

UN RÉSEAU DE 12 ESSAIS DANS TOUTE LA FRANCE

Pour des contextes pédoclimatiques différents



2^{ème} quinzaine de mai



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



Pas d'irrigation

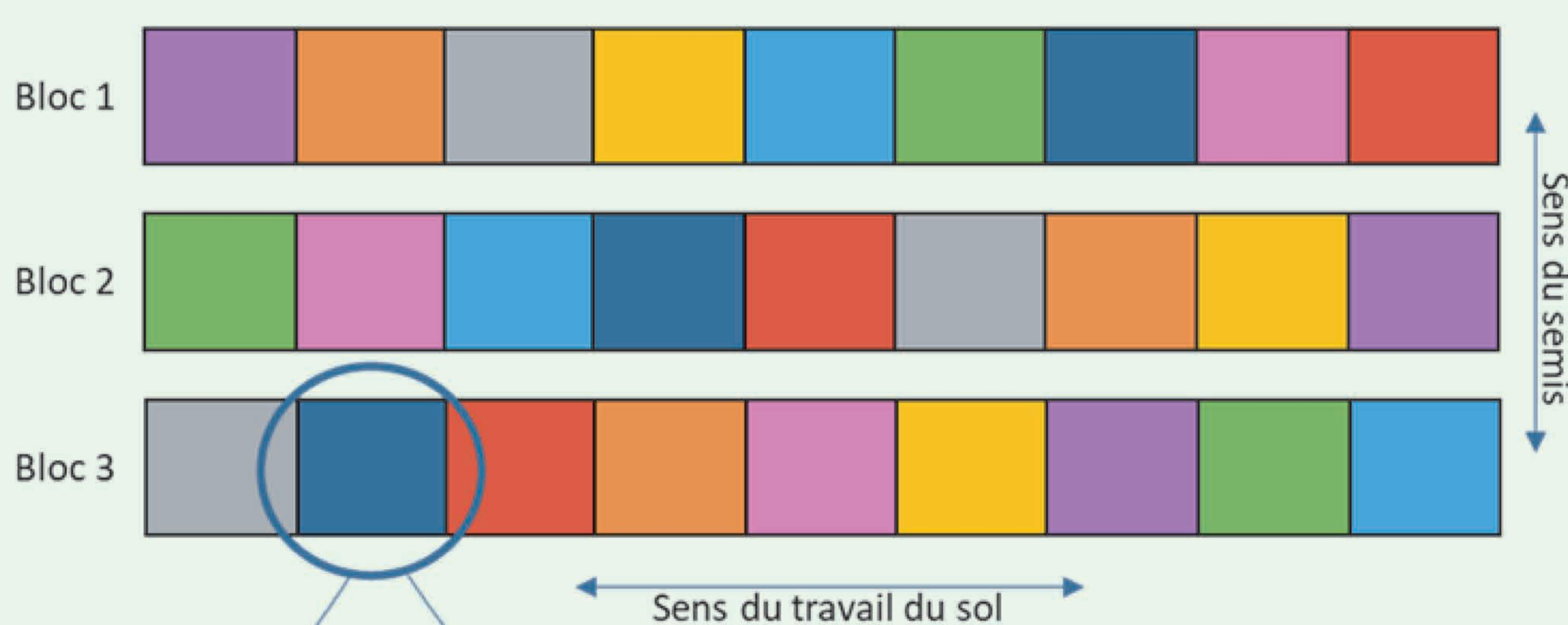
Espèce	Dose de semis (kg/ha)
Sorgho multicoupe	25
Moha	25
Millet perlé	20
Teff grass	10

DEUX TYPES DE PLATEFORMES AVEC DES OBJECTIFS DIFFÉRENTS

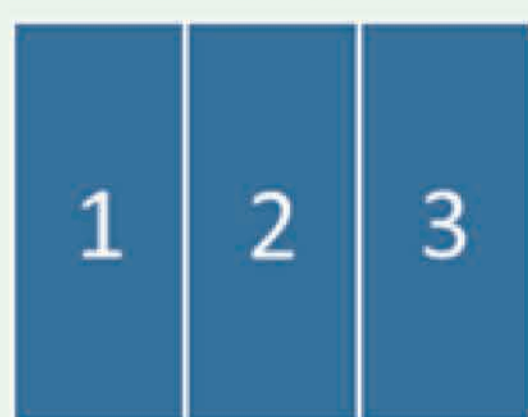
Acquisition

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

> Dispositif en bloc avec modalités randomisées (3 blocs)



3 microparcelles côte-à-côte de la même espèce au sein de chaque bloc



A chaque prélèvement/récolte :

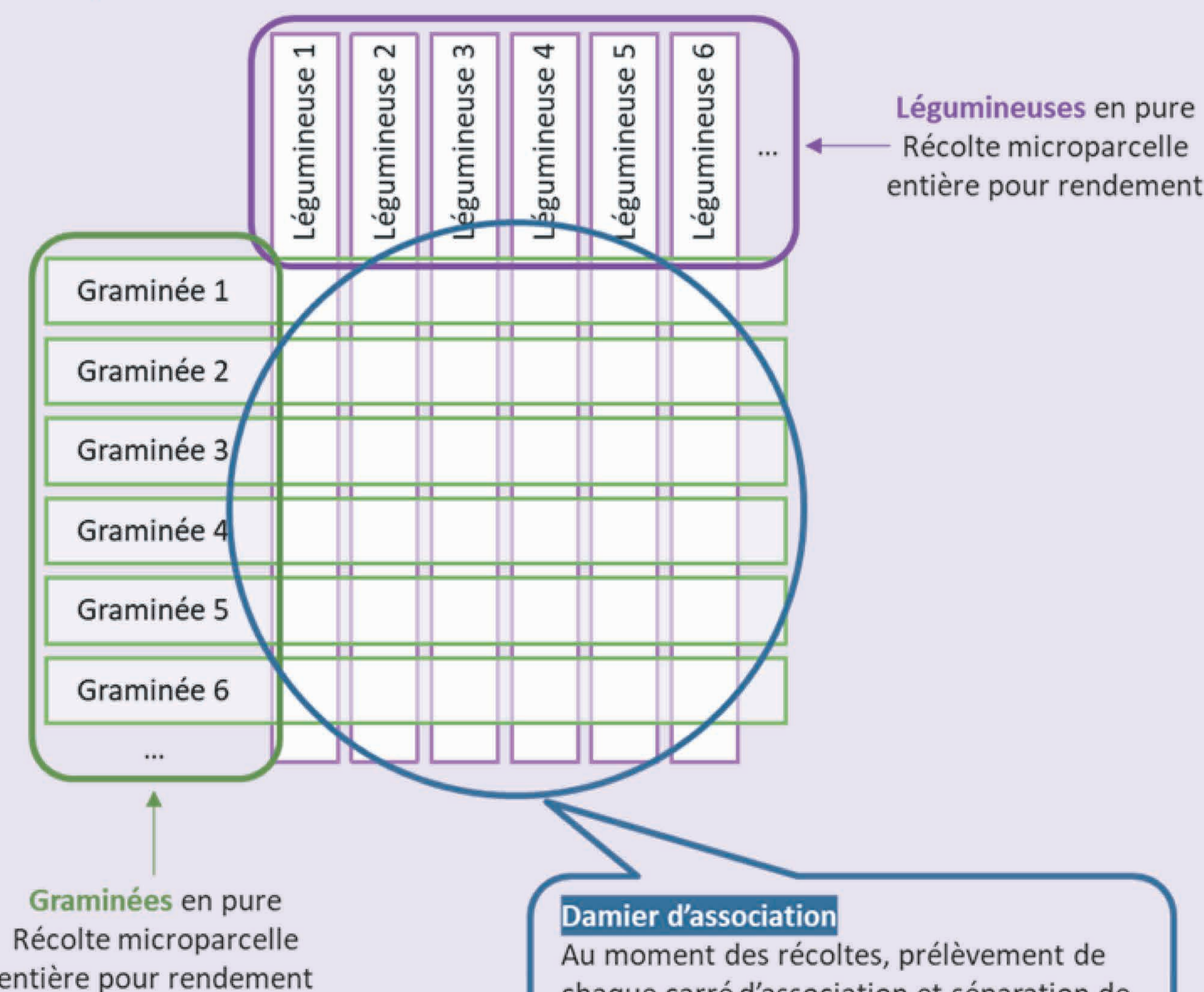
- 1 échantillon pour déterminer la matière sèche (étuvage 48h à 80°C)
- 1 échantillon pour analyse des valeurs alimentaires (étuvage 72h à 60°C)

- 1 Prélèvement (2 rangs sur 1m de long) au cours du 1^{er} cycle :
 - Épi à 10 cm du plateau de tallage
 - Dernière feuille étalée
 - Épiaison
 - Floraison
- 2 Récolte microparcelle 1^{er} et 2^{ème} cycles
- 3 Récolte microparcelle 1^{er} cycle puis prélèvement (2 rangs sur 1m de long) des repousses :
 - Cycle 1 + 4 semaines
 - Cycle 1 + 6 semaines
 - Cycle 1 + 8 semaines

Démonstration

Etude de l'intérêt de l'association d'une légumineuse à une graminée en C4

> Dispositif en damier



Damier d'association
Au moment des récoltes, prélèvement de chaque carré d'association et séparation de la graminée et de la légumineuse pour déterminer leur contribution au rendement

DES ESPÈCES À PRIORI ADAPTÉES AU CONTEXTE ESTIVAL

Les graminées en C4

Le mode de fixation du dioxyde de carbone par les plantes en C4 est différent de celui des plantes en C3. Cela leur permet d'avoir un meilleur rendement photosynthétique notamment en présence de plus de luminosité et de températures élevées.



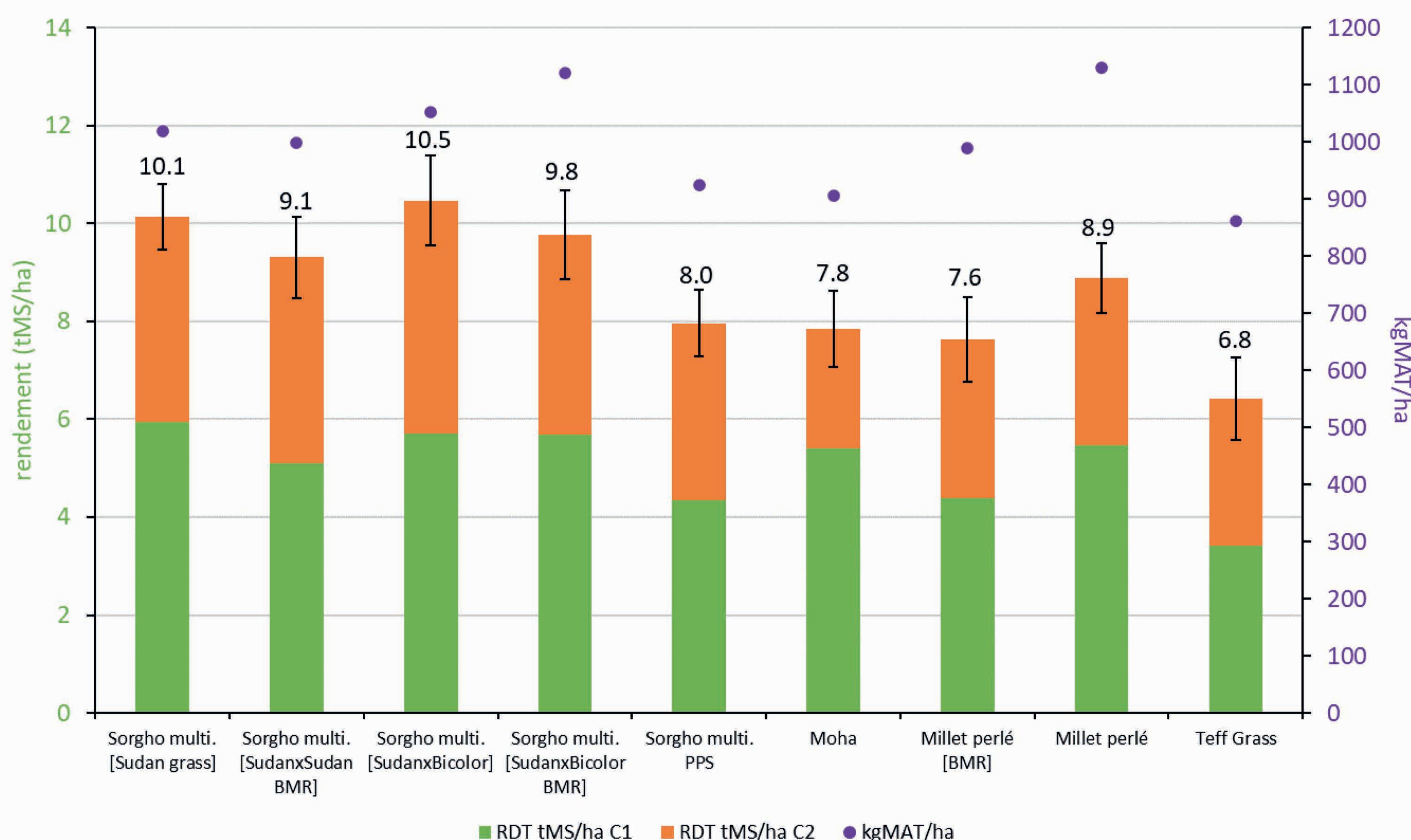
HYPOTHÈSE VALIDÉE !

Un maintien de la production malgré 2 années climatiquement très contrastées

Sur la période 01/05 – 30/09	2021	2022	Médiane sur 2001-2020	Max sur 2001- 2020 (2019)	Min sur 2001- 2020 (2007)
Précipitation (mm)	423.9	262.8	302.4	215.2	386.0
ETP (mm)	535.2	731.4	553.2	635.2	450.7
Bilan hydrique simplifié P-ETP (mm)	-111.3	-468.6	-250.8	-420.0	-64.7



Rendements moyens ajustés avec les écarts type résiduels, et production de MAT en kg par hectare et par an sur les plateformes d'acquisition (2021/2022)

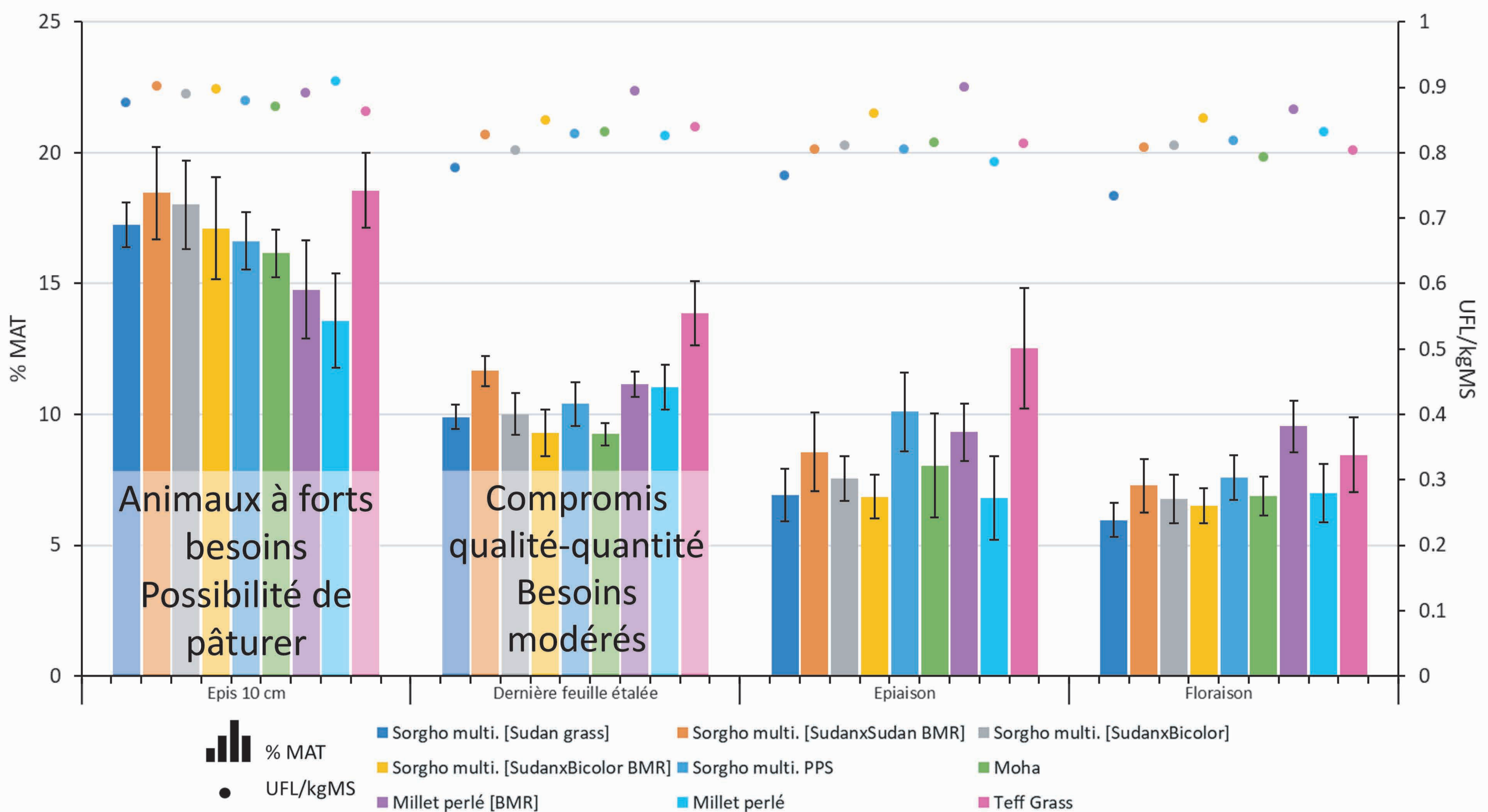


CULTURES FOURRAGÈRES D'ÉTÉ MULTICOUPES

DES VALEURS ALIMENTAIRES QUI DÉCROISSENT

Concilier besoin des animaux, stade et mode d'exploitation

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

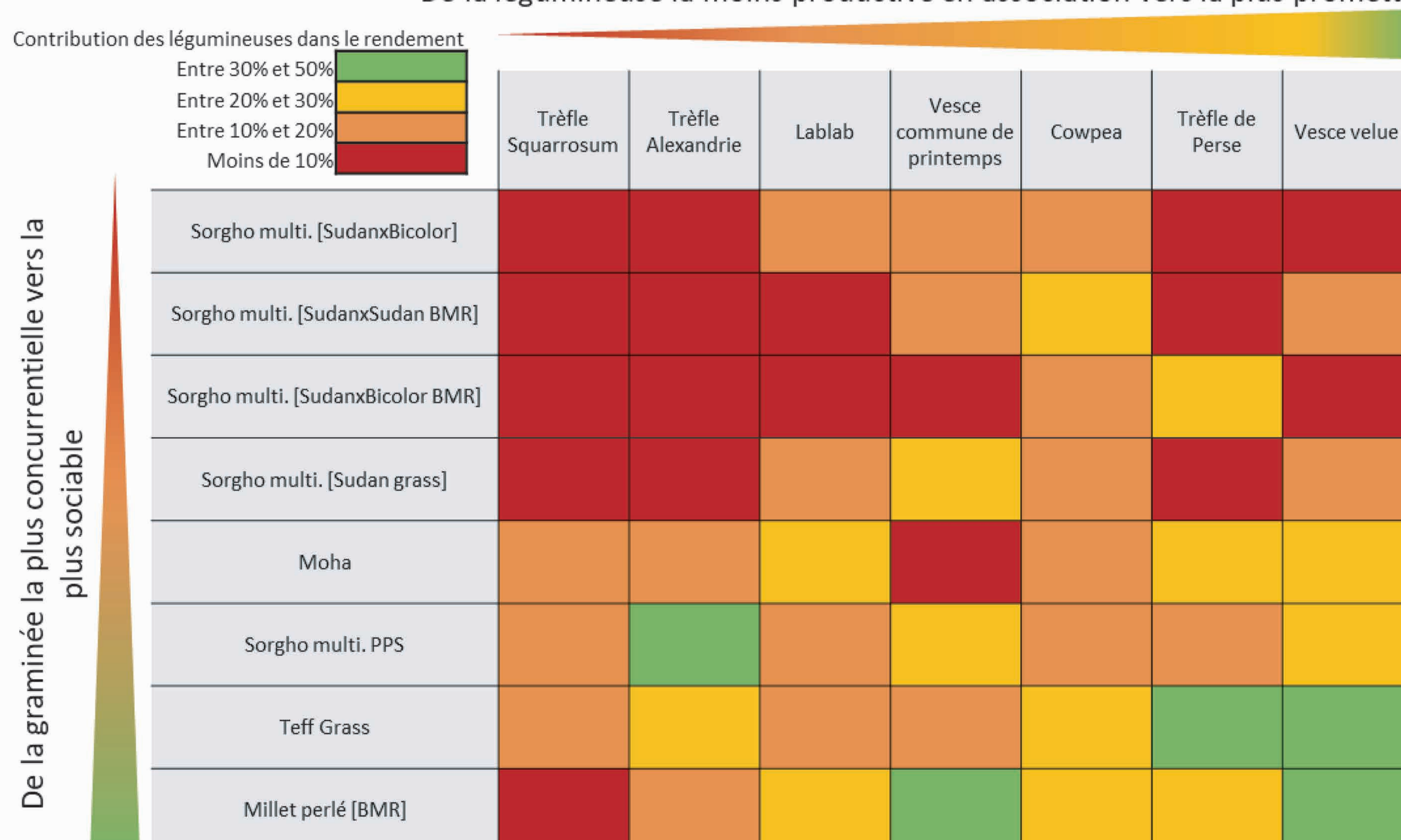


À ASSOCIER À DES LÉGUMINEUSES ?

Pas d'intérêt productif ou qualitatif des légumineuses

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

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



TROIS MODES DE RÉCOLTE AU SEIN DES SORGHOS

Sorghum bicolor

Sorghum drummondii

Sudan Grass

Sorgho Grain

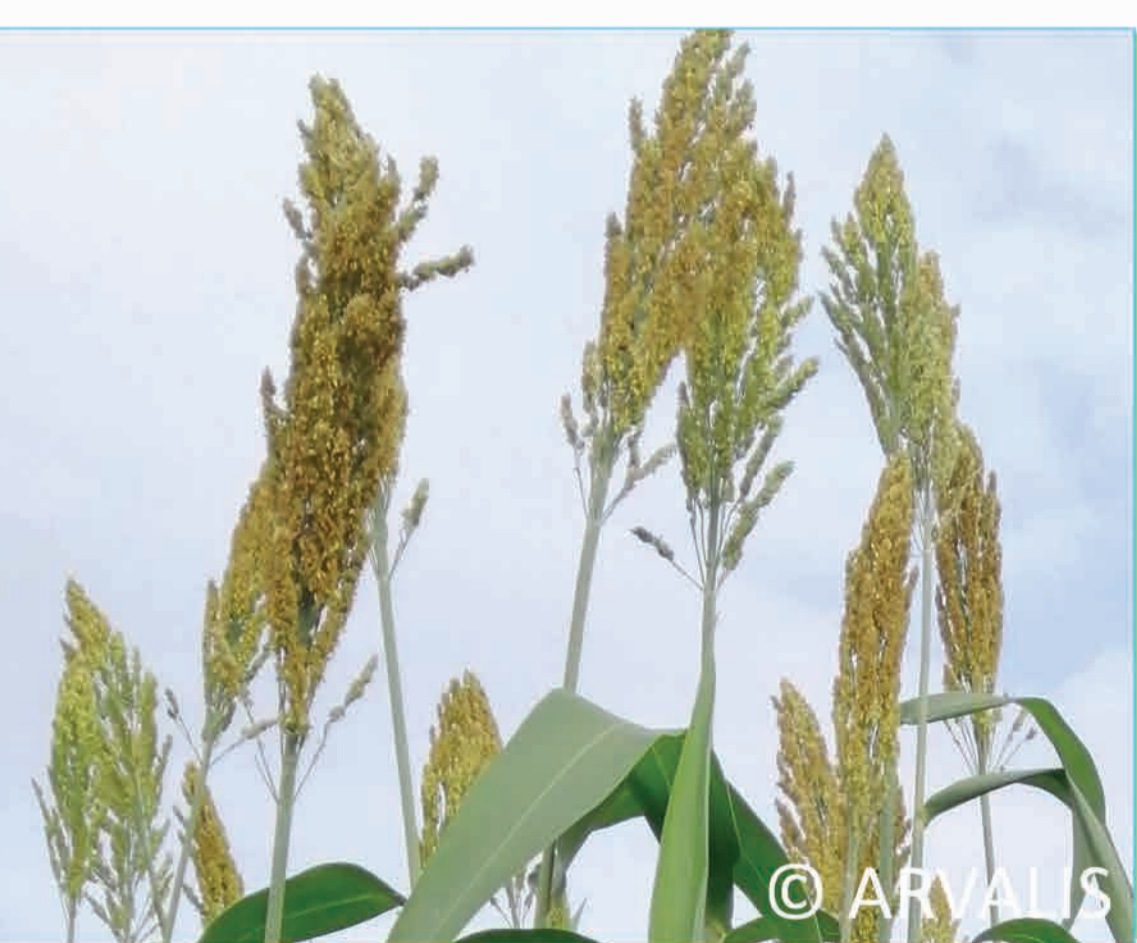
Sorgho Fourrage
Monocoupe

Sorgho Fourrage
hybride
Multicoupe

Sorgho Fourrage
Multicoupe

- Valorisation : Ensilage
- Durée de cycle : 100 – 140 jours
- Tallage faible à modéré
- Capacité de repousse : Faible
- Valeurs nutritives : très variables selon les variétés (0.65 à 1.0 UFL)

- Valorisation : Pâturage, ensilage, enrubannage
- Durée de cycle : 50 – 80 jours
- Tallage modéré à fort
- Capacité de repousse : bonne
- Valeurs nutritives ≈ 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 les variétés (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 monocoups.

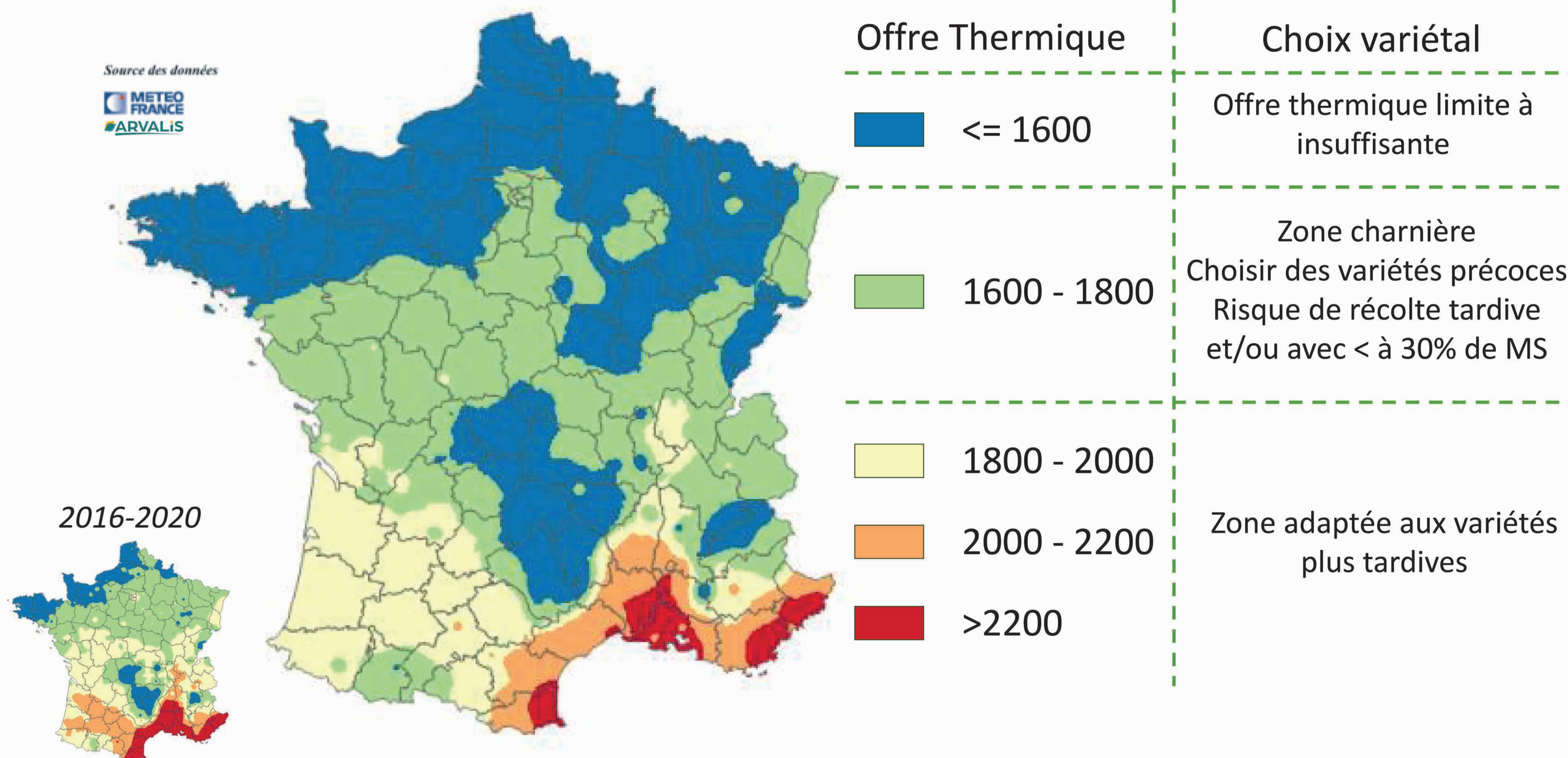


Caractère BMR des sorghos (Brown Midrib, nervure centrale brune) : combinaison de gènes qui interfère sur la lignification et améliore la digestibilité des fibres. Ces sorghos sont généralement plus sensibles à la verse.

QUELS SORGHOS FOURRAGERS MONOCOUPES CHOISIR ?

DISPONIBILITÉ THERMIQUE ET CHOIX VARIÉTAL

Température moyenne cumulée du 10 mai au 30 septembre
base 6-35°C / Décile 2 entre 2010 et 2020



VALEURS ALIMENTAIRES DES SORGHOS FOURRAGERS MONOCOUPES

Géotype =>	GRAIN	GRAIN BMR	Sucrier	Sucrier BMR	Sucrier BMR-MS	Sucrier BMR-PPS
Nombre d'échantillons*	207	57	688	1341	462	874
Teneur en MS (%)	35.7	31.6	29.8	28.3	25.6	22.7
NDF _{vert} (% /MS)	47.2	45.5	54.4	55.4	55.1	60.4
Amidon _{vert} (% /MS)	30.7	29.1	10.3	6.9	4.7	2.6
Sucres solubles _{vert} (% /MS)	7.1	9.1	16.9	19.6	20.7	19.0
MAT _{vert} (% /MS)	7.3	8.4	7.6	8.3	8.1	8.0
UFL _{vert} (/kg MS) **	0.85	0.99	0.83	0.95	0.96	0.90
UFL _{fermenté} (/kg MS) ***	0.78	0.86	0.71	0.77	0.77	0.73
Classification CTPS	« E » « DU »					
Vaches laitières (35 kg lait/j)	Adapté	Adapté	Non adapté	Adapté	Adapté	Adapté
Vaches laitières (25 kg lait/j)	Adapté	Adapté	Adapté	Adapté	Adapté	Adapté
Génisses	Adapté	Adapté	Adapté	Adapté	Adapté	Adapté
Jeunes bovins	Adapté	Adapté	Non adapté	Adapté	Adapté	Adapté

H. Chauveau et A. Uijtewaal- 2020

■ Adapté en substitution du MF / ■ Limiter l'incorporation dans la ration / ■ Non adapté

*n total= 3629. Echantillons récoltés entre 2008 et 2018 en France.

**Valeur énergétique du fourrage vert calculée à partir de l'équation ARVALIS (Férard et al., 2014).

***Valeur énergétique du fourrage fermenté calculée à partir du système INRA 2007 (Aufrère et al., 2013).

Résultats variétés du
réseau post-inscription :
Choisir et décider sorgho -
synthèse 2023-2024 →

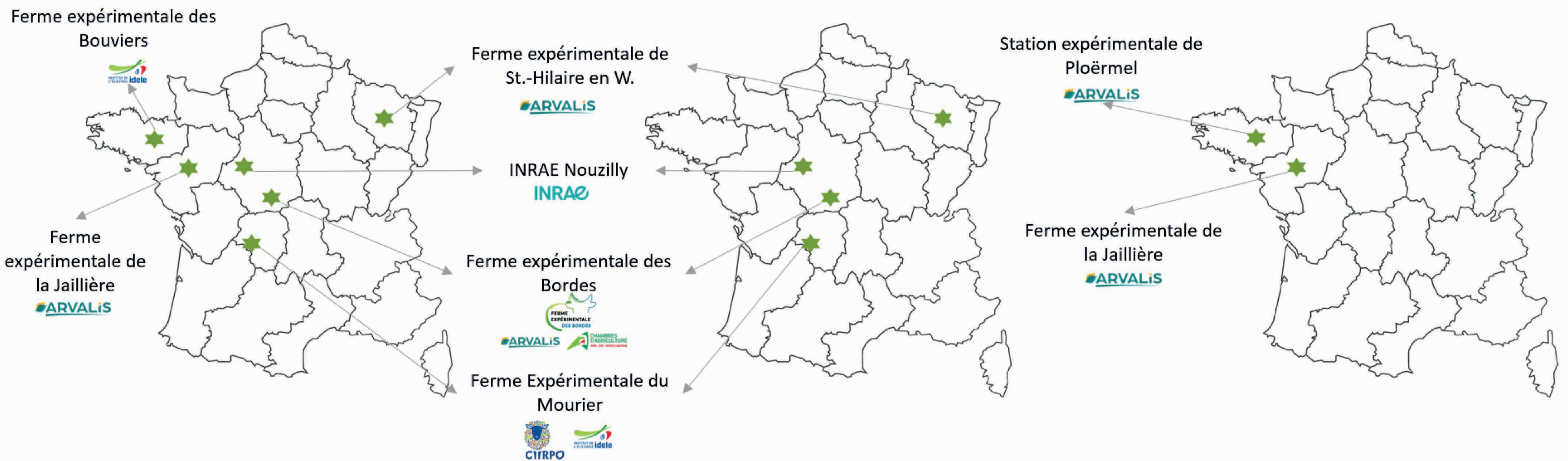
Choisir & Décider



SORGHO

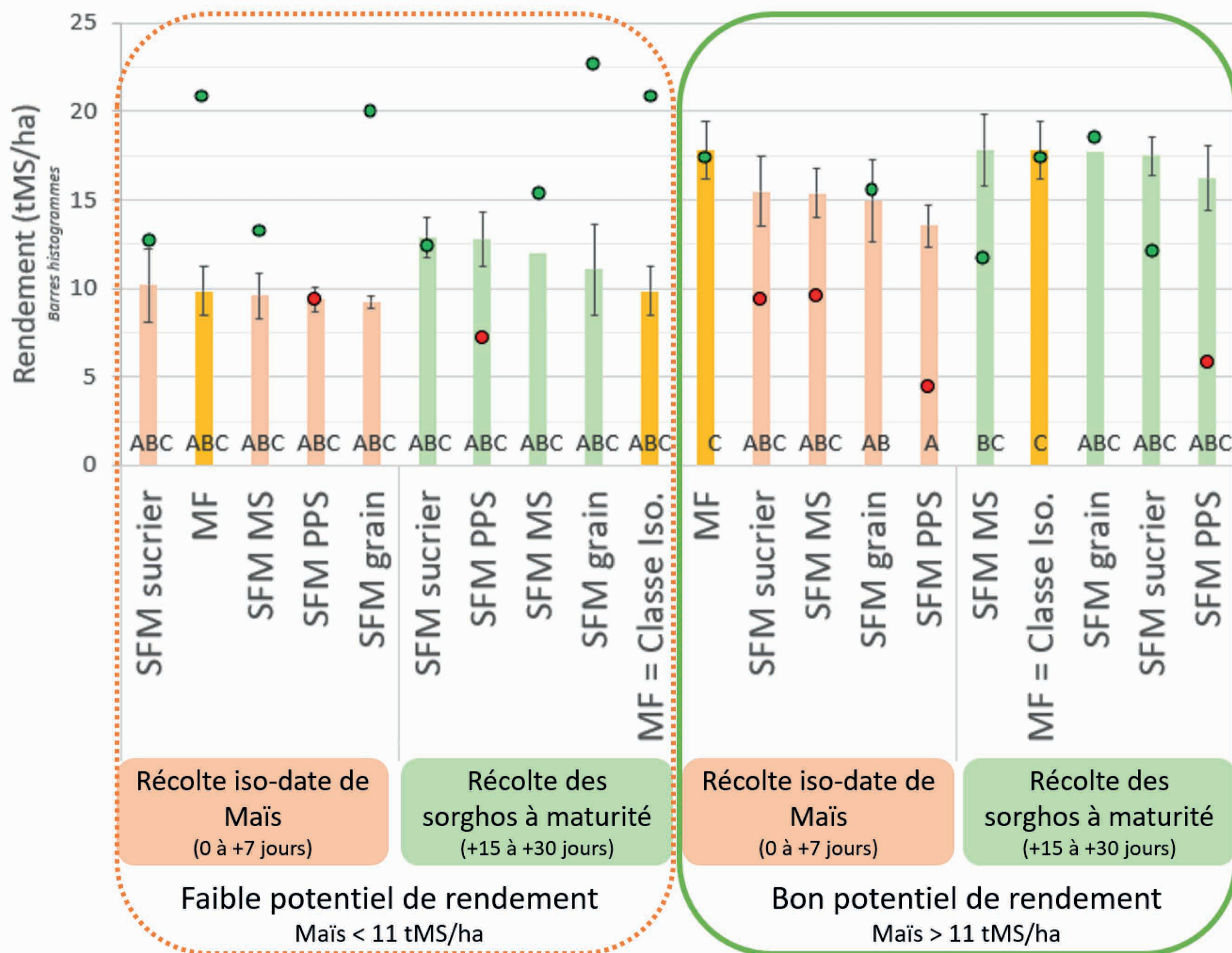
SORGHOS FOURRAGERS MONOCOUPES : PEUVENT-ILS REMPLACER LE MAÏS FOURRAGE ?

LE RÉSEAU D'ESSAI



- Réseau d'essais en microparcelles avec 3 ou 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 kg MS/semaine de retard)
- Récolte synchrone de toutes les modalités 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

Lettres 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.

Barres d'erreurs = Ecart-type résiduel (ETR)

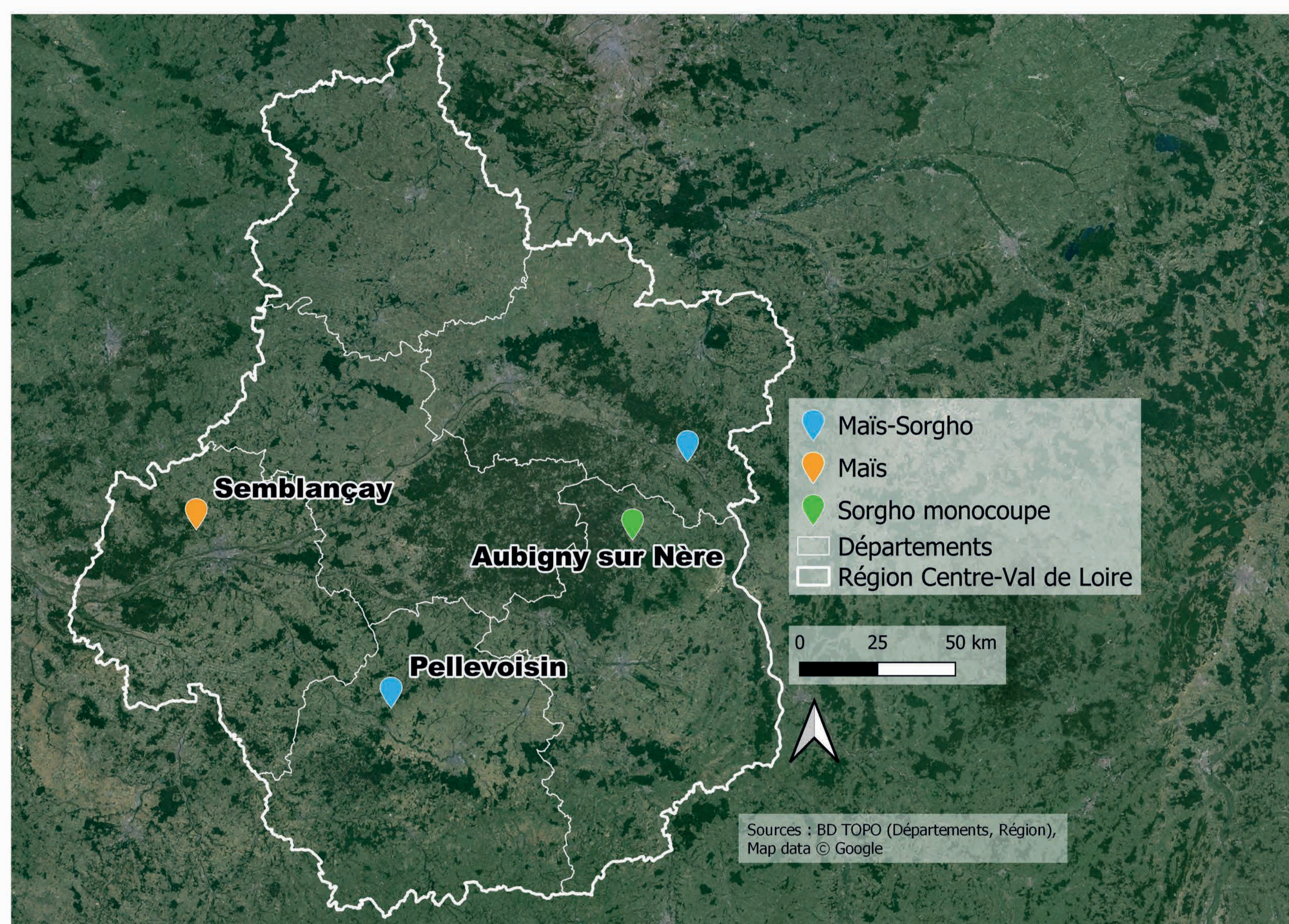
Les sorghos fourragers monocoupes peuvent se positionner comme des alternatives au maïs dans certaines situations. Leur intérêt se trouve dans leur capacité à rester verts durant les épisodes de stress hydriques et thermiques estivaux, leur permettant d'accumuler significativement de la biomasse au retour de conditions plus favorables en septembre. À 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.

DÉMONSTRATION MAÏS-SORGHO EN RÉGION CENTRE-VAL DE LOIRE

LE RESEAU D'ESSAI



OBJECTIFS



Etude du potentiel agronomique (rendement et valeur alimentaire) des maïs et sorghos

- Plusieurs modalités seront comparées selon :
 - L'espèce : maïs fourrage, sorghos monocoupe et multicoupe
 - Le type de sorgho monocoupe (grain, sucrier, mâle stérile, BMR)
 - Le type d'usage du maïs (ensilage vs mixte)
 - L'indice de précocité du maïs (précoce à demi-tardif)
 - La date de semis pour le maïs
- Récolte à la maturité de chaque espèce

Moda	Code	Espèce	Date de semis théorique	Usage	Précocité	Classification	Variété
1	M1a	Maïs	25-avr	ensilage	S1/S2 (1480°C)*		TONDO
2	M1b	Maïs	20-mai	ensilage	S1/S2 (1480°C)*		TONDO
3	M2	Maïs	25-avr	mixte	S1 (1465°C)*		SF2316
4	M3	Maïs	25-avr	ensilage	S2 (1510°C)*		ELVISIO
5	M4	Maïs	25-avr	mixte	S3 (1590°C)*		WILIANO
6	S1	Sorgho Mono.	20-mai	ensilage	Précoce	Grain	JASPE
7	S2	Sorgho Mono.	20-mai	ensilage	Demi-précoce	Grain BMR	ARIGATO
8	S3	Sorgho Mono.	20-mai	double usage	Demi-tardif	Sucrier	EMERAUDE
9	S4	Sorgho Mono.	20-mai	ensilage	Demi-tardif	Sucrier MS	ES HYPERION
10	S5	Sorgho Multi.	20-mai				PIPER

* Somme des températures pour atteindre 32% MS

Espèce	Dose de semis	Profondeur de semis	Type de semoir	Fertilisation		
				Au semis	Stade 6-8 feuilles	Après chaque coupe
Maïs	100 000 grains/ha	3 à 5 cm	Semoir monograine	50 uN/ha	100 uN/ha	
Sorgho Monocoupe	200 000 grains/ha	2 à 4 cm	Semoir monograine	30 uN/ha	30 uN/ha	
Sorgho Multicoupe	25 kg/ha	2 à 3 cm	Semoir à céréales	30 uN/ha		30 uN/ha*

* Apport si les conditions sont favorables

UN PROJET MULTI-PARTENAIRE

En 2023 :

3 sites de comparaison

3 sites de démonstration

6 ESPECES-VARIETES TESTEES

Sorgho Sudan x Sudan non BMR

Sorgho Hybride non BMR

Sorgho Photo Périodique Sensible (PPS)

Moha

Millet perlé

Teff Grass

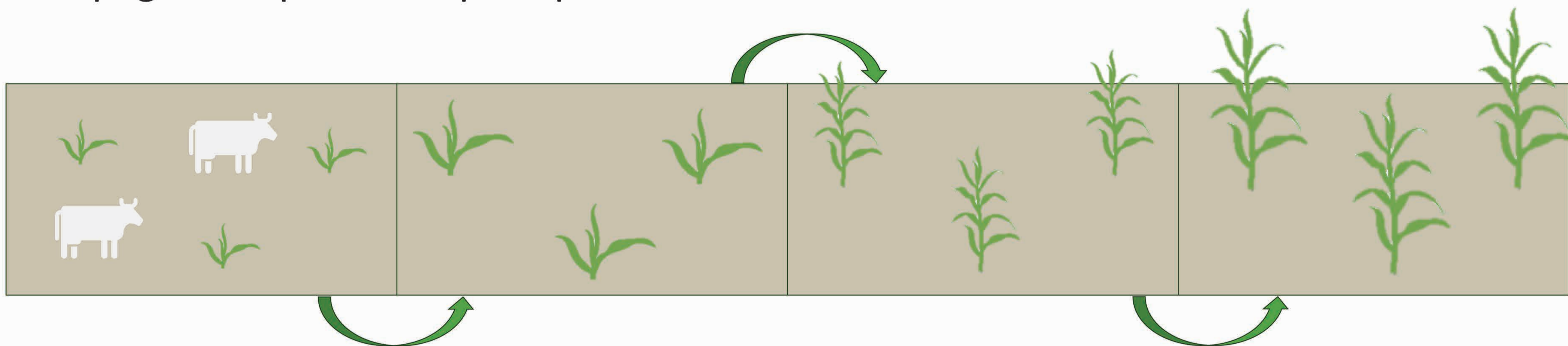
OBJECTIFS

Evaluation du rendement des espèces et son évolution au cours du cycle

Estimation de la biomasse ingérée par les animaux et comportement de ceux-ci

LES DISPOSITIFS EXPERIMENTAUX

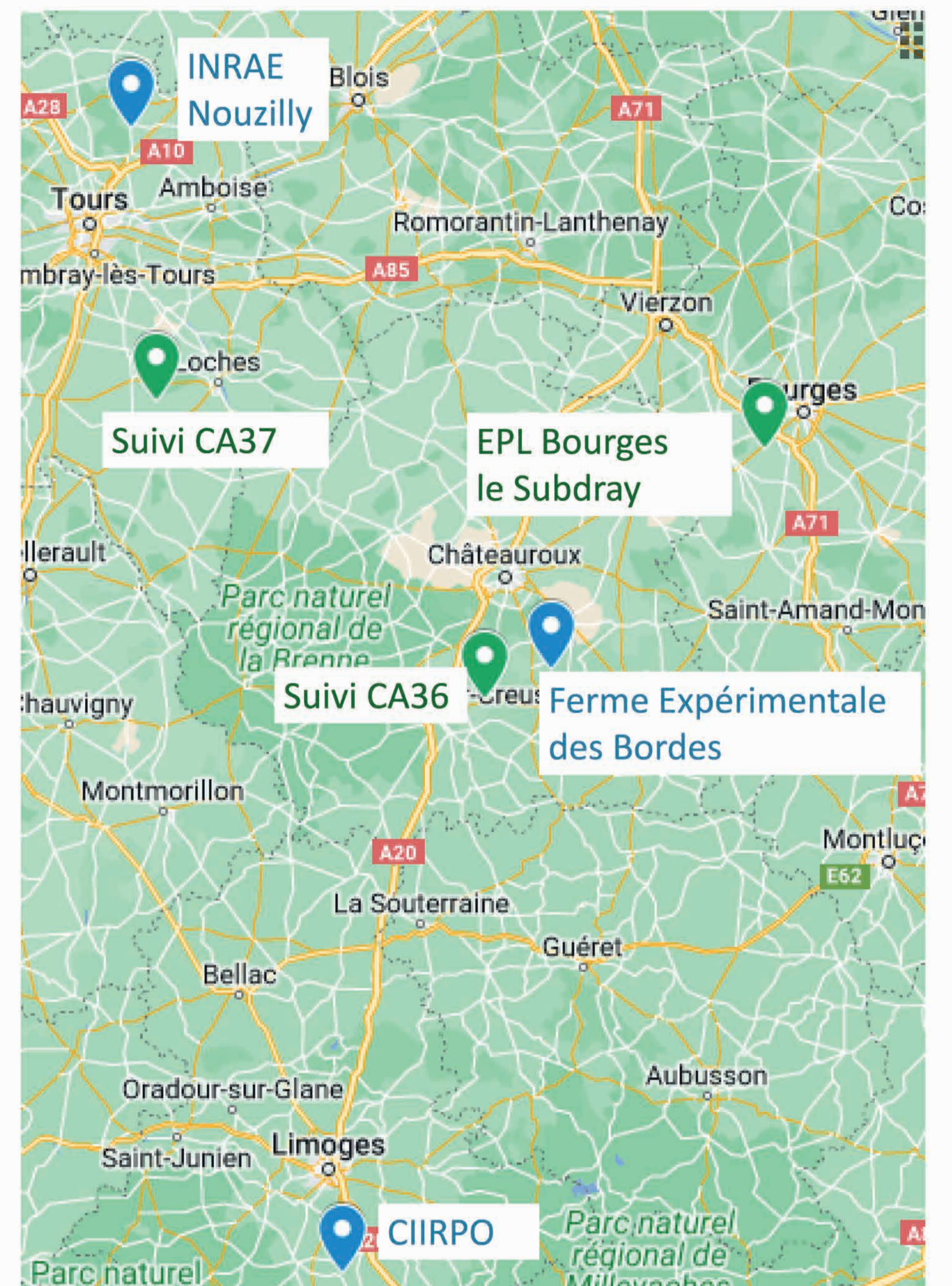
Découpage en 4 paddocks pour pâturer à différents stades



Pesée des animaux à chaque début et fin de cycle de pâturage

Mesures de biomasse avant pâturage + détermination du stade

Estimation visuelle des refus



LE DISPOSITIF 2023

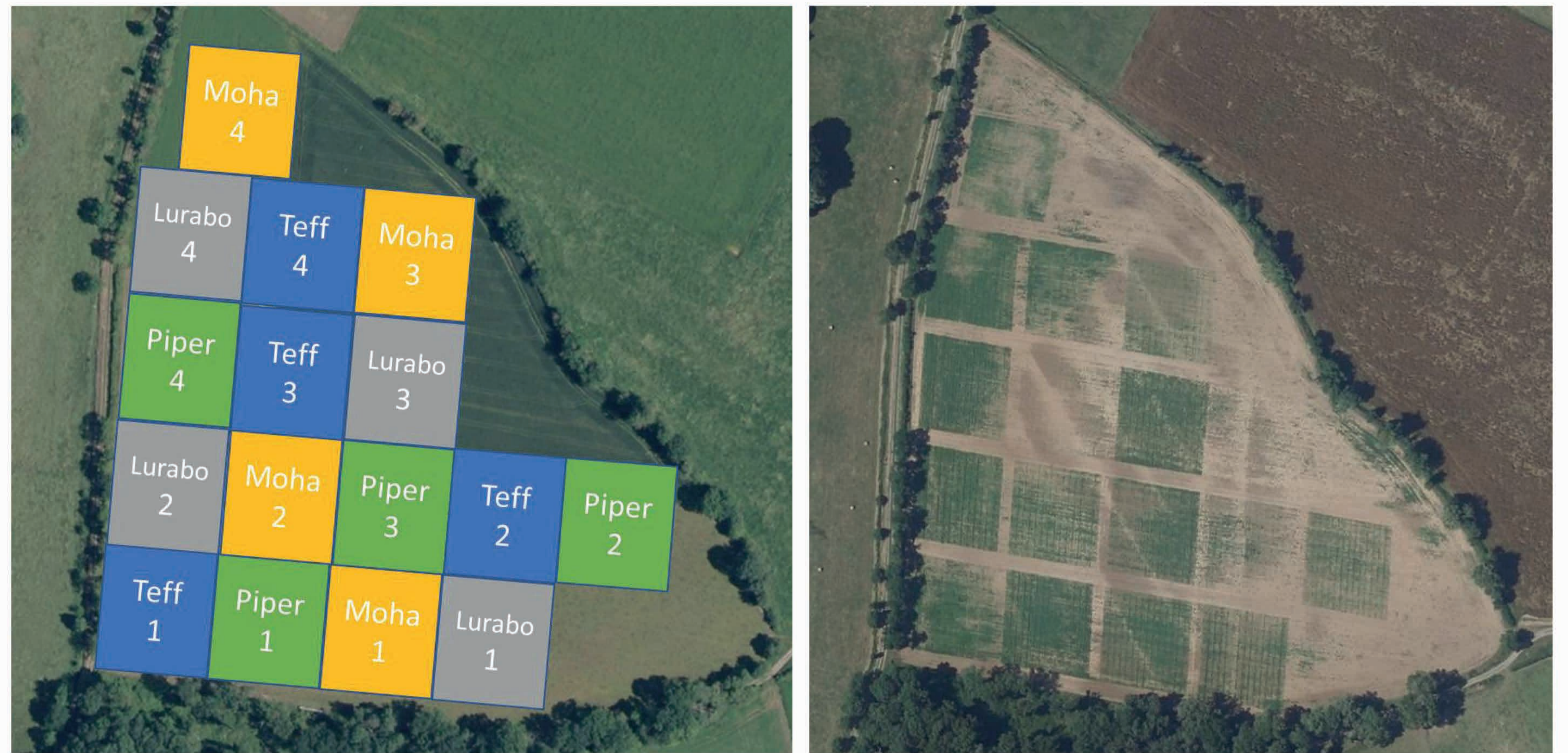
4 espèces-variétés testées :

- Sorgho Sudan x Sudan (PIPER)
- Sorgho Hybride non BMR (LURABO)
- Moha (TARDIVO)
- Teff Grass (STEFFANIE)

Paddocks de 40x42.5m

Pâturage de 3 génisses de 18 mois par modalité (2.1 UGB).
Chargement : 3.1 UGB/ha – 32 ares/UGB

Une répartition aléatoire des paddocks dans la parcelle pour atténuer l'effet d'hétérogénéité des sols.



Plan du dispositif 2023 sur la Ferme Expérimentale des Bordes

IMPLANTATION

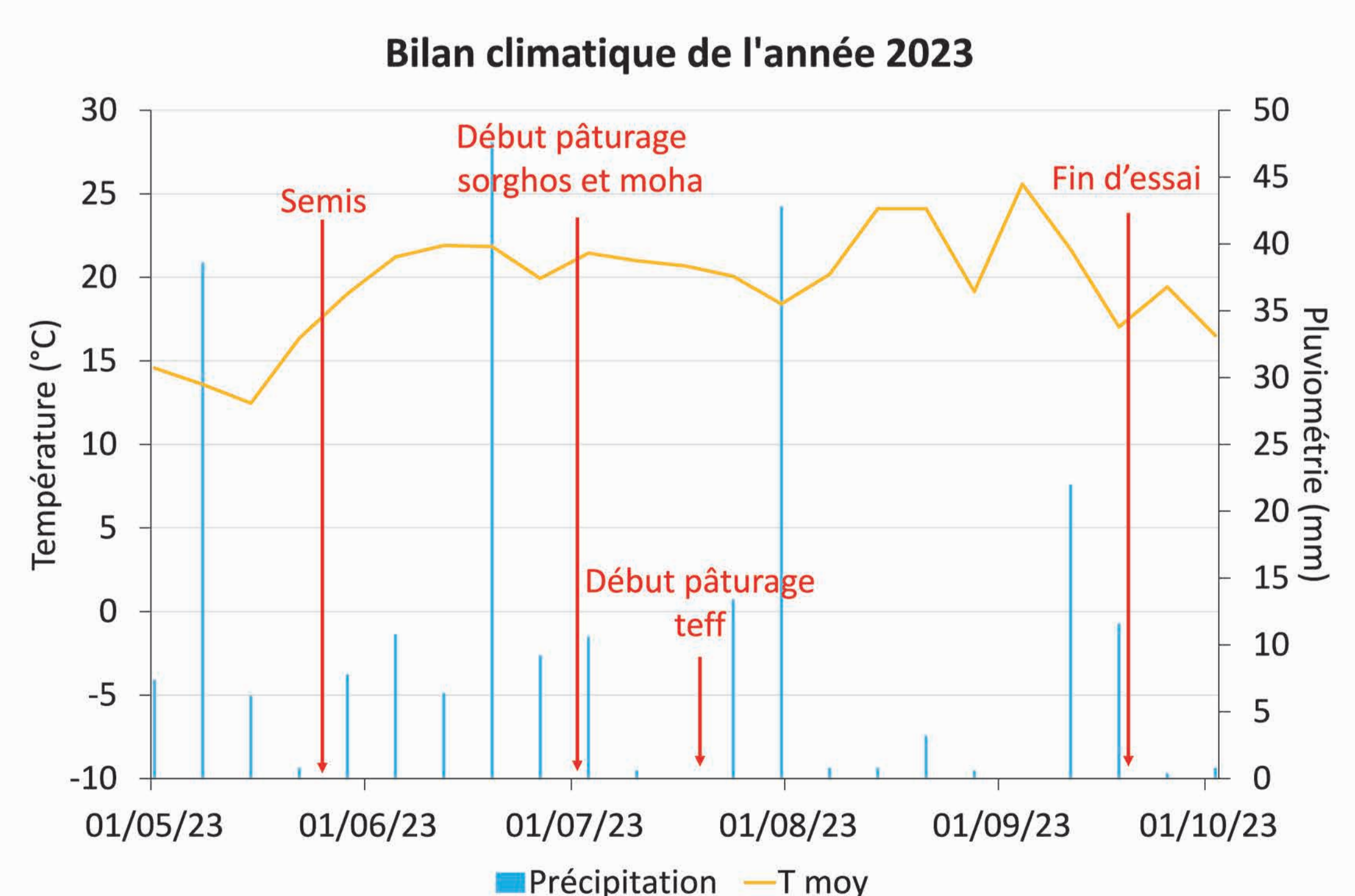
- Semis le 25/05/23
- Levée des sorghos et moha en deux temps
- Levée du teff grass beaucoup plus tardive
- Une mauvaise réussite à la levée et de faibles pouvoirs couvrants :

Espèce (VARIETE)	Sorgho SudanxSudan (PIPER)	Sorgho hybride non BMR (LURABO)	Moha (TARDIVO)	Teff Grass (STEFFANIE)
Réussite à la levée % semis	35 %	62 %	21 %	< 10 %

Taux de réussite à la levée 2023 (Nombre de pieds/nombre de graines semées)

BILAN METEOROLOGIQUE

- Après semis 72.8 mm précipitations dans le mois
- Léger déficit de pluviométrie sur la période de pâturage (-34 mm par rapport aux moy. 20 ans)
- 48 mm en une semaine en août → gaspillage par salissement des paddocks
- Températures plus élevées de + 2°C par rapport à la moy. 20 ans

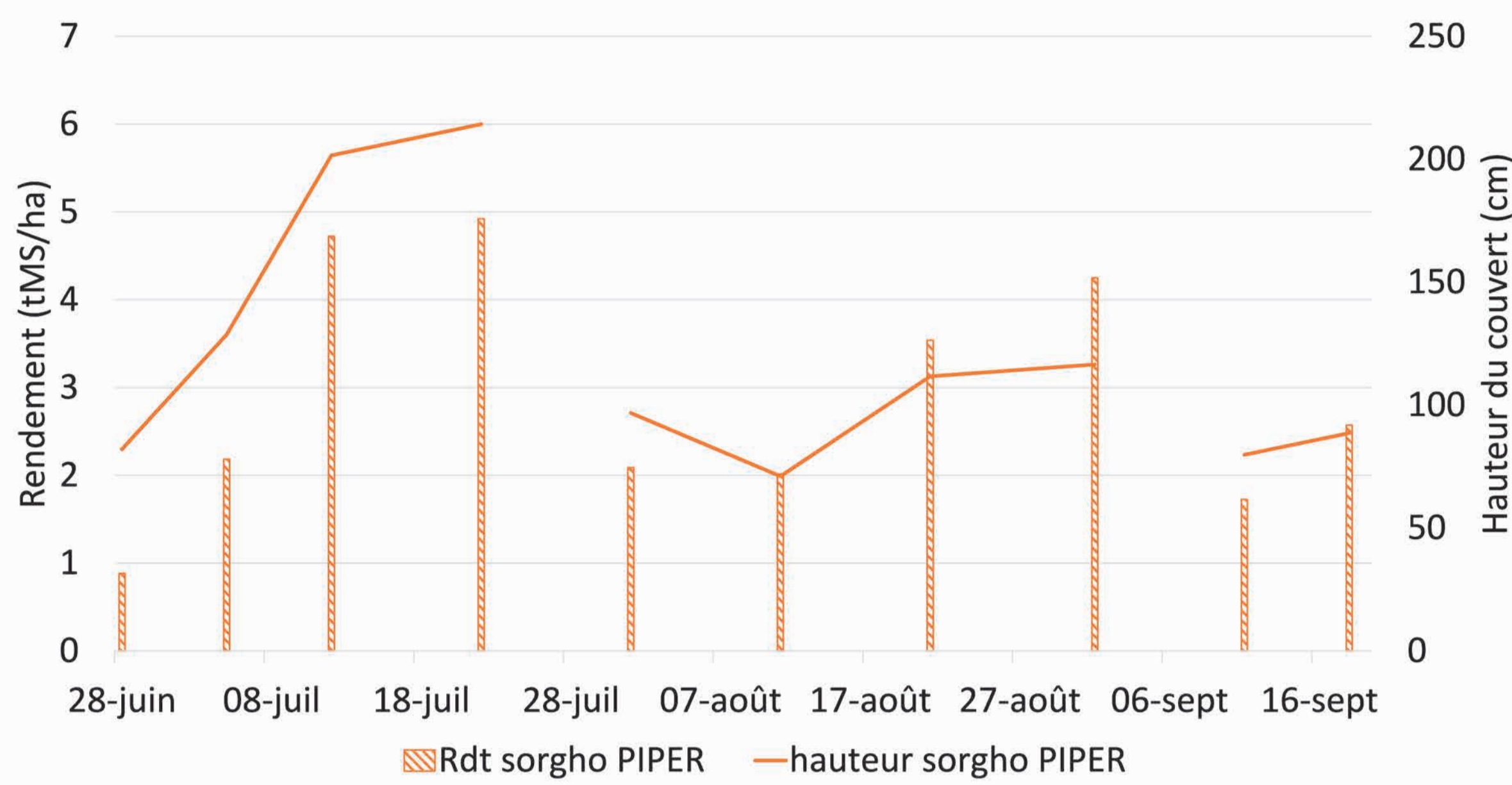


Bilan météorologique entre le 01/05/2023 et le 02/10/2023

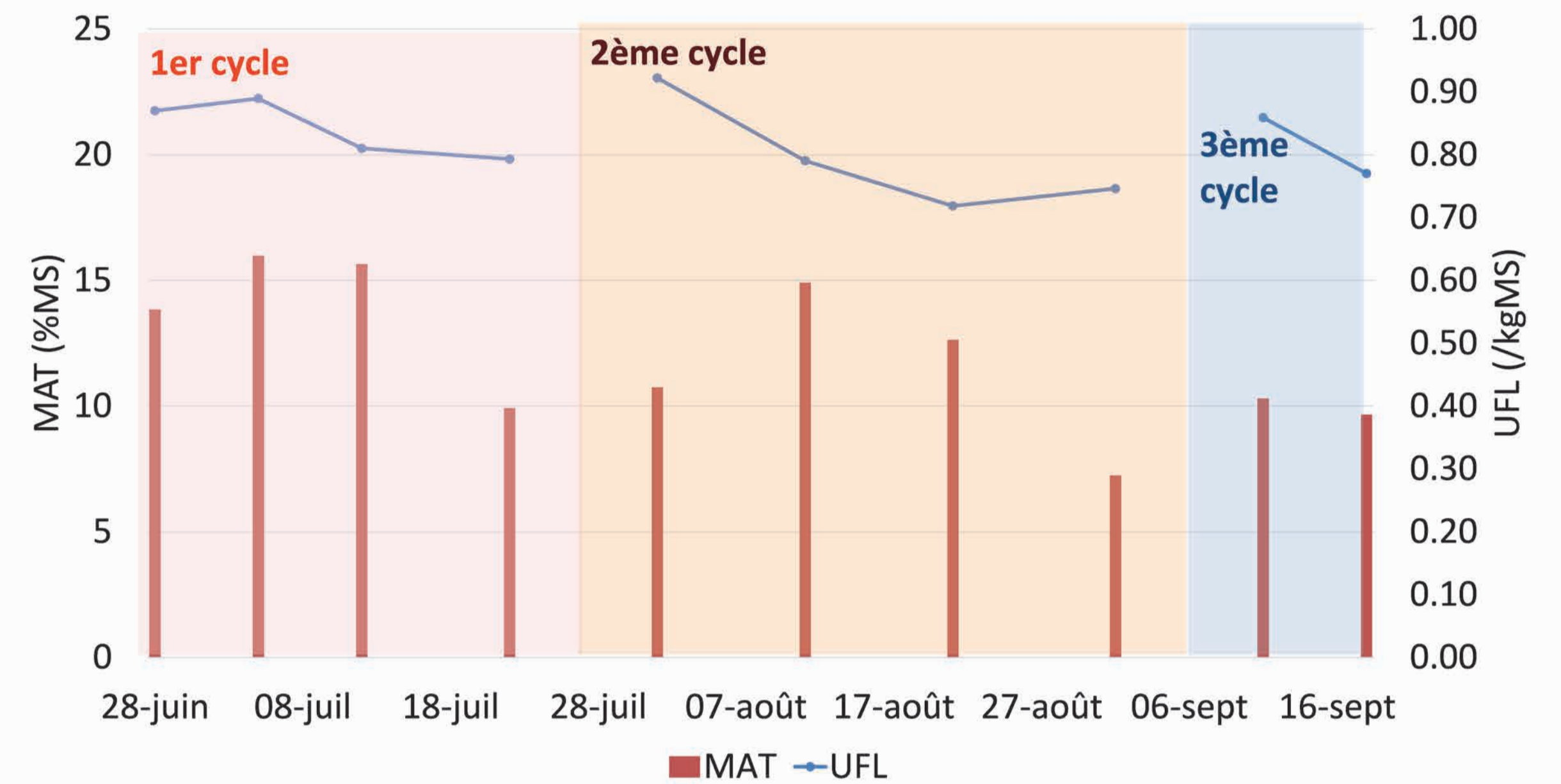
SORGHO SUDAN x SUDAN (PIPER)

90 jours de pâturage

Croissances des génisses : 745 g/j



Hauteur et rendement du sorgho PIPER



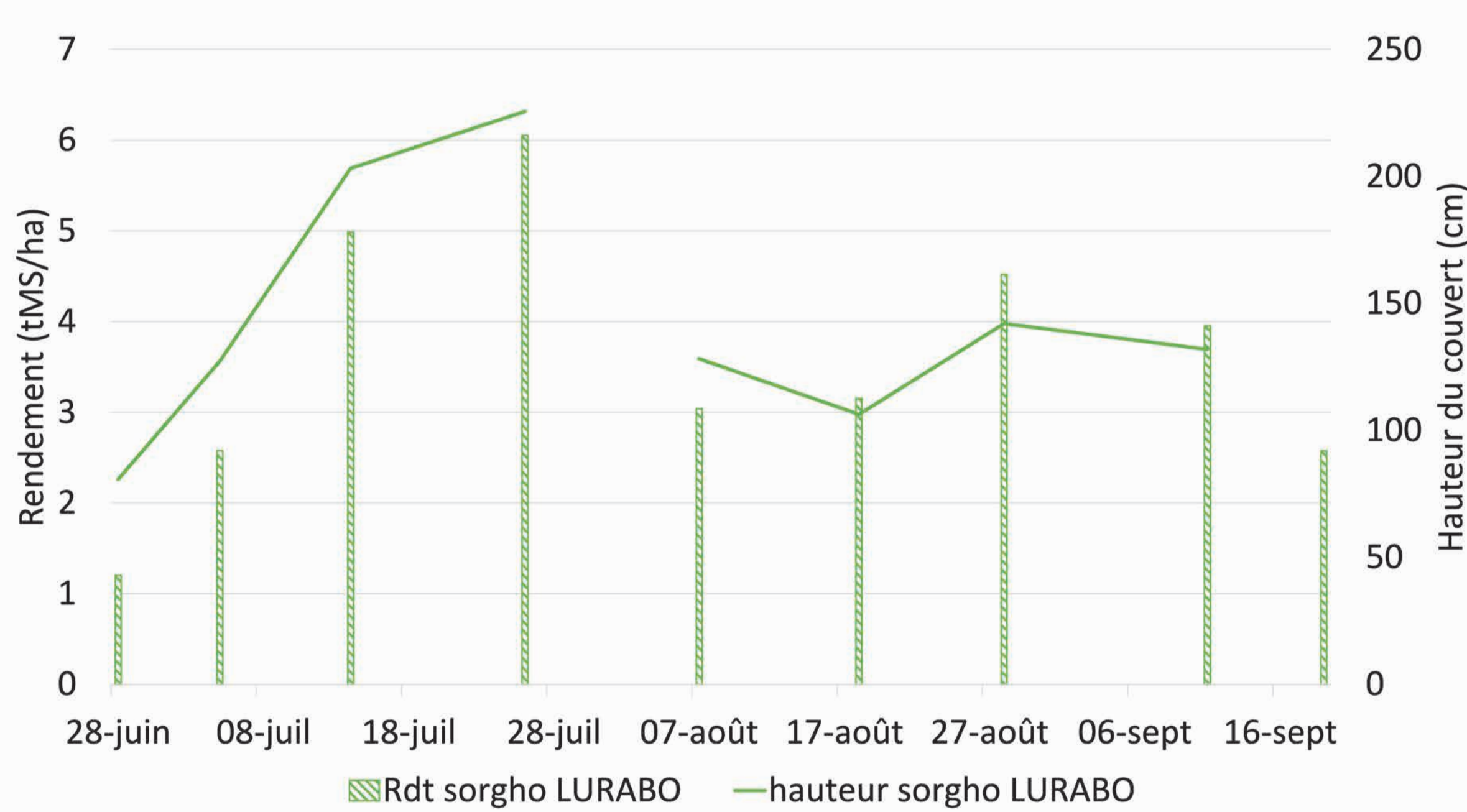
Valeurs alimentaires du sorgho PIPER

En moyenne 8.3 tMS/ha sur 3 cycles de pâturage.

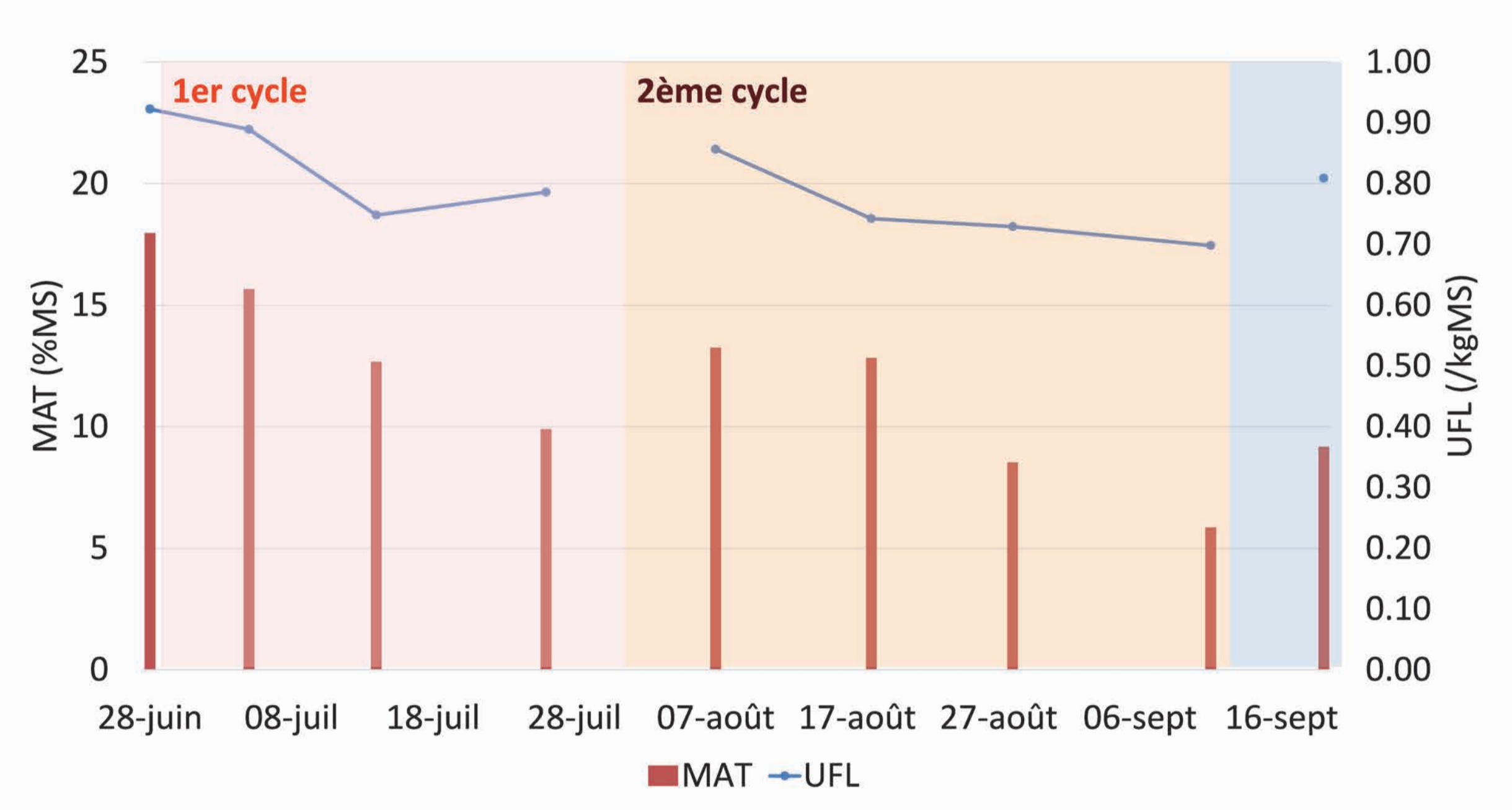
SORGHO HYBRIDE NON BMR (LURABO)

90 jours de pâturage

Croissances des génisses : 685 g/j



Hauteur et rendement du sorgho LURABO



Valeurs alimentaires du sorgho LURABO

En moyenne 9.9 tMS/ha sur 3 cycles de pâturage.

ATTENTION AU GASPILLAGE EN SORGHO

Si hauteur inférieure à 1.3-1.5 m, peu de gaspillage

Si hauteur supérieure à 1.6-1.8 m, jusqu'à 50% de biomasse gaspillée (tiges et feuilles au sol)

Entrée à moins de 1.3 m → résidus à la sortie

Entrée à plus de 2 m → résidus à la sortie



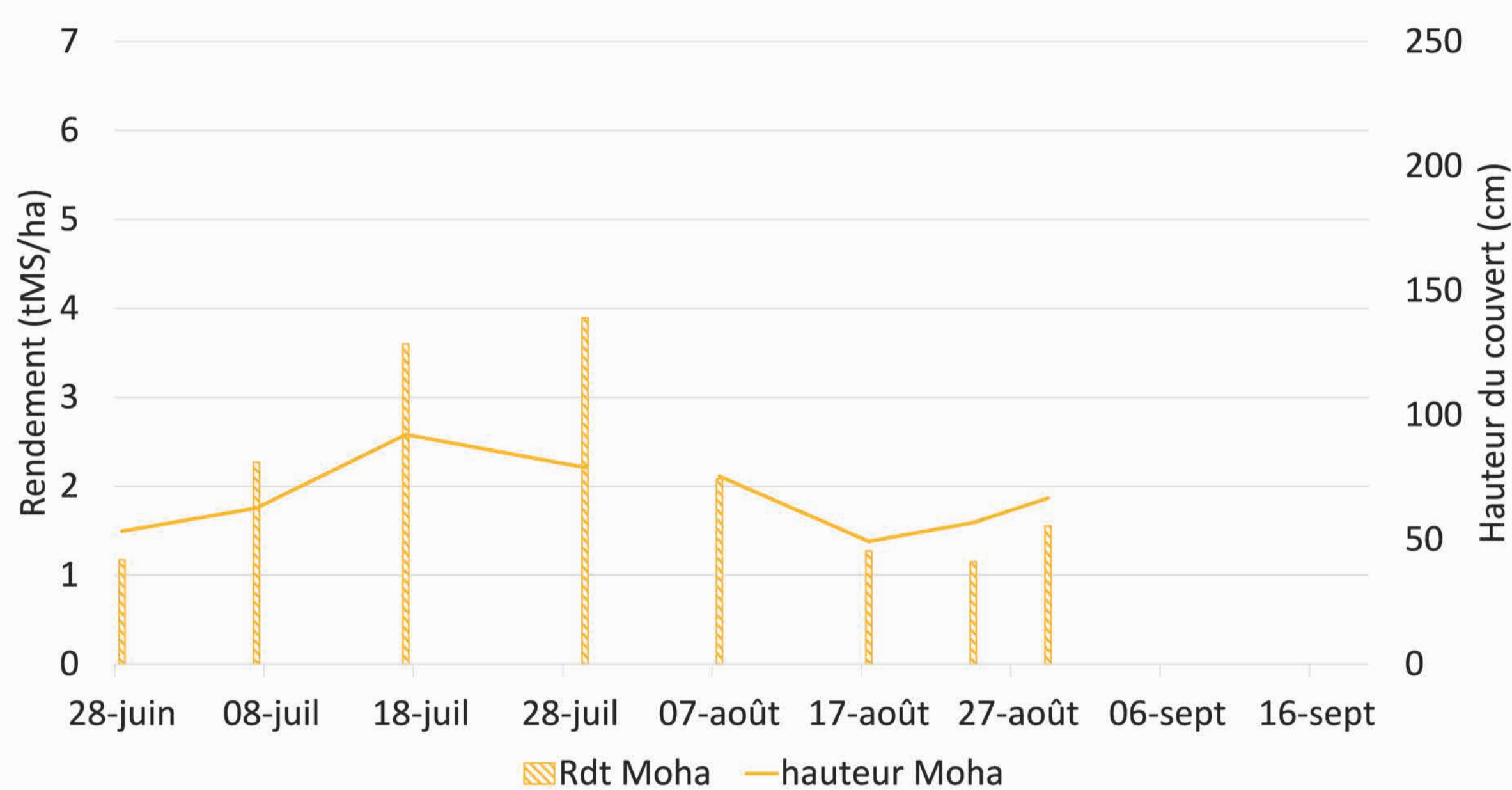
MOHA (TARDIVO)

75 jours de pâturage

Croissances des génisses : 585 g/j

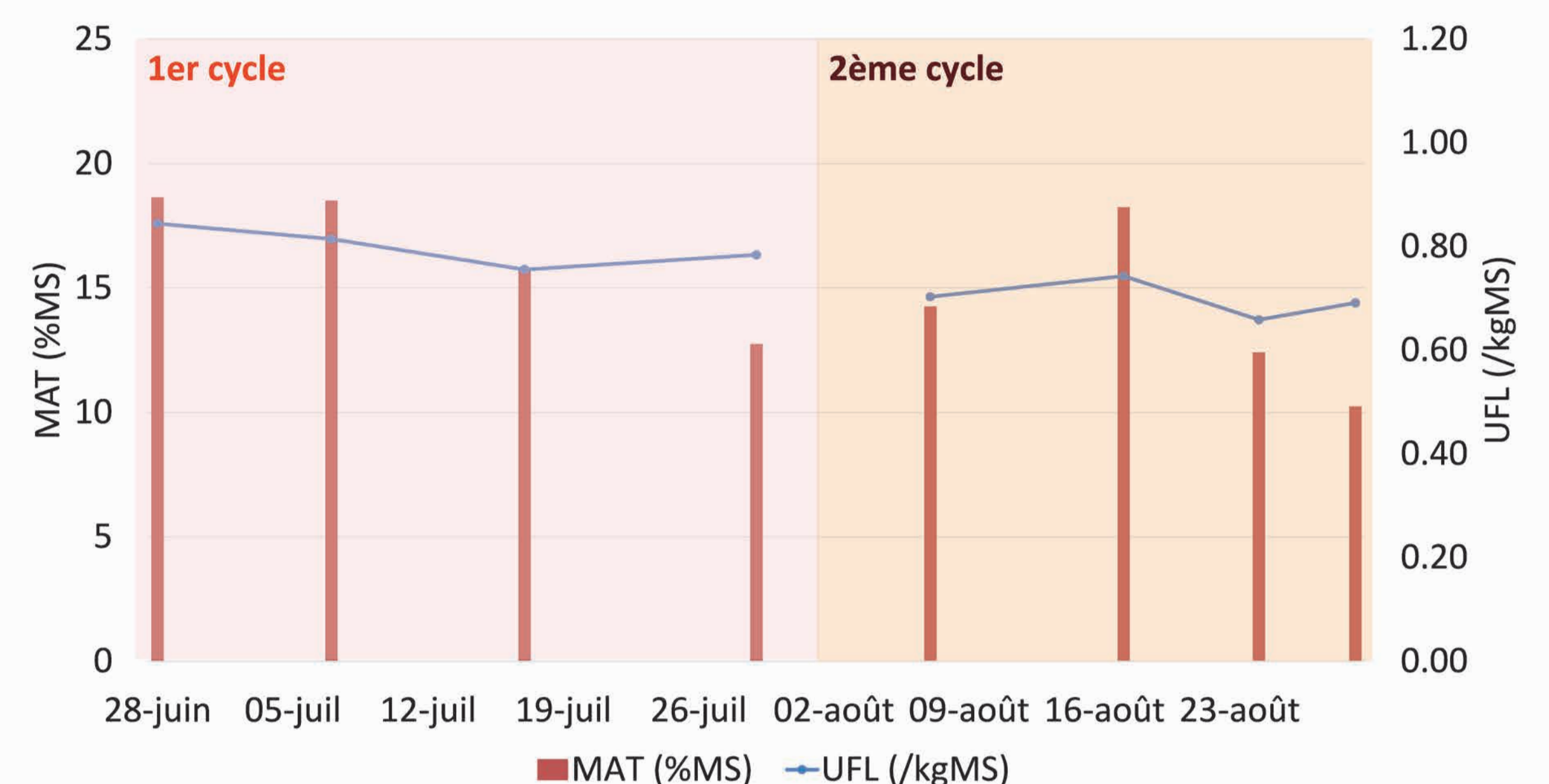
Assez peu de gaspillage quelle que soit la hauteur sur le premier cycle

Un peu plus de gaspillage au deuxième cycle



Hauteur et rendement du moha TARDIVO

En moyenne 4.25 tMS/ha sur 2 cycles de pâturage.



Valeurs alimentaires du moha TARDIVO

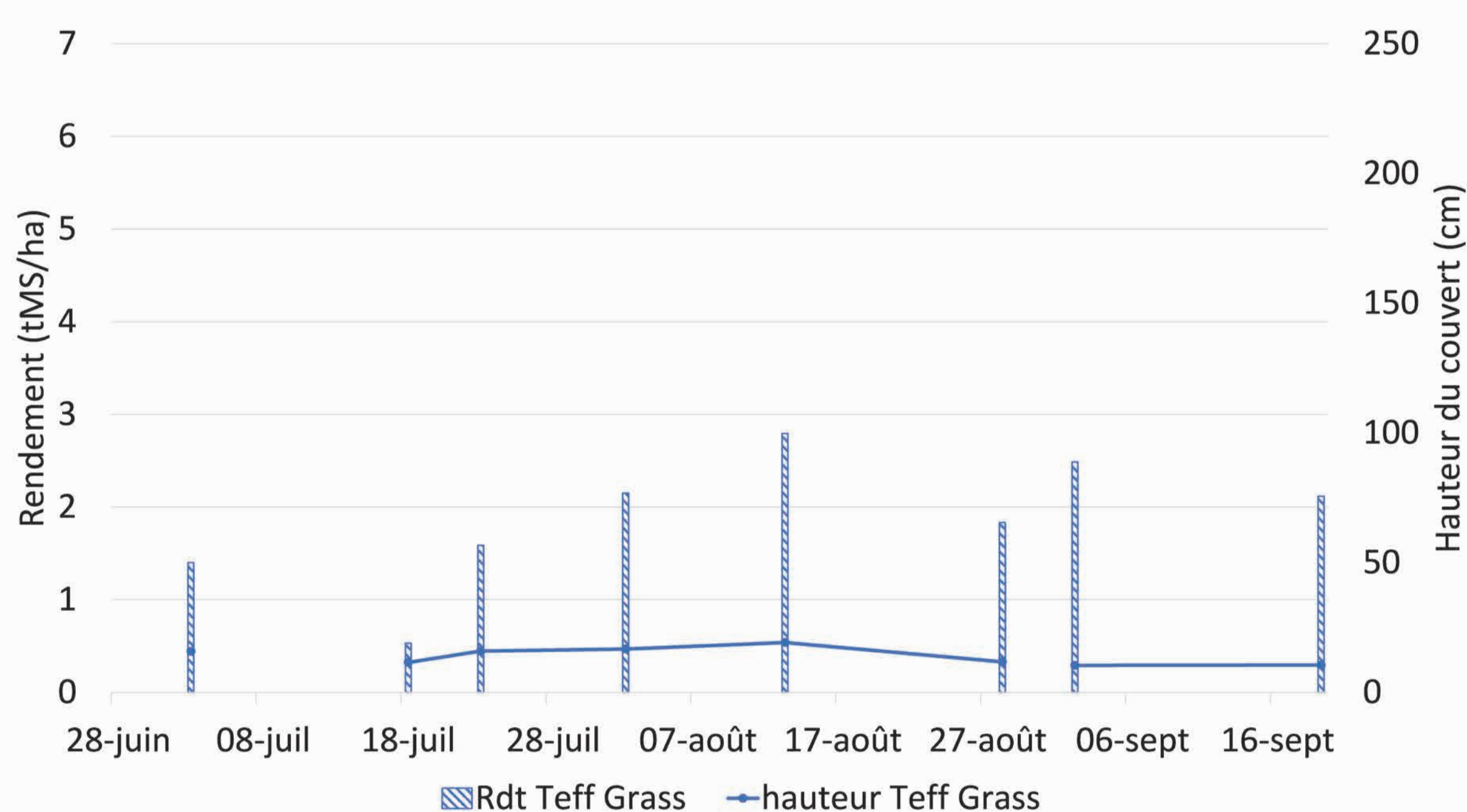
Valeurs UFL inférieures aux sorghos. Teneur en MAT reste correcte tout au long du pâturage.

TEFF GRASS (STEFFANIE)

Récolte en premier cycle puis 65 jours de pâturage

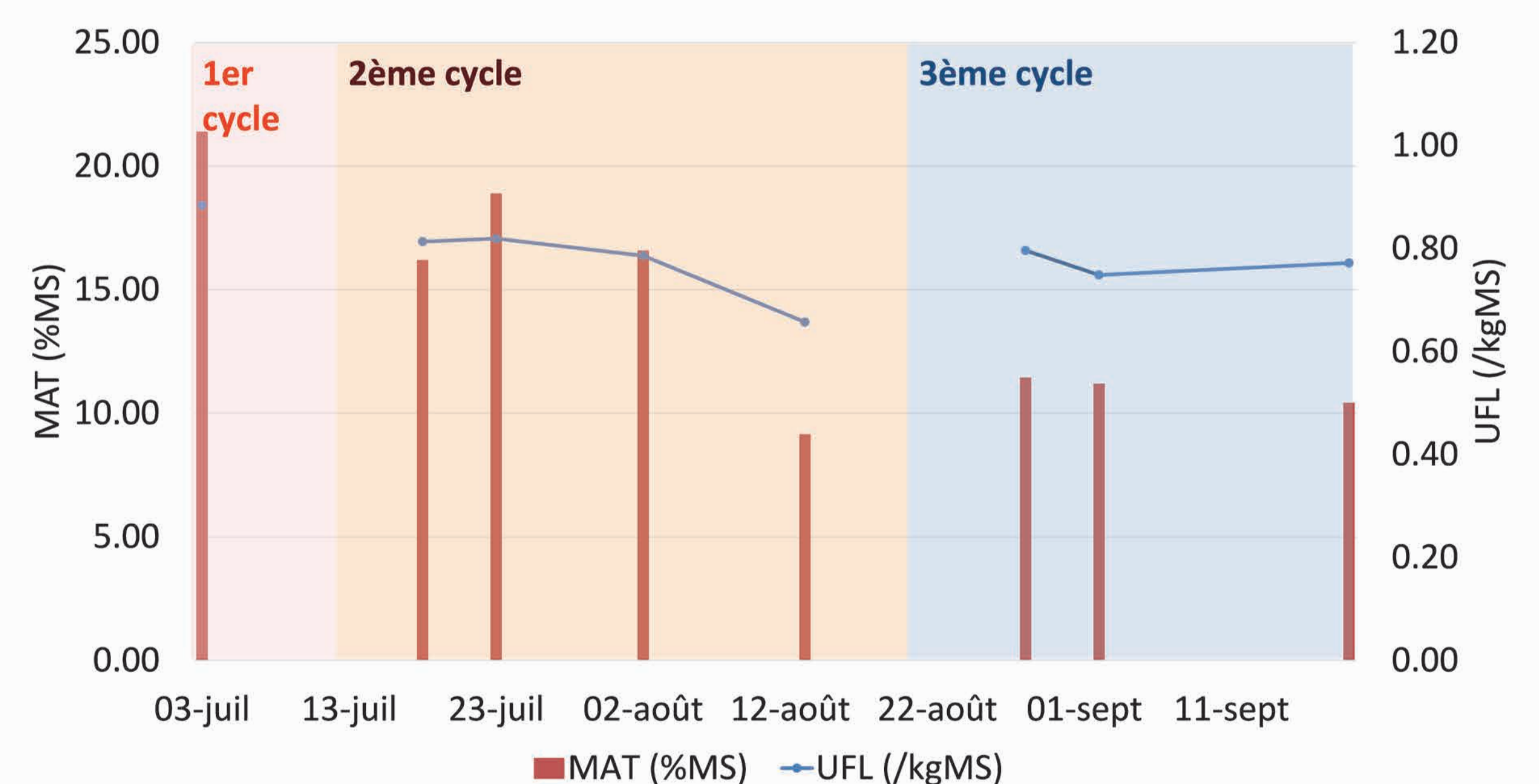
Croissances de génisses : 494 g/j

Assez peu de gaspillage



Hauteur et rendement du teff grass STEFFANIE

En moyenne 3.91 tMS/ha sur 2 cycles de pâturage (+ 1.4 tMS/ha récolté).



Valeurs alimentaires du teff grass STEFFANIE

Valeurs UFL inférieures aux sorghos. Chute rapide la MAT en fin de premier cycle. Valeurs des repousses faibles.



- Du fait d'une levée irrégulière, salissement important (70 % diverses à la 1^{ère} coupe – 24 % au pâturage)
- Problème d'arrachage de pieds par le pâturage des animaux dans certaines zones



PÂTURAGE DE CULTURES FOURRAGÈRES ESTIVALES PAR DES BREBIS

MATERIEL ET METHODES

Semis le 25 mai 2023

50 % de la levée au 15 juin 2023

Etude de 3 espèces végétales :

- Sorgho PIPER
- Sorgho LURABO
- Teff Grass STEFFANIE



Sorgho



Teff Grass



Pâturage du 4 juillet au 20 septembre 2023



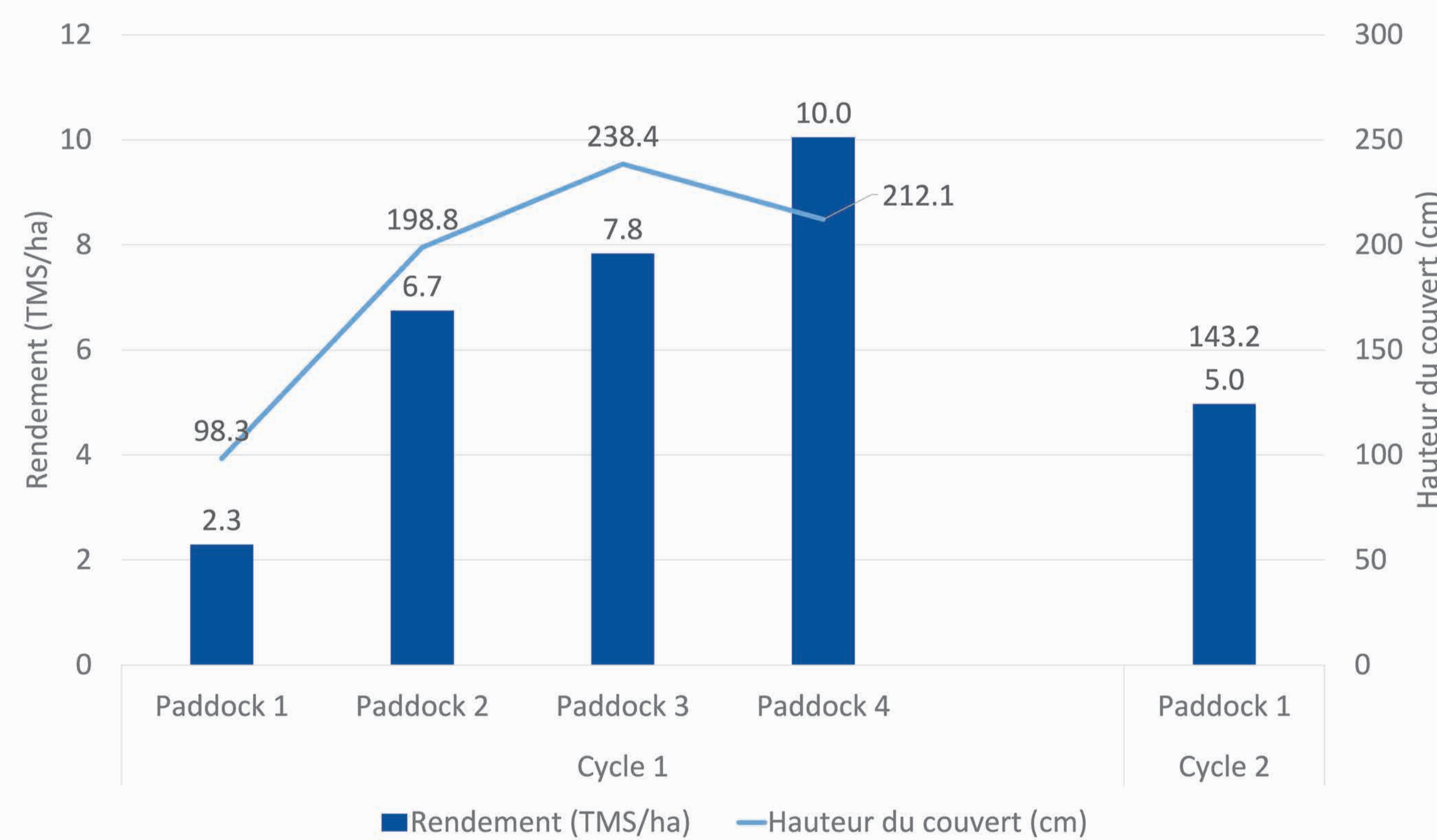
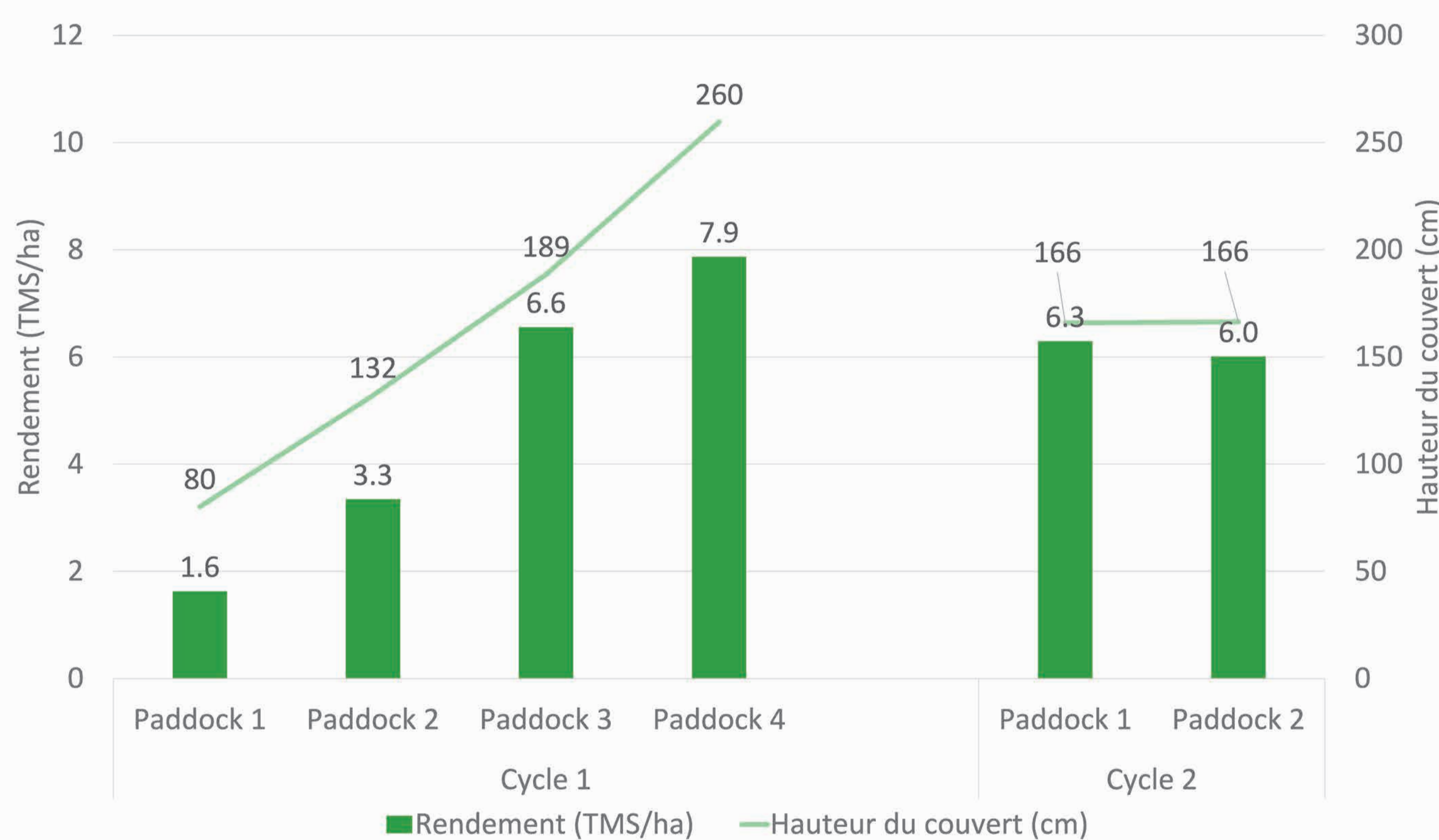
3 lots de 10 brebis de race Mouton Vendéen en début de gestation

PRINCIPAUX RESULTATS

Les conditions météorologiques

Favorables à la croissance des cultures fourragères estivales : précipitations et températures élevées.

Les rendements



Evolution des biomasses disponibles du sorgho Piper

Evolution des biomasses disponibles du sorgho Lurabo

Teff Grass : rendement de 3 TMS/ha pour le premier cycle et une croissance rapide des plantes au moment du pâturage => avancée rapide des stades et donc moins d'appétence

Résultats zootechniques

	1 ^{er} cycle		2 ^e cycle	
LURABO	3,3	3,7	2,9	2,7
PIPER	3,3	3,6	2,9	2,8
Teff Grass	Fauche		2,9	2,4

	1 ^{er} cycle		2 ^e cycle	
LURABO	67,1	72,3	63,5	66,7
PIPER	67,4	72,5	63,5	66,8
Teff Grass	Fauche		63,6	64,3

Evolution des NEC sur les deux cycles de pâturage

Evolution des poids (en kg) sur les deux cycles de pâturage

TEFF GRASS EN ÉLEVAGE OVIN

FOIN ET PÂTURAGE EN CONDITIONS SÉCHANTES

ELEVAGE OVIN (MOSNAY, 36)

La Loge au Fort

380 brebis, race vendéenne
Agnelage d'automne

SAU = 60 ha d'herbe dont 3 ha de PP
Sols limoneux
Voie stock : enrubannage et foin
4 lots conduits en pâturage tournant
→ Autonomie fourragère

TEFF GRASS

Une culture estivale intégrée à la rotation entre 2 prairies

Objectif : sécurisation des stocks par la diversification des fourrages
Graine < 1 mm : adapté sur sols légers (limons, limons-sableux)
Coût : 70-80 €/ha

ITK 2023 – 4,3 ha de Teff grass :

Apport de 25 tonnes/ha de fumier
Labour, herse rotative, rouleau avant et après semis
Semis à la volée le 23 mai – **6,5 kg/ha**

Exploitation : 2 fauches + 1 pâturage par les brebis
Observation : arrachage de pieds au pâturage



	1 ^{ère} coupe	2 ^{ème} coupe	Pâturage
	28/07 (+ 2 mois)	29/08 (+ 1 mois)	12 jours (15 au 27/09)
Nombre de bottes	55	19	
Poids brut (kg/botte)	350,7	347,4 (+1 à 179)	152 brebis à l'entretien
Taux de MS (%)	90	92	
Production totale (tMS)	17,4	5,9	3,65
Rendement (tMS/ha)	4,01	1,36	0,84
MAT (g/kg MS)	17,1	13,2	
UFL (g/kg MS)	0,78	0,75	
Rendement total (tMS/ha)	5,37		0,84

Résultats 2023 (La Loge au Fort, 36)

Rendement 2023 du Teff grass valorisé sur 3 exploitations : **6,21 tMS/ha**

Foin très qualitatif et appétent

Utilisé pour l'engraissement des agneaux en septembre + brebis en fin de gestation