



**CAP
PROTÉINES**
innovons pour notre
souveraineté protéique



Méteils fourragers riches en protéines : les clés de réussite de la récolte à l'auge

Hugues CHAUVEAU, ARVALIS – station expérimentale de la Jaillière (44)

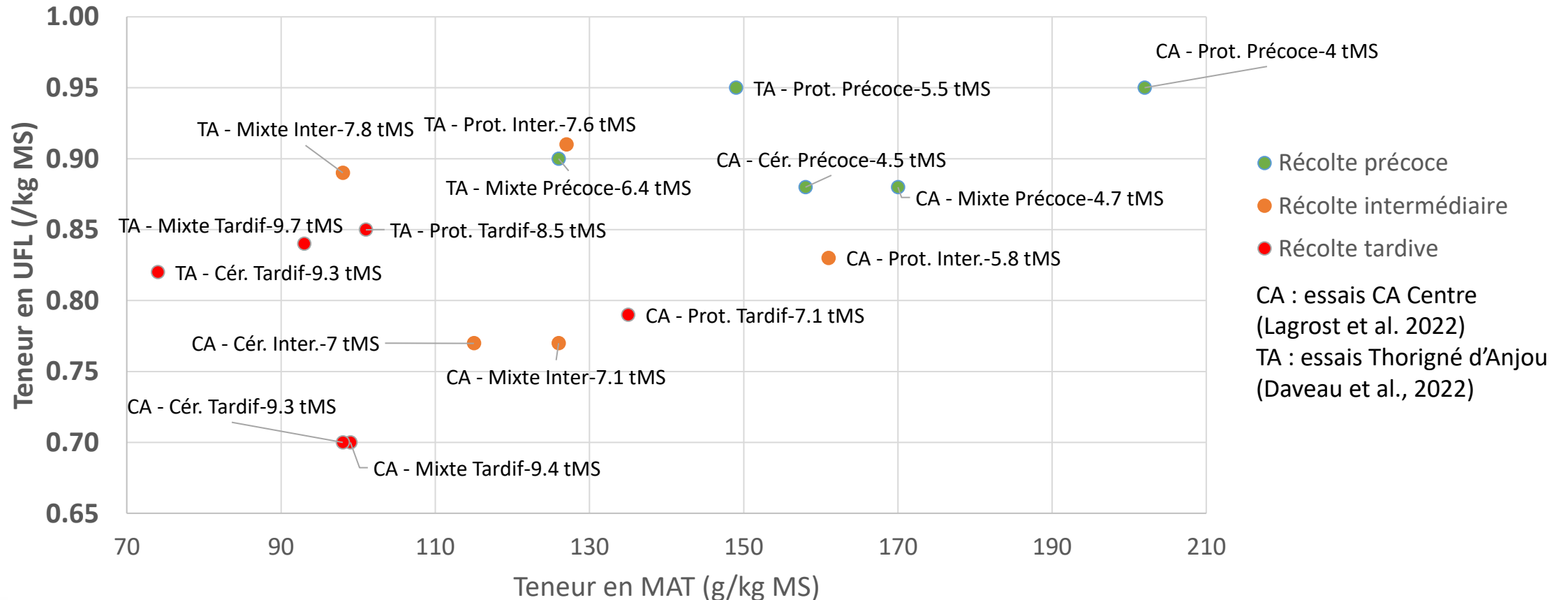
h.chauveau@arvalis.fr

Les MCPI, un fourrage résilient au service du système fourrager

- **Une culture pour booster la productivité du système fourrager**
- **Une intégration polyvalente dans les rotations :**
 - en culture dérobée,
 - à l'implantation d'une prairie
 - en sursemis dans une prairie / luzernière installée
- **Production d'hiver/printemps : sécurisation du système fourrager (rendements réguliers)**
- **Fertilisation : pas ou peu d'engrais azotés en comparaison d'une dérobée classique (RGI, seigle)**
- **Récolte modulable selon les besoins : fourrage/grain, quantité/qualité**
- **Souplesse à la récolte : ↘ de la valeur alimentaire avec l'avancée en maturité plus lente que celle des graminées**

Une qualité variable mais « pilotable » par l'éleveur

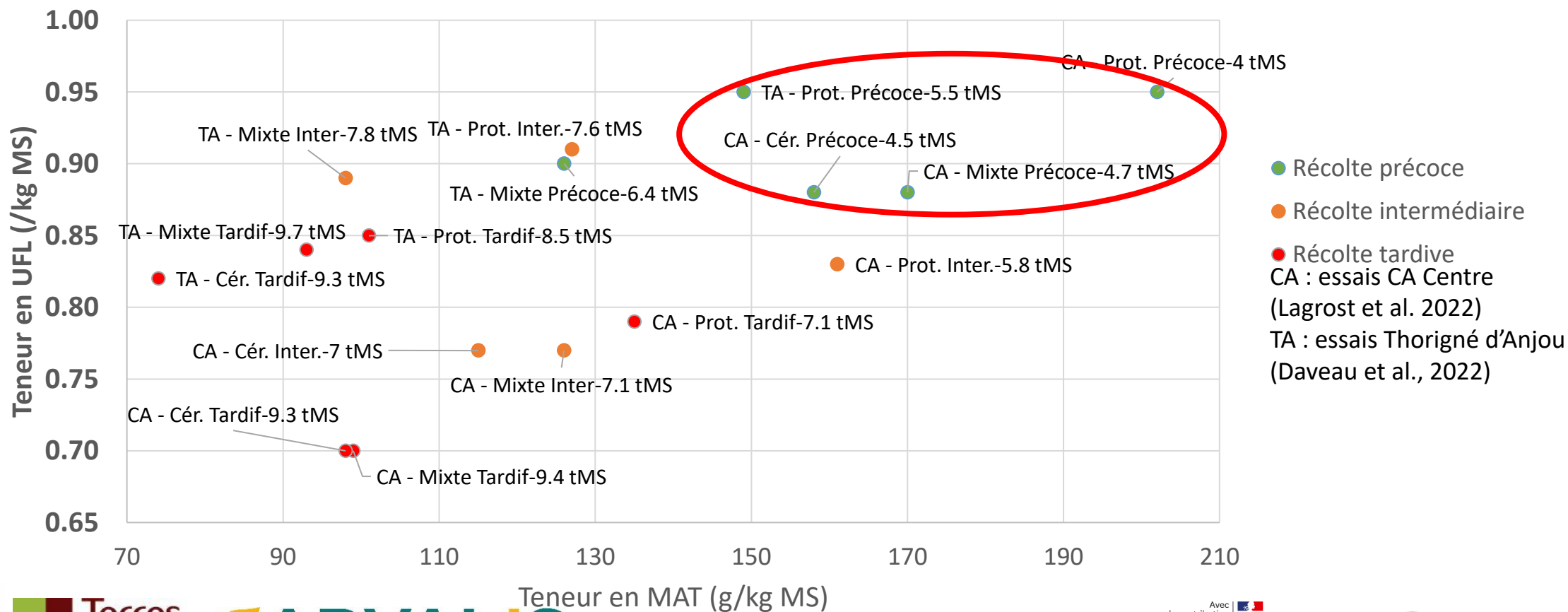
- Avant tout une histoire de stade de récolte, mais aussi de composition botanique !



CA : essais CA Centre (Lagrost et al. 2022)
TA : essais Thorigné d'Anjou (Daveau et al., 2022)

Une qualité variable mais « pilotable » par l'éleveur

- Avant tout une histoire de stade de récolte, mais aussi de composition botanique !
 - Pour les animaux à forts besoins : viser une récolte précoce (et un % protéagineux significatif)



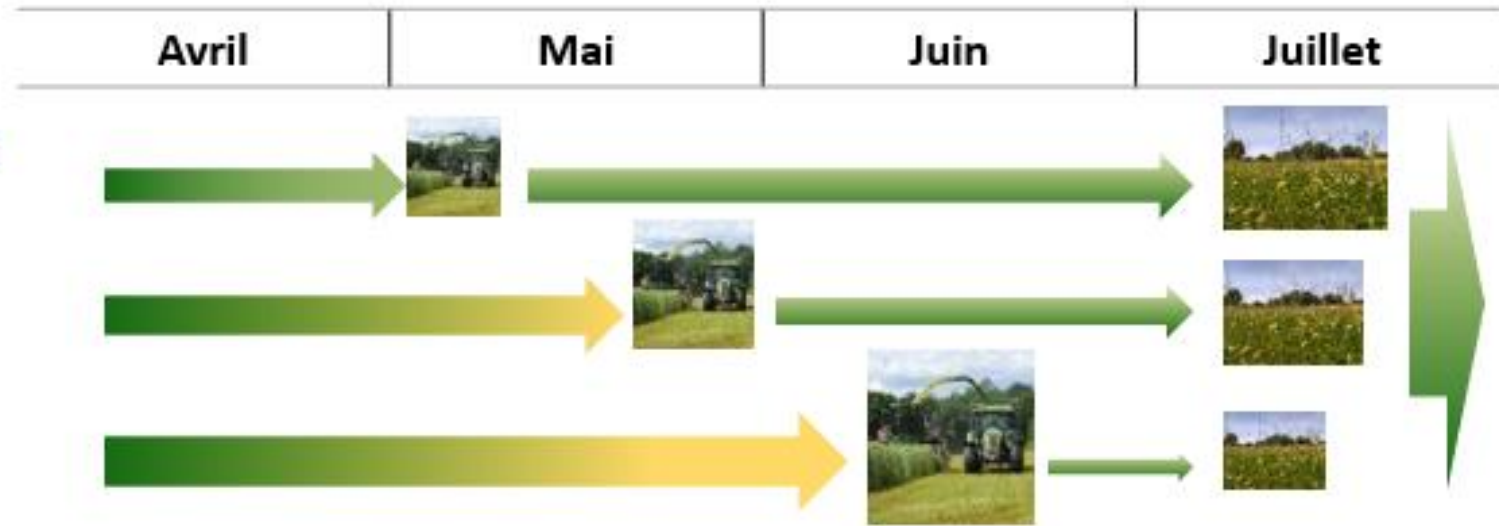
- Récolte précoce
- Récolte intermédiaire
- Récolte tardive
- CA : essais CA Centre (Lagrost et al. 2022)
- TA : essais Thorigné d'Anjou (Daveau et al., 2022)

Essais Thorigné d'Anjou (AB)

3 types de mélanges (* g/m²)

Prot.	Mixte
40* avoine	125 triticale
15 pois f.	15 pois f.
40 pois prot.	15 vesce
15 vesce	20 fev
20 fev	
Cér. (témoin)	
250 triticale	
15 pois f.	
15 vesce	

3 stades de récolte flor. des prot. – flor. des cér. – laiteux/pat. du grain



7 modalités



	Variété	Semencier	PMG (g)	Dominante céréales		Mixte		Dominante protéagineux	
				kg/ha	graines / m ²	kg/ha	graines / m ²	kg/ha	graines / m ²
TRITICALE	KWS FIDO /ANAGRAM	ACTISEM	39,5	50	127	30	76		
AVOINE	TIMOKO	MOMONT	37	25	68	15	41	15	41
POIS FOURRAGER	ASSAS	Agri obtentions	174	30	17	50	29	60	34
VESCE COMMUNE	RUBIS	Jouffray drillaud	60	20	33	20	33	20	33
FEVEROLE	DIVA	Agri obtentions	480			50	10	60	13
				125	245	165	189	155	121

Essai à 3 blocs répété dans 3 départements: 18, 36 et 45

Apport de 50 N d'azote soufré à 200 °C

	Dominante céréales	Mixte	Dominante protéagineux
% protéagineux	20 %	39 %	66 %
% céréales	80 %	61 %	34 %

Particularités des méteils riches en protéagineux en récolte précoce

- **Suivis en ferme de méteils céréaliers riches en protéagineux (MCPI+) en dérobées – récolte précoce avant fin mai** (CA Normandie 2013 – 2017 (n=55), CA Mayenne (n=6) et Arvalis-Institut du végétal (n=3) Fourpro/4Ageprod 2015-2016)
 - Féverole, pois, vesce et (trèfles) - Triticale, avoine, orge
 - Forte proportion de protéagineux (légumineuses) à la récolte : 67 % de la MS en moyenne (32 à 100%)
 - %MS très faible sur pied = 13.6 % (n=30, CA Normandie, mesures faites entre fin avril et fin mai)
- Une teneur en MS d'autant plus faible que le % de protéagineux est élevé et que le stade de récolte est précoce (Maxin et al., 2017)
- Avant fin mai, ce n'est pas l'accumulation d'amidon qui peut permettre d'élever la teneur en MS



=> Nécessité d'un préfanage au champ

Particularités des méteils riches en protéagineux en récolte précoce

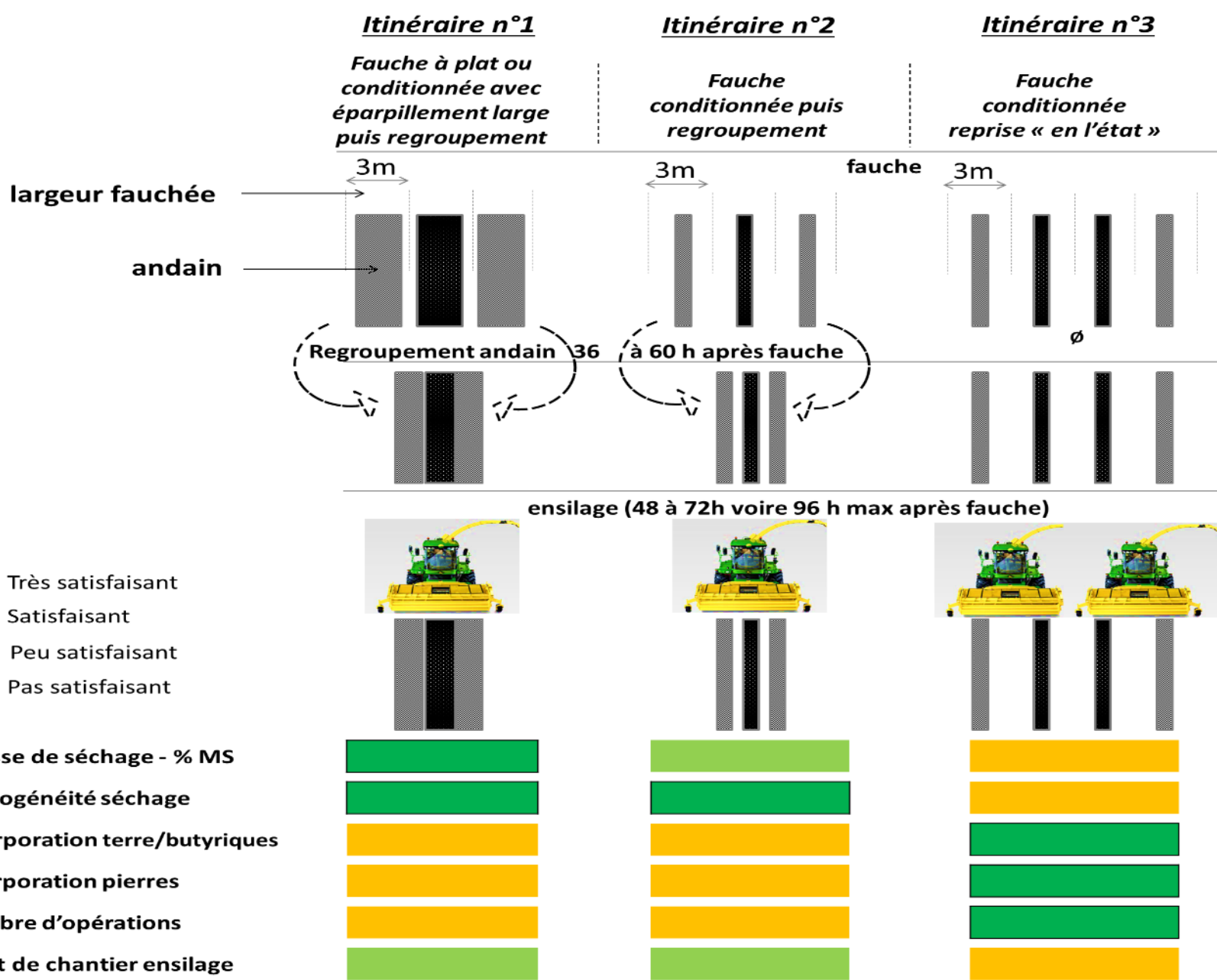
- **La morphologie des espèces et la structure du couvert freinent le séchage**
 - **Fort ratio tige/feuilles et tige de gros diamètre riche en eau (Féverole > Pois > Vesces)**
⇒ Évacuation d'eau lente
 - **Un couvert dense qui maintient un microclimat humide**
⇒ Piège l'eau libre (rosée, pluie)
 - **Des andains qui s'affaissent sur eux-mêmes**
⇒ ↘ la circulation d'air dans les andains
 - **Des chaumes « clairsemés » qui soutiennent peu les andains**
=> ↘ la circulation d'air sous les andains, reprise plus délicate et ↗ risque contamination (terre)



- **Conduite de la récolte des MCPI+**

- **Coupe directe et groupage d'andains dès la fauche**
⇒ Inadaptés au regard du faible %MS sur pied
- **Points de vigilance sur le type de faucheuse et les réglages**
⇒ Pertes mécaniques / bourrage / rouler sur le fourrage
- **Fauche : 8-10 cm de haut**
⇒ Andains posés sur les chaumes, + faciles à reprendre
- **Fanage inapproprié (terre, pertes de feuilles, casse)**
- **Si andainage : à faire 12 à 24 h avant l'ensilage**





-  Très satisfaisant
-  Satisfaisant
-  Peu satisfaisant
-  Pas satisfaisant

Vitesse de séchage - % MS

Homogénéité séchage

Incorporation terre/butyriques

incorporation pierres

Nombre d'opérations

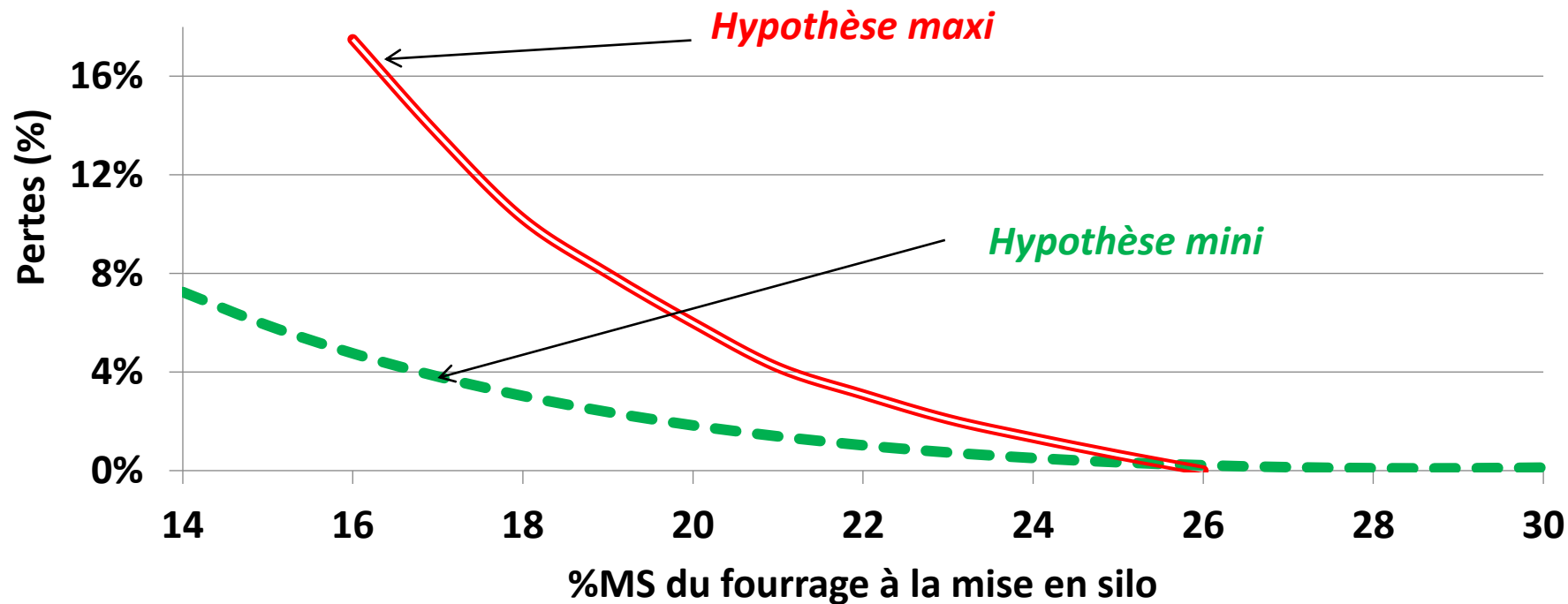
Débit de chantier ensilage

- **Sur le terrain, le 1er risque est l'écoulement de jus**
 - **Dans les suivis, 2/3 des MCPI+ avec une teneur en MS inférieure à 30 %** (*n= 62, MS sortie silo non corrigée des pertes à l'étuvage*)
 - **Les jus contiennent 3 à 12 % MS¹** (*Rotz et Muck, 1994 ; ITEB, 1991 ; Leidmann et al., 1995 ; Savoie et al., 2002*)
 - **Composition de la MS des jus¹** (*Leidmann et al., 1995, Savoie et al., 2002*)
 - ✓ **Sucres solubles : 5 à 17 %**
 - ✓ **Azote : 2 à 7 % (<-> 13 à 46 % de protéines)**
 - ✓ **Acides organiques**



1 : données obtenues sur maïs, fléole, luzerne, trèfle, choux, graminées

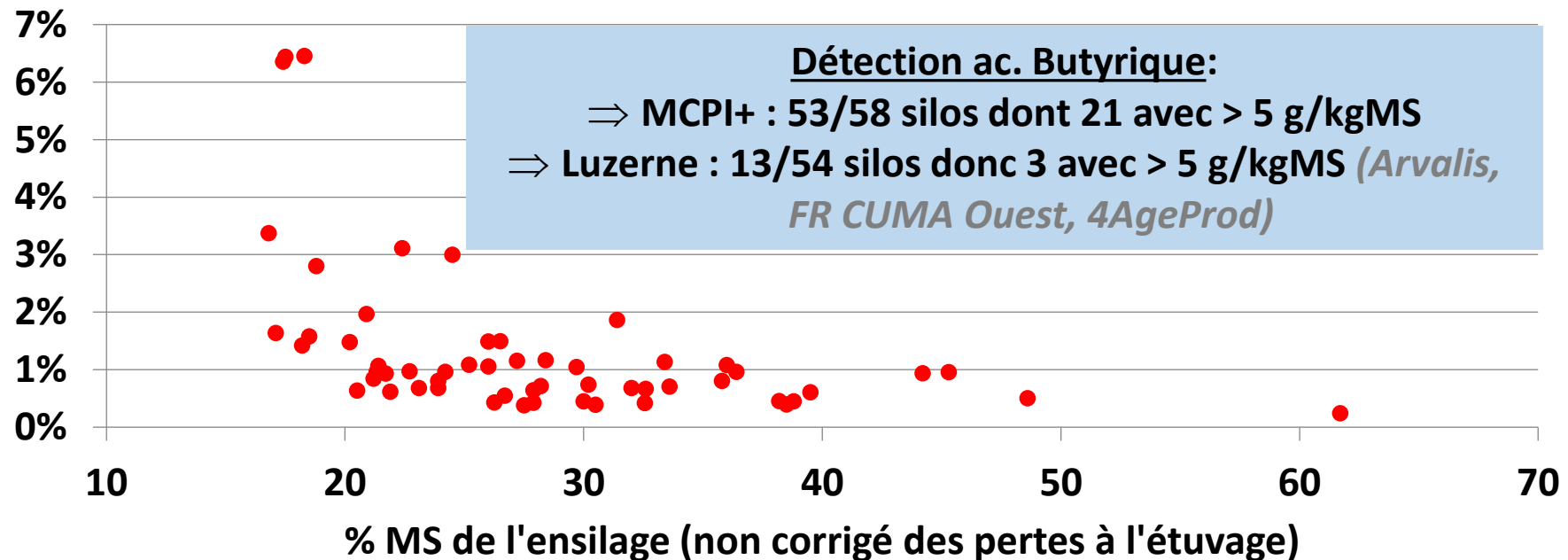
- Sur le terrain, le 1er risque est l'écoulement de jus
 - Pertes de MS par jus lors de la conservation par ensilage en fonction de la teneur en MS du fourrage à la mise en silo



Bastiman et Altman (1985) cité
par Amyot et al., 2002
CEMAGREF, cité par ITEB, 1991

• Les processus fermentaires

- Les situations les plus humides sont les plus à risques
- Estimations des pertes de matière organique (%) dues aux fermentations acétique et butyrique lors de l'ensilage des MCPI+ (d'après *Rooke et Hatfield, 2003*) = **pertes minimales**



• Les processus fermentaires

- Les bactéries lactiques homofermentaires (1 gluc → 2 ac. lact) avec ou sans enzymes (fibres → sucres simples)

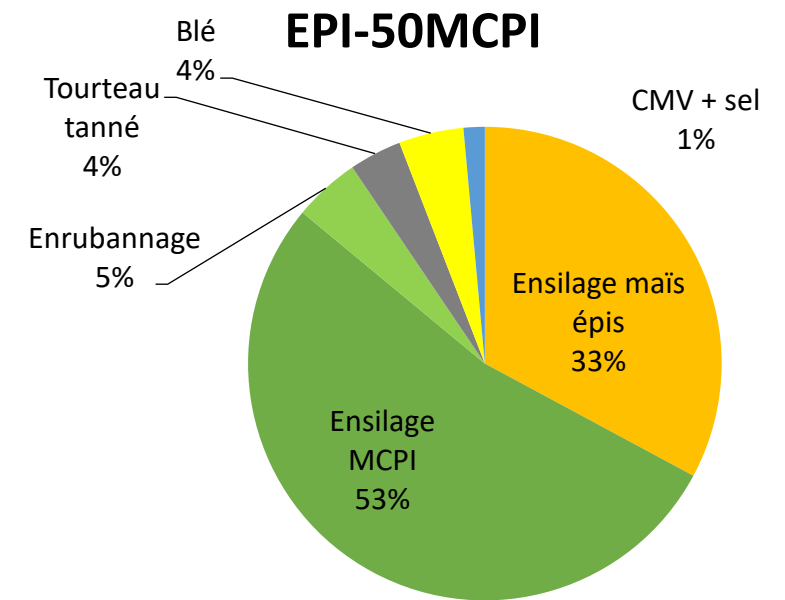
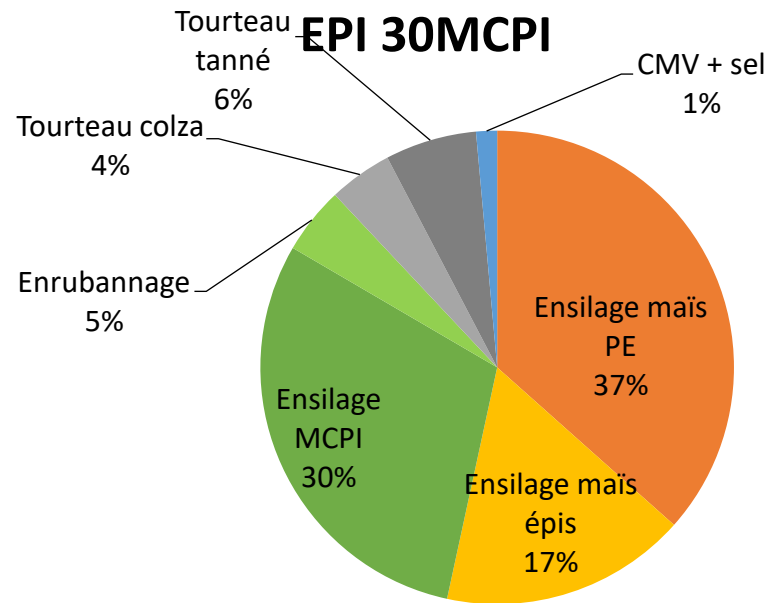
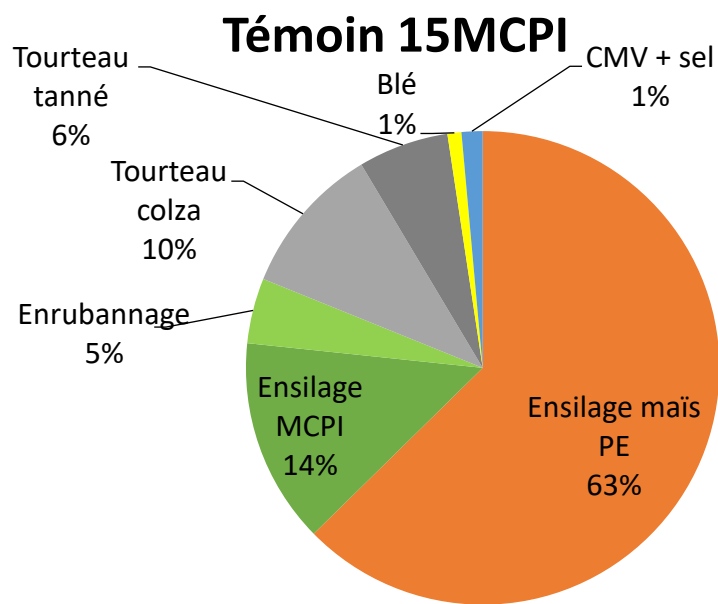
⇒ Chute de pH rapide : inhibition des enzymes et entérobactéries /clostridies mais nécessite de disposer de substrats sucrés

Effets de l'inoculation sur la conservation par rapport au témoin sans additif

<u>Source</u>	<u>Espèce</u>	<u>Mode</u>	pH	NH3-N - protéolyse	Ac. Lact.	ac. Acétiq	Ac. Butyriq	Perte MS	
Fraser et al. (2001)	Pois four.	direct	s	s	s	s	s		s positif significatif
Fraser et al. (2001)	Féverole	préfané	s	s	s	s	ns		ns positif non significatif
Tyrolova, et Vyborna (2011)	Pois prot.	direct	ns	ns	ns	ns	ns		ns variable non significatif
Tyrolova, et Vyborna (2011)	Pois prot.	préfané	ns	ns	s	ns	ns		ns négatif non significatif
Borreani et al. (2006)	Pois prot.		s	s	s	s	ns		s négatif significatif

Valoriser les MCPI dans les rations de vaches laitières

- 2 essais sur 120 vaches laitières Prim'Holstein en milieu de lactation menés sur la station expérimentale de la Jaillière (44)
- 3 modalités de rations : 15, 30, 50% de MCPI
 - Essai 2022 : 4,2 tMS/ha, 42,7 % MS, 0,87 UFL, 19,5 % MAT
 - Essai 2023 : 4,4 tMS/ha, 31,7 % MS, 0,83 UFL, 18,6 % MAT



Rations moyennes essais 2022 et 2023

Valoriser les MCPI dans les rations de vaches laitières

- Des résultats zootechniques proches entre les régimes

	ESSAI 2022		
	TEMOIN	EPI-30MCPI	EPI-50MCPI
Ingestion (kg MS/j)	25,0	NS	-1,1
Lait brut (kg/j)	33,0	NS	-3,3
TP (g/kg)	33,6	NS	NS
TB (g/kg)	43,2	NS	+2,8
Matières utiles (g/j)	2498	NS	-172
GMQ (g/j)	178	NS	NS

NS : non significatif / effet significatif favorable / effet significatif défavorable

Valoriser les MCPI dans les rations de vaches laitières

- Des résultats zootechniques proches entre les régimes

	ESSAI 2022			ESSAI 2023		
	TEMOIN	EPI-30MCPI	EPI-50MCPI	TEMOIN	EPI-30MCPI	EPI-50MCPI
Ingestion (kg MS/j)	25,0	NS	-1,1	23,1	NS	NS
Lait brut (kg/j)	33,0	NS	-3,3	27,8	NS	NS
TP (g/kg)	33,6	NS	NS	33,1	NS	NS
TB (g/kg)	43,2	NS	+2,8	48,5	NS	NS
Matières utiles (g/j)	2498	NS	-172	2246	NS	NS
GMQ (g/j)	178	NS	NS	264	NS	NS

NS : non significatif / effet significatif favorable / effet significatif défavorable

Valoriser les MCPI dans les rations de vaches laitières

- Un optimum économique sur le régime à 30% de MCPI (?)

	ESSAI 2022		
	TEMOIN	EPI-30MCPI	EPI-50MCPI
Coût alimentaire (€/VL/j)	4,73	-0,13	-0,43
Coût alimentaire (€/1000L)	145	-5	=
Marge sur coût alimentaire (€/VL/j)	7,30	+0,13	-0,50
Marge sur coût alimentaire (€/1000L)	223	+4	+6

NS : non significatif / effet favorable / effet défavorable

Coûts moyennés sur 5 ans (2018-2023) : maïs ensilage (118 €/tMS), maïs épi (189 €/tMS), MCPI (138 €/tMS), blé aplati (246 €/t), tourteau colza (342 €/t), aliment tanné (464 €/t)

Valoriser les MCPI dans les rations de vaches laitières

- Un optimum économique sur le régime à 30% de MCPI (?)

	ESSAI 2022			ESSAI 2023		
	TEMOIN	EPI-30MCPI	EPI-50MCPI	TEMOIN	EPI-30MCPI	EPI-50MCPI
Coût alimentaire (€/VL/j)	4,73	-0,13	-0,43	4,08	+0,01	+0,11
Coût alimentaire (€/1000L)	145	-5	=	148	=	+4
Marge sur coût alimentaire (€/VL/j)	7,30	+0,13	-0,50	6,29	-0,02	-0,12
Marge sur coût alimentaire (€/1000L)	223	+4	+6	228	=	-4

NS : non significatif / effet favorable / effet défavorable

Coûts moyennés sur 5 ans (2018-2023) : maïs ensilage (118 €/tMS), maïs épi (189 €/tMS), MCPI (138 €/tMS), blé aplati (246 €/t), tourteau colza (342 €/t), aliment tanné (464 €/t)

Valoriser les MCPI dans les rations de bovins allaitants

Stratégie « rendement » du MCPI (riche en céréales et une récolte tardive)

- Utilisation privilégiée pour les animaux à l'entretien ou les vaches suitées l'hiver
- Utilisation possible en engraissement :
 - Remplacement de la paille dans les rations sèches
 - Faible économie de concentrés selon la qualité
 - Limitation de l'incorporation de 10-15% (récolte tardive) à 20-25% (récolte intermédiaire) de la MS dans les rations sèches
 - Peu d'intérêt dans les rations à base de maïs ensilage (ou faible quantité en substitution de la paille)

Stratégie « qualité » du MCPI (riche en protéagineux et récolte précoce)

- Utilisation privilégiée pour l'engraissement → essais Cap Protéines

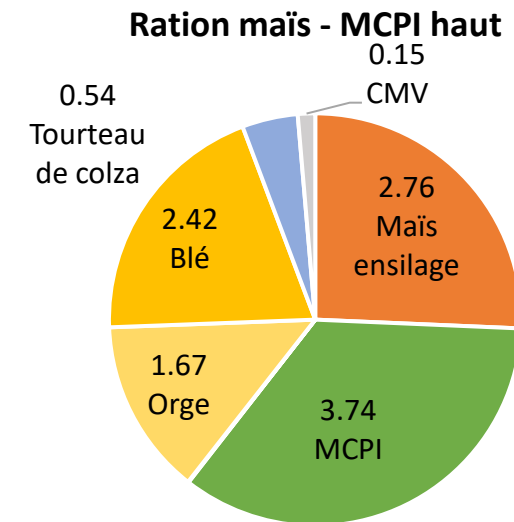
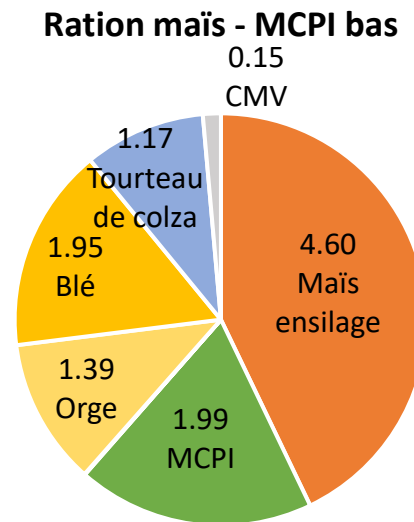
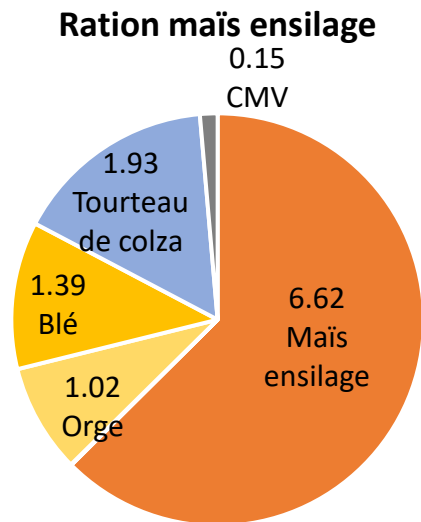
Valoriser les MCPI dans les rations de jeunes bovins

- 2 essais sur 222 jeunes bovins Charolais menés sur les fermes expérimentales des Bordes et de Saint Hilaire en Woëvre
- 6 modalités de rations :
 - Base maïs ensilage ou céréales
 - 3 niveaux d'incorporation du MCPI (absence, bas, haut)

Caractéristiques MCPI	Les Bordes	Saint Hilaire en Woëvre
Composition botanique	Triticale, avoine, pois fourrager, vesces et féverole	Triticale, vesce et pois fourrager
Date de récolte	29/04/2022	10/05/2022
Teneur en MS	25,3 %	29,8 %
Valeur alimentaire	0,73 UFV/kgMS – 19 % MAT	0,70 UFV/kgMS – 19 % MAT

Valoriser les MCPI dans les rations de jeunes bovins

- Dans une ration à base de maïs ensilage
 - Réduction de la consommation de maïs de 500 à 900 kg MS par JB
 - Réduction de la consommation de tourteau de colza de 190 à 330 kg par JB
 - Augmentation de la consommation de céréales de 190 à 420 kg par JB

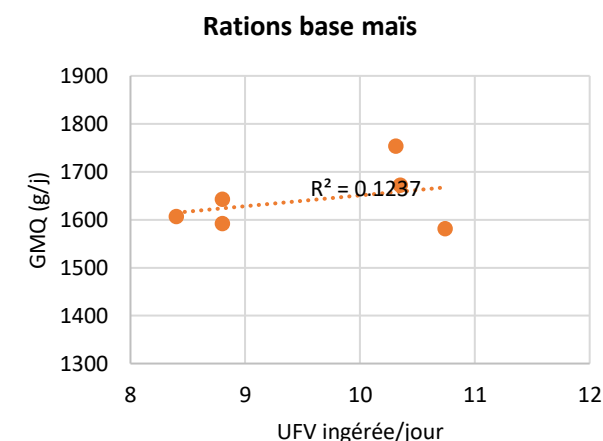


*Rations journalières moyennes durant la phase de production
(fourrages exprimés en kgMS/JB/j ; concentrés exprimés en kg brut/JB/j)*

Valoriser les MCPI dans les rations de jeunes bovins

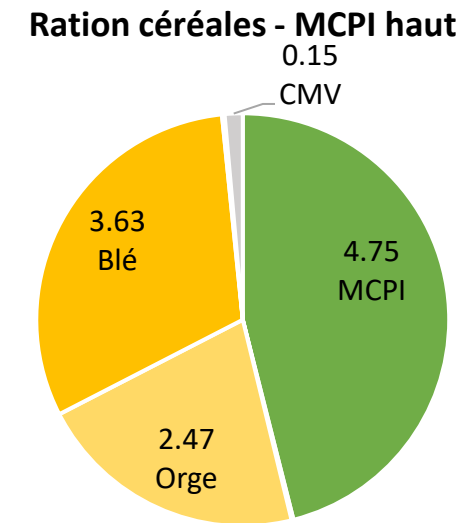
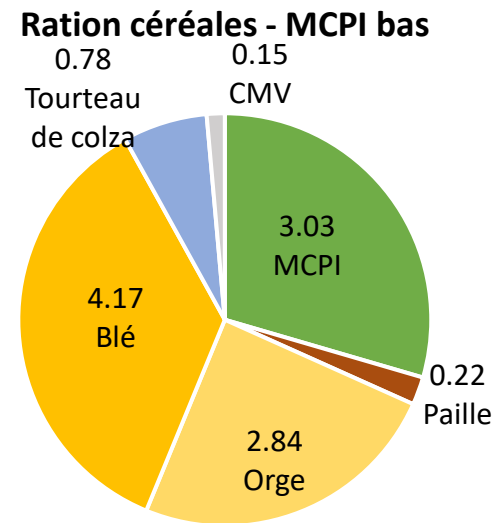
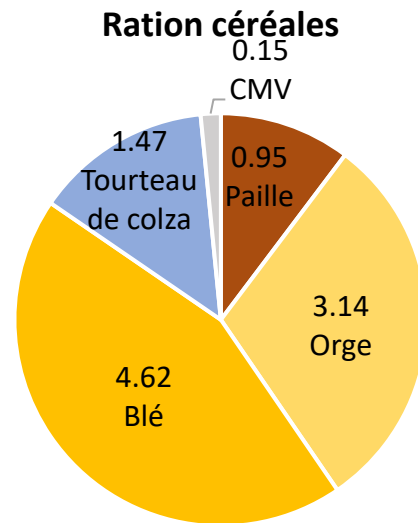
- Dans une ration à base de maïs ensilage

	Maïs	Maïs - MCPI bas	Maïs - MCPI haut	Proba
Poids début engraissement (kg)	373	374	373	NS
Poids fin de transition alim. (kg)	428b	432b	433b	**
Poids à l'abattage (kg)	741	741	730	t
GMQ production (g/j)	1534ab	1592ab	1467a	**
Durée (jours)	241	231	244	/
Poids carcasse froid (kg)	434	439	435	NS
Rendement (%)	58.5	59.2	59.6	t



Valoriser les MCPI dans les rations de jeunes bovins

- **Dans une ration à base de céréales :**
 - Suppression de paille
 - Réduction de la consommation de céréales de 240 à 380 kg par JB
 - Réduction de la consommation de tourteau de colza de 170 à 350 kg par JB

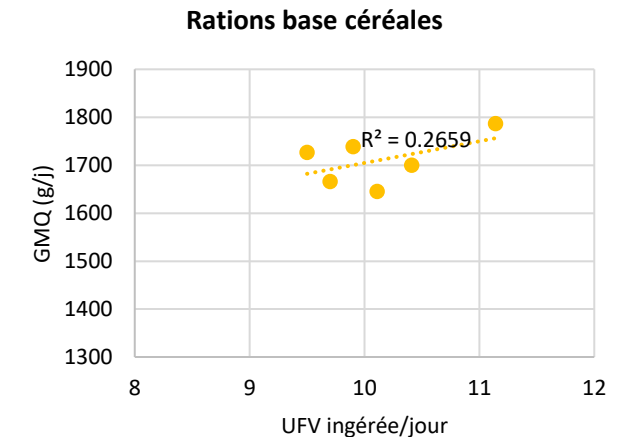


*Rations journalières moyennes durant la phase de production
(fourrages exprimés en kgMS/JB/j ; concentrés exprimés en kg brut/JB/j)*

Valoriser les MCPI dans les rations de jeunes bovins

- Dans une ration à base de céréales

	Céréales	Céréales - MCPI bas	Céréales - MCPI haut	Proba
Poids début engraissement (kg)	373	373	373	NS
Poids fin de transition alim. (kg)	416a	433b	423ab	**
Poids à l'abattage (kg)	736	744	727	t
GMQ production (g/j)	1518ab	1611b	1462a	**
Durée (jours)	242	233	246	/
Poids carcasse froid (kg)	439	443	434	NS
Rendement (%)	59.5	59.5	59.8	t



Quel impact économique ?

Hypothèses de coûts 2022-23

Ensilage de maïs (€/tMS)	134
Ensilage de MCPI (€/tMS)	156
Paille (€/tbrute)	80
Blé (€/tbrute) + 15 € broyage	298
Orge (€/tbrute)	280
Tourteau de colza (€/tbrute)	414
CMV (€/tbrute)	450
Broutard (€/kg vif)	3.48
Jeunes Bovins gras (€/kg carc.)	5.33

	Maïs	Maïs - MCPI bas	Maïs - MCPI haut	Céréales	Céréales - MCPI bas	Céréales - MCPI haut
Coût ration journalier (€/JB/j)	2.47	2.44	2.41	3.06	2.91	2.58
Coût ration (€/JB)	594	564	588	740	679	634
Marge/coût alim. (€/JB)	422	476	434	303	386	383

• De la récolte au silo

- Les MCPI récoltés précocement présentent une valeur nutritive en vert intéressante
- La réussite de leur conservation (quantité/qualité) par ensilage nécessite l'atteinte d'une teneur en MS minimale de 28 %, mais préférentiellement 30 à 35 %
 - ⇒ Préfanage au champ durant 48 à 72 h de beau temps
 - ⇒ Limiter l'incorporation de terre durant l'ITK de récolte
- Les conservateurs acides ou biologiques (bactéries lactiques homofermentaires) sur MCPI+ suffisamment préfanés peuvent apporter une aide technique

• A l'auge

- Une bonne valorisation des MCPI précoce par les animaux à forts besoins
 - En intégrant jusqu'à 1/3 de la ration
 - Attention à l'équilibre PDIN/PDIE et l'équilibre protéines/énergie



Guide AFPF, <https://afpf-asso.fr/guide-technique-meteils>