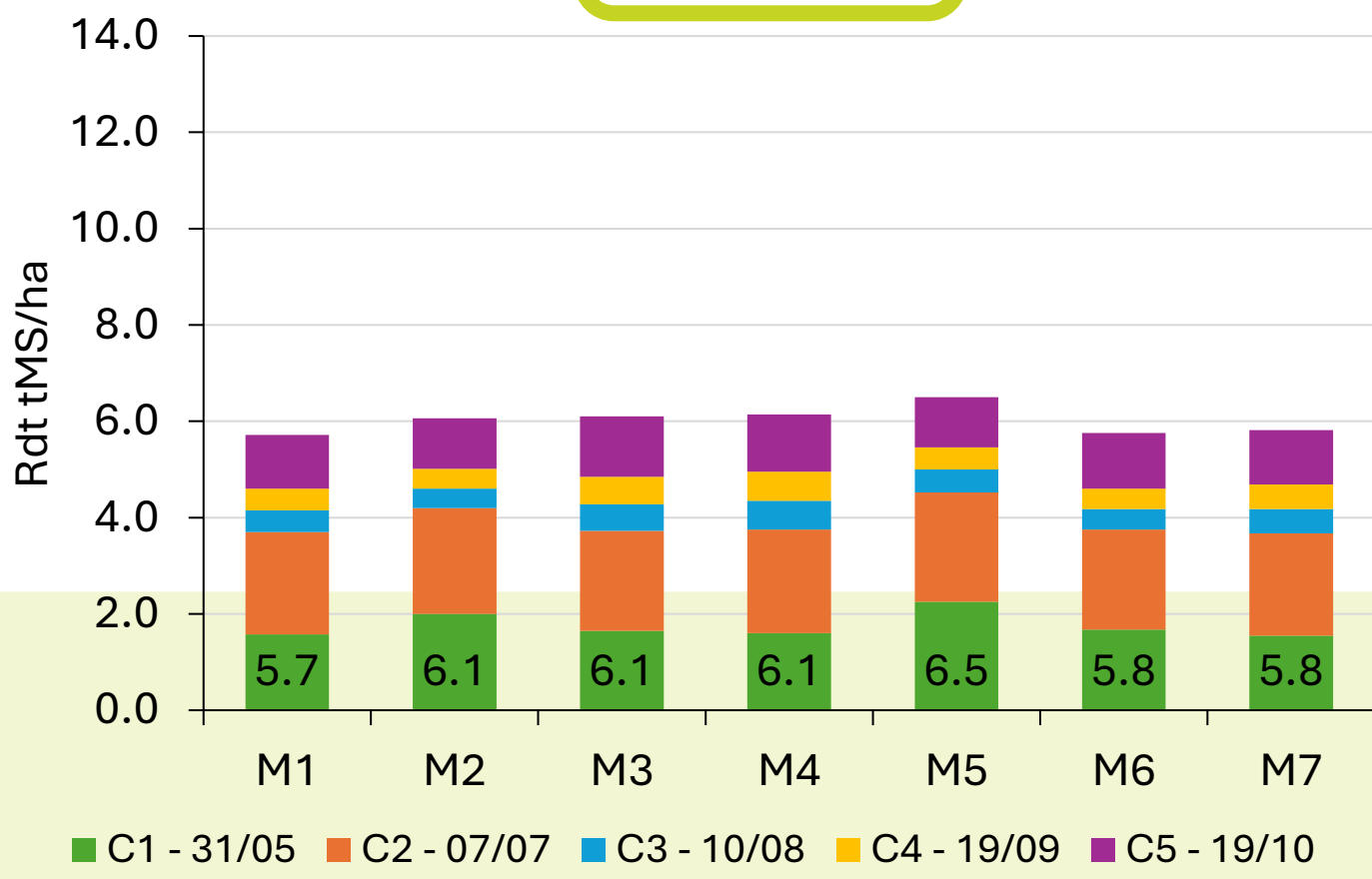
Quel choix de dormance aux Bordes ?



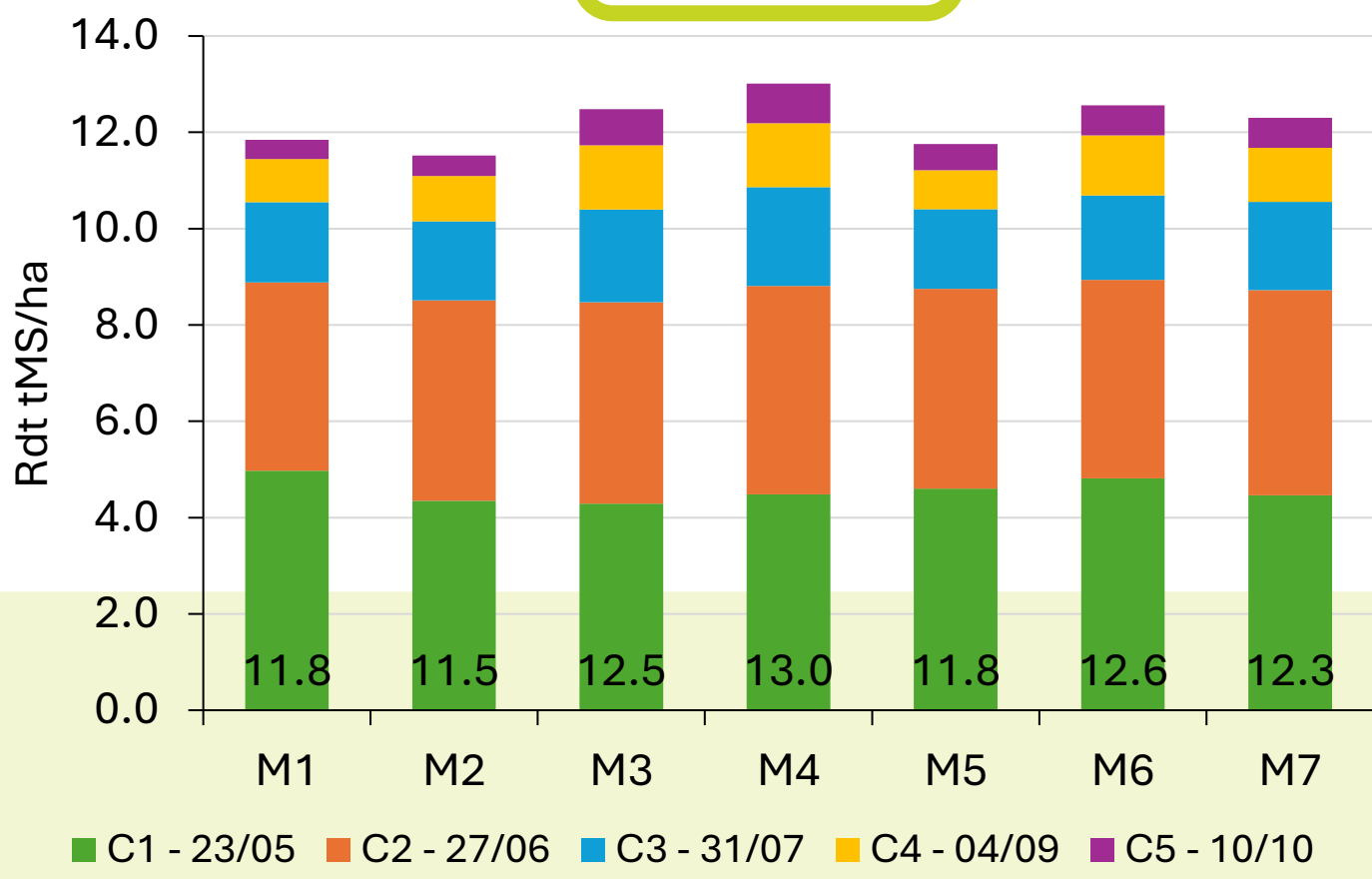
Variétés et combinaisons de variétés avec indice de dormance (ID) et dose de semis (kg/ha) étudiées

Variété	ID	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
SIBEMOL	4	25				12.5	8.3	6.25
LUZELLE	3		25			12.5	8.3	6.25
OCCITANE	6.5			25			8.3	6.25
BARVINCE	7.3				25			6.25

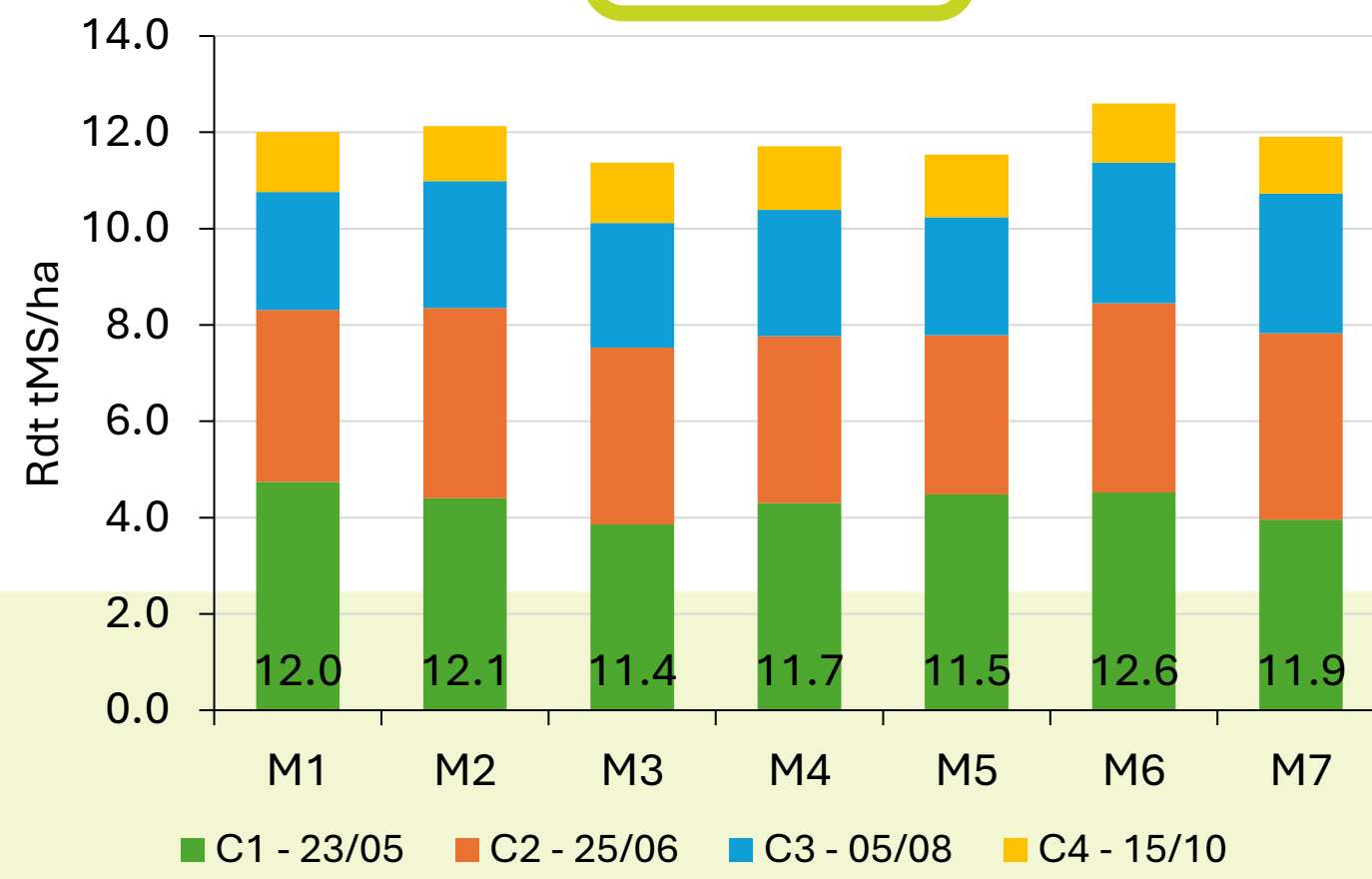
2022



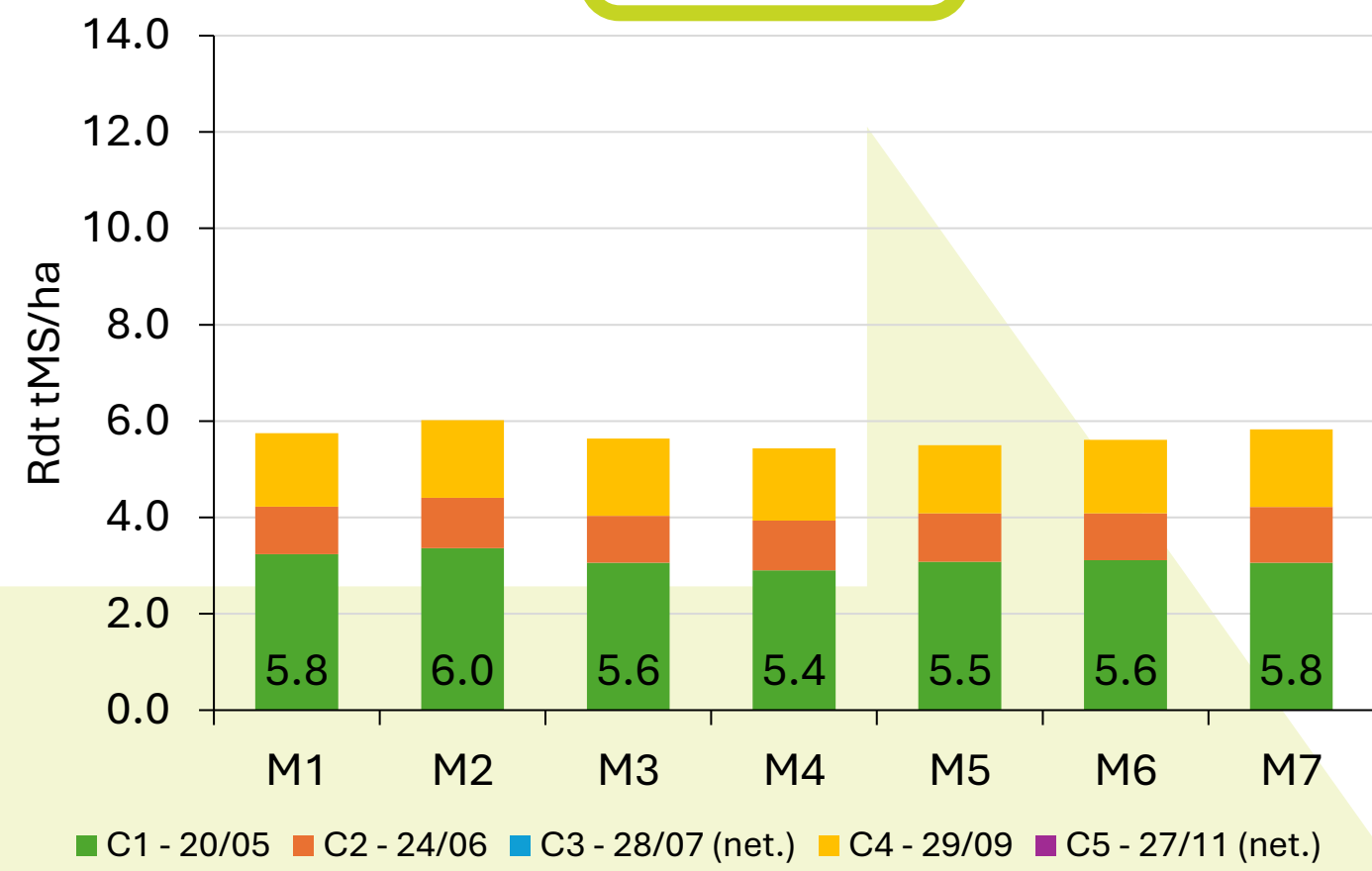
2023



2024



2025



- Rendements décevants
- Adventices malgré désherbage
- Les 2 Sud produisent plus sur les 2 derniers cycles (rdt faibles) où dès qu'elles sont associées
- Laisser le temps à la luzerne de s'implanter

- Rendements x2 par rapport à 2022
- Les 2 Sud produisent plus sur les 2 derniers cycles (rdt faibles) où dès qu'elles sont associées

- Maintien de la production de 2023
- Les 2 Nord produisent plus sur le premier cycle

- Rendement /2 par rapport à 2023 ou 2024
- Pas d'effet de la dormance sur la productivité : en pure plutôt variétés Nord mais en association plutôt la combinaison Nord-Sud (sans effet significatif)

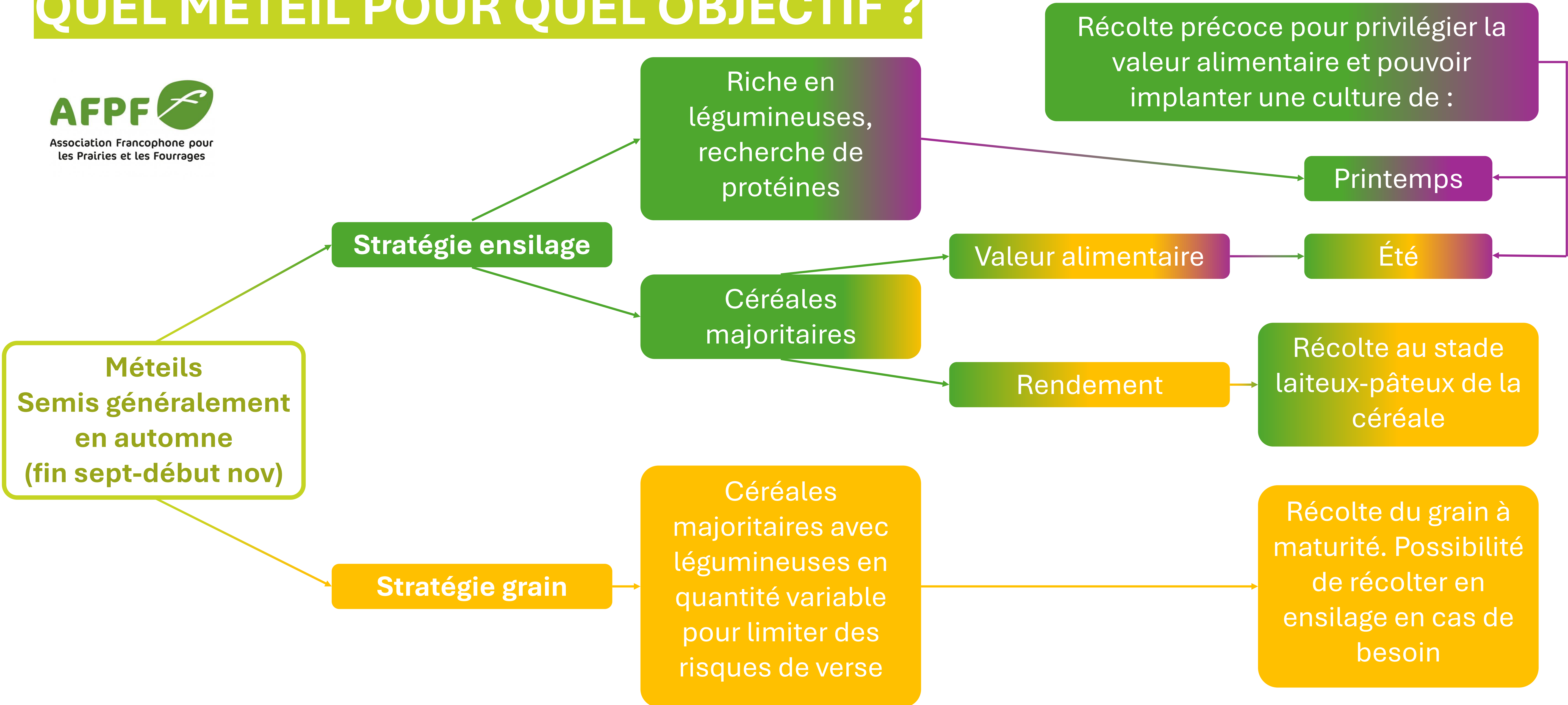


Et si le bon compromis était la combinaison des dormances : 50% Nord + 50% Sud ?

CHOIX D'ESPÈCES EN MÉLANGE CÉRÉALES - PROTÉAGINEUX



QUEL MÉTEIL POUR QUEL OBJECTIF ?



Source : D'après le Guide technique des mélanges fourragers à base de céréales à paille et de légumineuses, AFPF

COMPOSITION DES MÉTEILS



Type de mélange	Espèces	Densité de semis (grains/m²)	Aptitude à aller jusqu'au grain
Mélanges d'hiver avec majorité de céréales	Triticale	[140 ; 200]	⊘
	Avoine	[30 ; 80]	
	Pois fourrager	[10 ; 20]	
	Vesce	[10 ; 15]	
	Triticale	[220 ; 300]	✓
	Pois fourrager	[15 ; 25]	
	Triticale	180	✓
	Pois fourrager	20	
	Féverole	20	
Mélanges de printemps avec majorité de céréales	Avoine	150	✓
	Pois fourrager	15	
	Féverole	15	
	Avoine	120	⊘
	Pois fourrager	15	
	Vesce	20	
Mélanges à dominantes protéagineux	Féverole	14	⊘
	Pois fourrager	37	
	Vesce	31	
	Avoine (ou triticale)	43	
	Féverole	20	✓
	Pois fourrager	50	

Source : D'après le Guide technique des mélanges fourragers à base de céréales à paille et de légumineuses, AFPF

AVANTAGES/INCONVÉNIENTS DE CERTAINES ESPÈCES



Triticale - Pois F vs Seigle - Pois F



- Variabilité de rendement plus importante avec le seigle à la place du triticale
- Valeur PDIN plus faible pour le seigle

Triticale - Pois F vs Épeautre - Pois F



- Productivité et % du protéagineux associé plus faible avec l'épeautre par rapport au triticale
- Valeur énergétique plus basse pour l'épeautre

Triticale - Pois F vs Triticale - Féverole



- Productivité et part du protéagineux équivalentes entre pois fourrager et féverole
- Teneur en MAT plus élevée pour la féverole

LE MÉTEIL COMME COUVERT POUR PROTÉGER LA JEUNE PRAIRIE

50 ans !

FERME
EXPÉRIMENTALE
DES BORDES

LES CONDITIONS DE FIN D'ÉTÉ QUI DICTENT NOS CHOIX

Période de semis
classique d'une PME

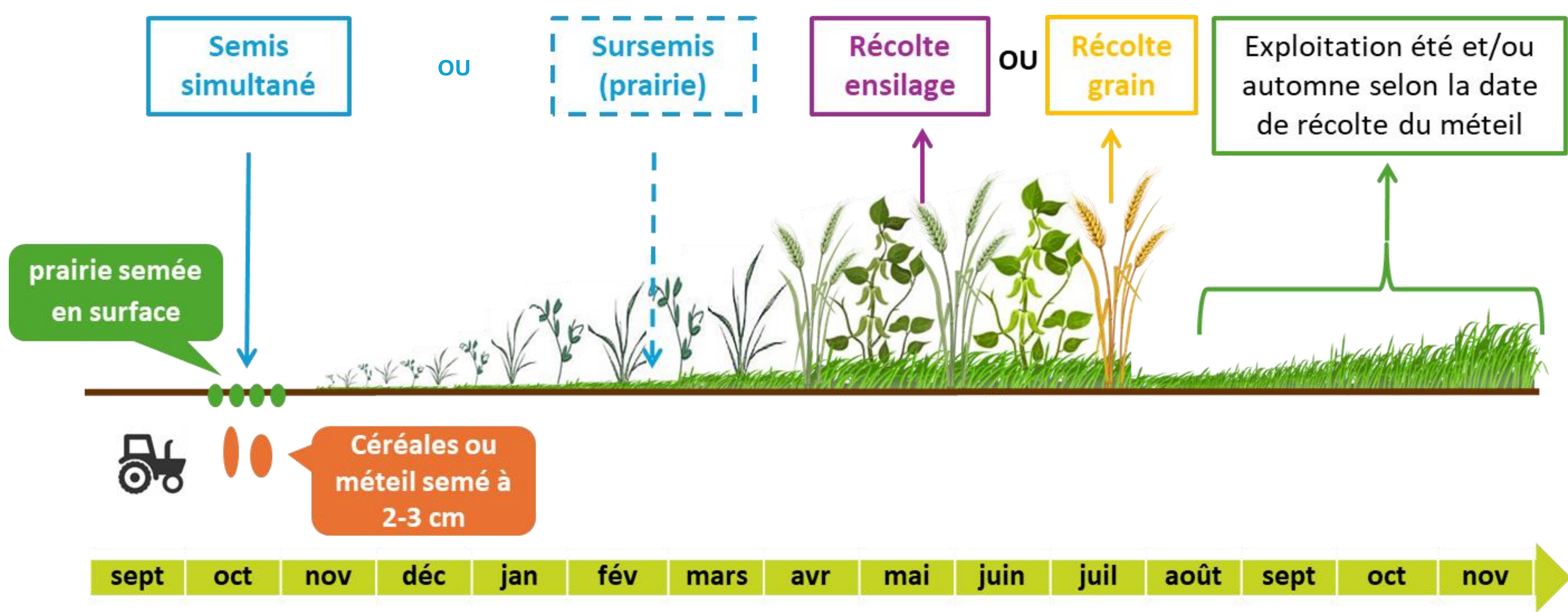


Implantation décalée
de la prairie



Implantation sous
couvert pour créer une
canopée protectrice
des jeunes plantules
prairiales

PRINCIPE DU SEMIS SOUS COUVERT



Source : d'après une illustration de Clémence Guillaume

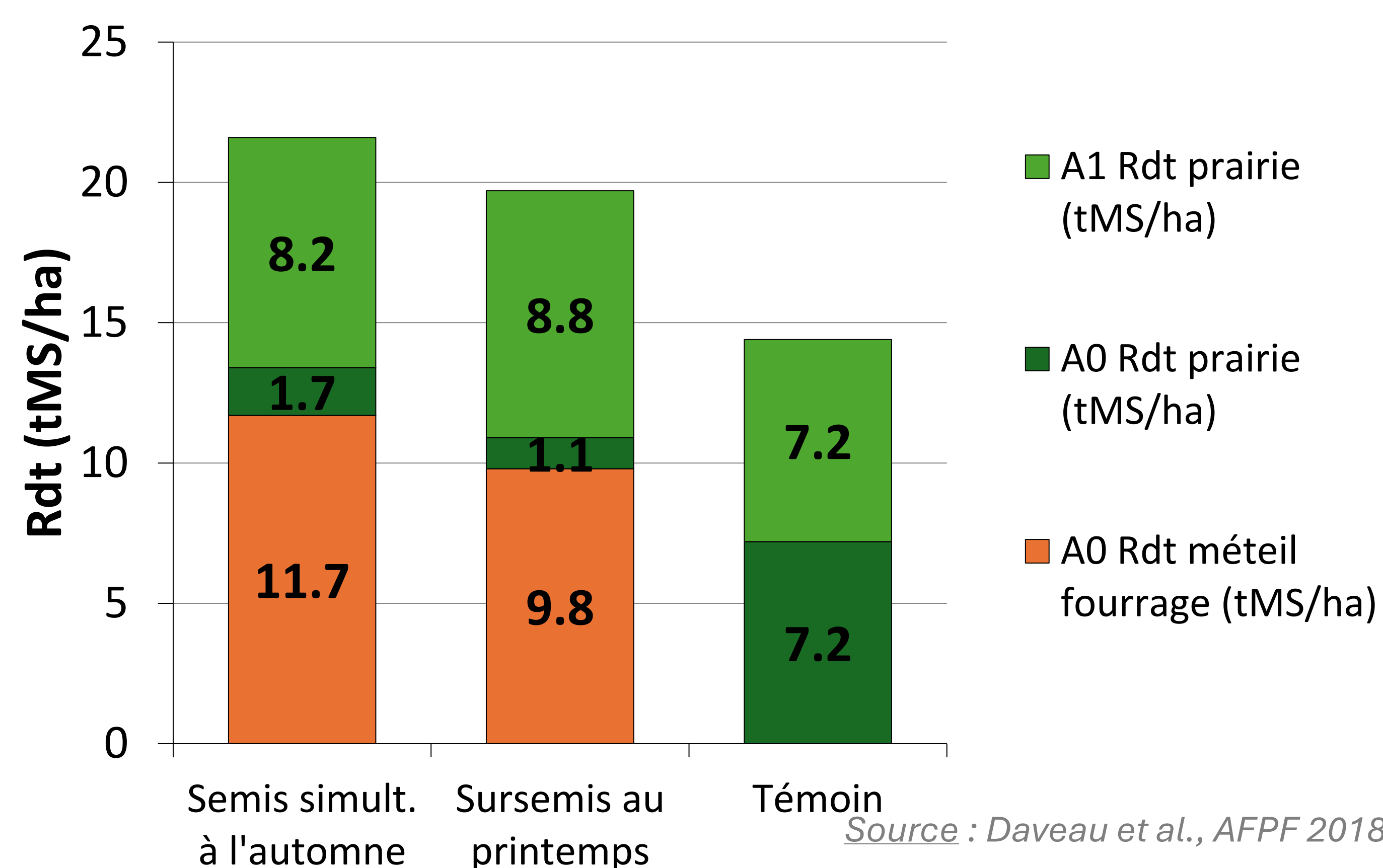


- Décaler la date d'implantation
- Protéger la jeune prairie des conditions hivernales rudes
- Réduire (dans la plupart des cas) le salissement avec le couvert
- Produire davantage la première année d'exploitation (fourrage ou grain)

Semis simultané ou sursemis de la prairie au printemps ?

Productivité de la prairie et du méteil selon l'itinéraire d'implantation

Projet implanprairie – 2012-2015



CONDUITE DU MÉTEIL EN COUVERT DE PRAIRIE



COMPOSITION ET DATE DE RÉCOLTE DU MÉTEIL : IMPACT SUR LA PRAIRIE

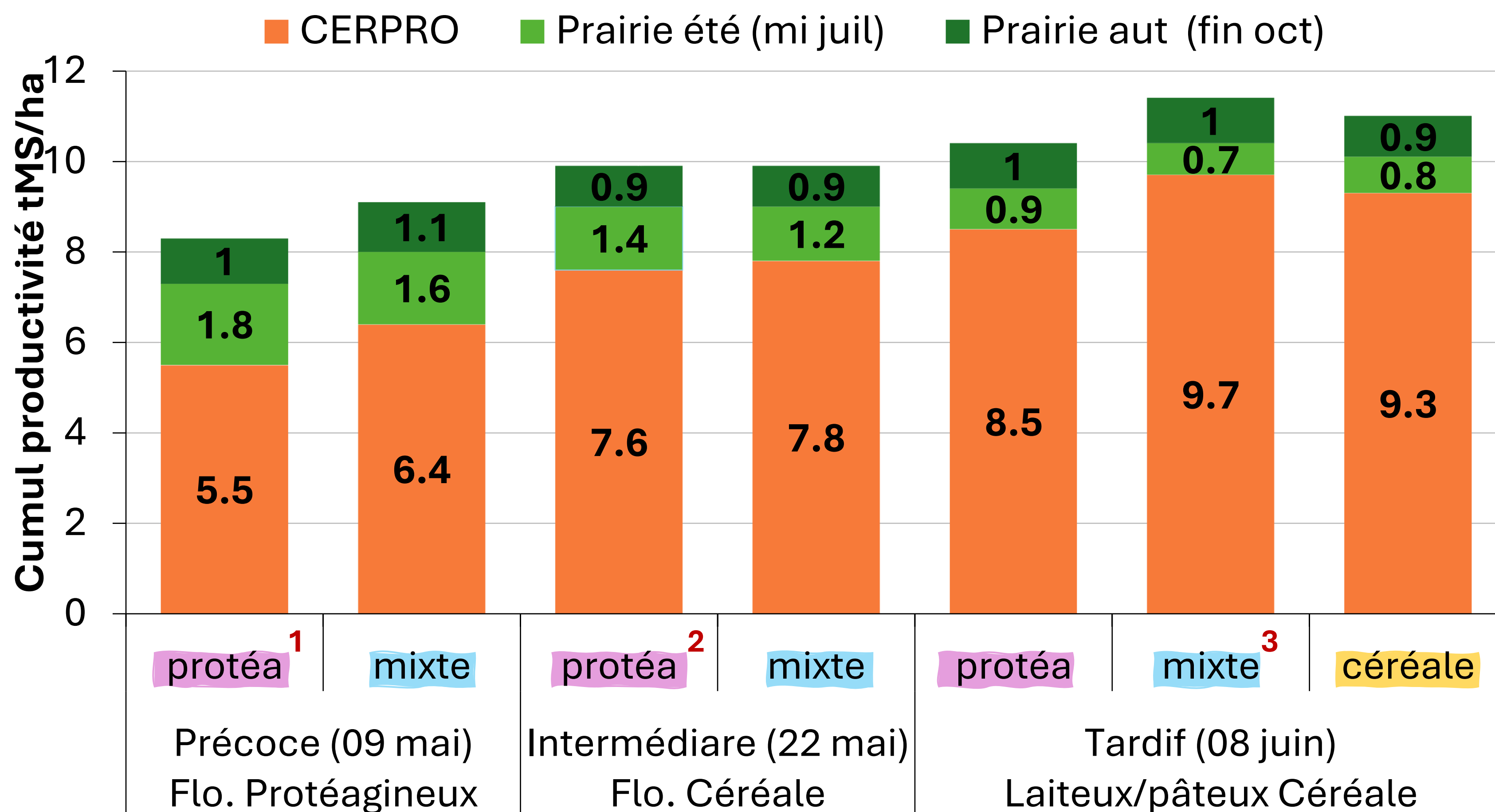
FERME
EXPÉRIMENTALE
DE THORIGNÉ
D'ANJOU
2019 - 2021

Composition des 3 mélanges testés (grains/m²)

	Protéa	Mixte	Céréale
Avoine	40		
Triticale		125	250
Pois fourrager	10	15	15
Pois protéagineux	40		
Vesce	15	15	15
Féverole	10	20	

- Des prairies toujours bien implantées, pas d'écart à l'automne
- Choisir en fonction des objectifs rendement et valeur alimentaire du méteil
 - 1. Le max de MAT/kgMS
 - 2. Le max de MAT/ha
 - 3. Le max de tMS/ha

Productivité des méteils et de la prairie selon le mélange et la date de récolte



Production totale UFL/ha	7949	8262	9116	8978	9027	9793	9175
Production totale kg MAT/ha	1245	1224	1349	1130	1186	1201	975

Composition prairie : 10kg/ha fétuque élevée, 8kg/ha RGA, 3kg/ha TB, 3kg/ha TH, 3kg/ha lotier corniculé
Précédent prairie à flore variée de 4-5 ans principalement pâturée.
Pas de fertilisation sur les essais

Source : Daveau et Fortin, 2023

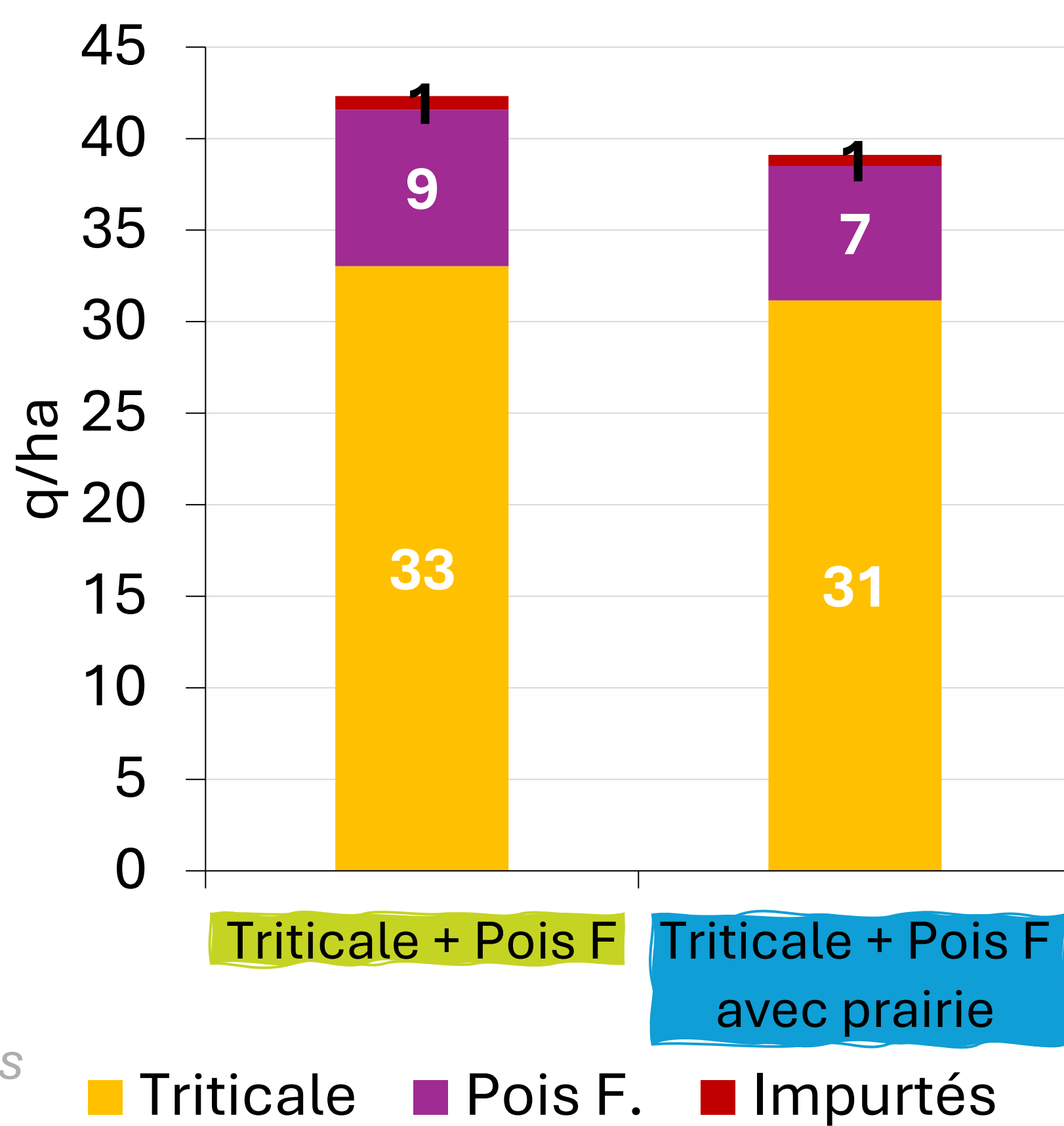
ET SI ON POUSSAIT LE MÉTEIL EN RÉCOLTE GRAIN ?

FERME
EXPÉRIMENTALE
DE THORIGNÉ
D'ANJOU
2012 - 2018

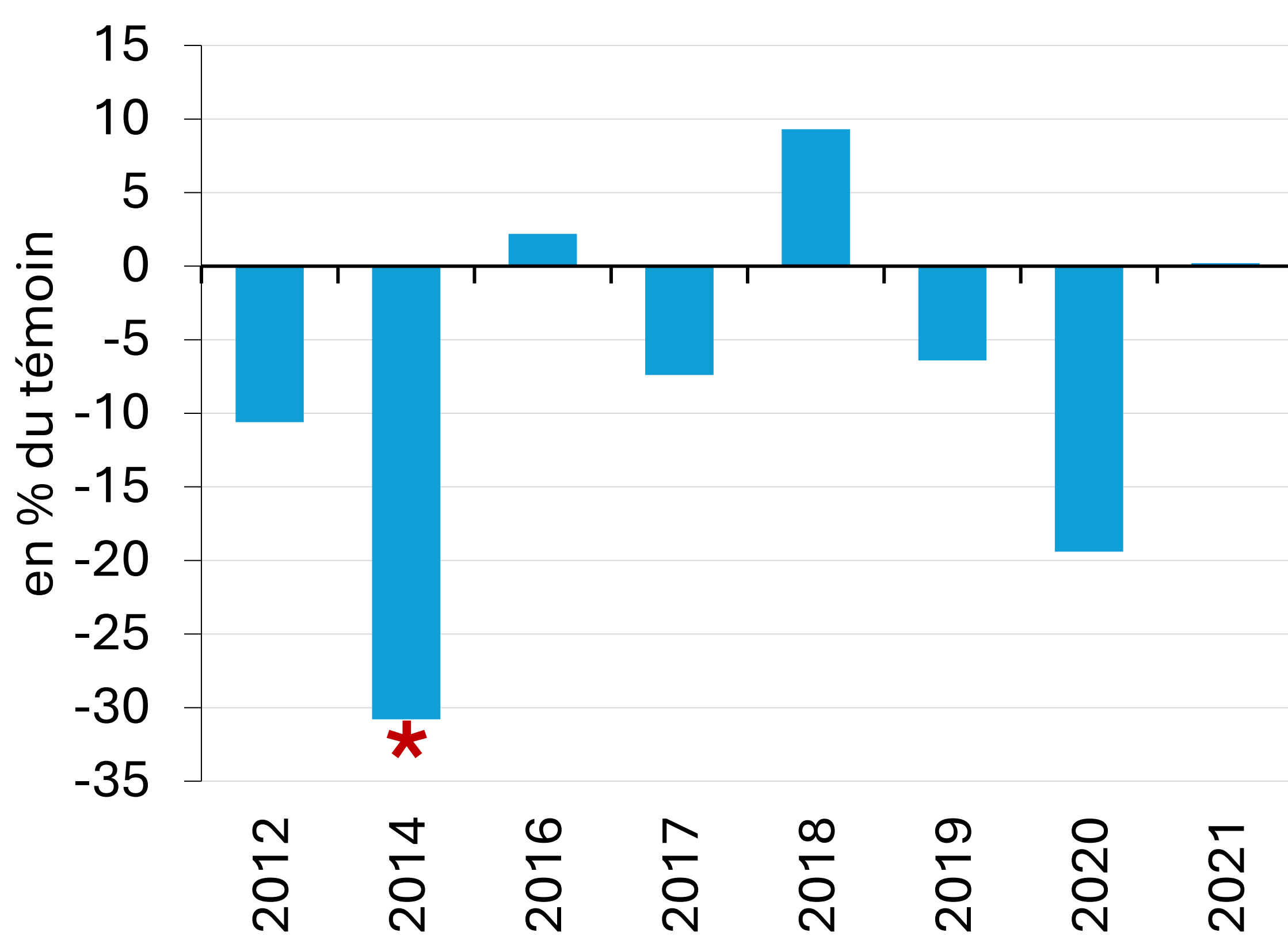
300 grains/m²
Triticale
20 grains/m²
Pois fourrager

10 kg/ha FE
8 kg/ha RGA ½ tardif
3 kg/ha TB
3 kg/ha TH
3 kg/ha Lotier c.

Rendement grain (n=8)

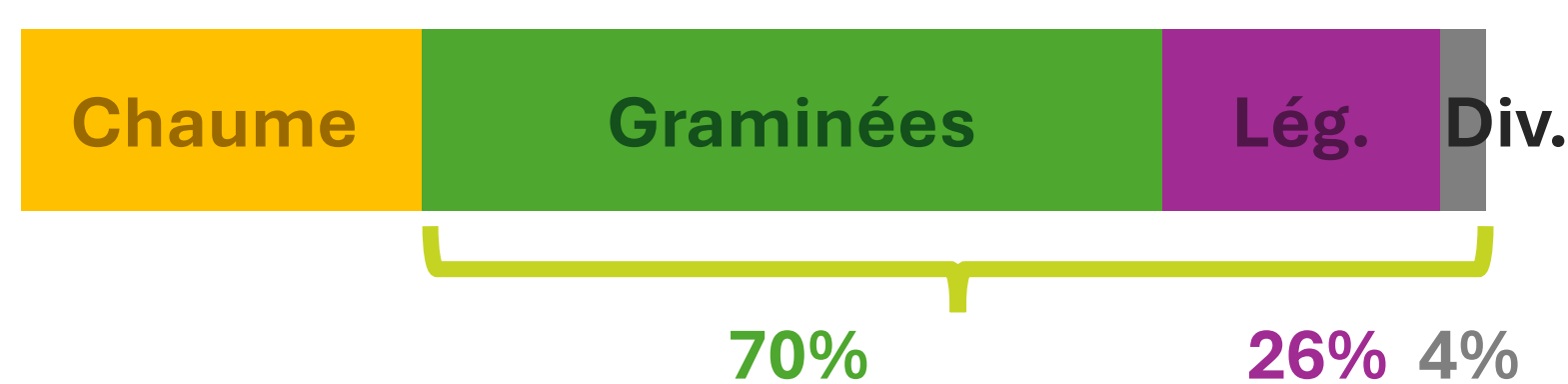


Écart du rendement en grain avec prairie vs sans prairie



Précédent prairie à flore variée de 4-5 ans principalement pâturée.
Pas de fertilisation sur les essais

Composition de la prairie au 20 octobre (n=8)
Production = 1.94 tMS/ha



- Des niveaux de production variables selon les précipitations estivales
- En pratique, **passage des animaux post moisson pour consommer les chaumes et favoriser l'accès à la lumière pour les légumineuses**

- * Effet négatif de la prairie sur le rendement grain significatif 1 année sur 8
- Une perte de 7.6% de rendement grain en moyenne



© Ferme de Bordes, prairie sous couvert de méteil grain, récolte 2023

TRÈFLES ANNUELS ET VESCES CONDUITS EN DÉROBÉES AVANT UN MAÏS FOURRAGE



Trouver une alternative au RGI gourmand en azote implanté
comme dérobée avant un maïs ensilage

UNE PREMIÈRE ÉTAPE DE SCREENING D'UNE DIVERSITÉ DE LÉGUMINEUSES POUR FAIRE LE TRI

- Pour étudier leur potentiel (rendement, valeur alimentaire), les légumineuses ont été conduites en semis pur
- Leur capacité d'association avec une graminée a également été travaillée sur des dispositifs avec 3 graminées d'agressivité croissante : fétuque élevée < seigle fourrager < RGI
- 2 années d'essais (2021-2022) x 4 essais analytiques + 7 sites de démonstration en bandes

Légumineuses	Valeur azotée	Rendement	Capacité d'association	Fétuque	Seigle	RGI	Commentaire
Féverole							Sensible au gel
Pois fourrager							Implantation difficile
Trèfle hybride							Pas adapté en dérobée
Trèfle vésiculé							
Trèfle d'Alexandrie							Attention en cas d'association avec RGI, limiter la proportion de RGI
Trèfle de Micheli							
Trèfle incarnat							
Trèfle squarrosus							
Vesce commune							Vesce velue plus précoce en sortie d'hiver
Vesce velue							Sensible au gel
Vesce de Narbonne							Peu de semence dispo
Vesce de Pannonie							Pas adaptée en dérobée
Lentille noirâtre							

Taux de légumineuses > 30 % 10-30 % < 10 %

3 ESSAIS ANALYTIQUES POUR ALLER PLUS LOIN

Station expérimentale de La Jaillière (44) en 2023 et 2024 + Station expérimentale de Saint Hilaire en Woëvre (55) en 2023

Modalité abrégée	Espèce	Densité semis (grains/m²)
S * F	Féverole	20
S * Ta	Trèfle d'Alexandrie	600
S * Tm	Trèfle de Micheli	1200
S * Ti	Trèfle incarnat	370
S * Ts	Trèfle squarrosus	450
S * Tp	Trèfle de Perse	1928
S * Vc	Vesce commune	75
S * Vv	Vesce velue	75
S * Fev-Vv-Ti	Féverole	20
	Vesce velue	20
	Trèfle incarnat	110
RGI c	RGI récolte classique	1000
RGI p	RGI récolte épis 15 cm	1000

★ Modalités présentes sur les 2 sites uniquement en 2023 ☆ Modalité présente sur 1 seul site en 2024

Les légumineuses étaient associées à du **seigle fourrager** à faible densité (60 grains/m²)
Pas d'apport d'azote

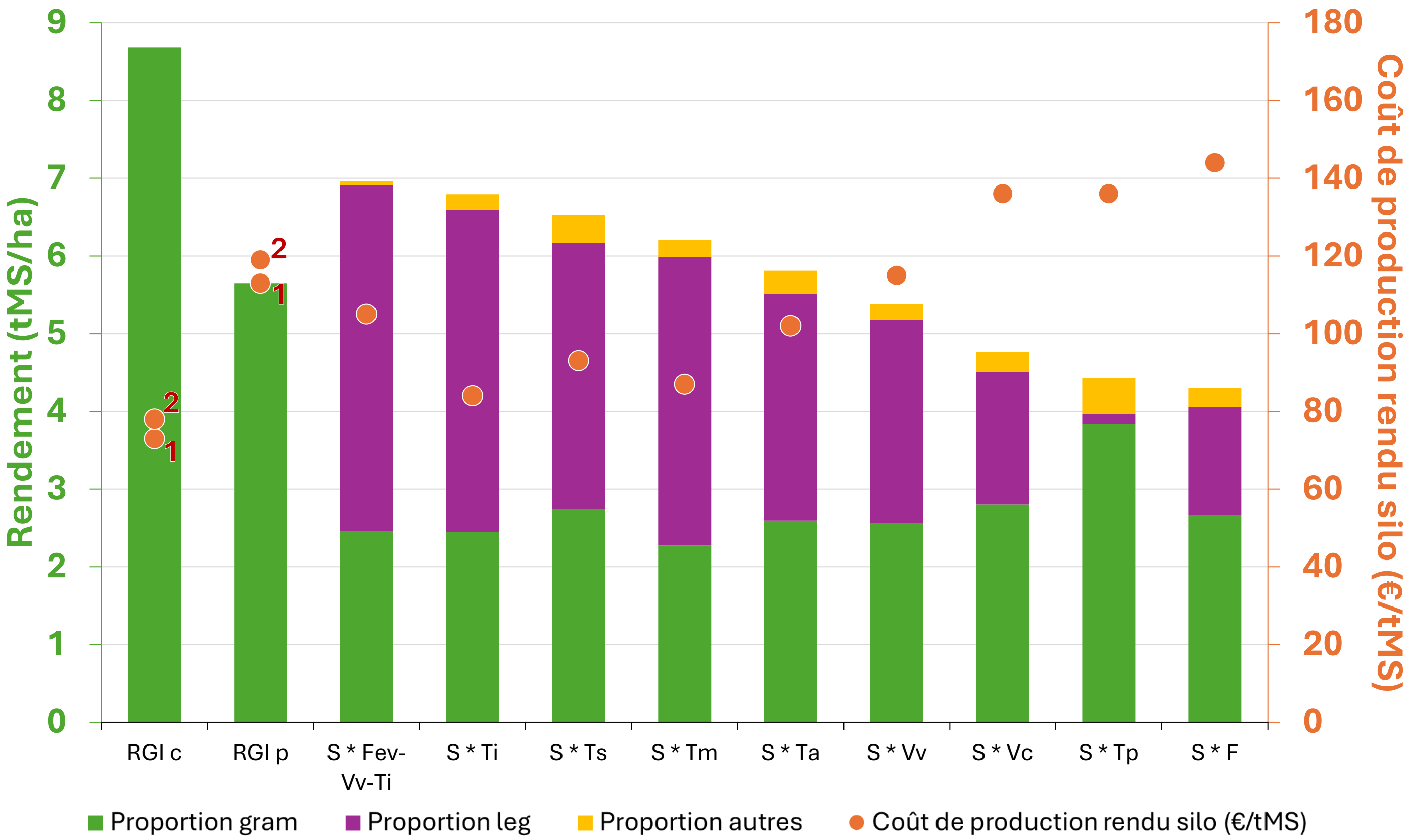
2 dates de semis (mi-sept. ou mi-oct.)

1 date de récolte (≈15/04)

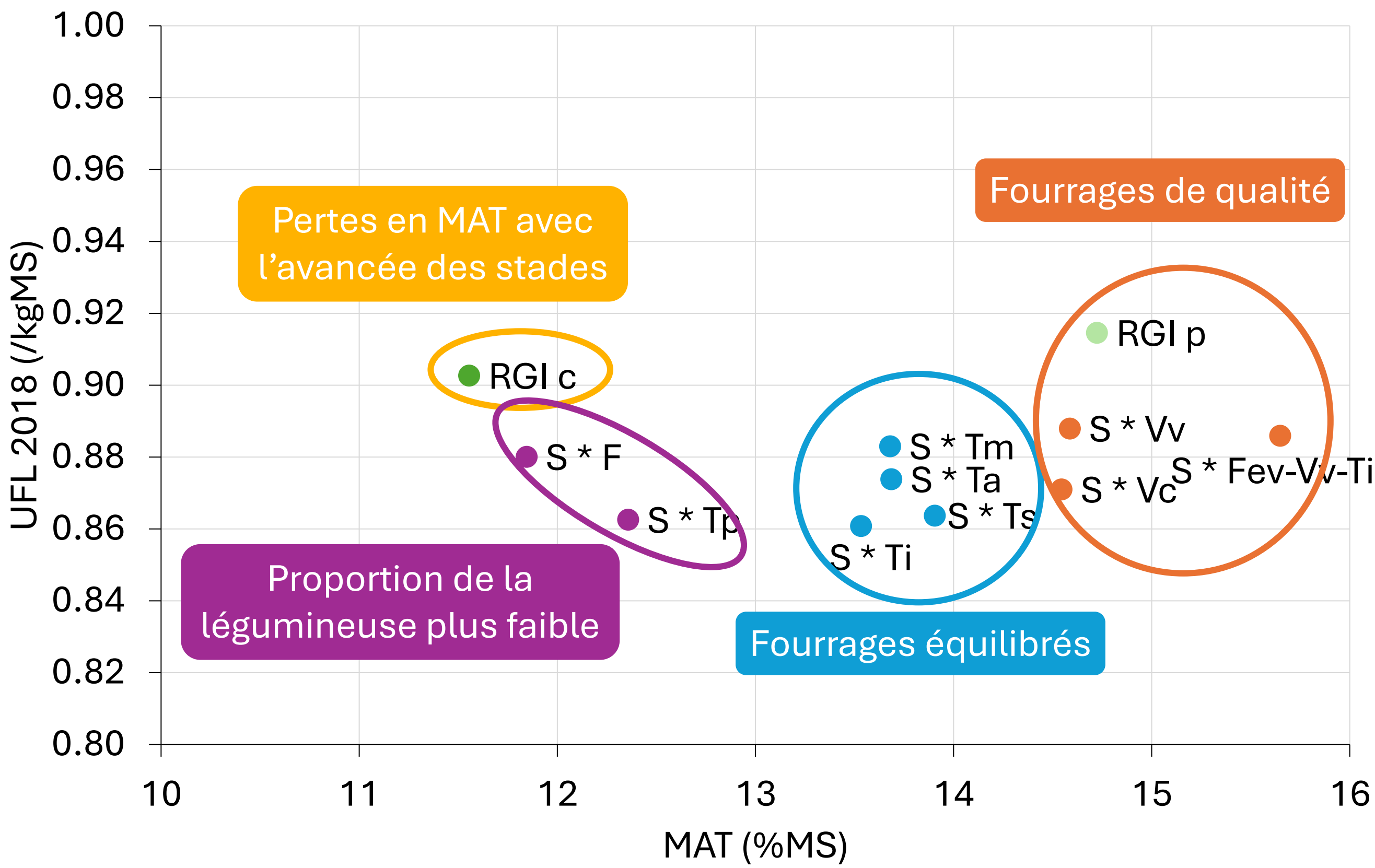
Apport de 90 kgN/ha en deux fois

Récolte précoce (fin mars-début av)

Rendement, contribution des familles botaniques et coût de production★ rendu silo



Valeurs protéiques et énergétiques des associations



★ Coût de production rendu silo d'après PEREL
2 valeurs de l'azote : 1.1€/kgN¹ et 1.6€/kgN²

A raisonner selon les besoins et caractéristiques du système

QUELS SORGHOS CHOISIR



DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE DES SORGHOS

Sorghum bicolor

Sorghum drummondii
Sudan Grass

Sorgho Grain

**Sorgho Fourrager
Monocoupe**

**Sorgho Fourrager
hybride
Multicoupe**

**Sorgho Fourrager
Multicoupe**

- Valorisation : Ensilage
- Durée de cycle : 100 – 140 jours
- Tallage faible à modéré
- Capacité de repousse : faible
- Valeur nutritive : variable selon variété (0.65 à 1.0 UFL/kgMS)

- Valorisation : Pâturage, Ensilage, Enrubannage
- Durée de cycle : 50 – 80 jours
- Tallage modéré à fort
- Capacité de repousse : bonne
- Valeur nutritive ≈ fétuque élevée

FERTILITÉ DE LA PANICULE



- **Panicule fertile** : ces sorghos fleurissent et forment des grains. Le **taux d'amidon** à la récolte sera +/- important selon la variété (entre 5 et 30% d'amidon)



- **Panicule stérile** : on parle de **mâle stérile ou pollen stérile**. Cela présente l'intérêt de **limiter le poids au sommet de la plante**. On trouvera éventuellement des traces d'amidon (<5%)



- **Absence de panicule** : ce sont des sorghos photopériodiques sensibles, ils ne fleurissent pas sous nos latitudes. Ils **restent à des stades végétatifs, leur teneur en MS reste basse**. Si l'objectif est de faire du stock, il est nécessaire de les cultiver associés à un autre type pour les monocoupes



BMR (Brown MidRib, nervure centrale brune) = combinaison de gènes qui interfère sur la lignification et améliore la digestibilité des fibres. Confère généralement une sensibilité à la verse



Même BMR, tous les sorghos ne se valent pas, il faut se référer aux évaluations CTPS

**Quelle variété
choisir ?**



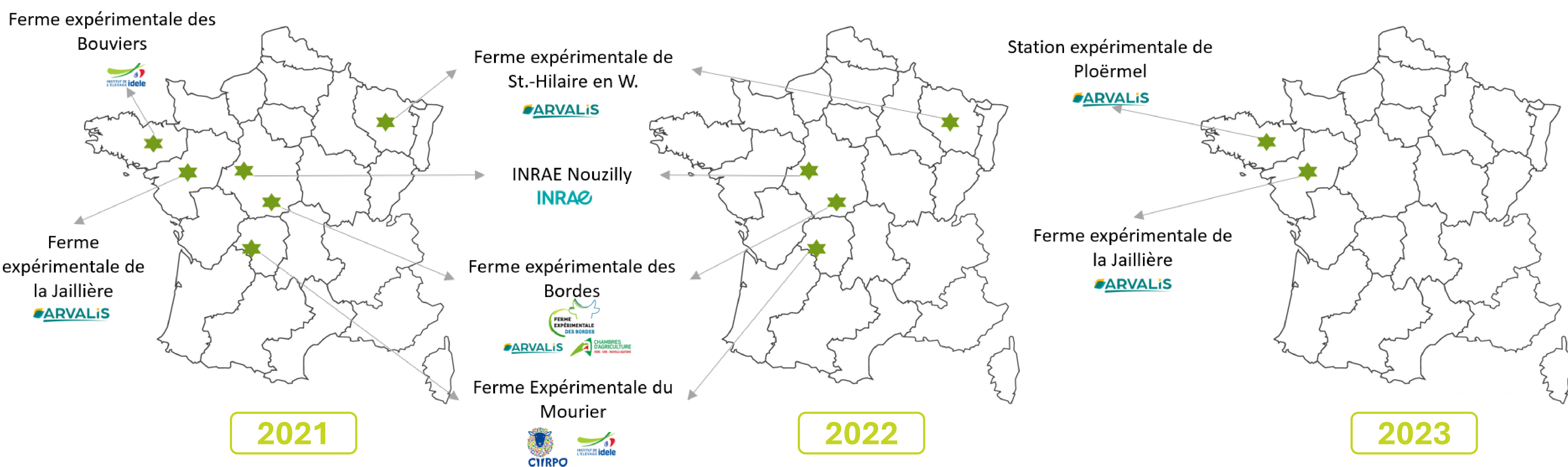


SORGHOS FOURRAGERS MONOCOUPES

Peuvent-ils remplacer le maïs fourrage ?

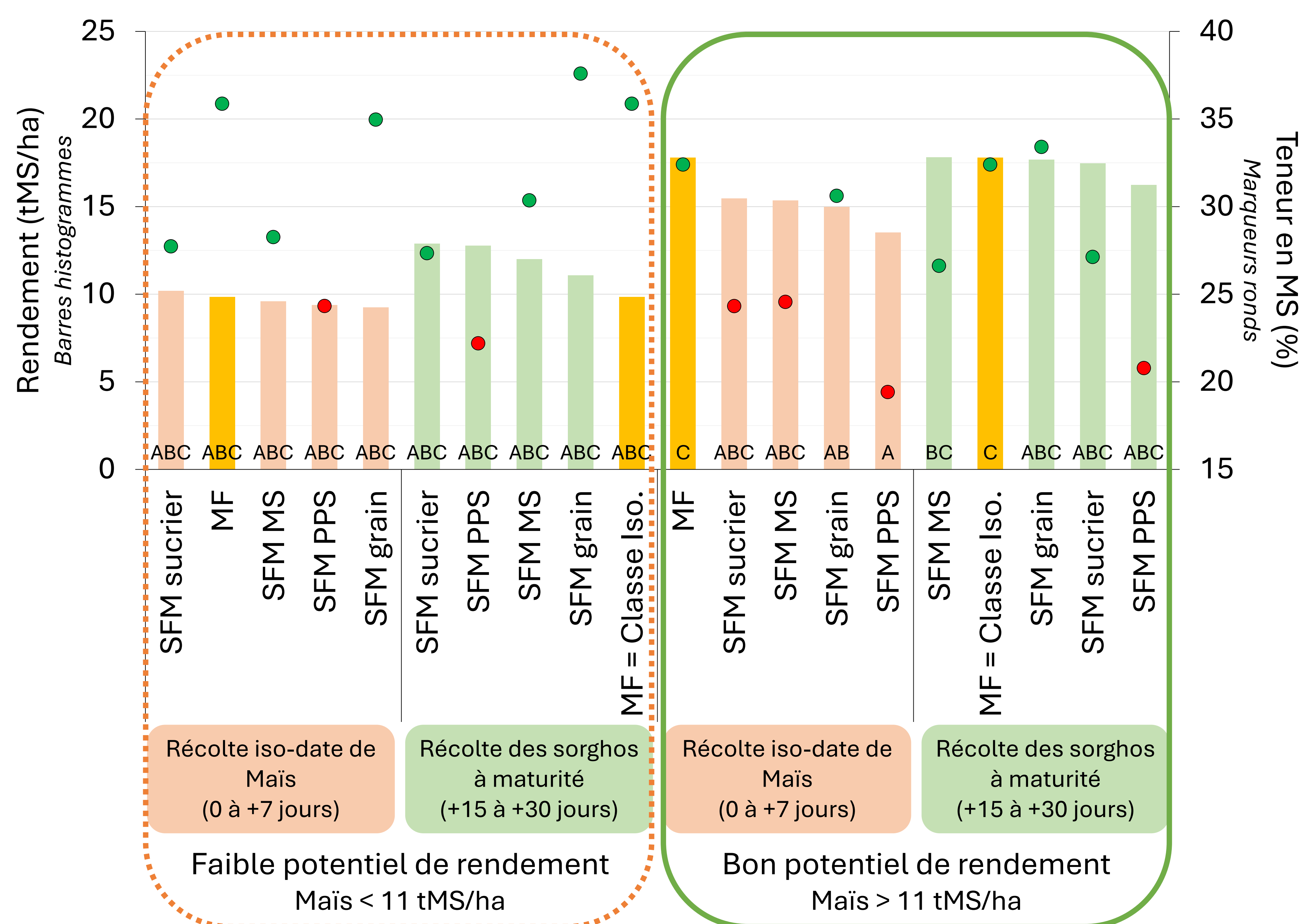


LE RÉSEAU D'ESSAIS



- Réseau d'essais en microparcelles avec 3 à 4 répétitions
- Choix de variétés de sorgho adaptées à l'élevage (bonne valeur UFL)
- Semis 2^{ème} quinzaine de mai (semis tardif pour le maïs fourrage, estimation à -600 kgMS/ha/semaine de retard)
- Récolte synchrone de toute la modalité **OU** à la maturité de chaque espèce

RÉSULTATS DE RENDEMENT ET DE MATIÈRE SÈCHE



- SFM = Sorgho fourrager monocoupe
- MF = Maïs fourrage
- SFM Grain = Sorgho fertile au profil amidon
- SFM Sucrier = Sorgho fertile au profil sucres solubles (peu d'amidon)
- SFM MS = Sorgho Mâle Stérile
- SFM PPS = Sorgho PhotoPériodique Sensible
- Teneur en matière sèche (MS) < 25% = pertes de jus

Lettre à la base des barres d'histogramme = Test de Tukey au risque $\alpha = 5\%$. Deux barres avec une même lettre ne peuvent être considérées comme différentes.

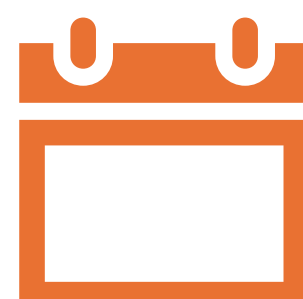
Les sorghos fourragers monocoupes peuvent se positionner comme des **alternatives** au maïs dans **certaines situations**. Leur intérêt se trouve dans leur **capacité à rester verts** durant les **épisodes de stress hydriques et thermiques estivaux**, leur permettant d'accumuler significativement de la biomasse au retour de conditions plus favorables en septembre. A l'inverse à cette période, le maïs entame sa phase de maturité.

- Semis des sorghos plus tardif qu'un maïs = temps supplémentaire pour maximiser le rendement d'une dérobée ou étaler le travail d'implantation de printemps.
- Récolte des sorghos plus tardive qu'un maïs = moins de délai pour l'implantation des cultures d'hiver.

CULTURES FOURRAGÈRES ESTIVALES MULTICOUPES



UN RÉSEAU D'ESSAIS ET 2 TYPES DE PLATEFORMES



Semis 2^{ème} quinzaine de mai



N : selon la culture précédente
P, K et chaulage : selon analyse de sol



Pas d'irrigation

Espèces	Dose de semis (kg/ha)
Sorgho multicoupe	25
Moha	25
Millet perlé	20
Teff grass	10

Acquisition : Suivi de la cinétique d'évolution des valeurs alimentaires en cours de cycle

Démonstration : Etude de l'intérêt d'associer une légumineuse à une graminée en C4



Sorgho Mâle stérile



Sorgho PPS



Sorgho BMR



Moha



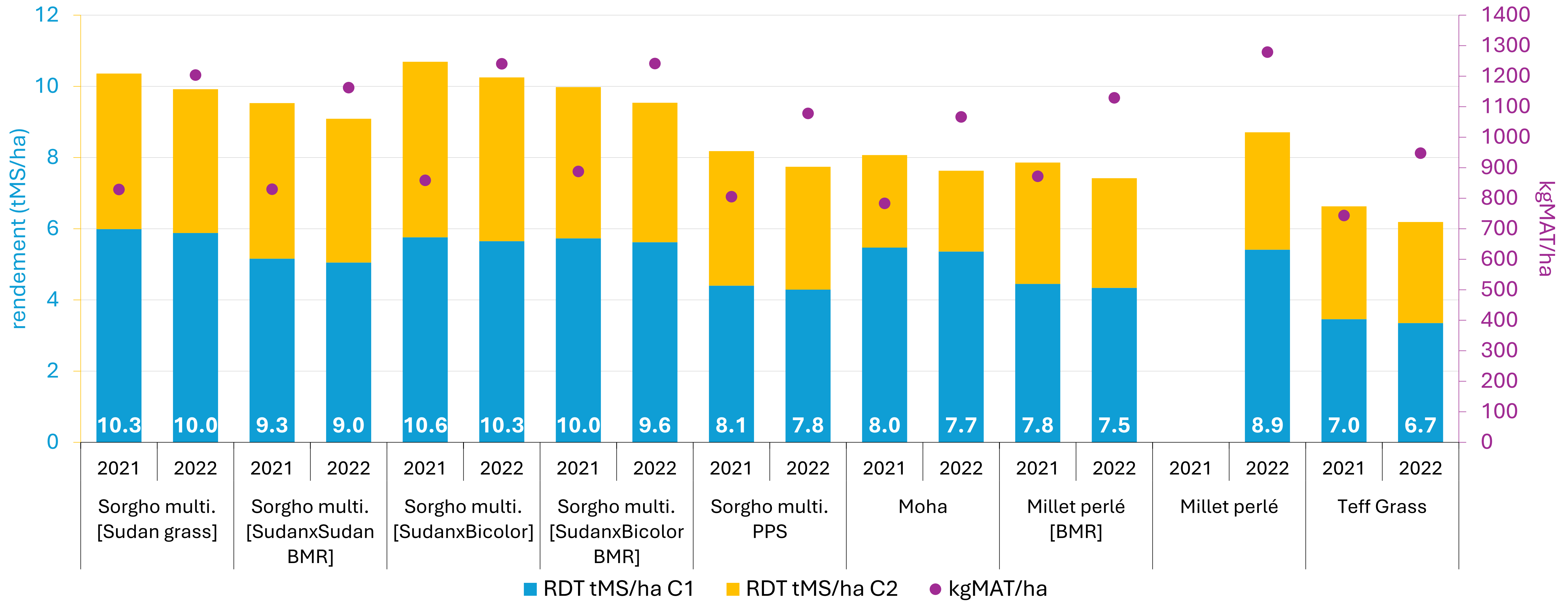
Millet perlé



Teff grass

DES ESPÈCES RÉELLEMENT ADAPTÉES

Rendements moyens ajustés et production de MAT en kg par hectare et par an sur les plateformes d'acquisition



- Maintien de la productivité entre 2021 et 2022 malgré deux années climatiquement très contrastées
- Des teneurs en MAT aux 1^{er} et 2nd cycle plus élevées pour les espèces moins productives → une production de MAT à l'hectare équivalente (11.2% à 15.3% en C1 ; 8.1% à 11.5% en C2)



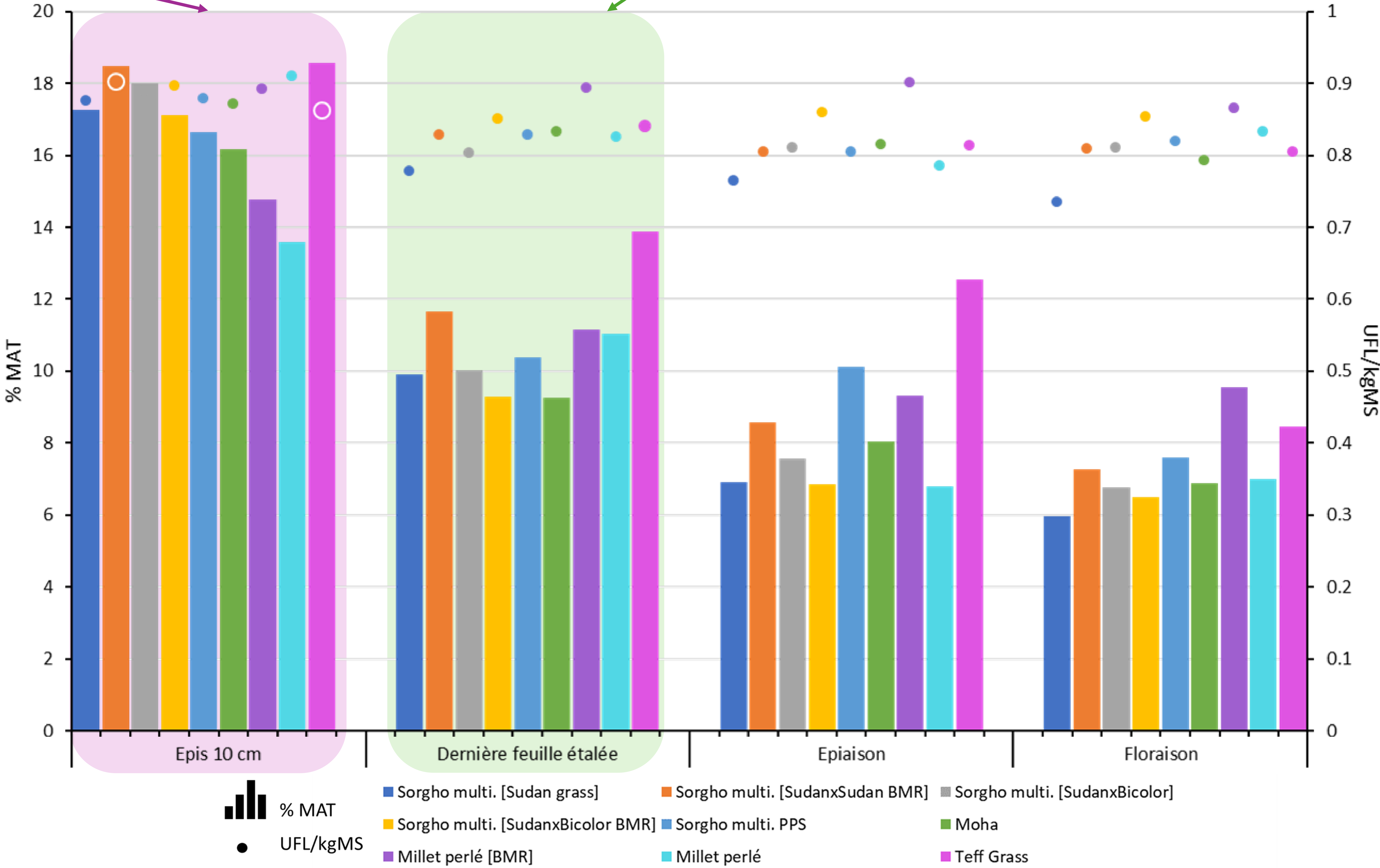
CULTURES FOURRAGÈRES ESTIVALES MULTICOUPES



DES VALEURS ALIMENTAIRES QUI DÉCROISSENT

Evolution de la teneur en MAT en % de la matière sèche et des UFL (2018), en fonction des stades de développement de chaque graminée étudiée sur les plateformes d'acquisition (2021/2022)

- Animaux à forts besoins
- Possibilité de pâturer
- Compromis quantité-qualité pour des animaux à besoins modérés



À ASSOCIER À DES LÉGumineuses ?

Contribution des légumineuses dans le rendement des associations des essais de démonstration lors du 1^{er} cycle (2021/2022)

De la légumineuse la moins productive en association vers la plus prometteuse

Contribution des légumineuses dans le rendement

- Entre 30% et 50%
- Entre 20% et 30%
- Entre 10% et 20%
- Moins de 10%

De la graminée la plus concurrentielle vers la plus sociable

	Trèfle Squarrosom	Trèfle Alexandrie	Lablab	Vesce commune de printemps	Cowpea	Trèfle de Perse	Vesce velue
Sorgho multi. [SudanxBicolor]							
Sorgho multi. [SudanxBicolor BMR]							
Sorgho multi. [SudanxBicolor BMR]							
Sorgho multi. [Sudan grass]							
Moha							
Sorgho multi. PPS							
Teff Grass							
Millet perlé [BMR]							

- Un effet de la taille (et du pouvoir couvrant) de la graminée
- Un gradient Nord-Sud observé pour le potentiel des cowpea et lablab

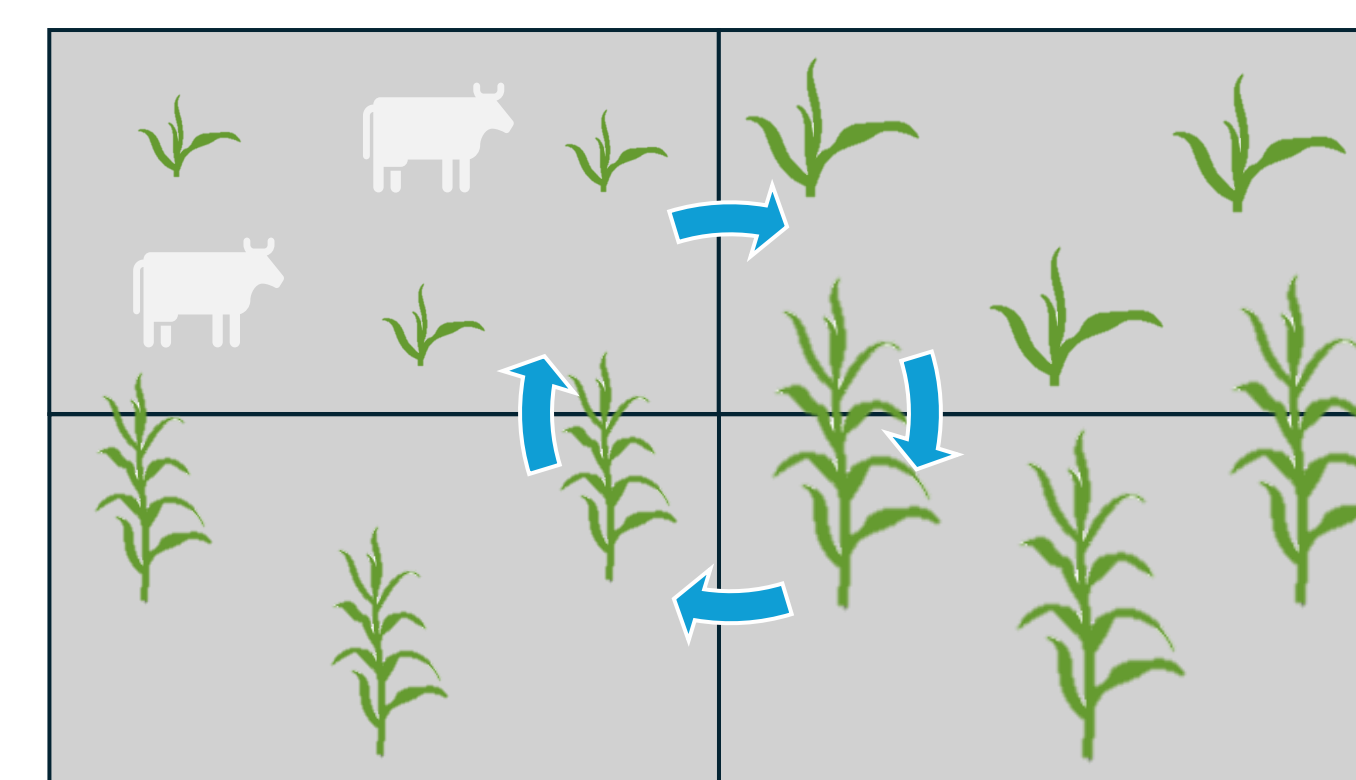
ET SI ON FAISAIT PÂTURER CES CULTURES ?



UN PROJET POUR RÉPONDRE À LA QUESTION

Esti'VAL

- Projet multi-partenaire sur deux ans (2023 et 2024) avec 5 espèces testées :
 - Sorgho multicoupe Sudan x Sudan non BMR
 - Sorgho multicoupe Sudan x Bicolor non BMR
 - Moha
 - Millet perlé
 - Teff Grass
- Mise en place d'un pâturage tournant pour percevoir les effets des hauteurs et stades de végétation à l'entrée de chaque paddock sur les performances animales (ovins et bovins)



UN TEMPS DE PÂTURAGE INTÉRESSANT POUR COMBLER UN DÉFICIT D'HERBE ESTIVAL

- Chargement de 4 UGB/ha (20 génisses d'un an sur 3.3 ha ou 100 brebis sur 3.6 ha) :

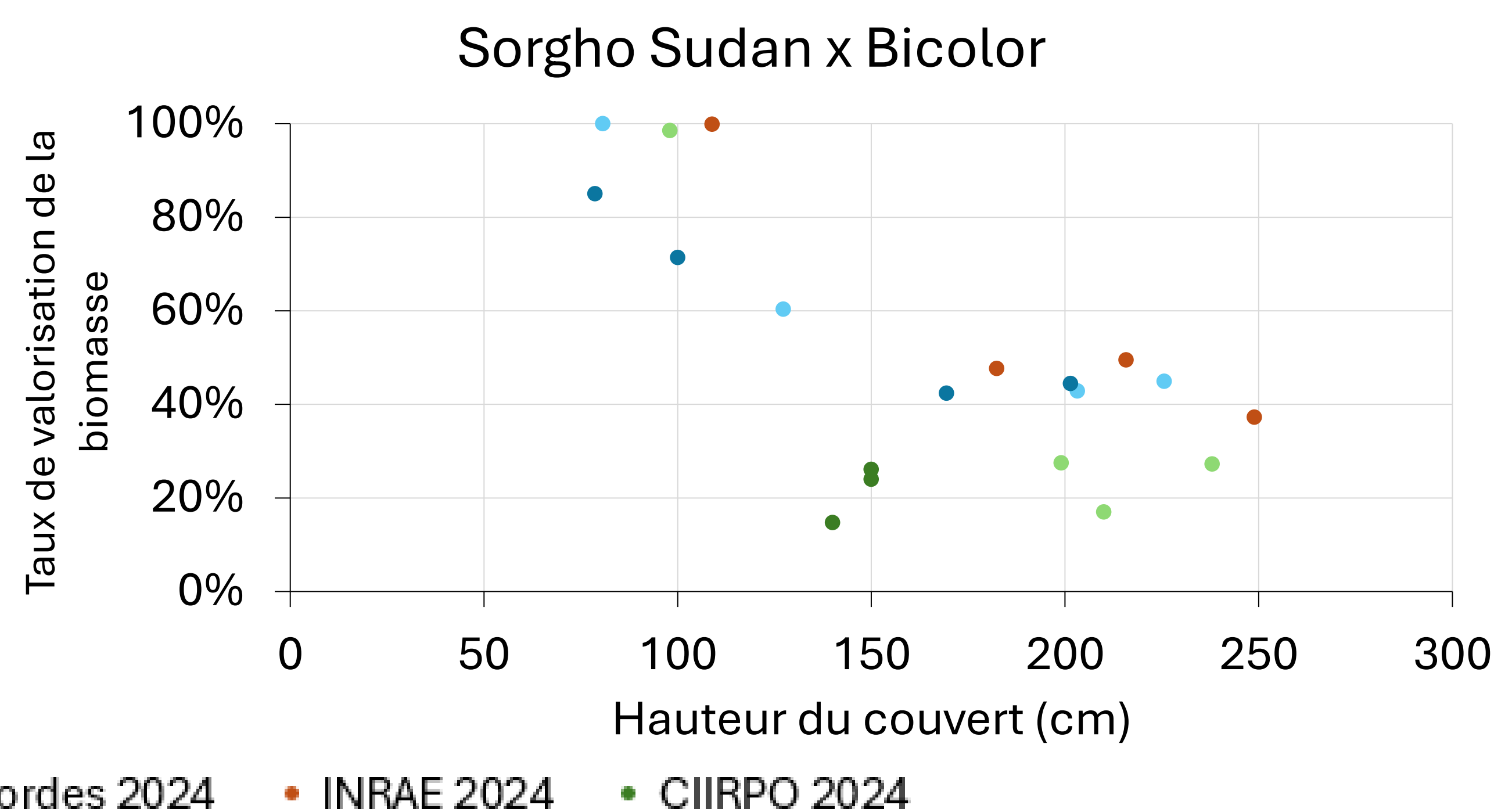
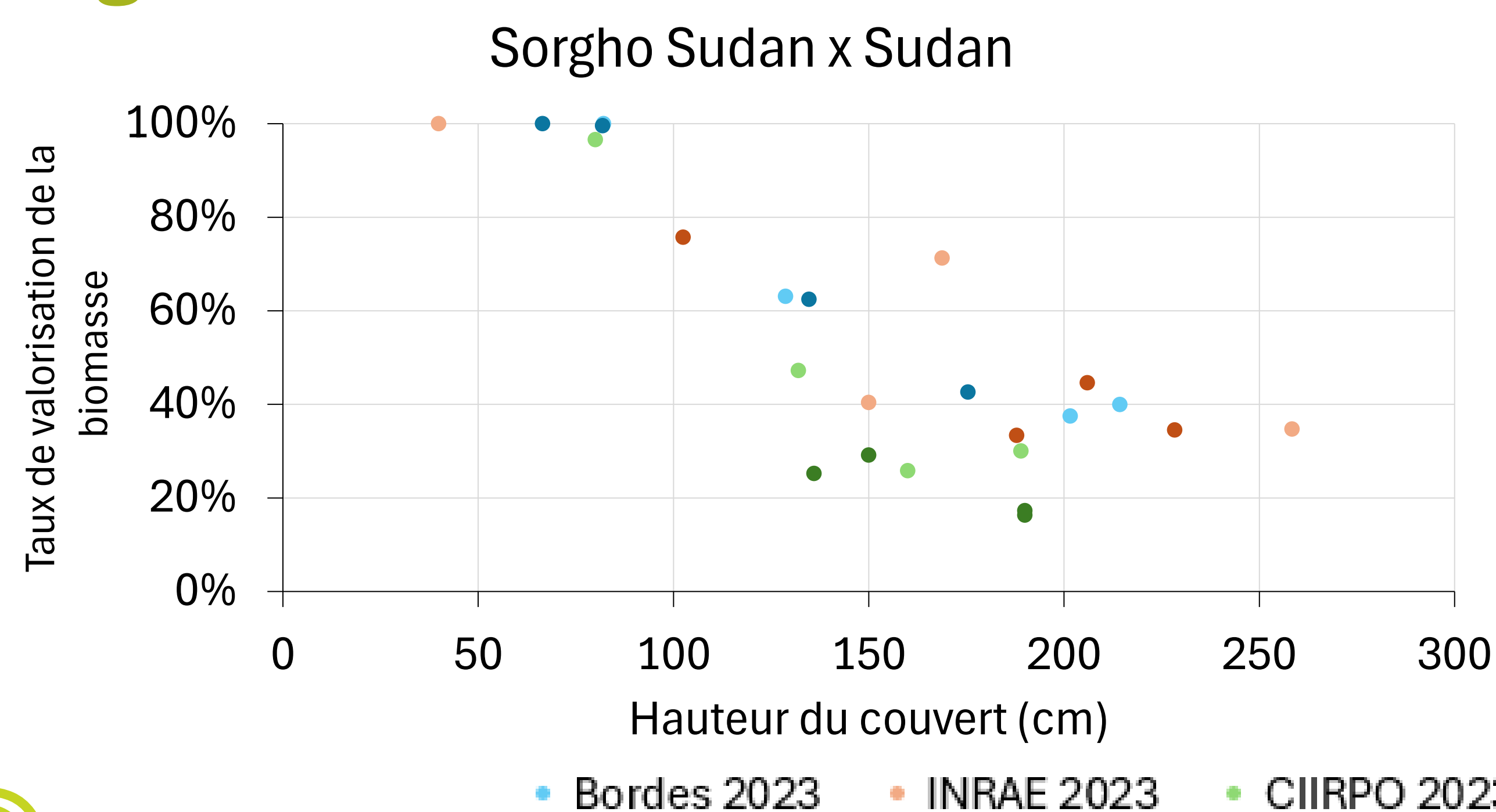
Temps de pâturage (jours) par espèce et année

	Sorgho SxS	Sorgho hybride	Moha	Millet	Teff grass
2023	70	53	55	81	47
2024	44	43	40	67	29

La forte pluviométrie et les températures relativement basses ont pénalisé le rendement des cultures.

UNE VALORISATION DE LA BIOMASSE PLUS OU MOINS IMPORTANTE

Sorghos : une relation entre la valorisation de la biomasse et la hauteur



- Une valorisation de la biomasse parfois assez faible au pâturage
- Pour des rendements inférieurs à 5 tMS/ha, un intérêt économique à faire pâturer ces cultures plutôt que les récolter

Teff grass : environ 90 % de valorisation de la biomasse

Moha et Millet perlé : entre 70 et 80 % de valorisation de la biomasse

ET SI ON FAISAIT PÂTURER CES CULTURES ?

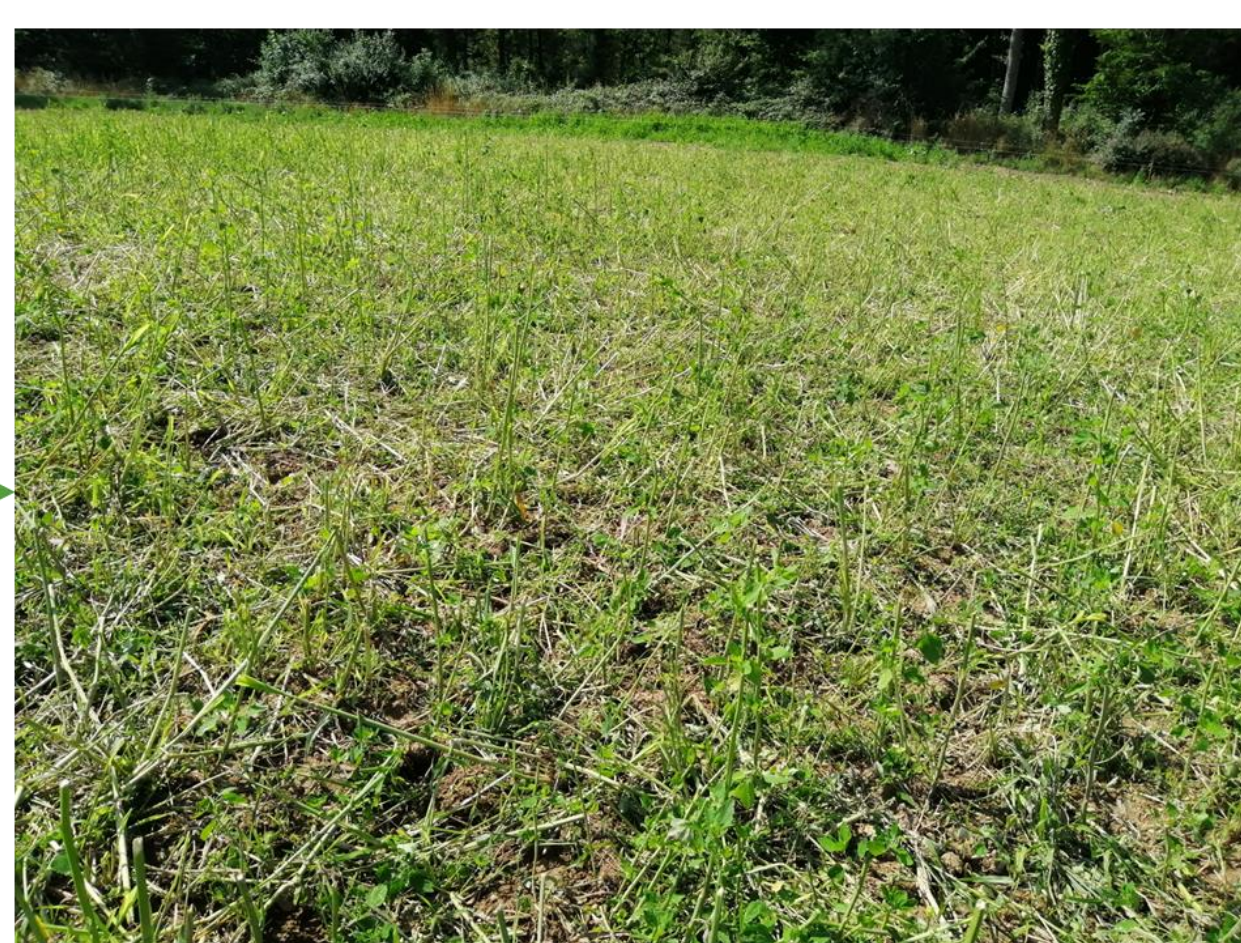
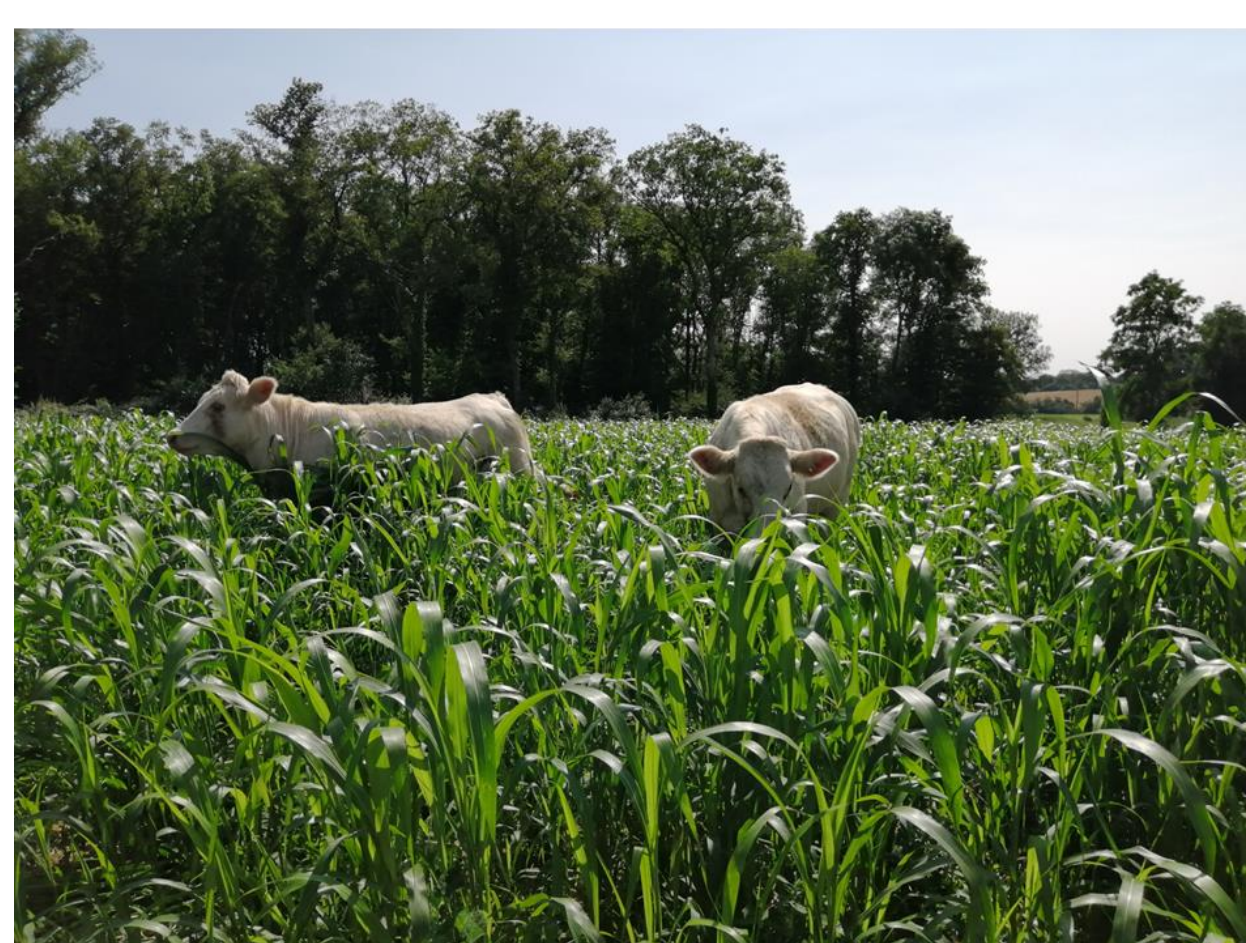
SORGHO : UNE ATTENTION PARTICULIÈRE À AVOIR AU PÂTURAGE



Risque de toxicité au
pâturage si < 60 cm
de hauteur

- Au bon stade, bonne valorisation au pâturage par des ovins ou bovins (GMQ : 700 – 900 g/jour sur génisses)
- Gaspillage important quand le sorgho dépasse 1.5m (jusqu'à 70% de gaspillage)

Entrée à moins de 1.3 m → résidus à la sortie



Entrée à plus de 2 m → résidus à la sortie



MOHA ET MILLET PERLÉ : UNE GESTION ASSEZ CLASSIQUE

- Faible valeur alimentaire (GMQ : 400 – 700 g/jour sur génisses)
- Au bon stade, des espèces qui se pâturent bien
- Pas de repousse pour le moha si valorisé après le stade montaison



TEFF GRASS : UNE IMPLANTATION À SOIGNER



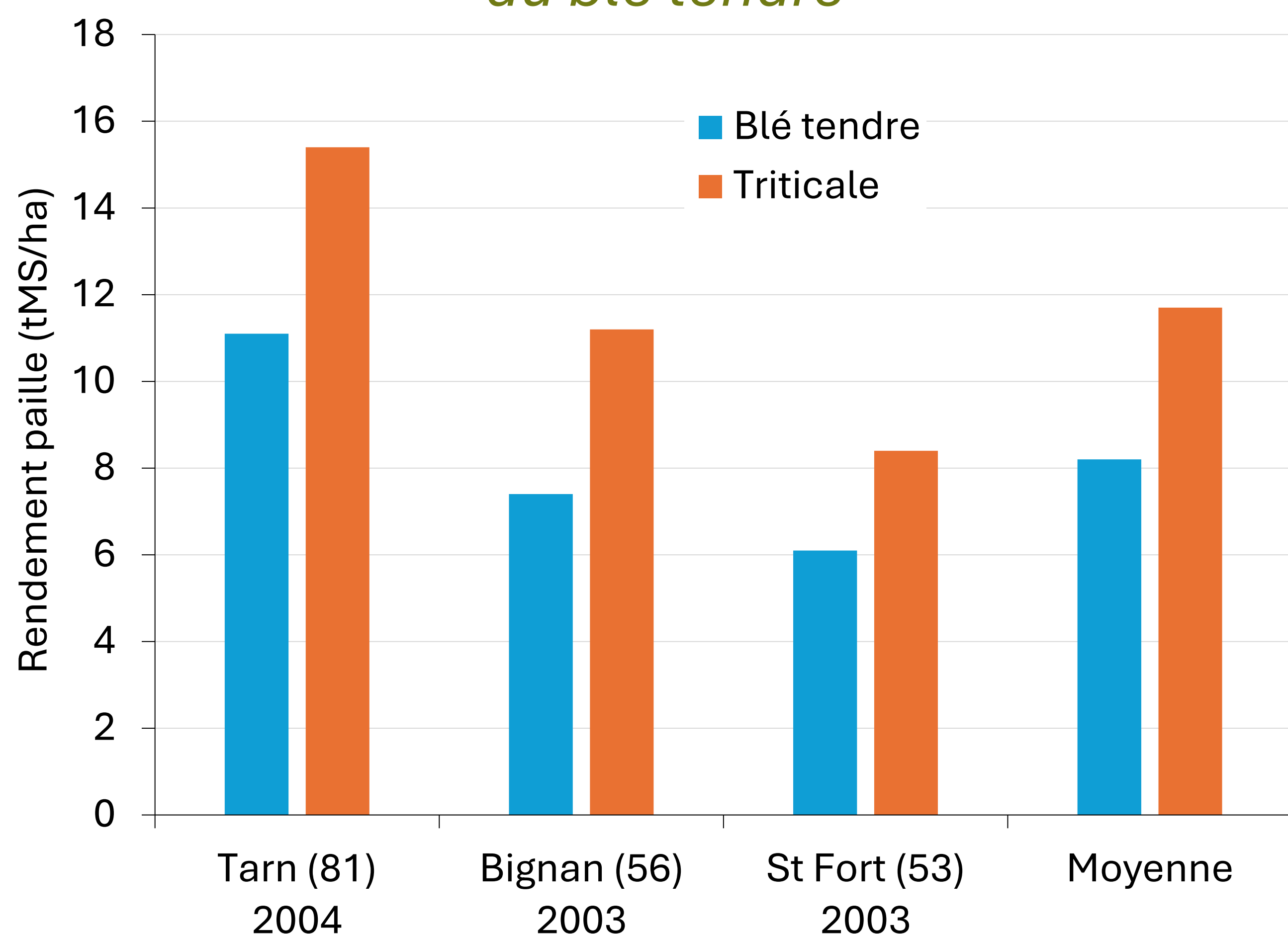
- Salissement important si mauvaise implantation (PMG = 0.4 g)
- Préconisation des semenciers : fauche au 1^{er} cycle pour permettre le développement racinaire
- Risque d'arrachage de pieds par le pâturage des animaux
- Épiaison à chaque cycle, tous les 30-40 jours → diminution de l'ingestion et de la valeur alimentaire

OPTIMISER LA PRODUCTION DE PAILLE

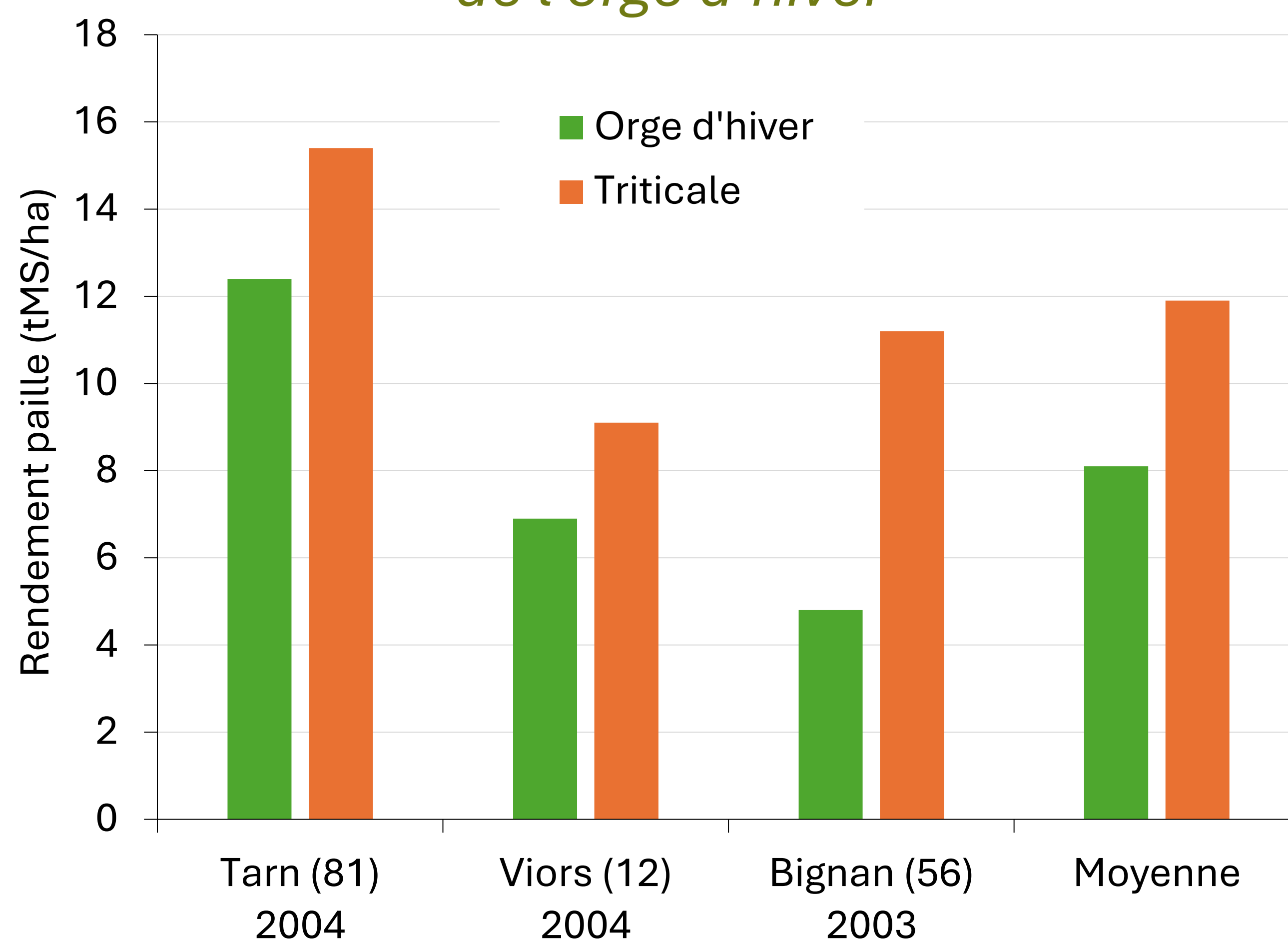


BIEN CHOISIR L'ESPÈCE

Rendement paille du triticale vs rendement paille du blé tendre



Rendement paille du triticale vs rendement paille de l'orge d'hiver



Essais ARVALIS – 2003-2004

- Le triticale est plus productif en paille que le blé (+ 30%) et que l'orge (+ 32%)

L'ENJEU VARIÉTAL PAS SI SIMPLE À CERNER

Synthèse de 23 essais variétés blé, orge et triticale avec récolte de paille

	Rdt paille moyen (tMS/ha)	Ecart moyen entre min et max (tMS/ha)
Orge (6 essais)	5.1	1.6
Blé (12 essais)	6.2	2.4
Triticale (8 essais)	8.3	2.9

Etude **GIE Triticale – INRAE 2013** :
Effet variétal souvent significatif mais les **effets environnementaux sont plus importants**
L'imprécision des mesures rend difficile le classement variétal (hauteur de coupe, humidité)

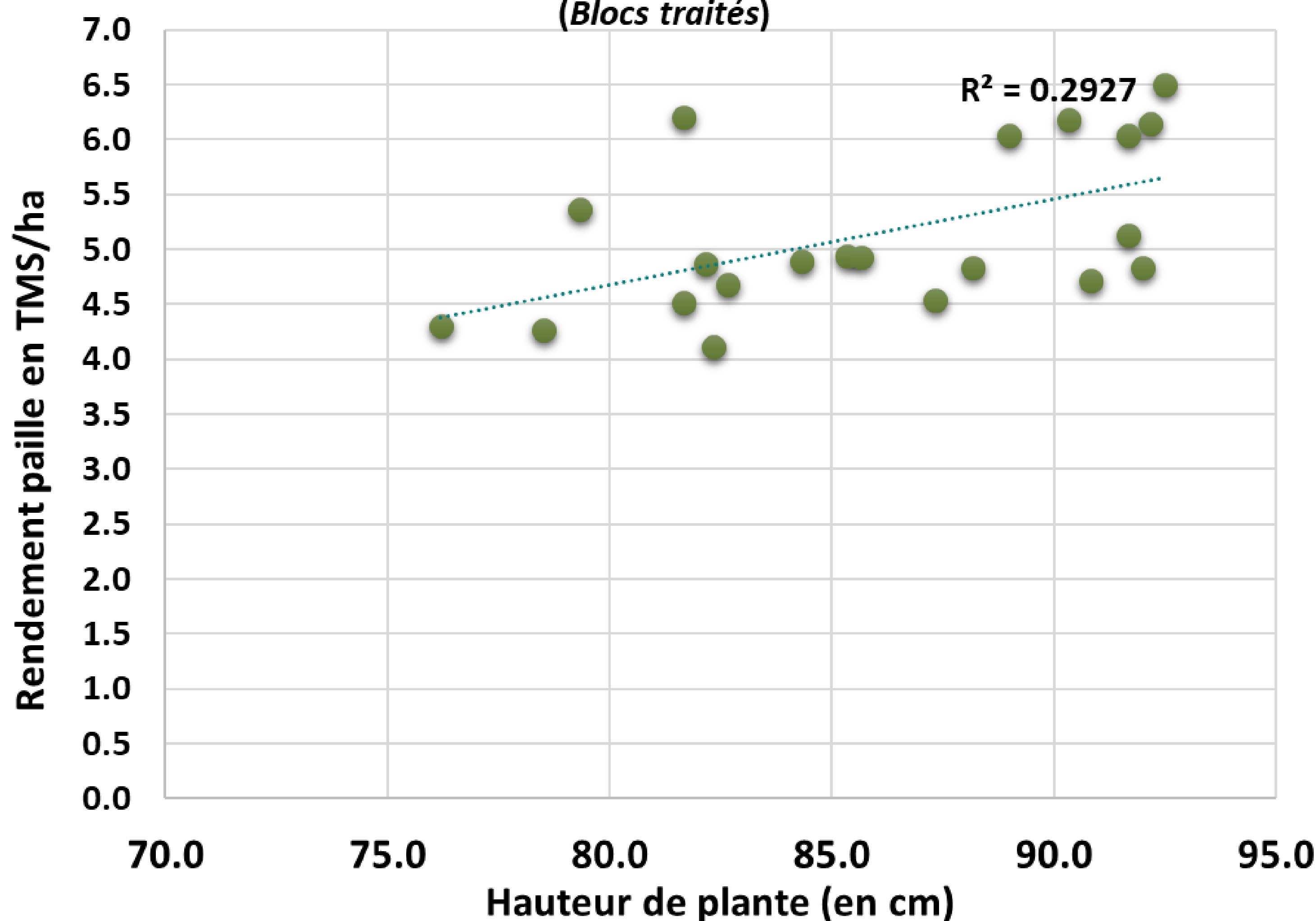
- Entre 1.5 et 3 tMS/ha d'écart max entre variété

Essais ARVALIS, CA Bretagne et ACM

LA HAUTEUR NE FAIT PAS TOUT

- Corrélation positive mais faible → la hauteur n'explique qu'une faible partie du rendement en paille des variétés
- Autres facteurs : nombre de tiges, épaisseur, ... ?

Essais variétés blé Ploermel ARVALIS 2024 (Blocs traités)



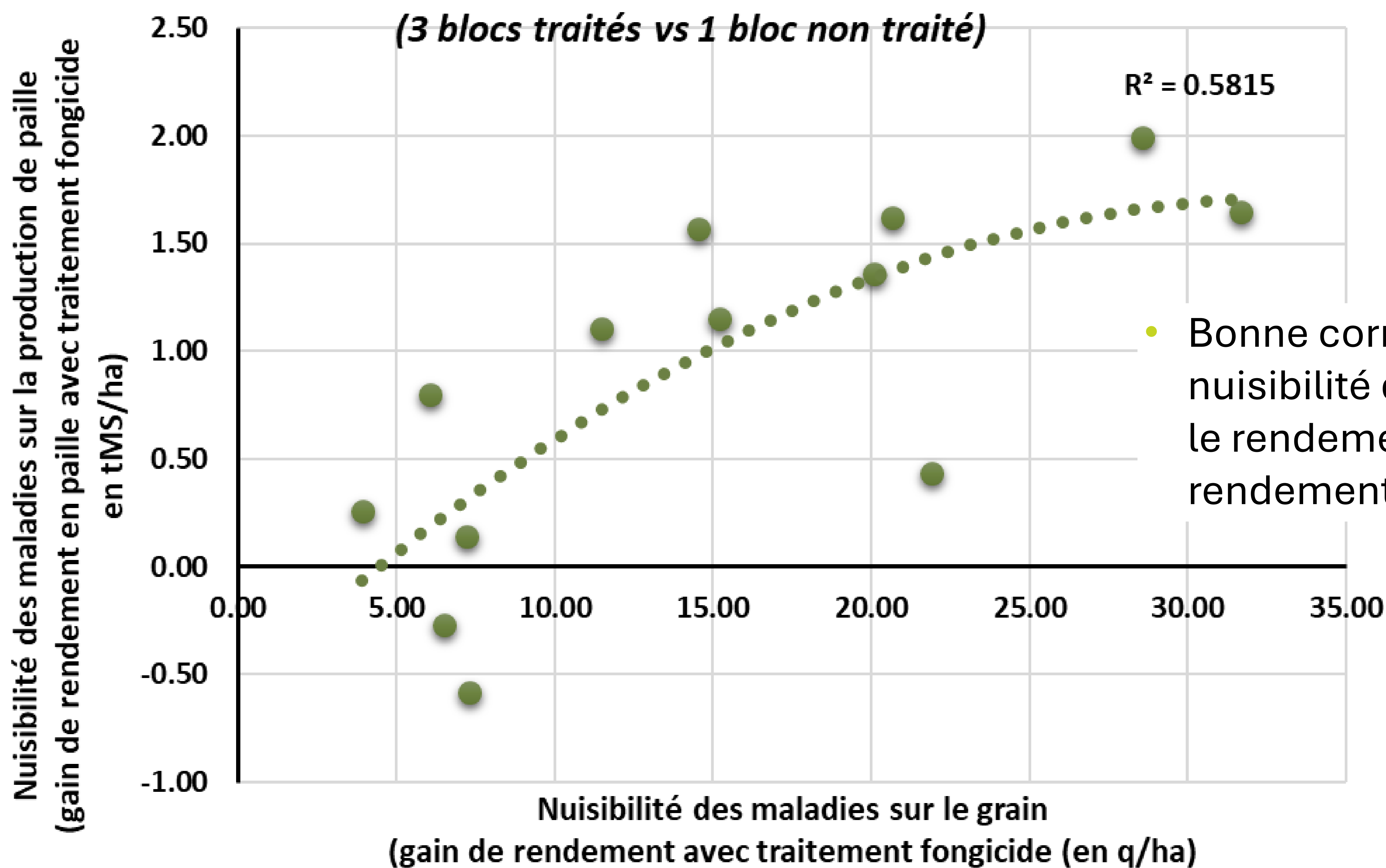
OPTIMISER LA PRODUCTION DE PAILLE



SOIGNER LA LUTTE CONTRE LES MALADIES DU FEUILLAGE

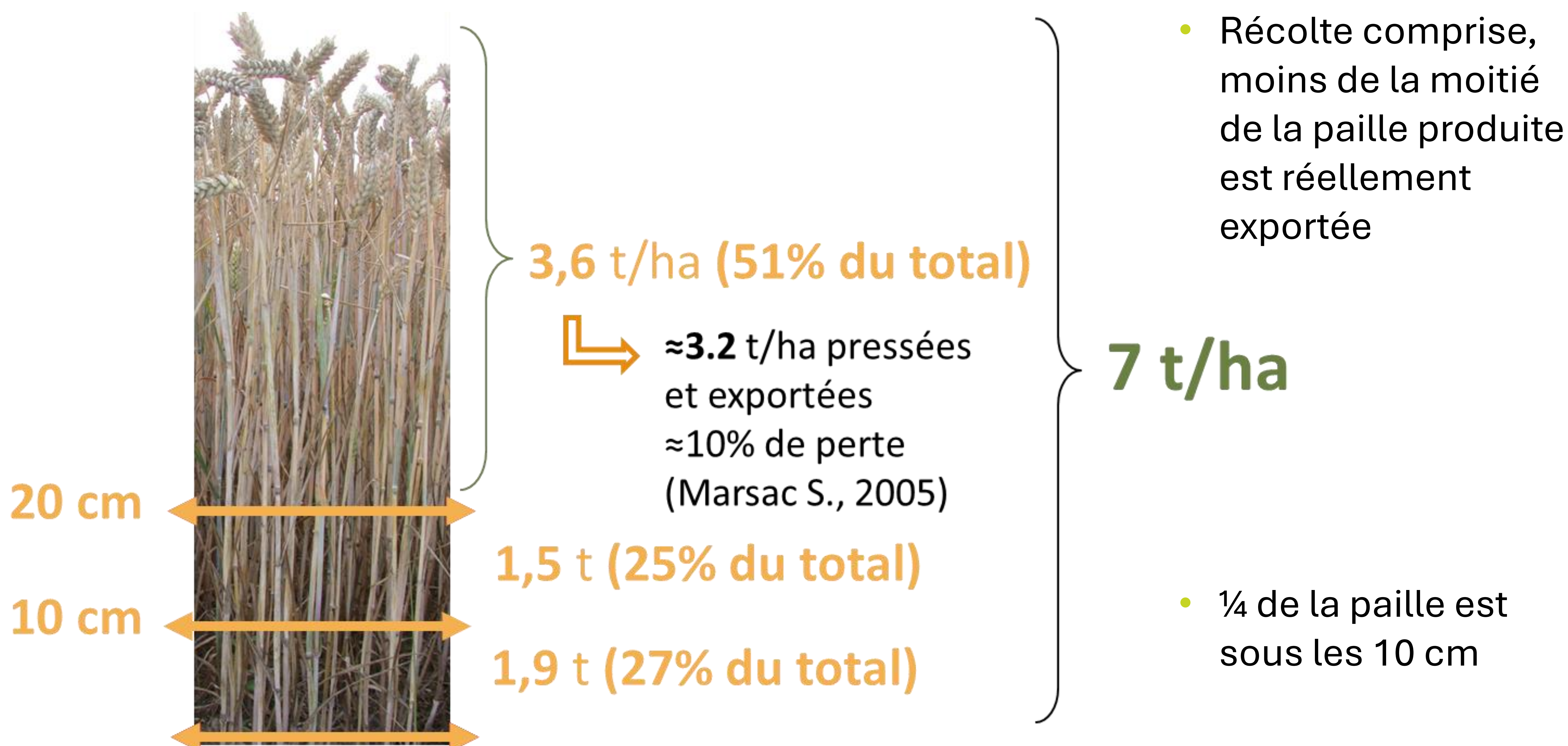
2 essais variétés orge ARVALIS et CA Bretagne
PLOERMEL et LANILDUT 2024

(3 blocs traités vs 1 bloc non traité)



➔ Nuisibilité grain 10 q/ha ⇒ nuisibilité paille : **0.5 à 1 tMS/ha**
Nuisibilité grain 30 q/ha ⇒ nuisibilité paille : **1.7 à 2 tMS/ha**

IMPACT DE LA HAUTEUR DE COUPE : LA PAILLE EST EN BAS



Source : REMY et MAUCORPS (1982)



QUELLE CÉRÉALE POUR QUEL OBJECTIF ?



S'ADAPTER AU MILIEU



PRIVILÉGIER LA ROBUSTESSE

- Favorable ou peu sensible
- Moyennement favorable ou moyennement sensible
- Défavorable ou sensible
- Très défavorable ou très sensible

		Triticale	Blé d'hiver	Orge d'hiver	Seigle	Avoine d'hiver
Caractéristiques physiologiques	Gel hivernal					
	Gel montaison					
	Gel méïose					
	Germination sur épi					
	Hydromorphie hivernale					
	Souplesse densité					
Fertilisation	Acidité					
	PK					
	Azote (besoins)	2.6	2.8 à 3.2	2.5	2.3	2.2
Protection des cultures	Désherbage	Recouvrement				
	Verse					
	Carie					
	Ergot					
	Piétin échaudage					
	Piétin verse					
	Septoriose					
	Rhynchosporiose	Variétés sensibles				
	Oïdium					
	Rouille jaune					
	Rouille brune					
	Fusariose					
	Géomyze					
	Autres ravageurs					
	JNO					
	Mosaïque					

ETALER LES RISQUES LIÉS AUX ALÉAS

Jouer sur la longueur des cycles



Durée de remplissage des différentes espèces

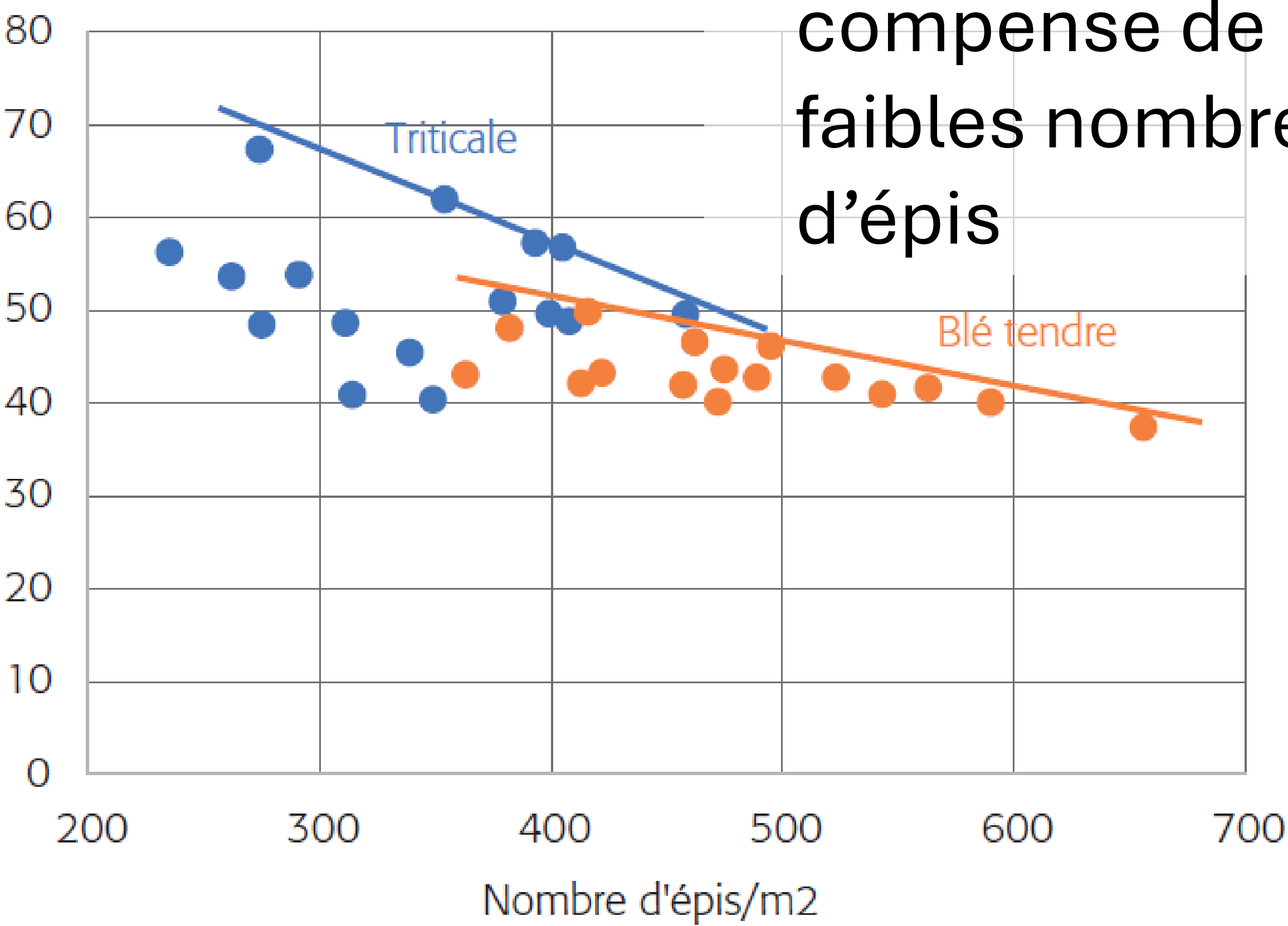
Stade		Grains laiteux	Grains pâteux	Maturité physiologique
Teneur en eau du grain (%)		66.5	43.5	40
Durée moyenne depuis l'épiaison en T°C (base 0)	Blé tendre	430	720-750	750-800
	Orge d'hiver	300	540-580	560-600
	Triticale	480	780-800	820-880
	Seigle	520	850-1000	900-1100

- Évitement des risques d'échaudage
- Optimisation de la succession culturale

Profiter des capacités de compensation

Fertilité épi du triticale et du blé

Nombre de grains/épi



- La fertilité compense de faibles nombres d'épis

ARVALIS Bollandoz (25) – 1991 et 1992

Valoriser la diversité génétique

Profils de précocité des variétés de triticale

		PRECOCITE A MONTAISON ➡						
		Très Tardive 0	Tardive 1	Assez Tardive 2	½ Précocite 3	Précocite 4	Très Précocite 5	Ultra Précocite 6
Les variétés précoces à montaison doivent être semées tard								
← PRECOCITE A EPIAISON	Tardive 5.5							
	Assez Tardive 6		Bilboquet Elicsir RGT Rutenac	Presley	(Curling)	(Charme)		
	½ Précocite 6.5	(Promiso)	Allrounder Pzo RGT Zigzac Ruche	Lumaco (Reptil) (Rugiro)	Brehat (Paddle) Ramdam RGT Gwendalac	Biathlon Kitesurf (Rendezvous) RGT Quaterbac Triperf	Bicross	
	Précocite 7			Bonjour	(Rapace)	RGT Omeac RGT Rustilac Rivolt (Triflor)	(Hyt Prime)	
	Très précocite 7.5					(Requin)	Jokari	RGT Flashbac
	Ultra précocite						Bikini	



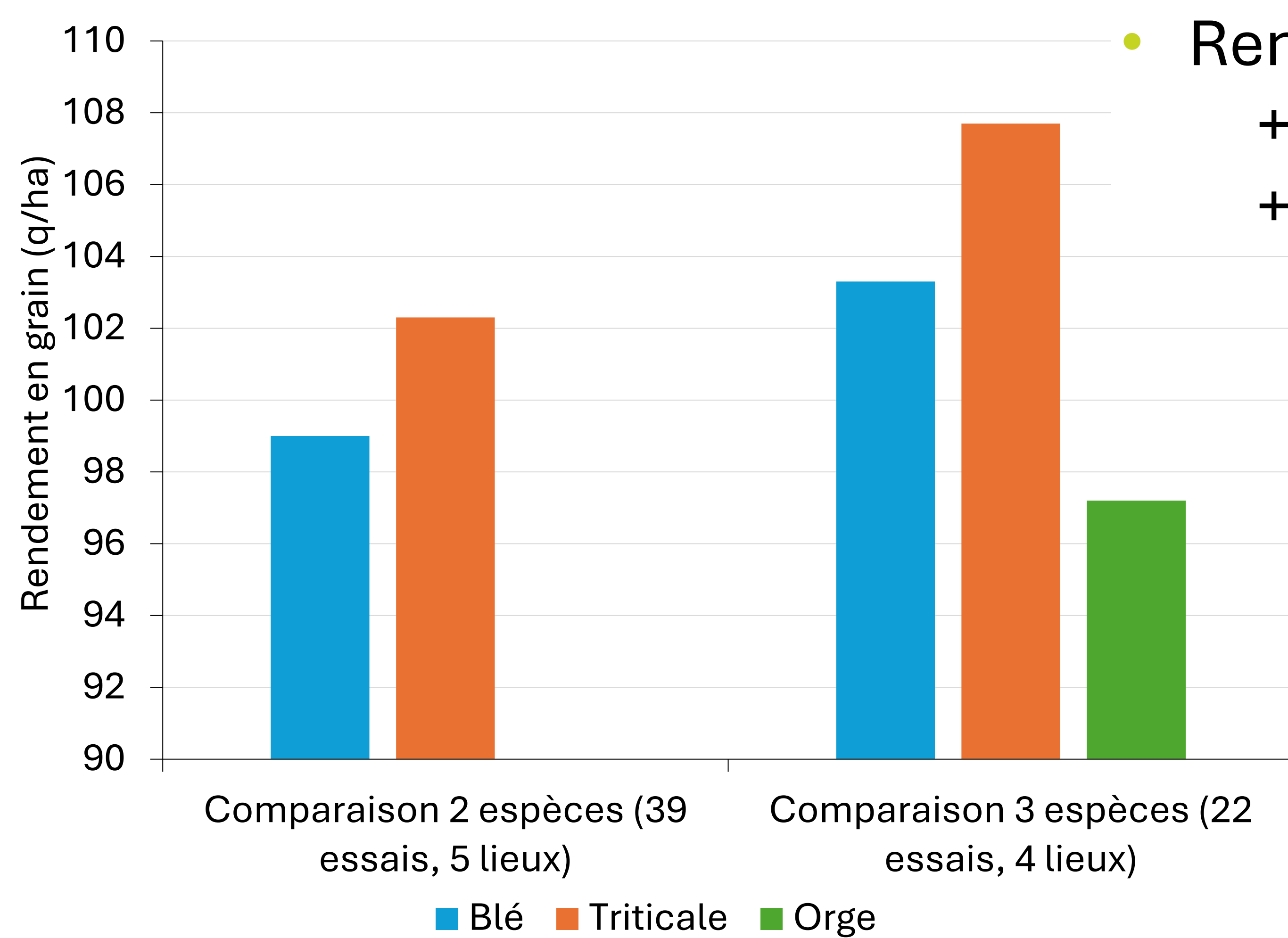
QUELLE CÉRÉALE POUR QUEL OBJECTIF ?



COMBLER LES BESOINS AVEC SOUPLESSE

Produire du grain

Comparaison sur les mêmes parcelles des rendements des différentes espèces



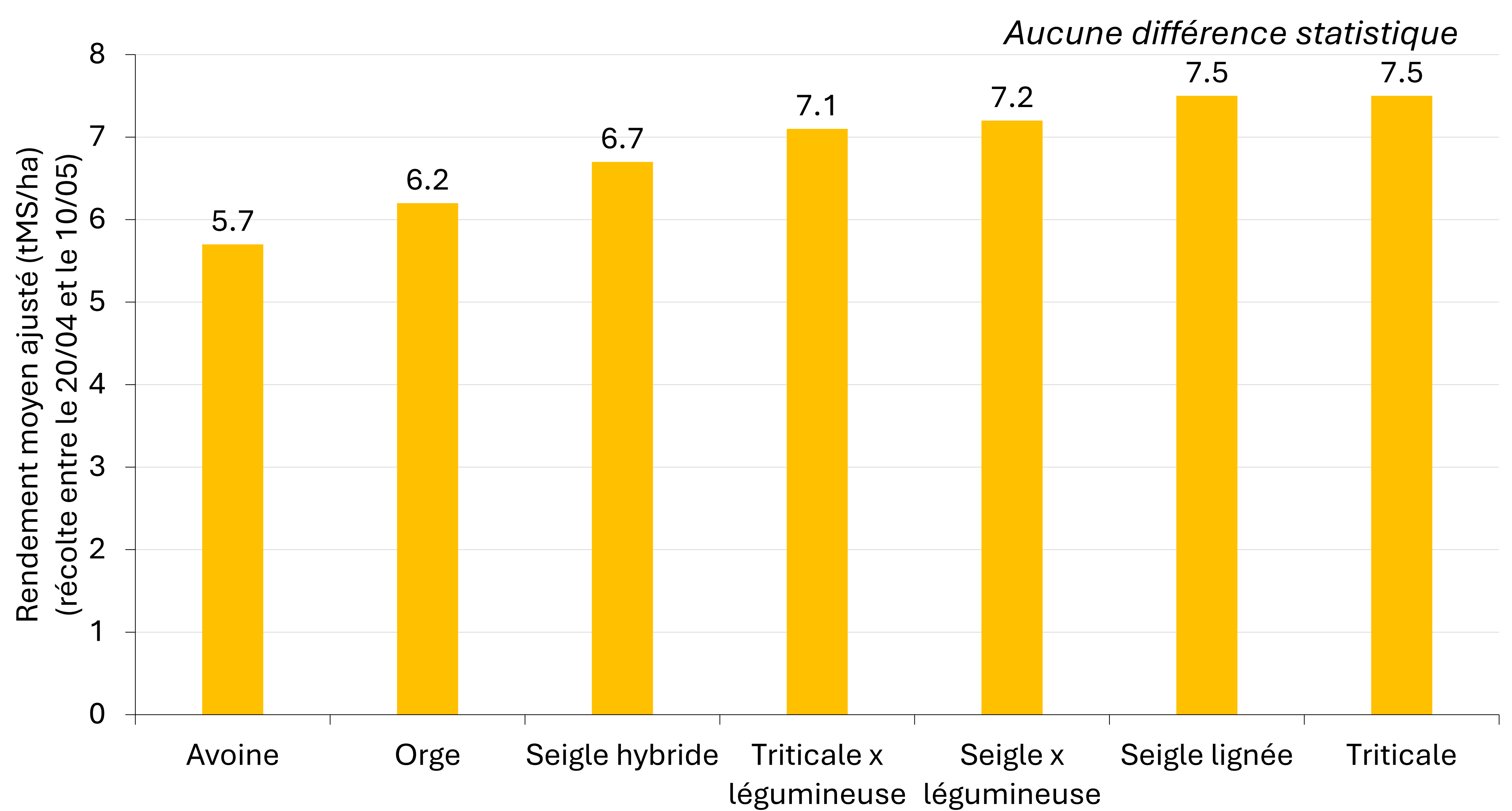
Rendements moyens des 5 meilleures variétés d'essais comparaisons variétales conduits sur les mêmes parcelles.

Essais ARVALIS 2012 à 2022 (56, 44, 12, 03, 26)

Produire du fourrage



• Récoltées immatures, seules ou associées à des légumineuses, les céréales peuvent compléter efficacement les disponibles en fourrages



Pour quelle valeur alimentaire ?

Espèce	Plante entière Valeurs fourrages verts - stade laiteux-pâteux			Paille			Grain		
	UFL (/kgMS)	MAT (g/kgMS)	UEB (/kgMS)	UFL (/kgMS)	MAT (g/kgMS)	UEB (/kgMS)	UFL (/kgMS)	MAT (g/kgMS)	Amidon (% de MS)
Blé	0.74	74	1.01	0.43	35	1.80	1.19	126	77
Orge	0.74	99	1.03	0.46	38	1.80	1.09	112	73
Triticale							1.17	115	75
Seigle	0.72	55	1.18				1.19	97	77
Avoine	0.71	67	1.05	0.51	32	1.70	0.99	108	59

Source : INRA 2018

• Associer orge (40%) et blé (60%) pour éviter les acidoses (⚠️ blé seul)

• Efficacité alimentaire et performances animales : Blé ≈ Triticale > Orge