



Les fourrages conservés riches en protéines : une ressource d'intérêt pour améliorer l'autonomie des élevages de bovins lait et viande

DEROCHE Bertrand



CHAUVEAU Hugues



21 mars 2023

Bovins lait : un niveau d'autonomie protéique très variable selon les systèmes



- Lien fort entre le niveau d'autonomie protéique et la part de maïs ensilage dans la ration

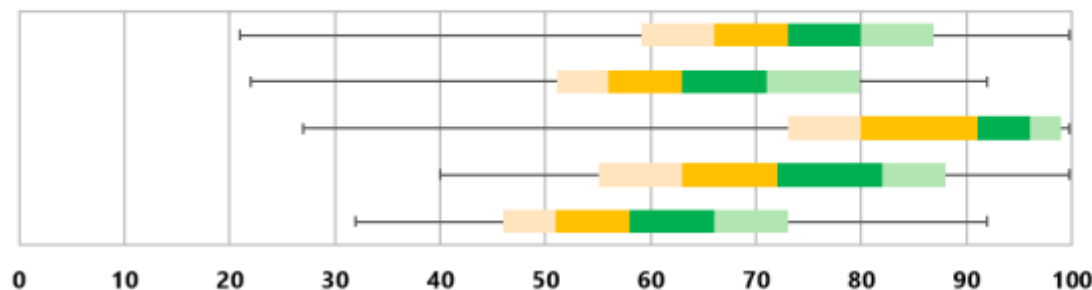
Part de maïs ensilage dans la ration fourragère annuelle (en %MS)	0%	<15%	15-50%	50-85%	>85%
Nombre d'exploitations	2338	835	2229	6168	187
Production laitière (kg/vache/jour)	22	22	23	26	28
Autonomie massique (en % de la MS)	83	84	85	84	82
Autonomie protéique (en % sur la base MAT)	70	70	66	57	46

Adapté de Lefer et al., 2022

- Et une variabilité importante par système de production

BOVINS LAIT

(449 élevages – campagnes 2018 à 2020)



Moy. **N**

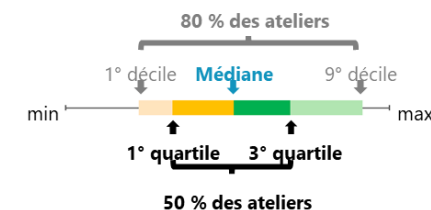
72,7 312

63,8 132

86,9 175

71,8 345

58,8 384

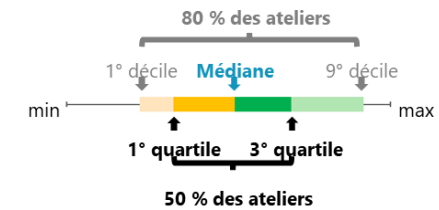
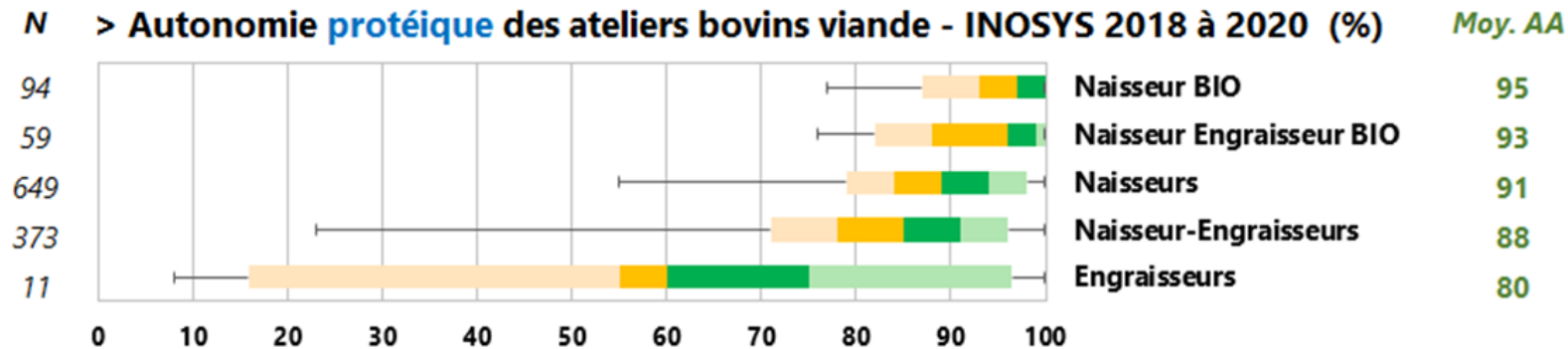


Idele, Réseaux d'élevages Inosys, 2018-2020

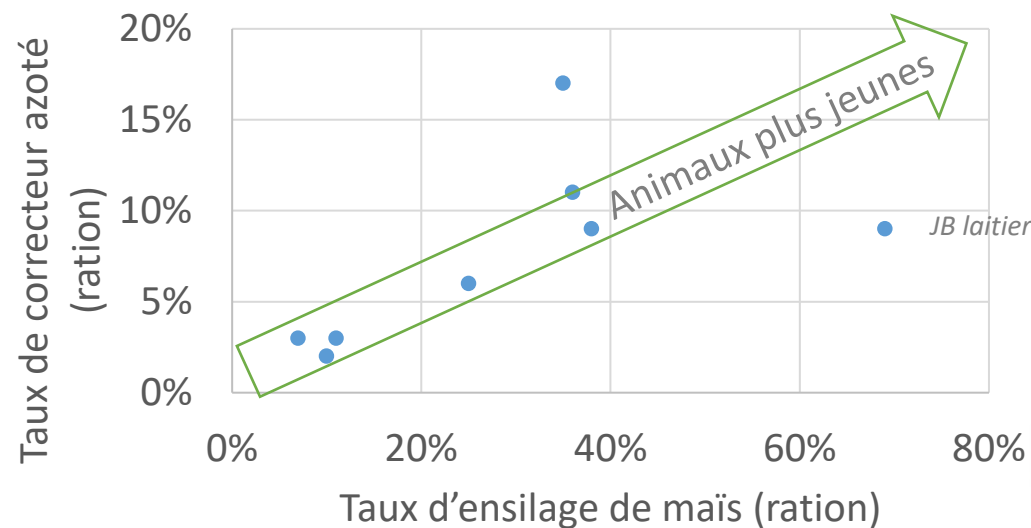
Bovins viande : l'essentiel de la dépendance concentrée chez les animaux à l'engraissement



Par système :



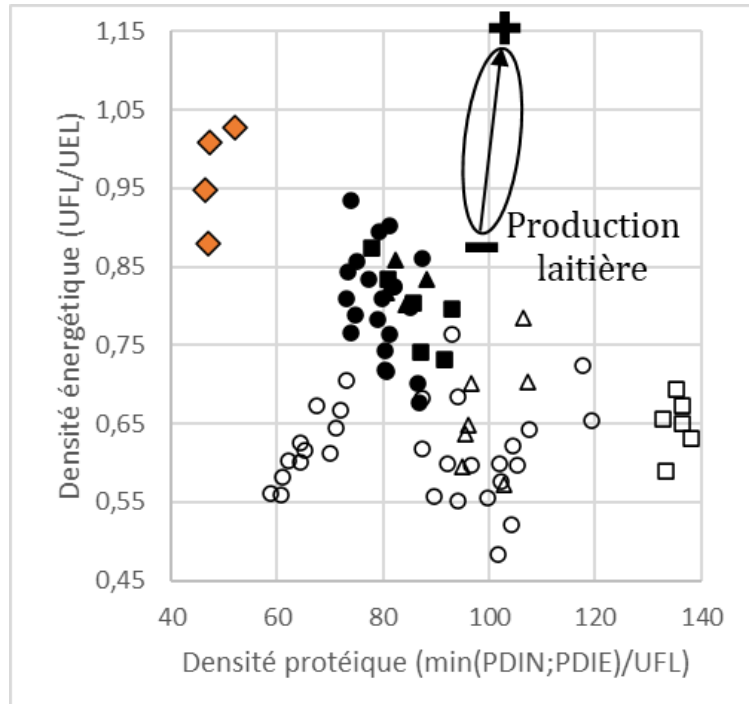
En finition :



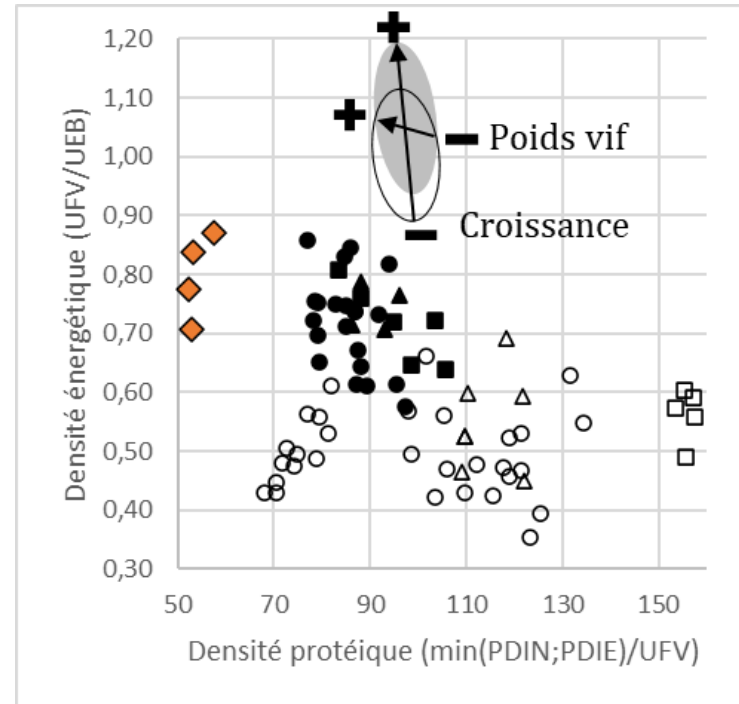
Douhay et Brouard, 2021



Valoriser des fourrages riches en protéines dans les rations à l'auge



Besoins : VL produisant 25 à 45 kg de lait/j



Besoins : taurillon de 500 kg pour un GMQ de 1200 à 1800 g/j

- Ensilage Graminée fourragère
- Foin Graminée fourragère
- Ensilage Légumineuse fourragère
- Foin Légumineuse fourragère
- ▲ Ensilage Prairie permanente
- △ Foin Prairie permanente
- ◆ Ensilage maïs

Adapté de INRA 2007

Evaluer l'effet des principaux leviers à disposition de l'éleveur sur la réponse zootechnique et l'autonomie protéique

Famille botanique

Stade de maturité

Taux d'incorporation

Mode de conservation

Journées de printemps 2023 - L'autonomie protéique des élevages

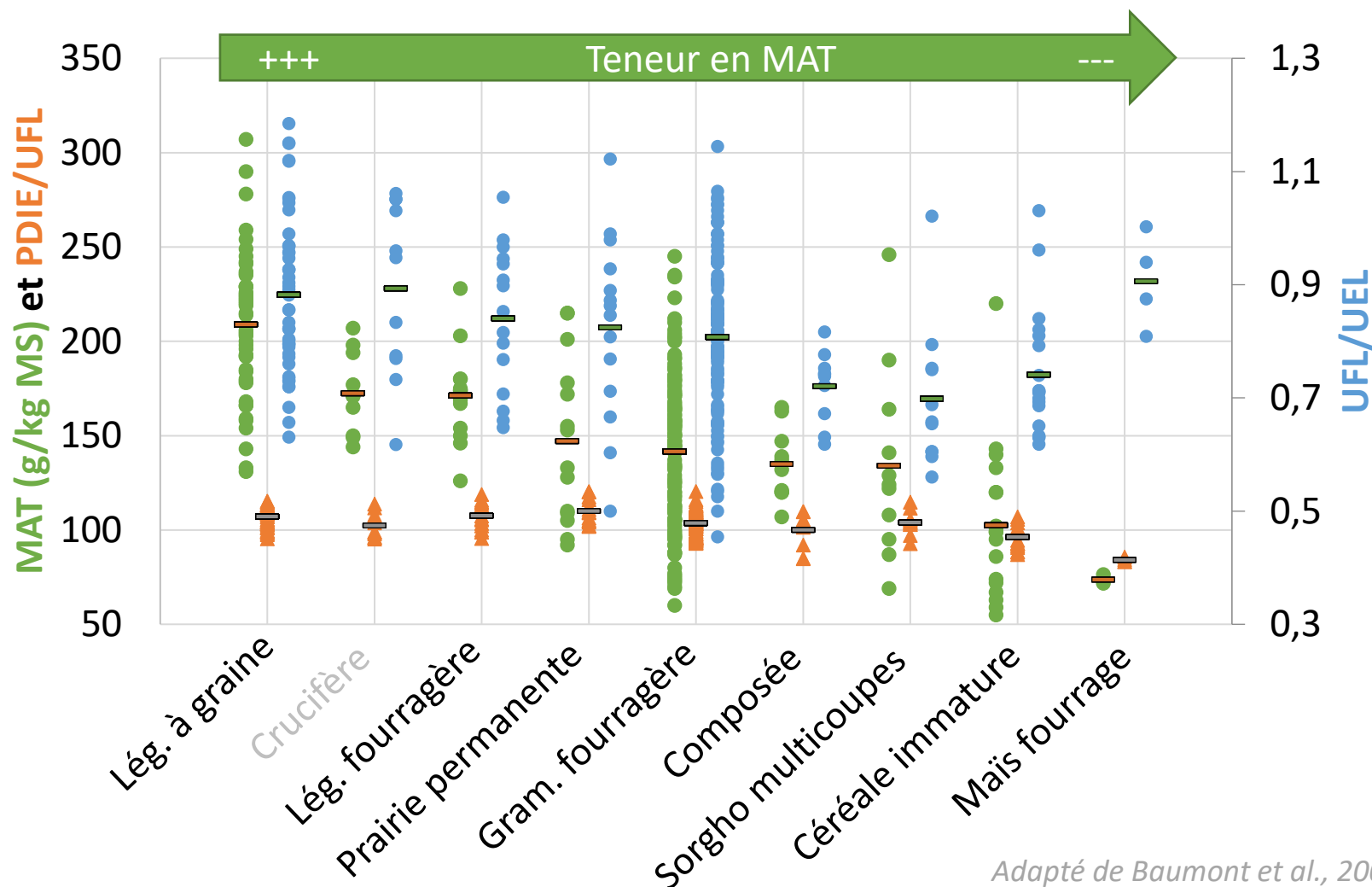
Famille botanique

Choix espèces fourragères :

- critères pédoclimatiques,
- système (pérennité, rotation...),
- utilisation et productivité
- valeur alimentaire (à relativiser avec l'effet du stade de maturité)

Valeur alimentaire potentielle élevée, variable selon les espèces et le stade de maturité

Valeur alimentaire selon la famille botanique (sur fourrage vert)



Adapté de Baumont et al., 2007

Encore faut-il préserver la qualité du fourrage du champ à la gueule de l'animal...

- Dès la fauche avec un outil, des réglages et une hauteur de coupe adaptés : e.g. *jusqu'à 10% de pertes (MS) avec une conditionneuse à fléaux sur luzerne (Uijtewaal et al., 2016)*
- Pour atteindre rapidement l'objectif de teneur en MS selon le mode de conservation pour limiter les pertes par respiration
- Raisonner les interventions de fanage/andainage (agressivité, heure d'intervention...) sur le fourrage pour réduire les pertes (/!\ légumineuses) tout en limitant l'incorporation de terre/pierres

...En passant par le processus d'ensilage pour les fourrages conservés humides

- Légumineuses fourragères : « en bas » de l'échelle d'ensilabilité à cause de leur fort pouvoir tampon et leur faible teneur en sucres solubles
- L'atteinte d'une teneur en MS minimum de l'ordre de 28-30% MS limite les pertes de MS par jus (*Bastiman et Altman, 1985*) contenant 2 à 7 % d'azote (*Leidmann et al., 1995, Savoie et al., 2002*) et les fermentations indésirables
- Le préfanage limite la protéolyse : ↗ teneur en N soluble de 10 pts → ↗ DT_6N de 5 pts soit -19 g PDIE/kg MS (*Férard et al., 2016*)
- Au désilage, une vitesse d'avancement élevée au silo : le conservateur de fourrages le plus efficace (*Muck, 2011*)
- Les additifs de conservation pour ↘ pertes et NH_3 (*Brocard 2015*), effets zootechniques neutres à positifs (*Oliveira et al, 2017*)

Des pertes de protéines à limiter au champ (interventions mécaniques) et au silo (jus, protéolyse) !

Ensilage de trèfle violet ou de luzerne pour les vaches laitières



- L'utilisation de l'ensilage de trèfle violet en remplacement d'une graminée :
 - ↗ ingestion de la ration et la production laitière (Dewhurst et al., 2003 ; Moorby et al., 2009)
 - ↗ la valorisation de la ration (Halmemies-Beauchet-Filleau et al., 2014 ; Vanhatalo et al., 2009)
 - ↘ l'efficacité de l'utilisation de l'azote pour la synthèse protéique.
- Effets comparables sont mis en avant avec l'ensilage de luzerne (Dewhurst et al., 2003 ; Hoffman et al., 1998).
- Ensilage de luzerne ou trèfle violet vs graminée pure (n= 16 comparaisons, Mulat et Yong, 2022) :
 - ↗ moyenne de l'ingestion et de la production laitière (+1,8 kg/j)
 - ↘ taux protéique (-0,6 g/kg)

Ensilage de trèfle violet ou de luzerne pour les bovins à l'engraissement



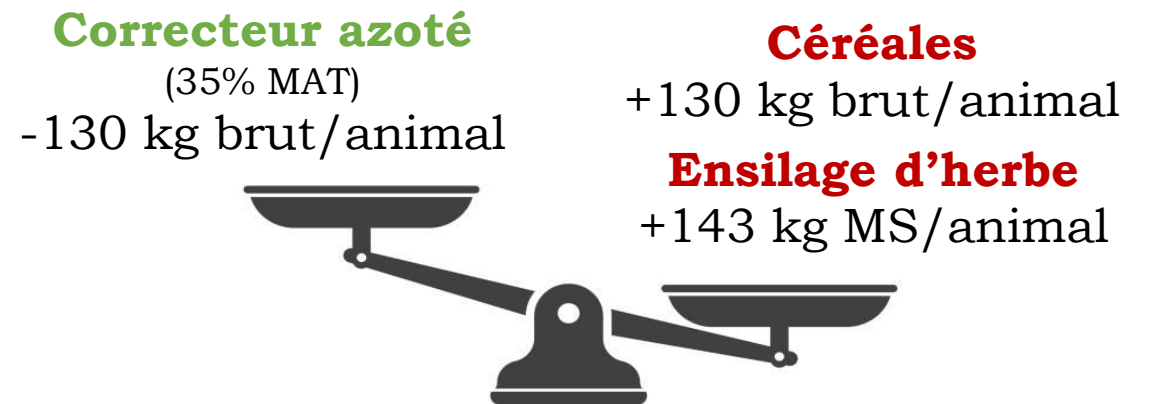
JB laitiers
ou bœufs

Raymond, 1982

L'utilisation d'une légumineuse en remplacement d'une graminée dans la ration améliore l'autonomie protéique, mais n'assure pas toujours de meilleures performances zootechniques et nécessite l'utilisation de céréales et fourrages supplémentaires

Écart au lot avec graminée	Luzerne	Trèfle violet
Traitements	8	6
Ingestion	+15%	+16%
Croissance	+8%	+32%
	(+80 g/j)	(+200 g/j)

Pour une ration iso croissance, le **remplacement total** d'ensilage de **graminée** (début épiaison) par un ensilage de **trèfle violet** (floraison) induit



Intérêts et limites de l'intégration des légumineuses fourragères

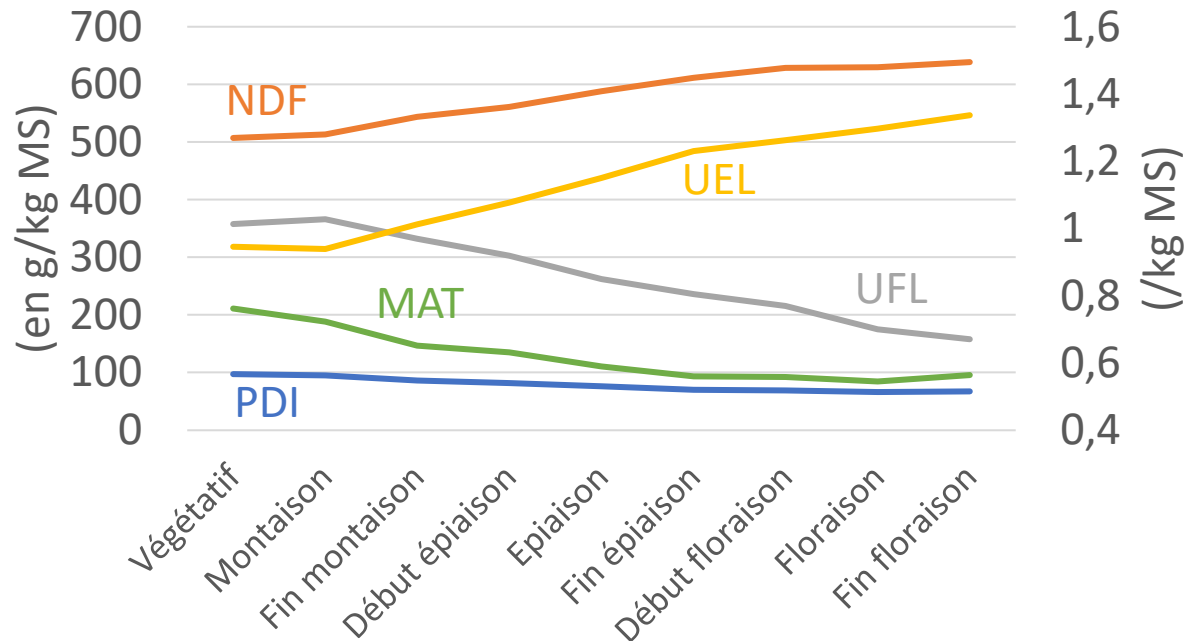
- En pur ou en mélange avec des graminées
- Une place à trouver dans l'assolement/rotation : en culture principale ou en dérobée...
- ↗ sécurisation du bilan fourrager : production plus étalée dans l'année, moins variable entre années, diversification des productions... *Lorgeou et al., 2007*
- Des difficultés à exister dans certaines associations avec des graminées « agressives » (eg : sorgho multicoupe culture d'été, RGI en dérobée d'automne) *Morand et al., 2023*
- ↘ fertilisation N à niveau de production équivalent *Louarn et al., 2016 ; Protin et al., 2014 ; Bossis et al., 2016*
- Une chaîne de récolte/conservation à soigner (notamment pour lég. pures) *Uijtewaal, 2016*
- ↗ stabilité de la valeur alimentaire avec l'avancée en maturité *Baumont et al., 2022*

Le stade de maturité : 1^{er} facteur de variation de la qualité des fourrages prairiaux

Une récolte précoce améliore la valeur alimentaire, mais détériore le rendement de façon non linéaire.

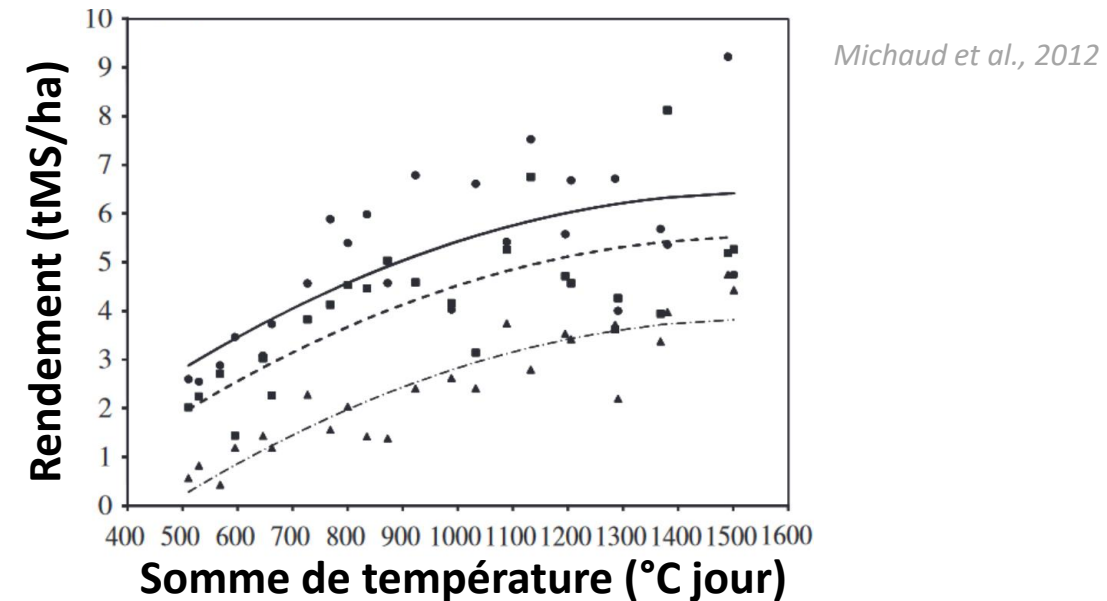
Graminées et prairies permanentes au 1^{er} cycle de végétation

Adapté de Baumont et al., 2018



Prairies permanentes au 1^{er} cycle de végétation

— Précoce fertile - - - Intermédiaire fertile - · - · Tardive peu fertile



Récolter **1 semaine plus tôt** économise - 0,9 à -1,7 kg brut/j et - 1,1 à -1,5 kg brut/j de concentrés

Keady et al., 2013

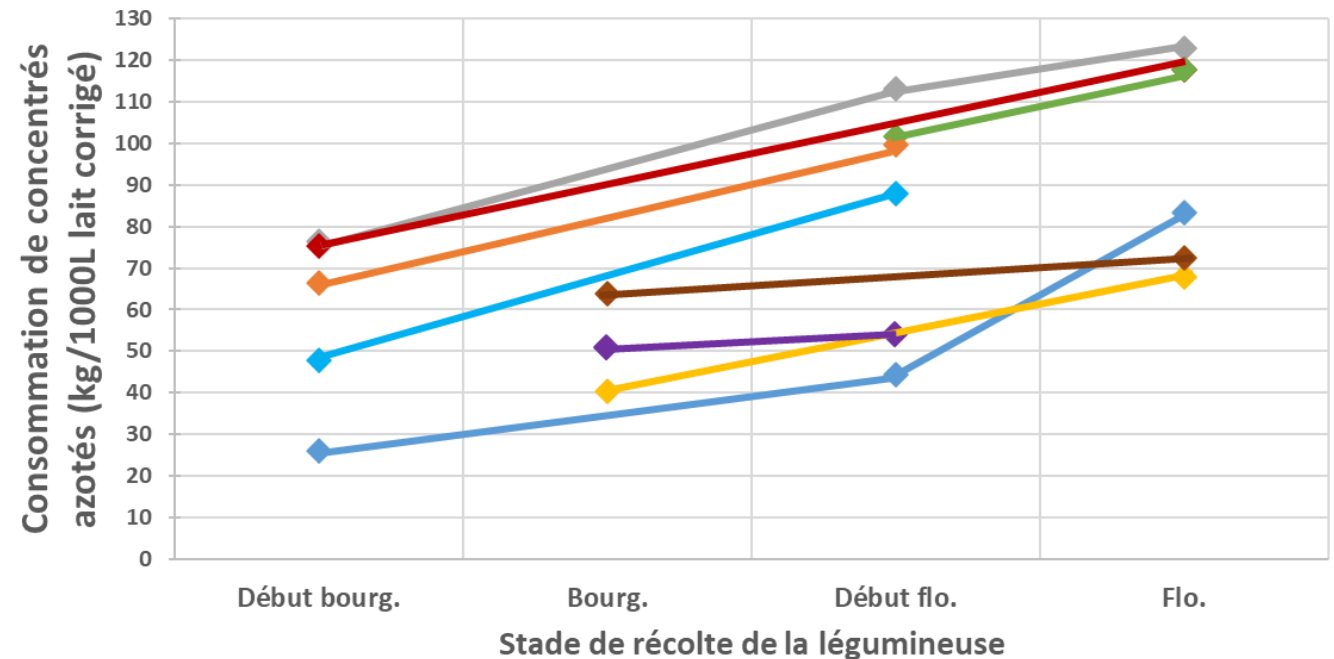


Effets du stade de maturité de l'herbe conservée sur les performances des VL



- Exemple de l'effet du stade de maturité du trèfle violet ensilé ou de la luzerne (ensilage ou foin) dans des rations légumineuses/concentrés
- 50 à 65% de légumineuses dans les rations (iso fourrage / concentré)

Entre une récolte début bourg. et début floraison :
-38 % de concentrés azotés *par litre de lait corrigé des taux*



◆ Nelson et Satter, 1990a ◆ Nelson et Satter, 1990b ◆ Nelson et Satter, 1990b ◆ Nelson et Satter, 1990b ◆ Nelson et Satter, 1992a
◆ Nelson et Satter, 1992a ◆ Nelson et Satter, 1992b ◆ Nelson et Satter, 1992b ◆ Vanhatalo et al., 2009

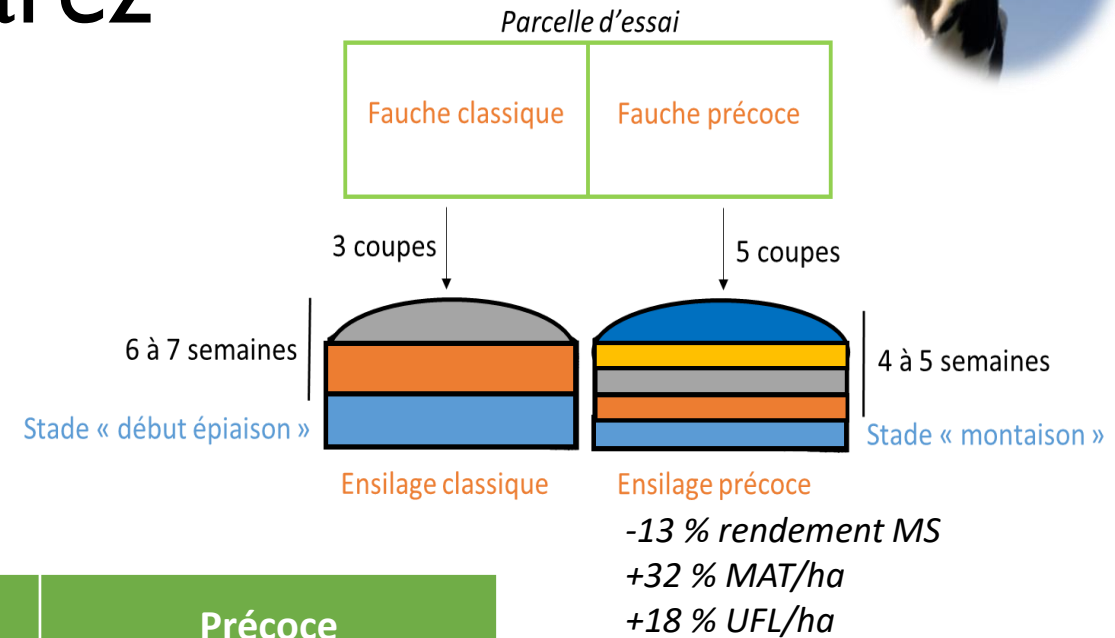
Stade de maturité : exemple de l'essai conduit 4 années sur la ferme de Trévarez



- 2 stratégies de récolte
 - Précoce ou classique
 - Prairie temp. : RGH-TV-TB
- 2 rations intégrant l'herbe ensilée
 - 60% maïs ens. / 40% herbe + 3,5 kg MS conc.

Coupes suivantes :
Temps de repousse

Décision 1^{ère} coupe :
Stade RGH



	Classique	Précoce
Ingestion (kg MS/j)	/	+ 1,7
Lait (kg)	25,7	+ 1,9
TB (g/kg)	45,8	=
TP (g/kg)	33,7	=

Enjeu sur les performances laitières mais faible économie de correcteur N ($\approx -4\%/l$ lait)

Brocard et al. (2019), Tranvoiz et Brocard (2020)

Effets du stade de maturité de l'herbe conservée sur les performances des JB

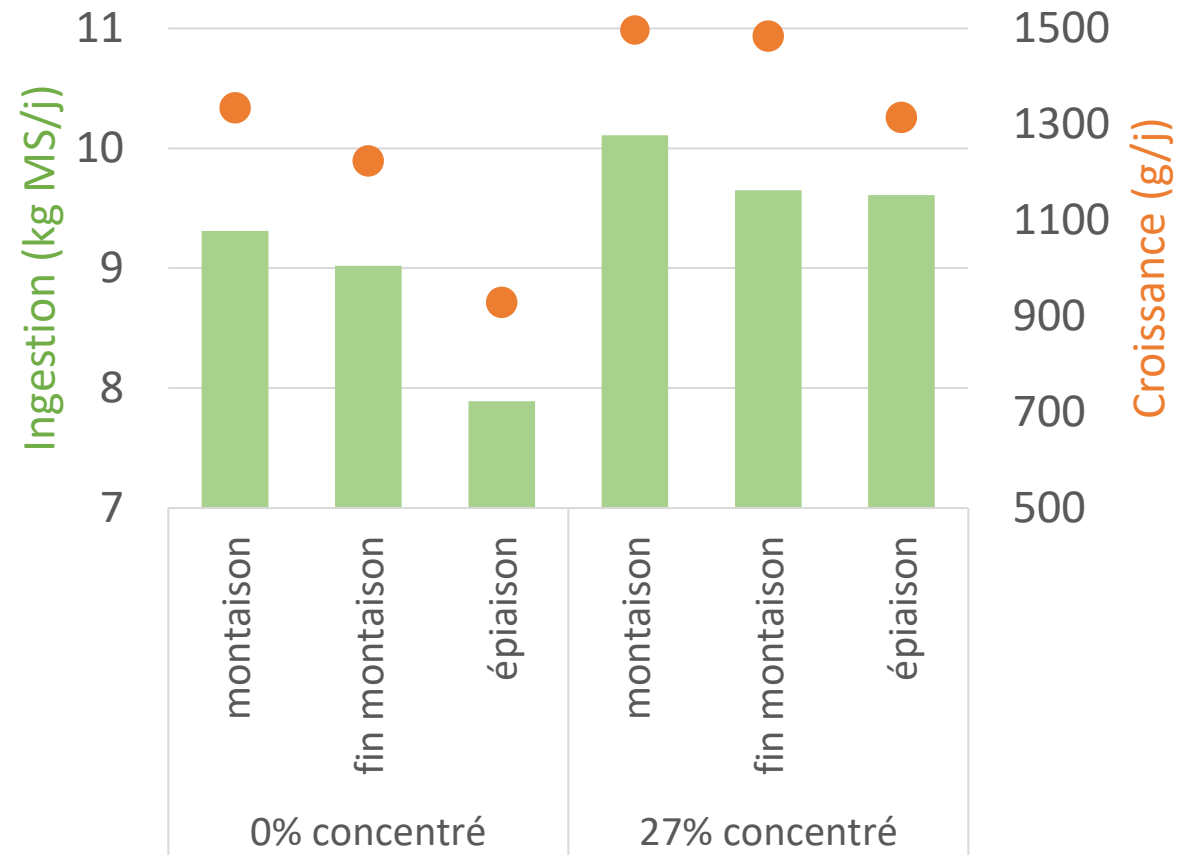


JB laitier

Pour une ration iso concentré,
une récolte précoce induit :

- ↗ ingestion ($p < 0,001$)
- ↗ croissance ($p < 0,001$)
- ↘ bilan alimentaire pour un même poids d'abattage (-70 kg brut de concentré dont 17 kg de correcteur N entre épiaison et montaison)

Moindre intérêt et efficacité du concentré avec un fourrage précoce



Randby et al., 2021

Avancer le stade de maturité de l'herbe : quelles répercussions à l'échelle du système ?

- ↗ temps de travail par hectare *Tranvoiz et Brocard, 2020*
- Productivité annuelle en MS par hectare = ou ↘
soit un besoin en surface fourragère = ou ↗ *Ergon et al., 2016 ; Brocard et al., 2019 ;
Tranvoiz et Brocard, 2020*
- ↗ coût du fourrage (€/tMS), intérêt économique dépendant du système et de la conjoncture économique
- Levier « facilement » applicable en élevage
- Utiliser un mode de conservation adapté aux conditions météorologiques

Pour des bovins à haut niveau de production, le **stade montaison** (~épi 15 cm) serait un **compromis** entre rendement (MS/ha), valeur alimentaire, besoin en surface et économie.

Adapté de Michaud et al., 2012 ; Douhay et Renon, 2019 ; Randby et al., 2021

Quel niveau d'incorporation des fourrages riches en protéines dans les rations de VL ?



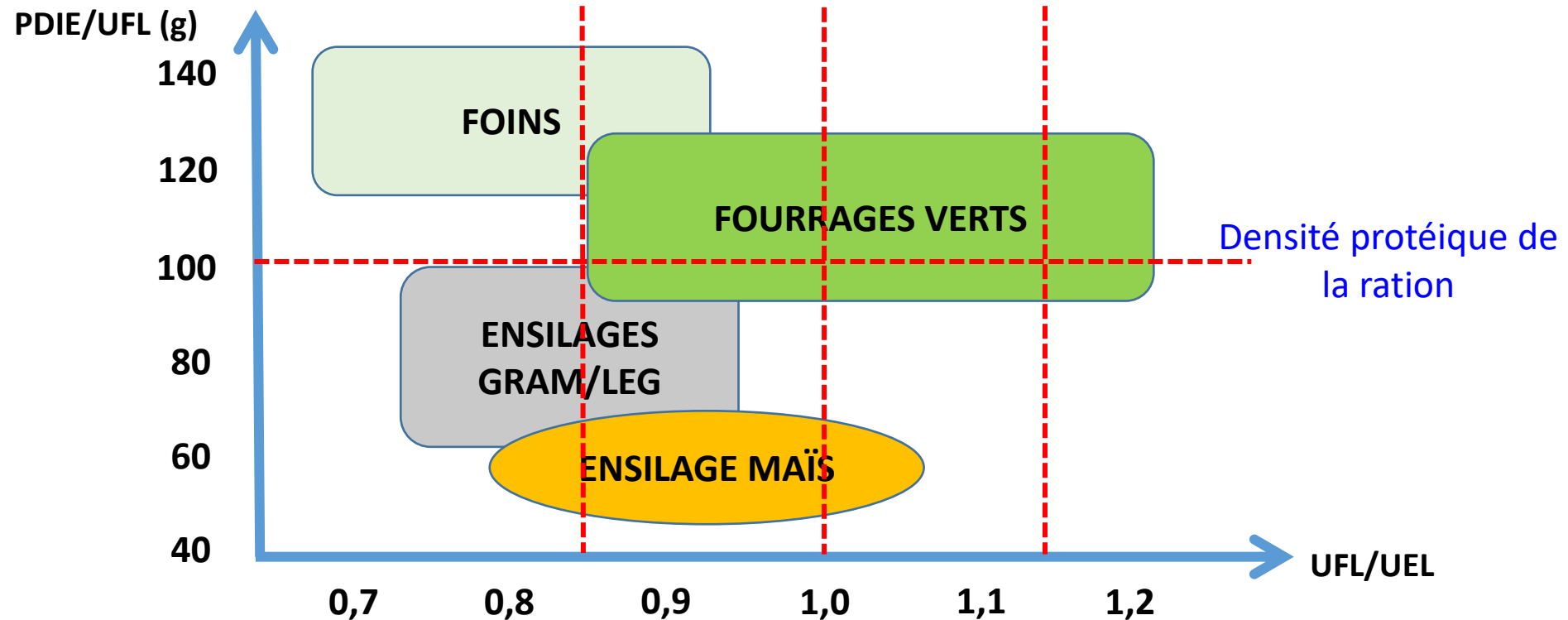
- Tout dépend de l'objectif de production et de la qualité du fourrage récolté...

Densité énergétique de la ration
pour des VL (milieu de lact.) à :

21 kg lait/j
=25 au pic

29 kg lait/j
=35 au pic

38 kg lait/j
=45 au pic



Adapté de Delaby et Peyraud, 2009

Quel niveau d'incorporation des fourrages riches en protéines dans les rations de VLHP ?

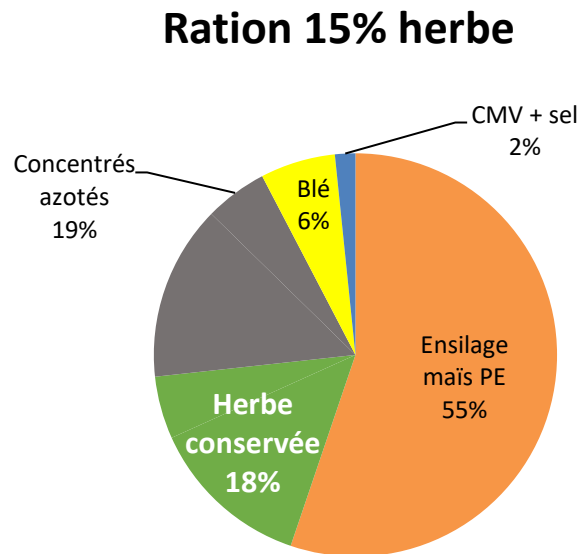


- Ration à base de maïs ensilage → substitution partielle possible pour des vaches laitières hautes productrices
- La plus faible densité énergétique de l'herbe (vs maïs) implique de reconcentrer la ration en énergie pour maintenir les apports
- Incorporer 1/3 de luzerne conservée dans une ration base maïs permet une économie de 30% (Rouillé et al., 2010) à 60% (Férard et al., 2016) de correcteur azoté selon la qualité du fourrage (tendance à la baisse de lait $\approx$ -5%)
- Effets comparables observés avec le trèfle violet (Brunschwig et al., 2008, Dewhurst et al., 2010), avec un effet ++ du %MS fourrage (Chenais et al., 1993)

Quel niveau d'incorporation des fourrages riches en protéines dans les rations de VLHP ?

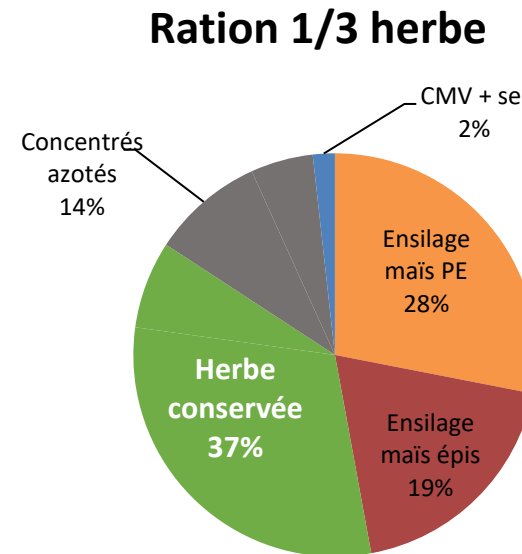


- Plus la part « d'herbe » est élevée dans la ration (~↗ autonomie prot.), plus elle doit être complétée avec des aliments denses en énergie
- Exemples de rations ayant permis un niveau de production laitière supérieur à 30 kg/j pour des VL en milieu de lactation

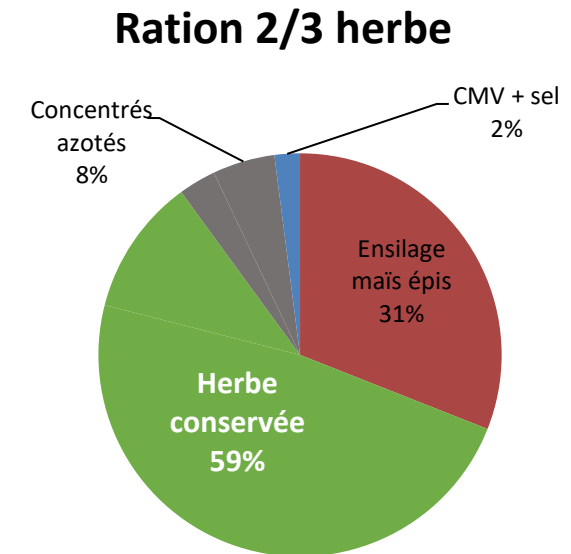


Autonomie protéique (MAT)
Autonomie énergétique (UFL)

51 %
81 %



62 %
86 %



76 %
92 %

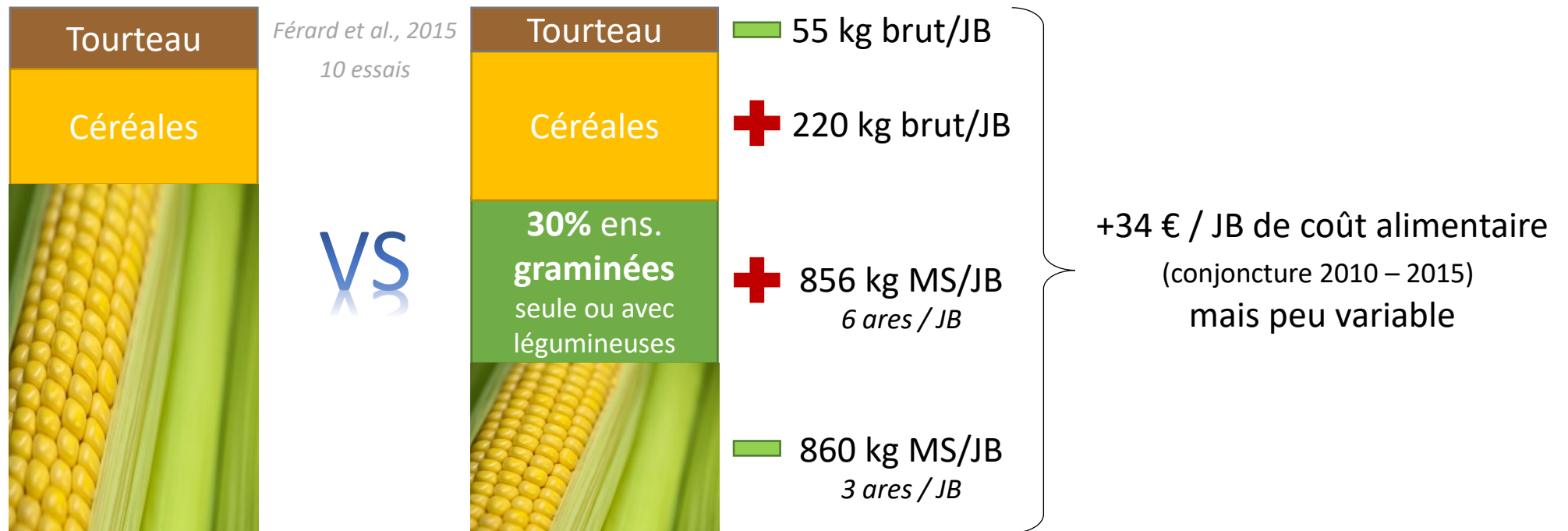
Chauveau et al., 2022

Incorporer un fourrage riche en protéines dans une ration à base d'ensilage de maïs



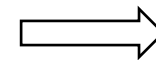
Incorporer maximum 30 % d'herbe conservée tend à diminuer la croissance et nécessite davantage de concentrés, mais améliore l'autonomie protéique

JB allaitant



Croissance : 1547 g/j

- 8%



Possible d'atteindre un niveau identique avec un fourrage de qualité : viser un minimum de 0,8 UFV et 12 % MAT (< début épiaison)

Incorporer un fourrage riche en protéines dans une ration à base d'ensilage de maïs

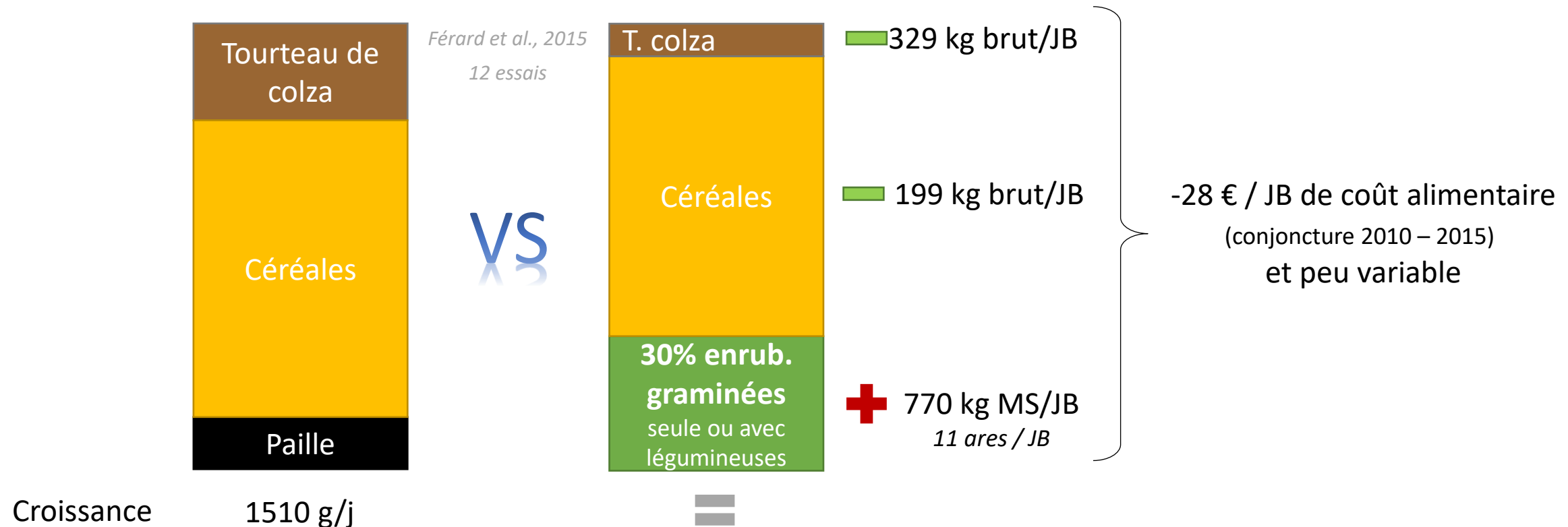
- Faible part chez les animaux à haut niveau de production, ou un fourrage très qualitatif
- ↗ la fibrosité de la ration (~santé digestive)
- ↗ besoin en surface *Férard et al., 2015*
- ↗ sécurisation du bilan fourrager (diversification des périodes de production)
- ↗ temps de travail *Dessienne, 2023*
- Capacité à gérer plusieurs catégories de fourrages (temps, organisation, matériel ...)
- Une rentabilité économique à nuancer *Férard et al., 2015 ; Uijtewaal et Battegay, 2015*
- Répercussions plus ou moins fortes au niveau du système selon le taux d'incorporation dans la ration

Incorporer un fourrage riche en protéines dans une ration à base de concentrés



JB allaitant

Incorporer maximum 35 % d'herbe conservée maintien la croissance, réduit le besoin en concentrés et en paille



Quel effet du mode de conservation ?

Voie sèche
Respiration
Foin



VS

Voie humide
Respiration + fermentation
Ensilage



Nelson et Satter 1990 et 1992 ; Broderick, 1995 ; Beauchemin et al., 1997 ; Coulon et al., 1997



Seoane et al., 1993 ; Jacobs et Zorilla-Rios, 1994 ; Beck et al., 2009 ; Tufan et al., 2016 ; Ferme expérimentale de Jalogny, 2016

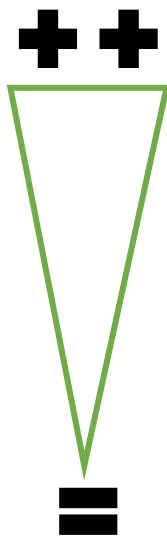
A priori, peu d'effet strict du mode de conservation sur les performances zootechniques ou le bilan alimentaire, mais toutes les conditions ne sont pas égales par ailleurs dans les études !

(stade de maturité entre les modes de conservation, présentation physique du fourrage, interaction teneur en MS)

Conclusion

Gain d'autonomie protéique

à niveau de production équivalent



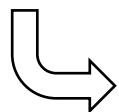
↗ taux d'incorporation des fourrages riche en N

Précocifier le stade de maturité à la récolte

Choix des espèces cultivées

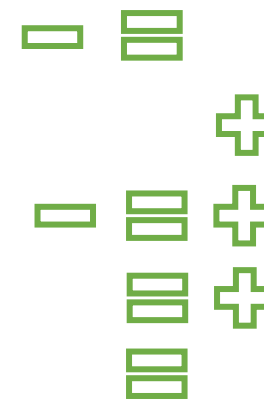
Chaîne de récolte/conservation adaptée

Mode de conservation



Résultats moins prononcés chez des bovins avec un niveau de production « modéré »
Autres leviers disponibles (pâturage, concentré autoproduit, modèle animal...)

Réponse zootechnique



Réflexion à l'échelle du système

Économie, assolement, travail ... (cf. présentation Coraline Dessienne du 22/03)