



INTERETS ET LIMITES de la diversité dans les mélanges prairiaux

Patrice PIERRE – IDELE Angers

Pierre BRUNEAU – Ferme Expérimentale de Thorigné d'Anjou



Diversité dans les mélanges prairiaux

De quoi parlons-nous ?

**DIVERSITE
SPECIFIQUE**

**Plusieurs espèces
dans le mélange**

**DIVERSITE
GENETIQUE**

**Plusieurs variétés/espèce
dans le mélange**



Le contexte pédoclimatique de Thorigné

- Des sols au **potentiel agronomique modeste** :
- **Limons sableux** : argile $13 \% \pm 4$
- **Faibles profondeurs** : $50 \text{ cm} \pm 20$
- Chargés en **cailloux** : $20 \% \pm 5$ (en volume)
- Tendance **acide** : $\text{pH } 6,1 \pm 0,3$ (avec chaulage)
- **Hydromorphes l'hiver - séchants l'été**
- Taux de MO : 3%

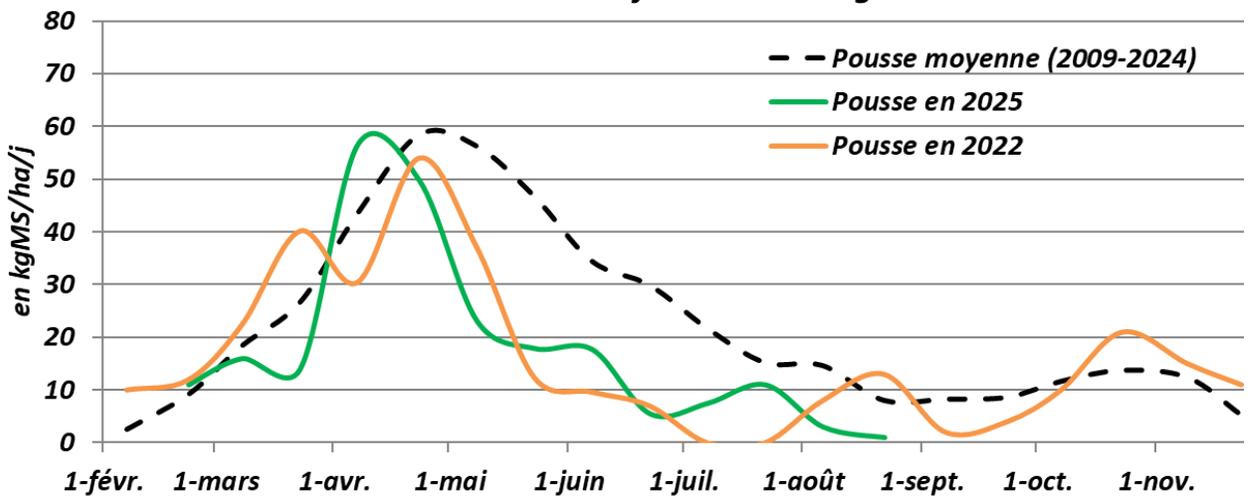


Le contexte pédoclimatique de Thorigné

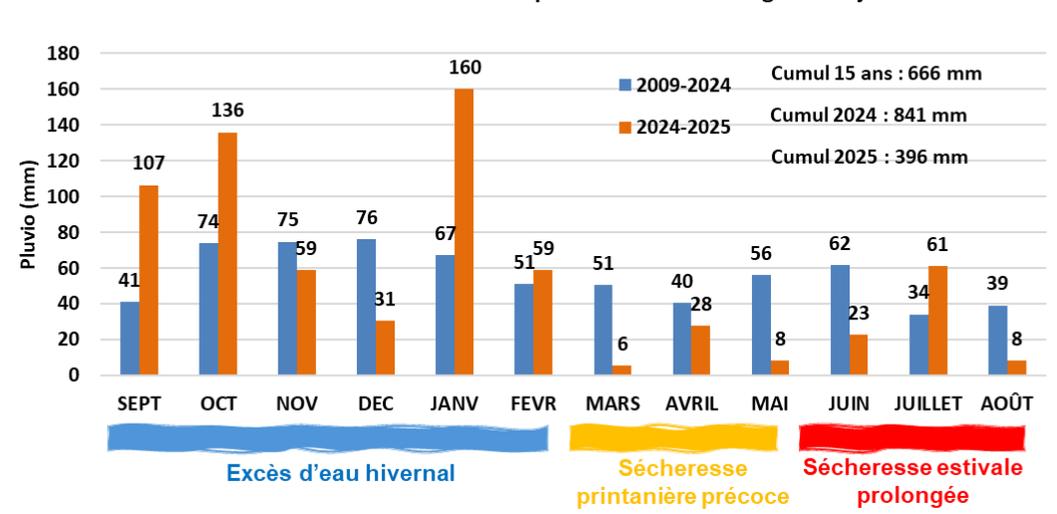
- 🕒 Une pluviométrie limitée : 675 mm /an \pm 133
 - Répartition variable
- 🕒 Des évènements caniculaires plus intenses

Une sensibilité forte aux aléas météorologiques

Croissance de l'herbe sur ferme XP Thorigné



Pluviométrie - Ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou



☺ Premiers essais ($n=3$) entre **2000 à 2012**

☺ **PFV vs asso RGA/TB :**

- +1,5 tMS/ha/an en moyenne
- Une variabilité atténuée
- + 1 000 UFL/ha et + 130 kgMAT/ha

☺ **Répartition du gain de productivité :**

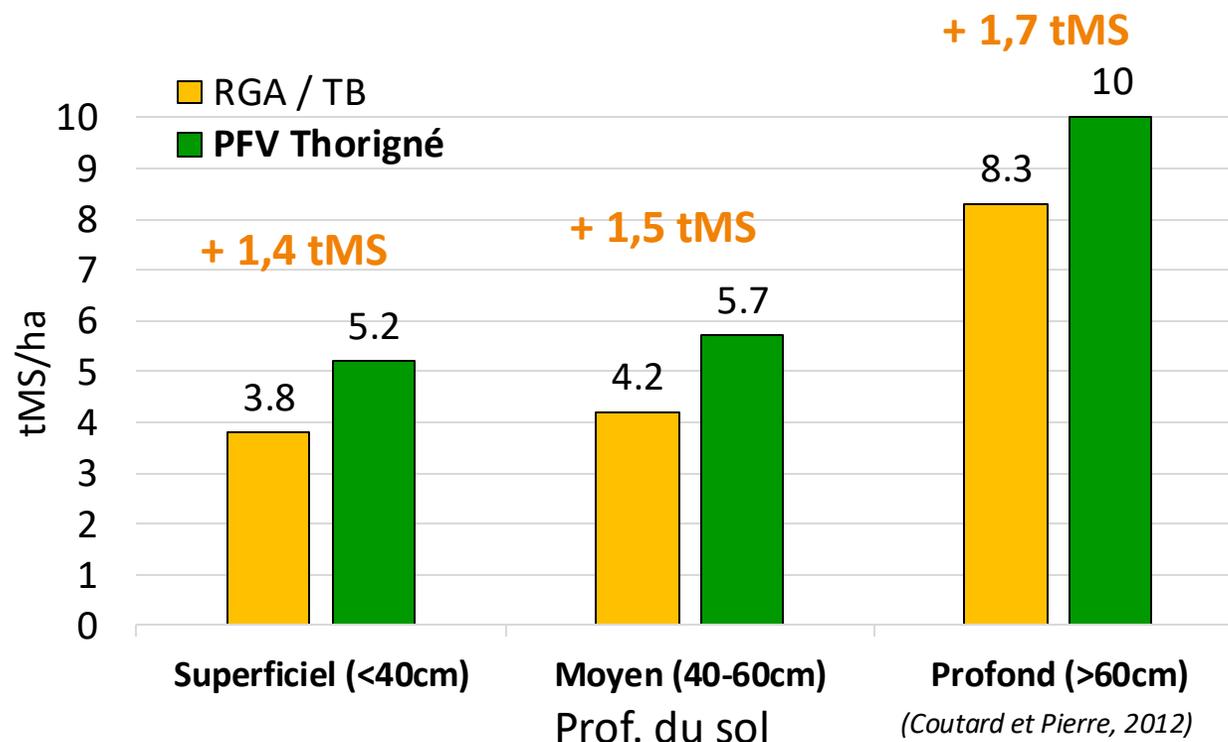
- + 0,75 tMS/ha en plus sur le **1er cycle**
- + 0,25 tMS/ha en plus sur les **cycles suivants**

☺ Avec espèces et/ou variétés + **précoces :**

- + 0,9 t MS/ha/an (*93 % expliqués par 1^{er} cycle*)
- - 5 à - 10 % de MAT au 1^{er} cycle par effet dilution
- - 10 % de légumineuses en moyenne

Prairie à Flore Variée (PFV) :

- ✓ 5 à 7 espèces dont 2-3 leg : 26 à 29kg/ha dont 8-9kg de leg
- ✓ Principe de **complémentarité**
- ✓ Choix et **assemblage** selon : Contexte pédoclimatique - Pérennité souhaitée - mode d'exploitation - Sociabilité des espèces



Des prairies multi-espèces productives et pérennes

- ⦿ **A Thorigné**, des mélanges testés avec les **critères** suivants :
 - Pérennité de **≈ 4 à 5 ans**
 - Exploitation à **dominante pâturage**
 - Pour des sols à **forte alternance hydrique**

- ⦿ Dans ce contexte, **un mélange PFV se distingue**, le mélange *Thorigné* !



Espèces et doses (kg/ha)		Intérêts
Fétuque Elevée	10	Rusticité, résistance à l'alternance hydrique
RGA ½ tardif 2n/4n	8	Aptitude au pâturage et valeurs alimentaires +++
Trèfle Blanc	3	Moteur de la prairie (azote), aptitude au pâturage
Trèfle Hybride	3	Meilleure résistance à l'hydromorphie comparé au TB
Lotier Corniculé	3	Contribution + dans des sols à pot. modestes

Des prairies au cœur du **fonctionnement
agronomique** du système
et à la base de **l'alimentation du troupeau**

Les prairies à flore variées robustes et pérennes
avec un mélange adapté au contexte
pédoclimatique

Utilisation mixte

Une légumineuse de fauche productive,
ressource intéressante pour l'autonomie
protéique

Utilisation fauche

Le réchauffement climatique provoque des **aléas plus fréquents** et intenses
Sécheresse estivale prolongée et **excès d'eau hivernal**

Tester l'intérêt de nouvelles espèces

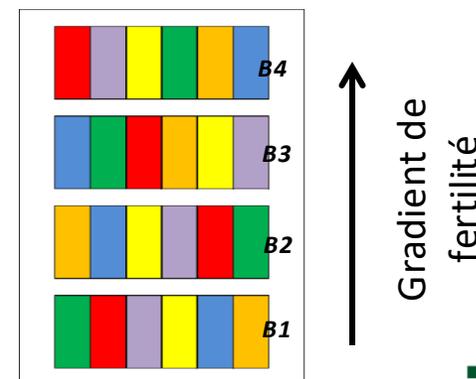
La **chicorée** et le **plantain** pour accroître la production estivale des PFV
Le **trèfle violet** comme alternative à la **luzerne** dans des sols hydromorphes

Matériel et méthodes

- De la **chicorée** et **plantain** dans des prairies à flore variée
 - De 2016 à 2018 : **en additif** avec un **rythme adaptée à la PFV** classique
parcelle de faible potentiel (*prof : 45 cm, RU : 60 mm*)
 - De 2019 à 2021 : **en pivot** avec un **rythme adaptée** à ces 2 nouvelles espèces
parcelle de potentiel correct (*prof : 80 cm, RU : 92 mm*)
- Du **trèfle violet** comme **alternative** à la luzerne : de 2019 à 2021
 - avec un gradient d'associations avec des graminées
parcelle de potentiel correct (*prof : 80 cm, RU : 92 mm*)
- Dispositif analytique**
 - Dispositifs en 4 blocs répétés sur 3 ans
 - Mesures : productivité, composition botanique, valeurs nutritives



FERME
EXPÉRIMENTALE
DE THORIGNÉ
D'ANJOU



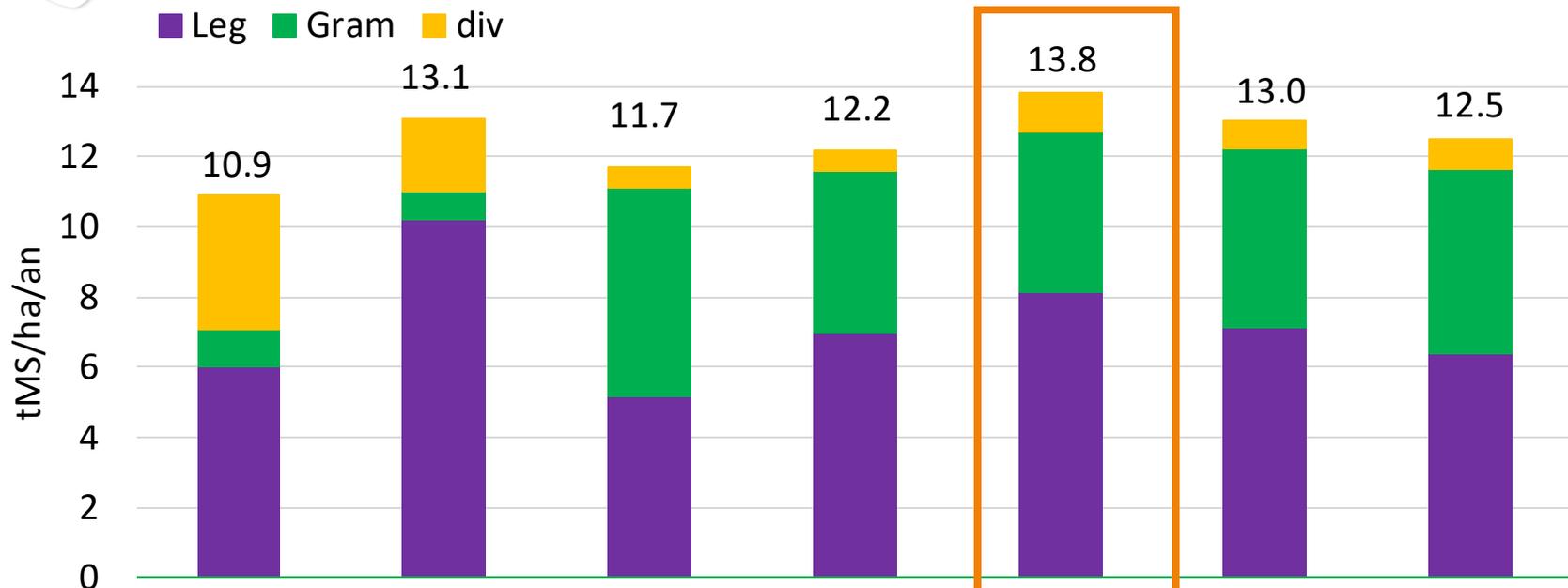
Le trèfle violet, une alternative crédible à la luzerne ?

Tester des mélanges intégrant du **TV** et exploités avec des rythmes de **fauche**

Espèces (kg/ha)	Luzerne	TV	PFV <i>Thorigné</i> F	RGH TV	TV RGH	TV RGH Fet	TV RGH Fet TH
RGH	-	-	3	20	5	5	5
RGA	-	-	6	-	-	-	-
Fétuque E	-	-	9	-	-	8	8
Trèfle violet	-	20	3	5	15	8	5
Trèfle hybride	-	-	3	-	-	-	3
Trèfle blanc	-	-	3	-	-	-	-
Luzerne	25	-	-	-	-	-	(Fortin et al, 2023)
Total (kg/ha)	25	20	27	25	20	21	21

- Espèces en pur
- Mélange Thorigné : compromis satisfaisant productivité / VN / pérennité
- Base RGH ou TV : maximiser la productivité mais pérennité moindre
- Diversité croissante gram sur des mélanges fauche à base de TV

Le trèfle violet, une alternative crédible à la luzerne ?



UFL/kgMS	0,88	0,86	0,89	0,91	0,90	0,90	0,89
MAT g/kgMS	158	171	137	137	142	139	138
tMAT/ha	1,73	2,24	1,58	1,67	1,96	1,85	1,73

- 🕒 35% de div. en luz pure
- 🕒 Légère ↘ de MAT pour TV vs Luz mais VN satisf.

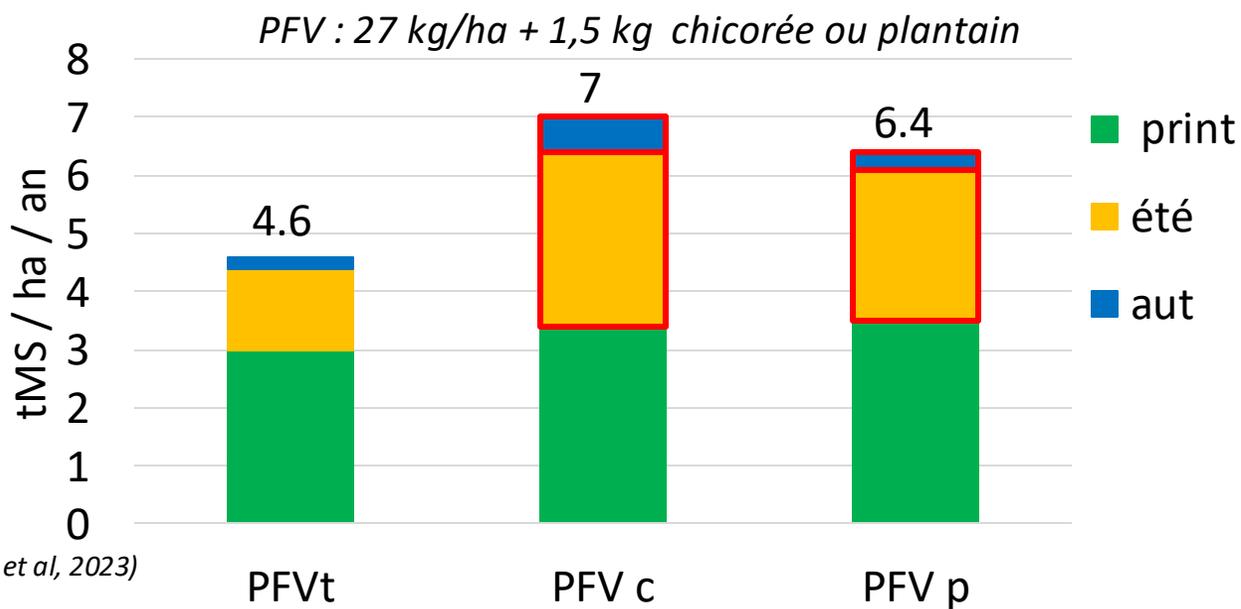
- ✓ + 12% de prod en TV vs Luz
- ✓ Asso du TV avec graminées :
 - Maximiser la productivité
 - Gérer les diverses

(Fortin et al, 2023)

Intérêt d'associer une graminée productive (faible dose)

Accroître la productivité estivale grâce à la chicorée et au plantain

📌 Ajout d'une fonction « productivité estivale » sur les PFV



(Daveau et al, 2023)

	Témoin	Chico	Plantain
UFL / kgMS	0,93	0,95	0,85
% MAT	11,7%	11,3%	11,5%

- ✓ Gain marqué de **productivité estivale sur été / automne**
- ✓ Cycle de végétation + rapide que la flore PFV « classique »
- ✗ Montée à tiges rapide + valeurs alim décevantes + caractère invasif marqué
- Espèces peu pertinentes **en additif** dans une PFV en AB en rythme classique

Accroître la productivité estivale grâce à la chicorée et au plantain

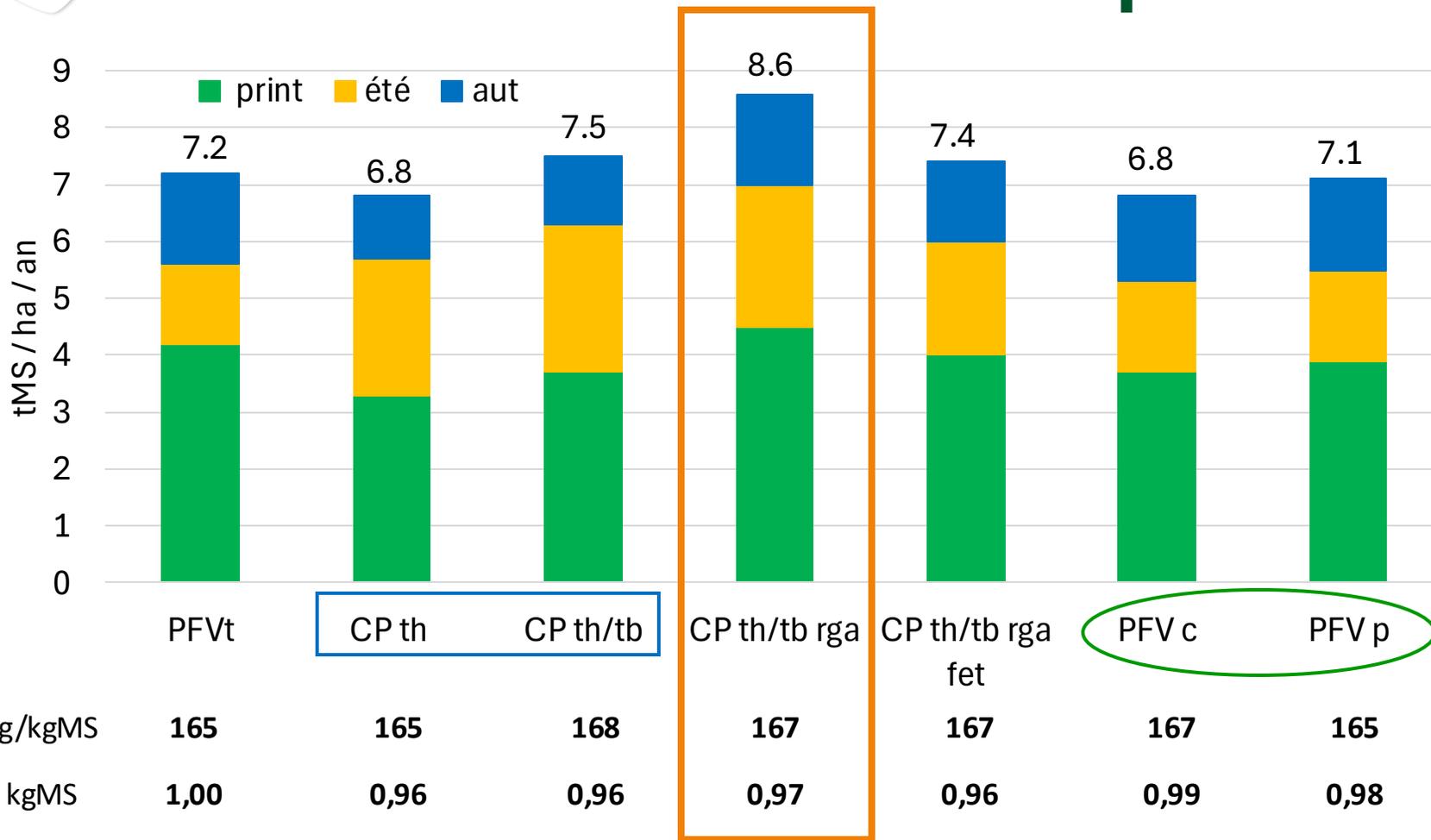
Retravailler la chicorée et le plantain comme **pivot** du mélange

Espèces (kg/ha)	PFV témoin	CP th	CP th/tb	CP th/tb/rga	CP th/tb/rga/fet	PFV c	PFV p
Fétuque Elevée	10	-	-	-	3	10	10
RGA	8	-	-	6	3	8	8
Chicorée (C)	-	3,5	3,5	2	2	1	-
Plantain (P)	-	3,5	3,5	2	2	-	1
Trèfle Blanc (tb)	3	-	3	3	3	3	3
Trèfle Hybride (th)	3	6	3	3	3	3	3
Lotier	3	-	-	-	-	3	3
Total (kg/ha)	27	13	13	16	16	28	28

- **Association** avec des graminées et légumineuses
- **Rythme d'exploitation** adapté à leur physiologie ($\approx 3-4$ sem)
- Exploitation avec un lot de bovin pâtureur = **restitutions azotées**

(Daveau et al, 2023)

Accroître la productivité estivale grâce à la chicorée et au plantain



MAT g/kgMS

PFVt	165	165	168	167	167	167	165
------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

UFL / kgMS

PFVt	1,00	0,96	0,96	0,97	0,96	0,99	0,98
------	------	------	------	------	------	------	------

- ✓ + 1,4 tMS/ha vs PFVt dont 80% sur l'été
- ✓ Chico: 55% de la prod
- ✗ Plantain: 5% de la prod
- ✓ +RGA: précoce et agressif

Introduction dans le système : 100 % pâture avec un rythme adapté

Prairies multi-espèces multi-variétés : de quoi parle-t-on ?

Prairies multi-espèces mono-variétés

5 à 7 espèces

1 variété par espèce en général

VS



Prairies multi-espèces multi-variétés

5 à 7 espèces

Plusieurs variétés par espèce (3 à 7)

diversité variétale/intra-spécifique

Des travaux déjà menés par l'INRAE de Lusignan sur cette question

- Litrico et al. (2015) et Meilhac et al. (2019)



Évalué dans seulement un
contexte pédoclimatique

- Résultats obtenus :

- ✓ Les modalités avec le plus de diversité variétale montrent :
 - ✓ une réduction de la variabilité inter-annuelle des rendements
 - ✓ une stabilisation des proportions d'espèces
- ✓ Pas d'effet sur la productivité globale des mélanges

Introduire de la diversité variétale permet-il d'augmenter la capacité adaptative des prairies multi-espèces au changement climatique ?

10 modalités testées

	Mono-TOT	Multi-TOT	Mono-DAC-LEG	Multi-DAC-LEG	Mono-FE-LEG	Multi-FE-LEG	Mono-DAC	Multi-DAC	Mono-FE	Multi-FE
RGA (4kg/ha)										
Trèfle blanc (2kg/ha)										
Dactyle (3 à 5kg/ha)										
Fétuque élevée (10 à 15kg/ha)										
Derval Trèfle violet (6kg/ha)										
OU Les Etablères et Thorigné Luzerne (10 à 12kg/ha)										

Le dispositif expérimental

Objectif : Analyser le comportement agronomique et fourrager de mélanges multi-espèces multi-variétés

- Agronomique = productivité des prairies par cycle (saisonnalité de production) et à l'échelle de l'année
→ Une prairie productive
- Evolution des compositions (dynamique de développement et de régression des espèces dans le temps)
→ Une prairie équilibrée dans le temps
- Maintien d'une valeur alimentaire intéressante grâce à la diversité spécifique et génotypique
→ Une prairie de qualité



4 blocs – 10 modalités

Les mesures réalisées (2021-2024)



Démarrage Pleine pousse Période estivale Période automnale



Conduite fauche
 Fauche quand hauteur
 d'herbe herbomètre > 18cm
 sur modalité Mono-TOT

Conduite type pâturage
 Fauche quand hauteur
 d'herbe herbomètre > 10cm
 sur modalité Mono-TOT

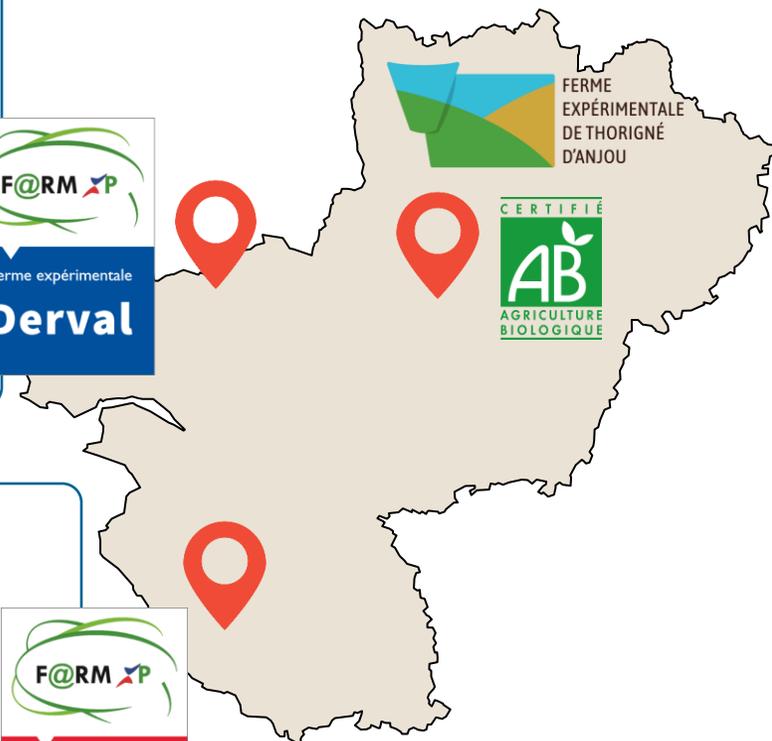
	C1	C2	(C3)	C4	(C5)
Rendement	x	x	x	x	x
Tri famille	x		x	x	
Tri espèces		x			
Valeur alimentaire	x	x		x	

Fertilisation avec 15t/ha de fumier
 composté à l'hiver 2023-2024

Contexte pédoclimatique des essais

Derval	Pluviométrie
Du 1er septembre 2021 au 31 août 2022	650 mm
Du 1er septembre 2022 au 31 août 2023	775 mm
Du 1er septembre 2023 au 31 août 2024	1094 mm

Parcelle à alternance hydrique avec faible réserve utile (sol limoneux sur schiste peu profond)



Thorigné d'Anjou	Pluviométrie
Du 1er septembre 2021 au 31 août 2022	453 mm
Du 1er septembre 2022 au 31 août 2023	683 mm
Du 1er septembre 2023 au 31 août 2024	920 mm

- Parcelle séchante
- Mauvaise implantation de l'essai en automne 2021
→ fauches de nettoyage en 2022
→ suivis à partir d'automne 2022

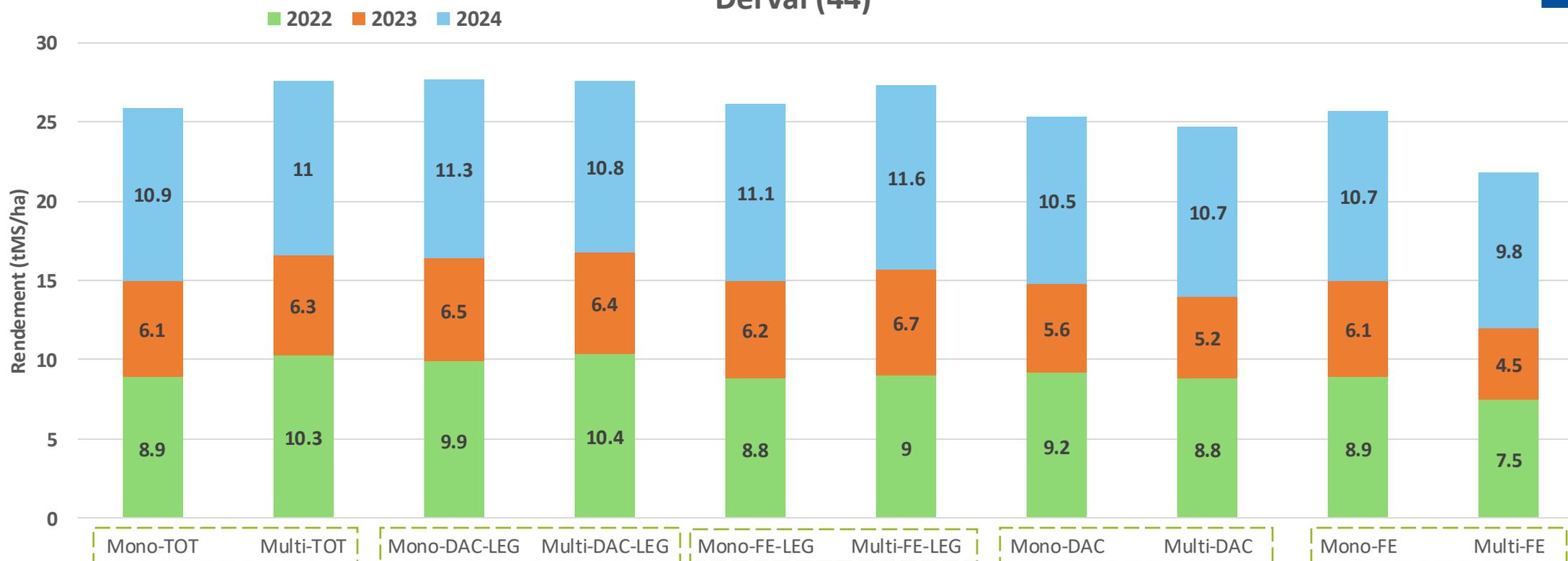
Les Etablères	Pluviométrie
Du 1er septembre 2021 au 31 août 2022	419 mm
Du 1er septembre 2022 au 31 août 2023	719 mm
Du 1er septembre 2023 au 31 août 2024	1053 mm

Parcelle séchante avec faible réserve utile

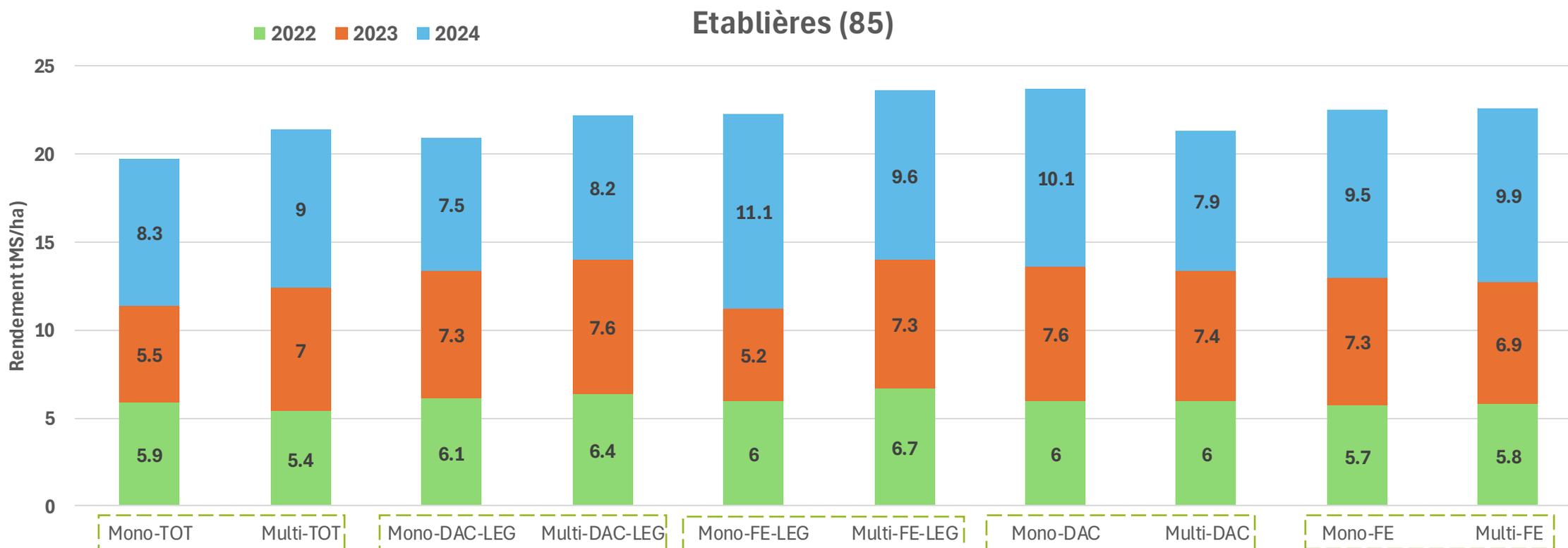


Pas d'amélioration du rendement avec la diversité génétique

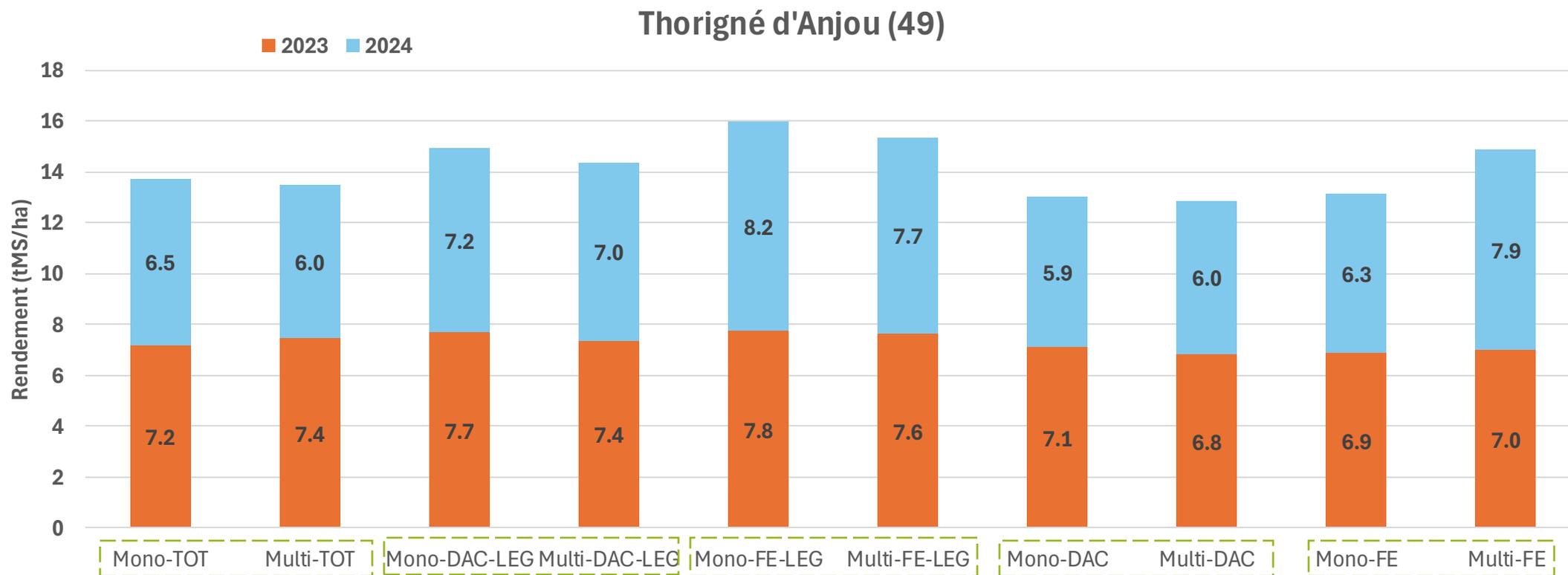
Derval (44)



Pas d'amélioration du rendement avec la diversité génétique

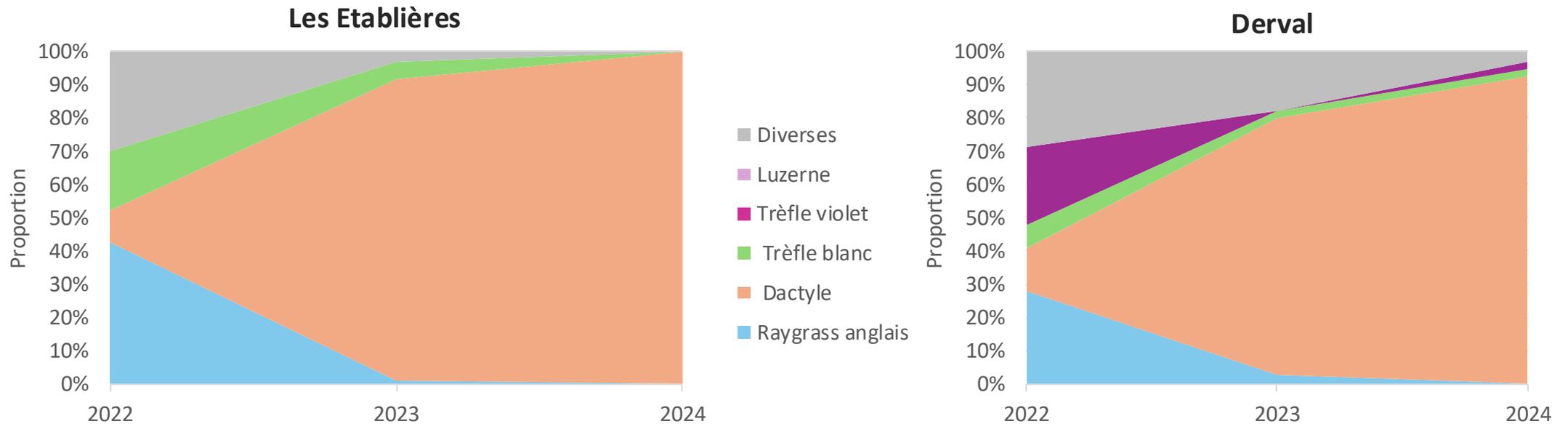


Pas d'amélioration du rendement avec la diversité génétique



Evolution de la composition du couvert une histoire de sociabilité

Evolution de la composition botanique au Cycle 2 des modalités avec dactyle
(moyenne de Mono-DAC-LEG et Multi-DAC-LEG)



- Disparition des légumineuses et du RGA
- Dominance totale du dactyle en l'espace de 3 ans

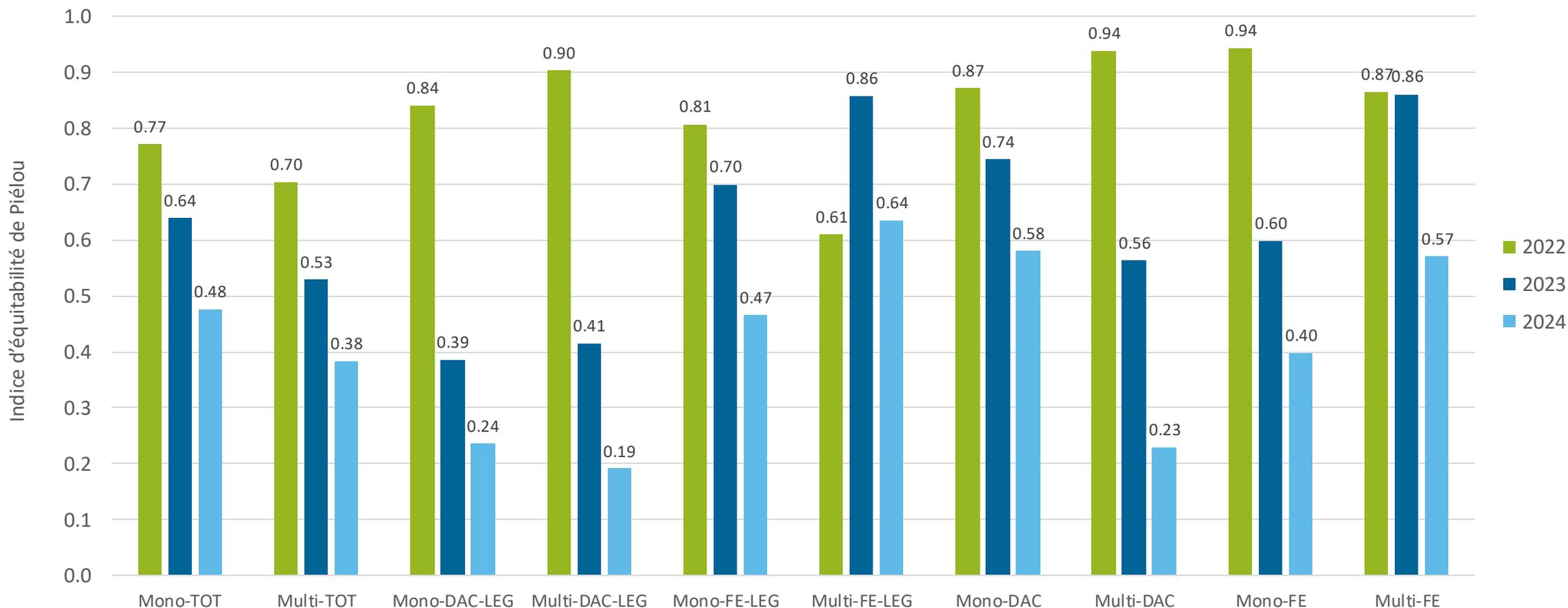
Equilibre entre les espèces du mélange

- Utilisation de l'indice d'équitabilité de Piélou sur le tri des C2 de chaque année. Cet indice traduit l'équilibre entre espèce : $IE = H' / H_{max}$ où :
 - H' est l'indice de diversité de Shannon
 - Avec p_i , la proportion de l'espèce i
 - $H_{max} = \log_2(\text{nombre d'espèce})$
- **Un indice de Piélou qui tend vers 0 traduit la présence d'une espèce prépondérante et une simplification du couvert**
- Un indice de Piélou qui tend vers 1 traduit un bon équilibre entre l'ensemble des espèces du couvert

$$H' = \sum_{i=1}^S p_i \cdot \log_2(p_i)$$

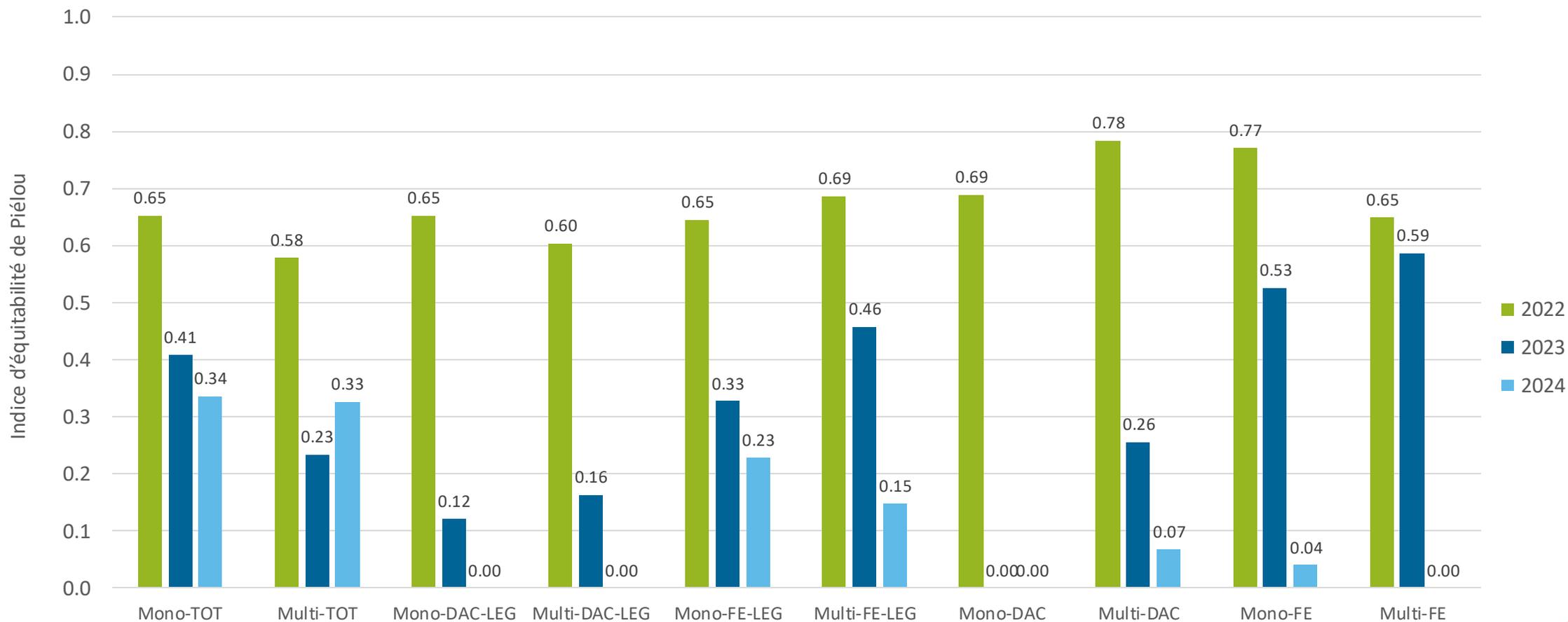
Une chute de l'indice d'équitabilité

Evolution de l'indice d'équitabilité de Piélou au fil des années à Derval



Une chute de l'indice d'équité

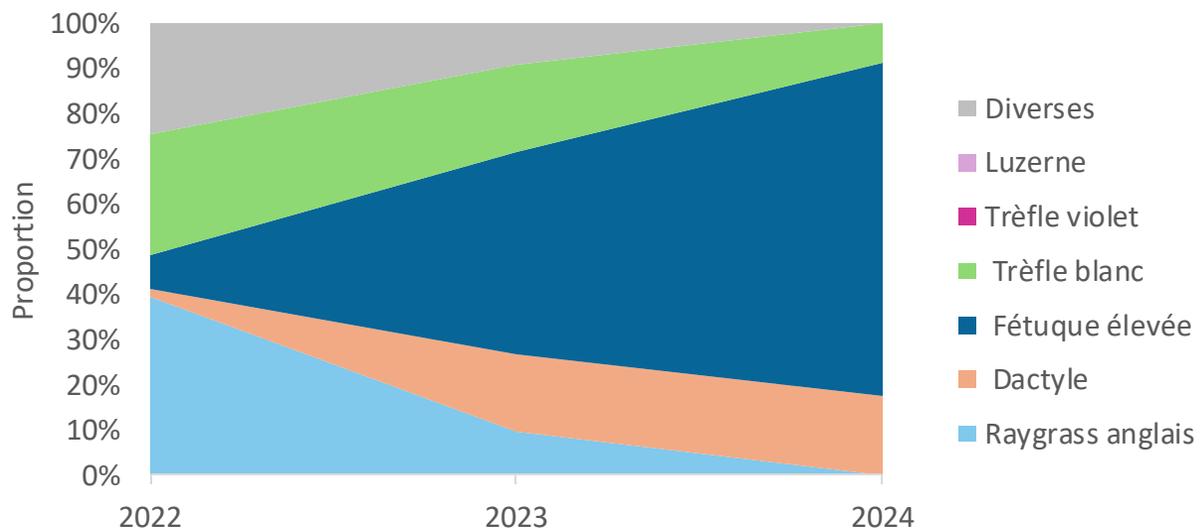
Evolution de l'indice d'équité de Piélou au fil des années aux Etablières



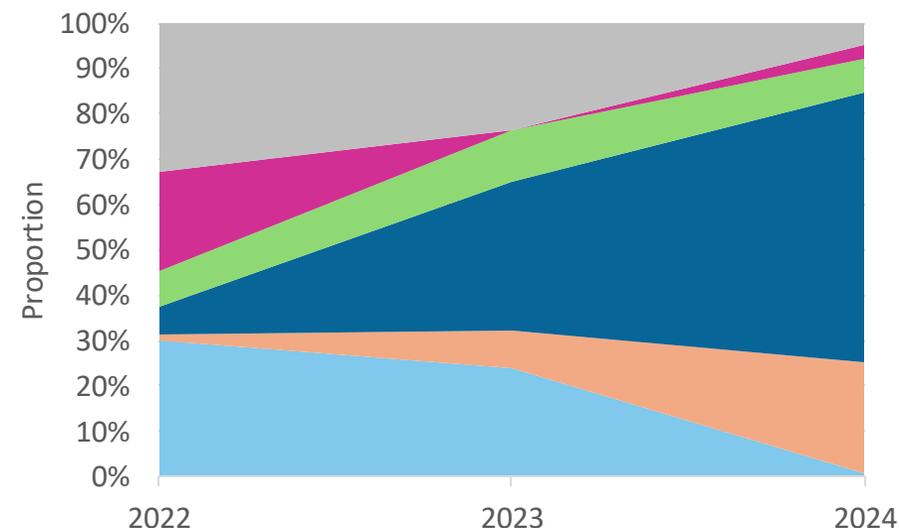
Une évolution progressive de la fétuque élevée

Evolution de la composition botanique au Cycle 2 des modalités avec fétuque élevée (moyenne de Mono-FE-LEG et Multi-FE-LEG)

LES ETABLIERES



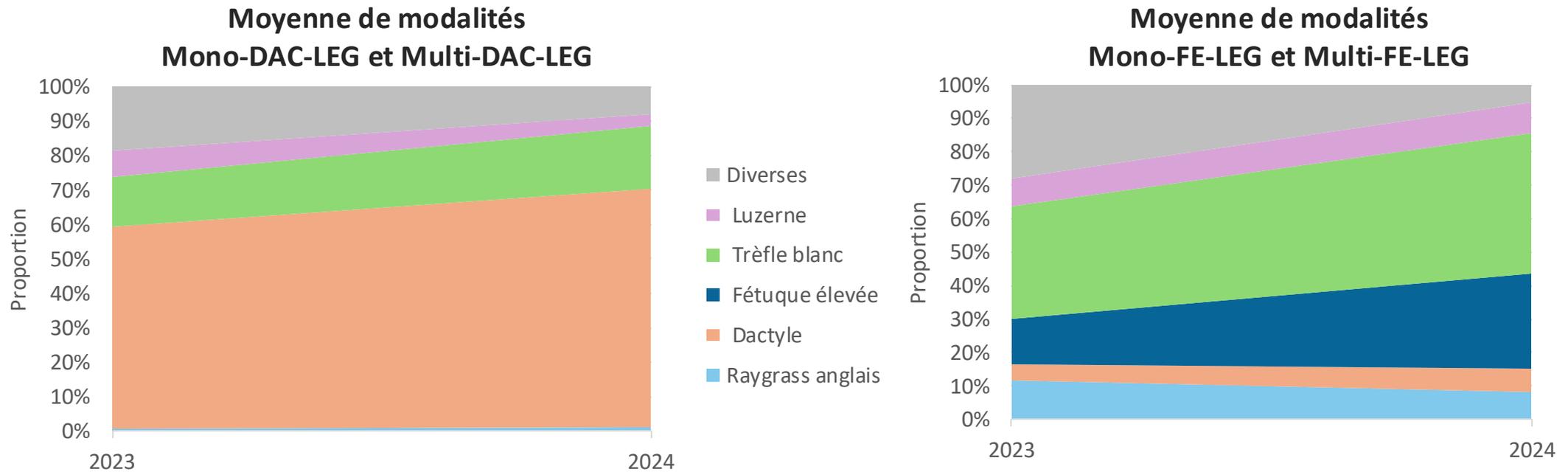
DERVAL



- Maintien d'une plus grande proportion de légumineuses avec la fétuque élevée
- Installation plus lente que le dactyle mais domination des autres espèces
- Contamination de blocs par le dactyle

Un maintien des légumineuses dans le contexte de Thorigné

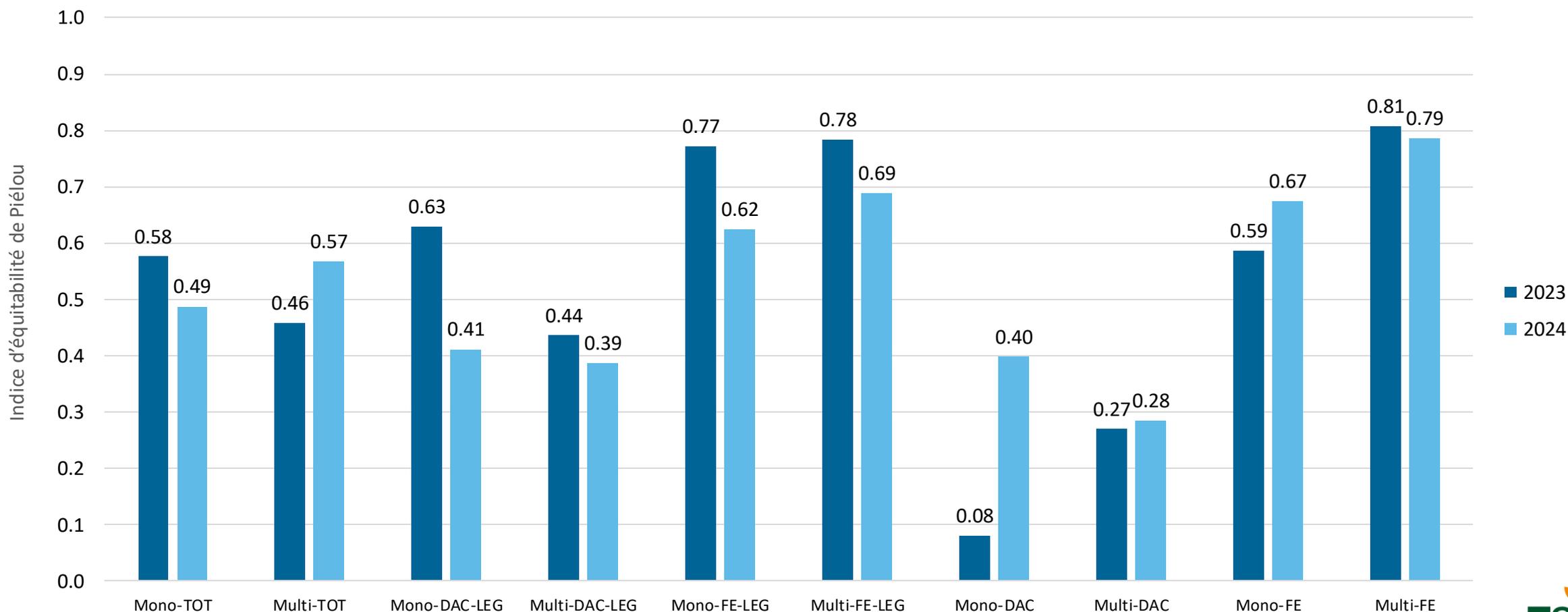
Evolution de la composition botanique au Cycle 2 à Thorigné d'Anjou



- Contexte plus concurrentiel (parcelle conduite en bio avec apport de fumier composté) → plus de place pour les légumineuses

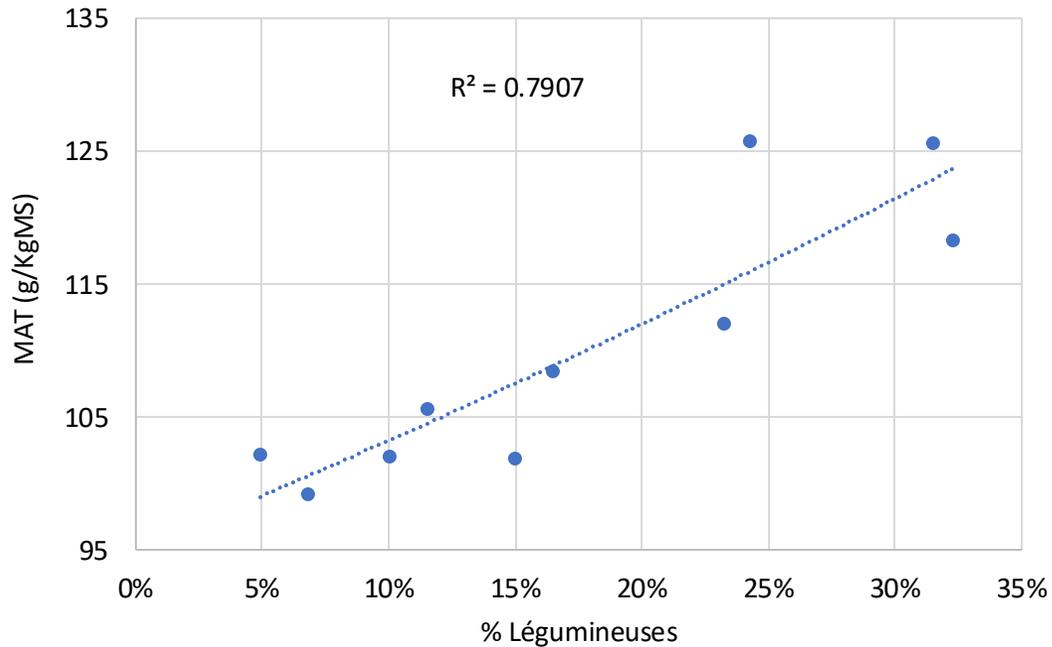
Un maintien de l'indice d'équité

Evolution de l'indice d'équité de Piélu au fil des années à Thorigné

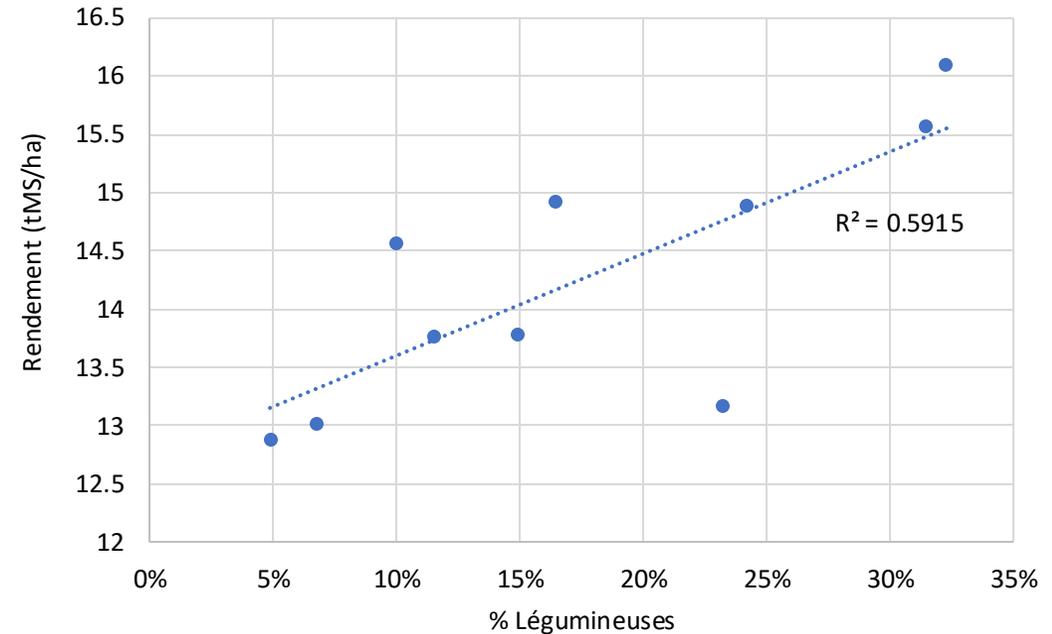


Les légumineuses : moteur azoté de la prairie

MAT en fonction du % Légumineuses - Thorigné



Rendement en fonction du % Légumineuses - Thorigné



→ Raisonner les choix d'espèces / variétés selon la **sociabilité**, en particulier sur les graminées

En conclusion

DIVERSITE SPECIFIQUE

Un levier majeur pour gagner en productivité, en robustesse avec une bonne contribution des légumineuses

Attention aux espèces peu sociables !!!

DIVERSITE GENETIQUE

Une plus value qui reste à démontrer au regard de la variabilité génétique disponible actuellement !

Merci de votre attention

Retrouvez les diaporamas de nos conférences sur
idele.fr



Venez échanger avec nos ingénieurs sur le
stand ACTA

