



**CAP  
PROTÉINES**  
innovons pour notre  
souveraineté protéique

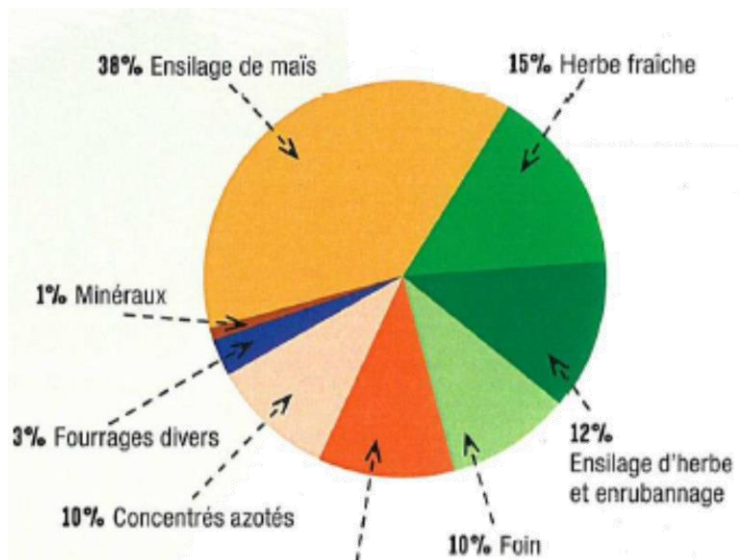


# **Maïs épi et herbe de qualité : les clés de réussite en bovins lait et viande**

**Hugues CHAUVEAU, ARVALIS Institut du végétal**  
**Station expérimentale de la Jaillière (44)**

**[h.chauveau@arvalis.fr](mailto:h.chauveau@arvalis.fr)**

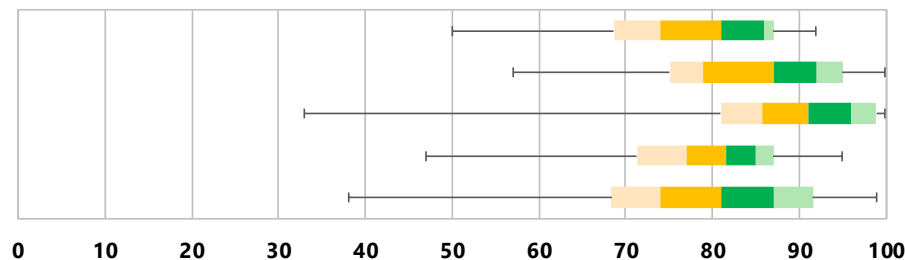
## Ration moyenne d'une vache laitière française



- 7,7 kg d'ensilage de maïs
- 3,1 kg d'herbe fraîche
- 2,5 kg d'ensilage d'herbe et enrubannage
- 2,3 kg de concentrés énergétiques et de production
- 2 kg de foin
- 1,9 kg de concentrés azotés
- 0,7 kg de fourrages divers
- 0,2 kg de minéraux

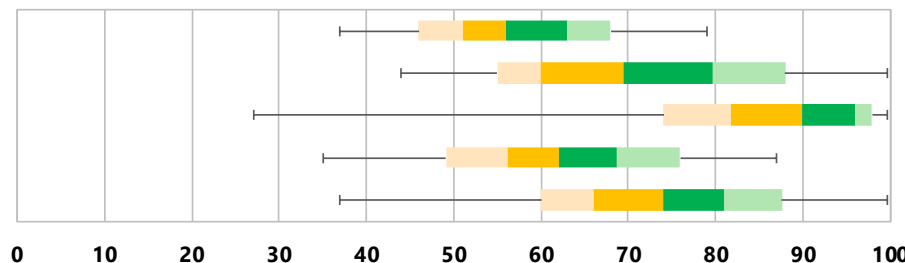
Source : Observatoire de l'alimentation des VL (CNIEL 2018)

## Niveau d'autonomie massique par système



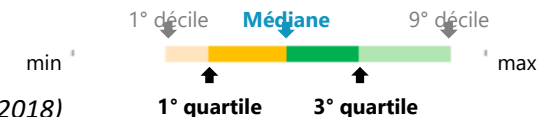
	Moy.	N
Plaine >= 30% de maïs	78.9	119
Plaine 10-30% de maïs	85.1	102
Plaine < 10% de maïs	89.3	52
Montagne > 10% de maïs	80.0	42
Montagne <= 10% de maïs	79.6	95

## Niveau d'autonomie protéique par système



	Moy.	N
Plaine >= 30% de maïs	57.2	119
Plaine 10-30% de maïs	70.3	102
Plaine < 10% de maïs	87.3	52
Montagne > 10% de maïs	62.2	42
Montagne <= 10% de maïs	73.6	95

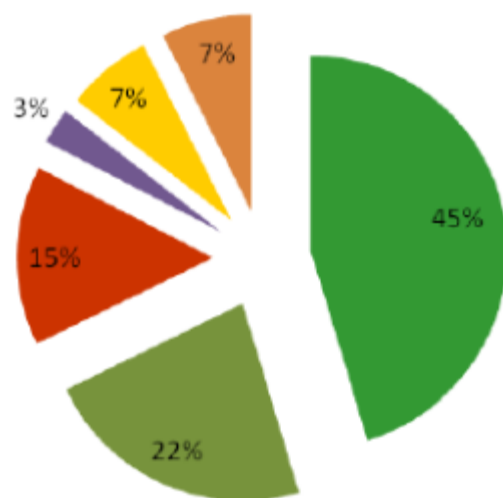
nb : bio, AOP et conventionnels non distingués ; % de maïs = surface en maïs fourrage utilisée par l'atelier / SFP utilisée par l'atelier



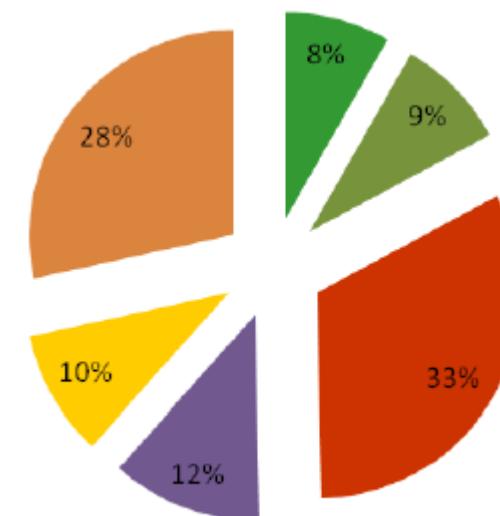
Source : Idele, Chambre d'agriculture, Réseaux d'élevage Inosys (année 2018)

- Ration moyenne en bovins viande : 2 exemples de systèmes

**Naisseur-engraisseur JB avec cultures**



**Engraisseur spécialisé JB**

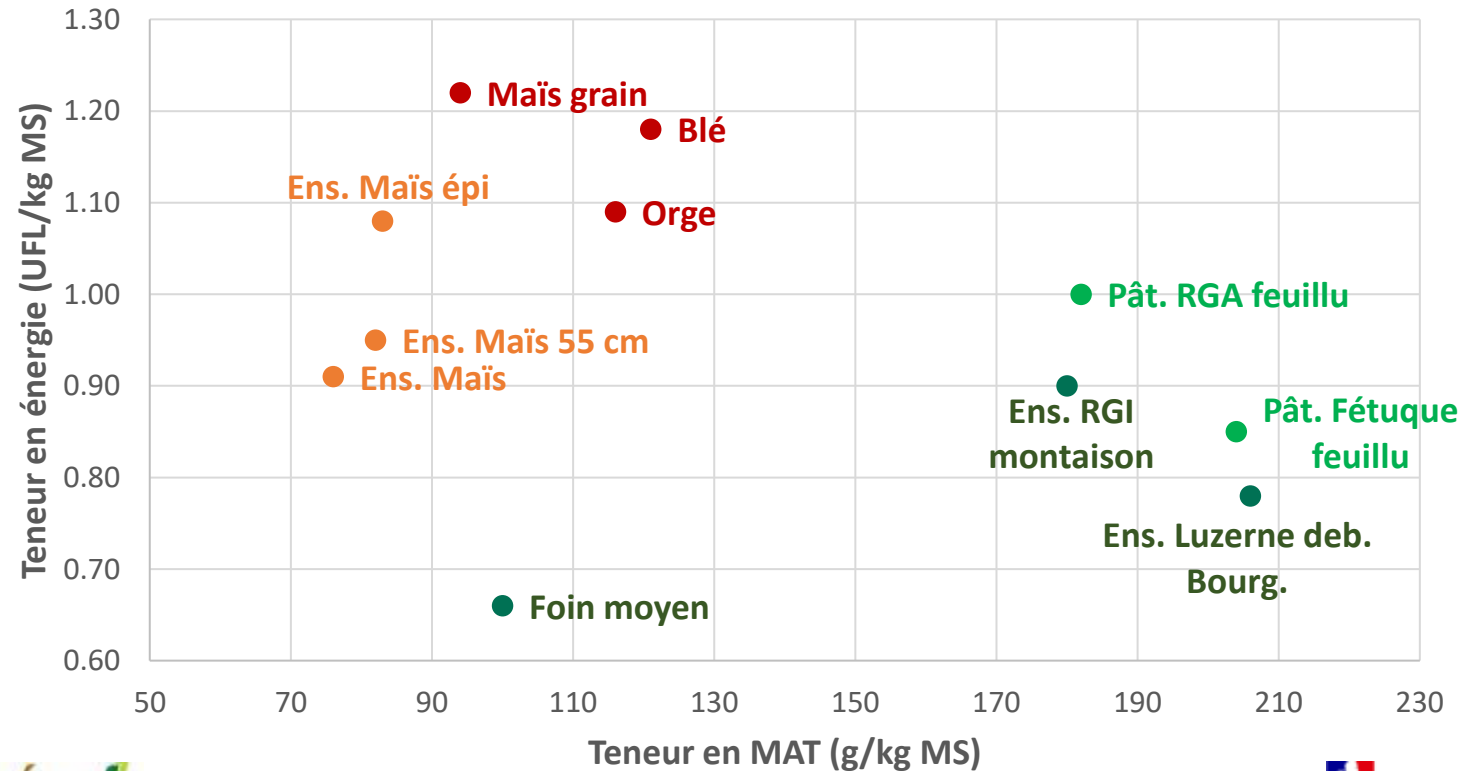


Source : Devun et al., Alimentation des bovins, Idele, 02/2012

# Associer maïs épi et herbe pour améliorer l'autonomie ?

- **Le principe :**

- Apporter les protéines et les fibres par les fourrages
- Densifier la ration en énergie par le maïs épi

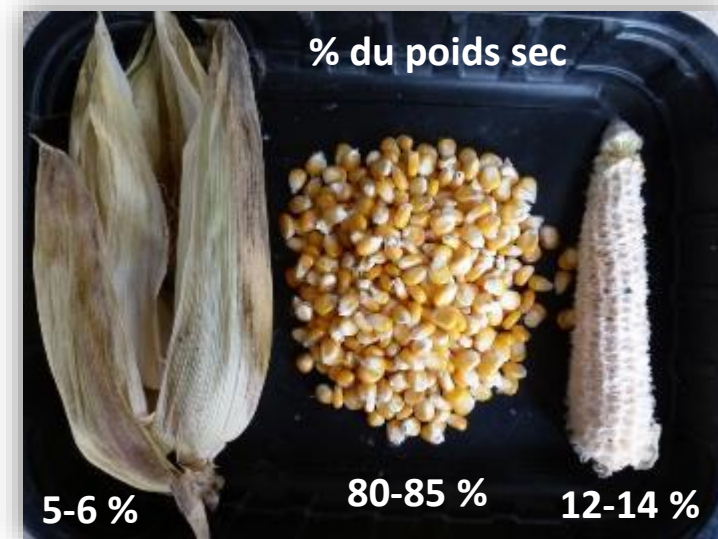


# De quoi va-t-on parler ?

## Ensilage de maïs épi

=

Produit issu de la récolte de l'épi complet (*grains, rafle + tout ou partie des spathes et du pédoncule*), « broyé » et conservé par ensilage



## 2 cas de figure :

- **Place « conjoncturelle »** : récolte de l'excédent de maïs fourrage (ou de grain)
  - ⇒ Difficile d'adapter les choix, en maïs fourrage privilégier des variétés fourrage de profil énergétique orienté « amidon » ou « équilibre »
  
- **Place « structurelle »** : récolte systématique d'une partie de la surface de maïs
  - ⇒ Privilégier des variétés grain ou fourrage de profil énergétique orienté « amidon »

## Le maïs épi, c'est d'abord du grain !

Critère	Conduite d'un maïs pour une récolte « ensilage d'épi » : différence par rapport à un maïs fourrage plante entière
Choix variétal	Variété grain ou variété fourrage à profil amidon (mixte), précocité identique, voire légèrement plus tardive (selon date de semis)
Date de semis	8 à 10 jours plus tôt
Densité de semis	moins 5 000 plantes/ha à la récolte

**!! Choix variétal : ne pas tardifier outre mesure pour ne pas récolter trop tard (risques verse, qualité sanitaire, conditions d'implantation de la culture suivante..)**

# Conduite agronomique (maïs épi)

- Restitution de près de 40 % de la biomasse au sol
- Même avec un bec équipé de broyeur, le broyage à l'aide d'un broyeur à axe horizontal et l'enfouissement des résidus sont conseillés (risques foreurs, maladies et gestion de l'azote)

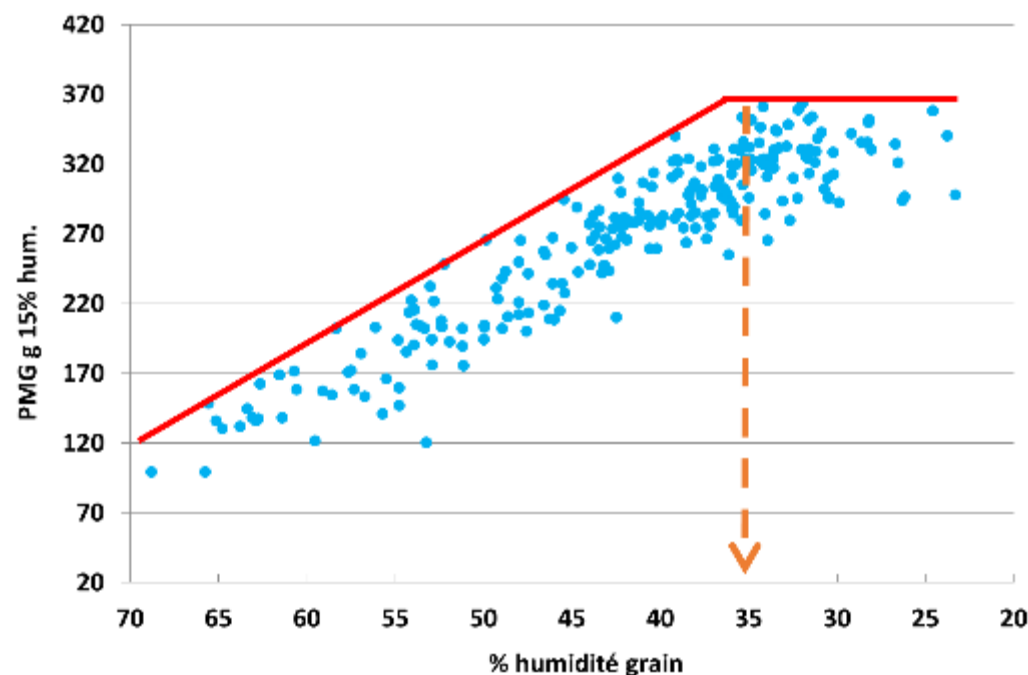




## Objectif :

- Maximiser le rendement en grain tout en conservant un fourrage digestible et apte à bien se conserver par ensilage

*Evolution du poids de 1000 grains (PMG) en fonction du % d'humidité du grain, variétés très précoces à précoces, Arvalis 2011 - 2014*



# Récolter au bon stade

- Viser le stade 35 % d'humidité du grain




- A ce stade, le %MS de l'épi complet  $\approx$  50 - 60 % selon les conditions de végétation

% H <sub>2</sub> O grain	45 %	40 %	35 %	30 %
% rdt grain	78 - 82 %	88 - 92 %	95 - 99 %	100 %
% MS épi complet	45 - 50 %	48 - 53 %	52 - 57 %	> 60 %
% MS plante entière	$\approx$ 33 %	$\approx$ 36 %	$\approx$ 42 %	> 45 %

- Pour l'atteindre, compter 200  $\pm$  50 degrés-jours (base 6-30°C) après le stade 32-33 %MS plante entière (10 jours à 1 mois)

Source : essais Arvalis EvMS 2011-2019, thèse digestibilité Peyrat et al., 2014)

# Récolter au bon stade

- Viser le stade 35 % d'humidité du grain 
- A 35 % d'humidité du grain :
- rendement maïs épi  $\approx$  60 - 65 % du rendement du maïs fourrage plante entière (récolté à 32-33%MS plante entière)
- Cette équivalence de rendement varie fréquemment entre 55 et 68 % sous l'effet des conditions de végétation et du stade de récolte

**Attention au bilan  
fourrager !**



Source : Peyrat et al., 2014, CIPF 2010, essais Arvalis EvMS 2011-2019.

*Variétés maïs fourrage, très précoces à demi-précoces*

# Récolte du maïs épi

- La récolte se réalise avec une ensileuse « classique » équipée d'un cueilleur à maïs grain
  - ⇒ Nécessite une adaptation de la tête de récolte
  - ⇒ La disponibilité des matériels reste encore limitante dans certains secteurs



# Récolte du maïs épi

35 % d'humidité du grain = amidon vitreux

L'éclatement intense des grains pour favoriser la digestion !

**Objectifs** : aucun grain intact et l'essentiel  
des grains fractionnés en 4 morceaux



**Réglages à appliquer** :

- ✓ Longueur de coupe réglée au minimum (3.5 à 7 mm)
- ✓ Eclateurs en état et serrés (0.75 à 1.5 mm) si possible avec fort différentiel de vitesse
- ✓ *Fond strié ou grille de recyclage*



Sommet de l'élevage, le 5 octobre 2022

# Récolte du maïs épi

- **Débit de chantier et logistique**

- ✓ 2.5 à 3.5 ha/h

- ⇔ *rendement, %MS, cueilleur et puissance de l'ensileuse*

- **Par rapport au maïs fourrage plante entière :**

- ✓ ~ 2 fois moins de bennes nécessaires

- ⇔ *-35 à 40 % de rendement et +70 à 150 % de densité dans les bennes*

Taille des bennes	Puissance de l'ensileuse	Distance parcelle - silo	
		2 km	8 km
26 m <sup>3</sup> (12 – 14 t)	440 ch	2 - 3	4 - 5
	540 ch	3 - 4	5 - 6
34 m <sup>3</sup> (16 – 18 t)	440 ch	2 - 3	3 - 4
	540 ch	3 - 4	4 - 5

**Bien que ce fourrage se tasse bien, les ingrédients pour une bonne conservation en silo restent :**

- ✓ **Étalement en couches fines (~ 10 cm)**
- ✓ **Tassage énergique sur l'ensemble de la surface du silo tout au long du chantier**
- ✓ **Vitesse de désilage élevée**

**Repères en termes de densité en silo couloir (kg MS/m<sup>3</sup>) :**

Hauteur du silo	Teneur en MS épi complet (%)	
	50	60
1m	350 - 380	380 - 410
2m	380 - 410	410 - 440

En balle enrubannée ou  
gaine souple  
~ 360 – 400 kg MS/m<sup>3</sup>

Sources : essais Arvalis, suivis en fermes, enquêtes auprès d'ETA, Agridea 2011

Un ingrédient majeur pour assurer une bonne conservation (échauffement) => la vitesse de désilage !

- ✓ 10 – 15 cm/jour en hiver
- ✓ 20 – 25 cm/jour en été
- ✓ Front d'attaque « net »



Densité  $\approx$  2 fois celle du maïs fourrage plante entière & quantité distribuée plus faible !

*NB : L'ajout de conservateur (acide propionique, bactéries lactiques hétérofermentaires) ne permettra pas à lui seul de contrer les effets d'un avancement insuffisant!*



- Un mélange homogène de parois cellulosiques et d'amidon

	Maïs plante entière	Maïs épi	MG humide	MG sec	Blé
Teneur en MS (%)	34.7	53.0	67.0	86.3	86.9
CB (g/kg MS)	200	90	26	26	28
MAT (g/kg MS)	76	83	92	89	126
Amidon (g/kg MS)	322	630	737	739	691

INRA 2018

- Le maïs épi est à considérer comme un concentré, plus sécurisé que le MGH

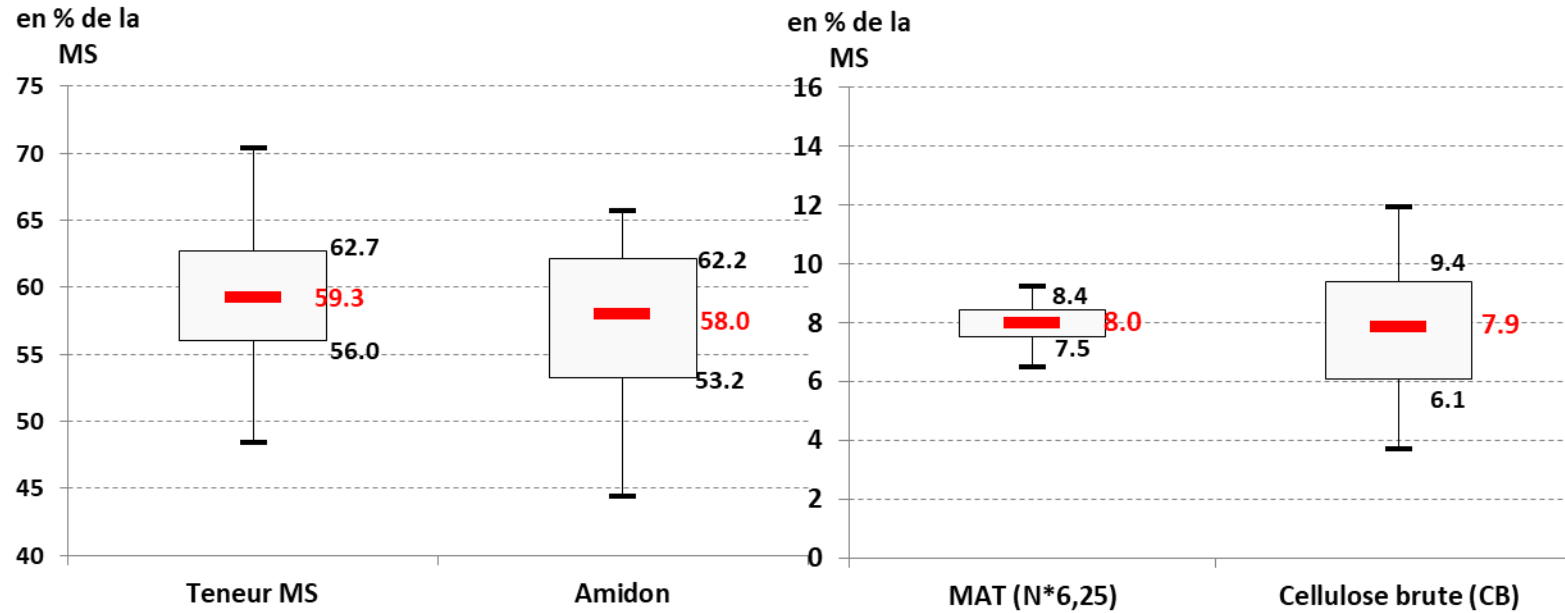
Par rapport au maïs fourrage

2 fois moins de fibres  
2 fois plus d'amidon

Par rapport au MG humide

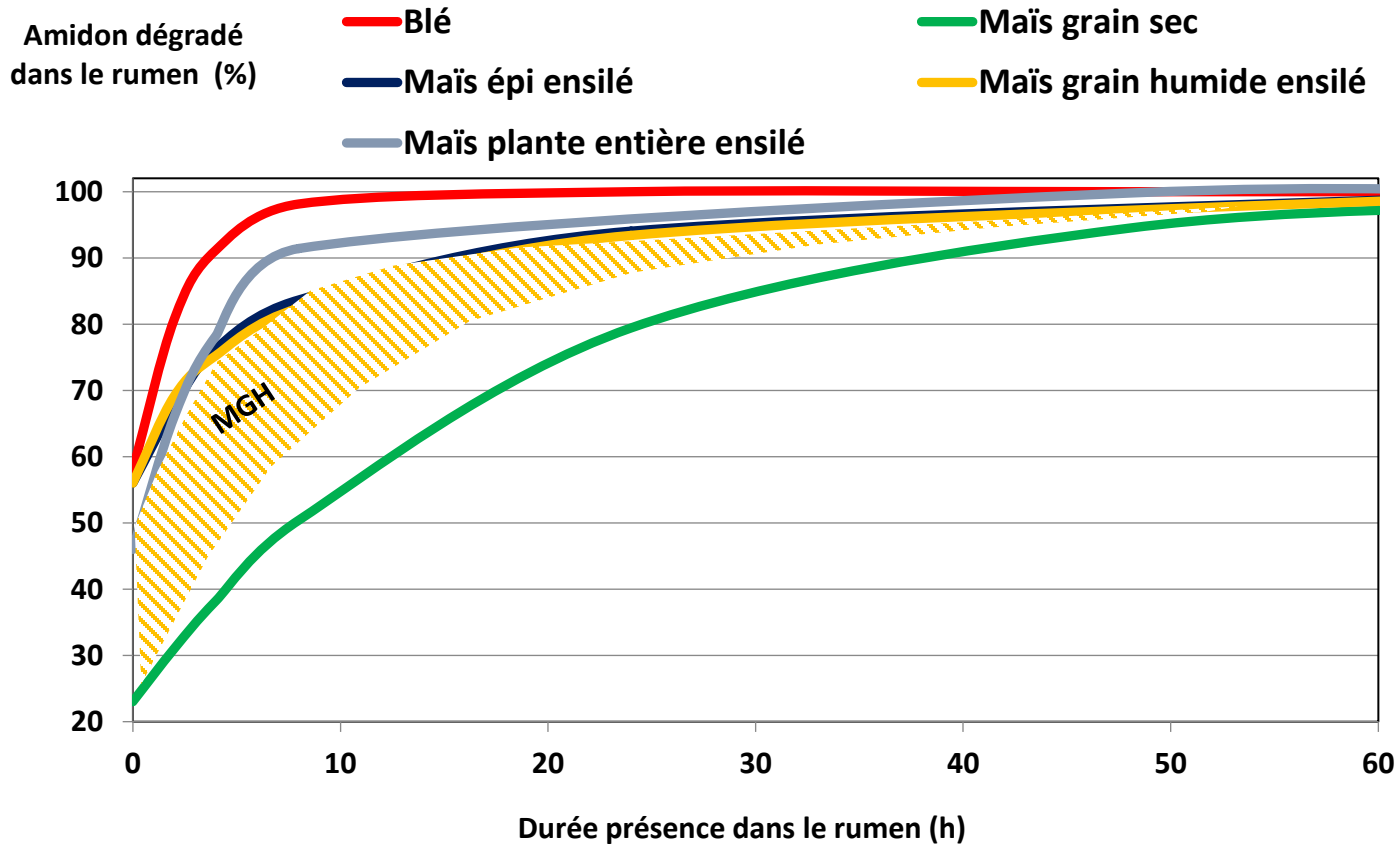
3 fois plus de fibres  
Un peu moins  
d'amidon

- Quelle variabilité dans les élevages ?



383 analyses réalisées entre 2010 et 2019 (Germ-Services et BDD Arvalis)

- Le maïs épi n'est pas une source d'amidon lent !



Amidon du grain est +/- facile à dégrader par les microbes

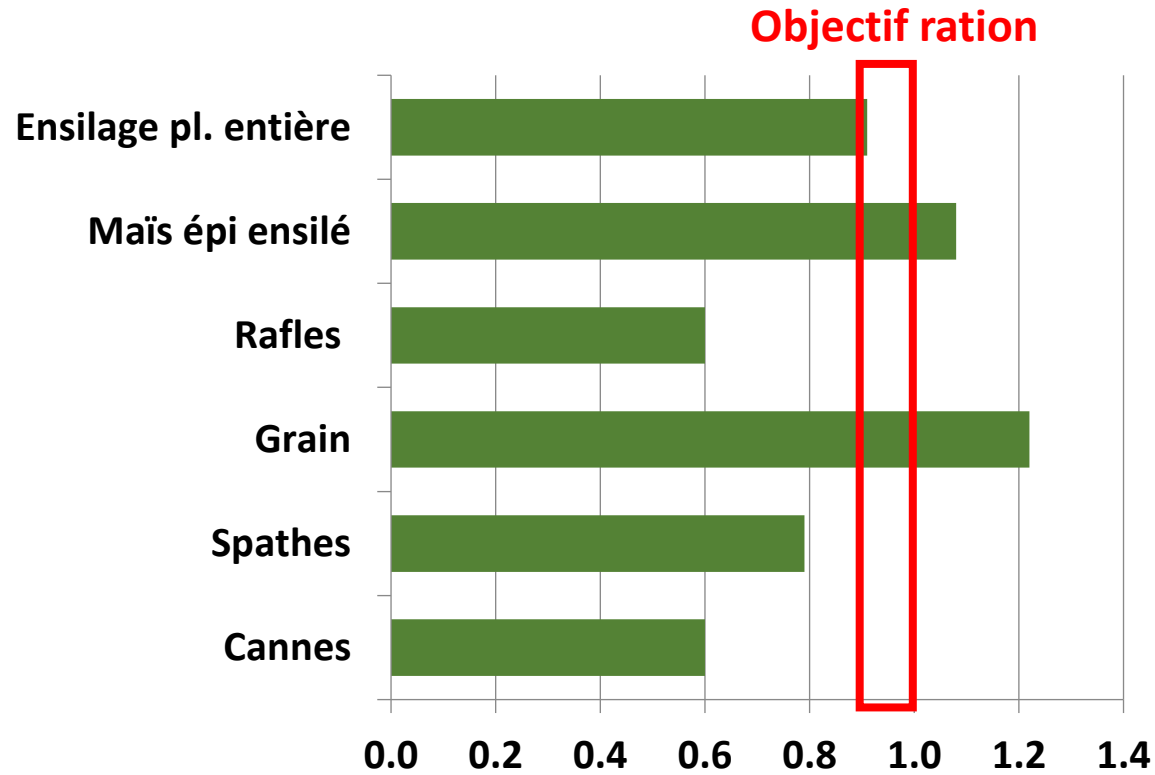
Coagulation - lyse des protéines

Séchage vs Processus d'ensilage

Vitrosité

Stade de maturité  
Variété ?

- Le Grain de maïs : partie la plus énergétique de la plante



**Grain : 1,22 UFL/kgMS**



**Epi complet :  
1,08 UFL/kgMS**



Tables INRA 2007

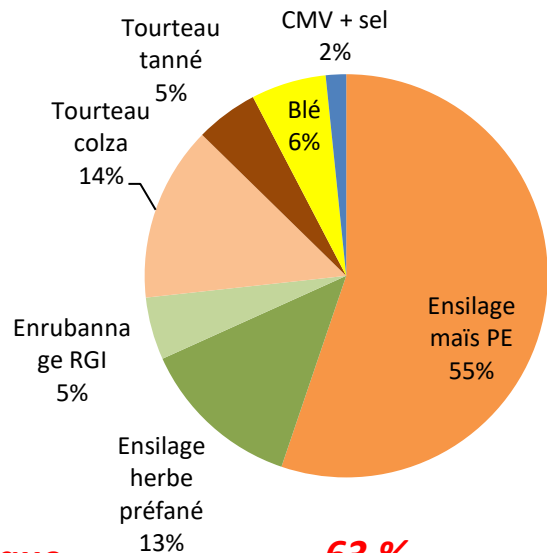
# Utilisation du maïs épi dans les rations de bovins laitiers



- **La haute densité énergétique du maïs épi :**
  - ⇒ permet d'ajuster des rations pour les animaux à haut niveau de production
    - ⇒ 1 à 2,5 kg MS/j dans des rations à base de maïs fourrage
    - ⇒ 2 à 5 kg MS/j dans des rations mixte à base de maïs fourrage et d'herbe
  - ⇒ permet d'introduire des fourrages riches en protéines (ex. ensilage d'herbe, luzerne, MCPI...) et de maintenir la densité énergétique de la ration

- Rations base herbe ensilée + ensilage maïs épi
- 3 niveaux d'incorporation de l'herbe conservée : 18 / 37 / 59 % de la MS ingérée

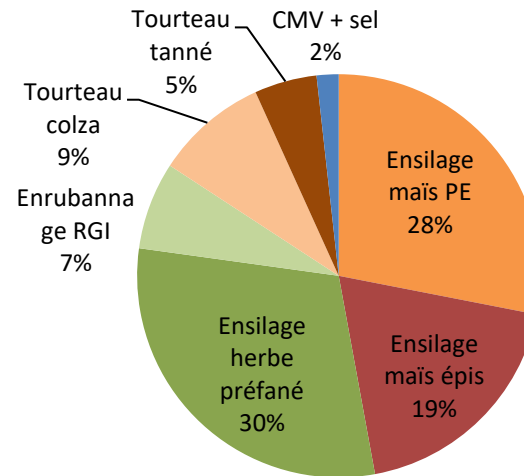
**Témoin 15H**



**Autonomie protéique**

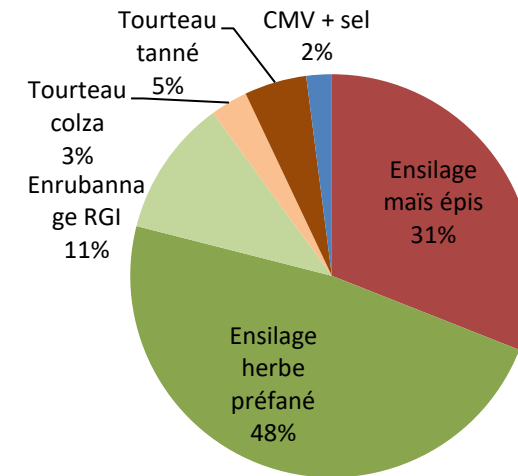
**63 %**

**EPI 30H**



**72 %**

**EPI-50H**



**81 %**

Essais ARVALIS – La Jaillière, rations moyennes 2020 + 2021

- Avec de l'ensilage d'herbe « humide » (26,5 % MS, 0,86 UFL/kg MS, 17,3 % MAT)

	<i>Témoin MF + 15% herbe ens.</i>	MF-EPI-30% herbe ens.	EPI-50% herbe ens.
MSI (kg MS/j)	22.8	-7%*	-20%*
Lait brut (kg/j)	32.5	NS	-16%*
TB (g/kg)	43.7	NS	+3%*
TP (g/kg)	33.1	-4%*	-8%*
AG oméga 3 (%AG)	0.42	+33%*	+71%*
GMQ (g/j)	825	-30%	-48%*

Moindre  
apport  
énergétique :  
ingestion

\* : écart significatif par rapport au témoin (pvalue < 0.05)

Essai ARVALIS – La Jaillière, 2021



- Avec de l'ensilage d'herbe « bien préfané » (41,3% MS, 0,98 UFL/kg MS, 16,7 % MAT)

	Témoin MF + 15% herbe ens.	MF-EPI-30% herbe ens.	EPI-50% herbe ens.
MSI (kg MS/j)	22.2	NS	NS
Lait brut (kg/j)	31.1	NS	NS
TB (g/kg)	42.6	-5%	-4%
TP (g/kg)	33.0	NS	-5%*
AG oméga 3 (% AG)	243	+23%*	+51%*
GMQ (g/j)	410	-31%	-86%*



Surestimation UFL maïs  
épi ou herbe ?

Eclatement grain ↓ du  
maïs épi → amidon fécal

Sur le papier, iso-  
protéines (yc MetDI)

\* : écart significatif par rapport au témoin (pvalue < 0.05)

Essai ARVALIS – La Jaillière, 2020

## • Un intérêt économique à nuancer

Coûts moyens interannuels 2017-2022 (2022) :

- maïs fourrage = 118 €/t MS
- maïs épi = 189 €/tMS
- ensilage herbe = 132 €/t MS
- Blé aplati = 225 €/t brute (324)
- tourteau colza = 308 €/t brute (535)
- aliment tanné = 422 €/t brute (409)

	Témoin MF + 15% herbe ens.	MF-EPI-30% herbe ens.	EPI-50% herbe ens.
<b>Coût ration (€/VL/j)</b>	<b>4.27</b> (5.04)	<b>4.01</b> (4.38)	<b>3.88</b> (4.14)
<b>Plus-value TB/TP (€/1000 litres)</b>	<b>18.5</b>	<b>8.4</b>	<b>3.5</b>
<b>Marge sur coût alim. (€/VL/j)</b>	<b>6.96</b> (7.60)	<b>7.14</b> (8.23)	<b>6.64</b> (7.68)
<b>Marge sur coût alim. (€/1000L)</b>	<b>224</b> (245)	<b>225</b> (259)	<b>220</b> (257)

Plus-value  
qualité du  
lait ?

Volatilité réduite

- Intérêt éco dépend :
- Coût correcteur azoté / prix du lait
  - Δ surfaces auto conso vs culture de vente
  - Disponibilité MO
  - ...

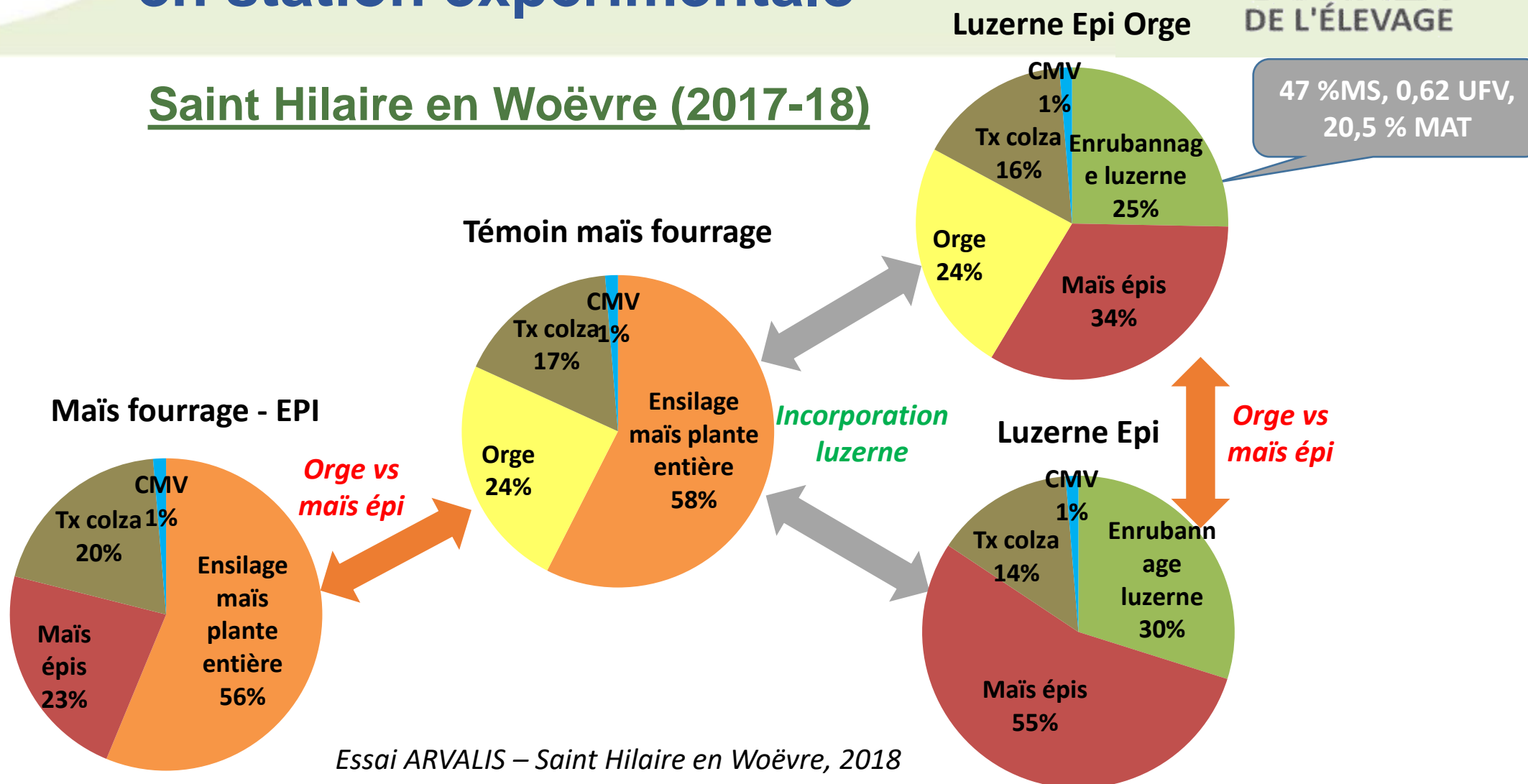
Essai ARVALIS – La Jaillière, 2020

# Utilisation du maïs épi dans les rations de bovins à l'engraissement



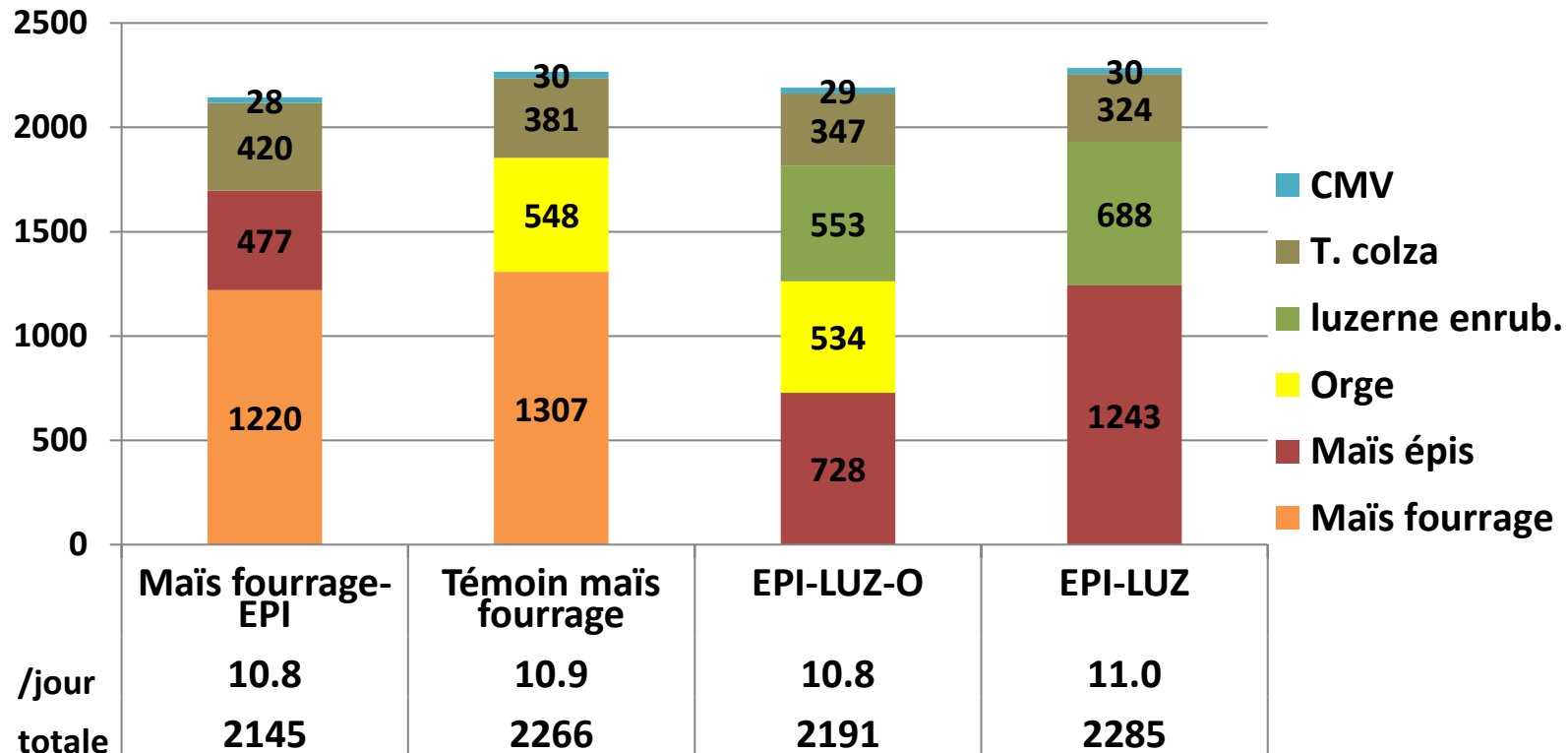
# Exemples de rations étudiées en station expérimentale

## Saint Hilaire en Woëvre (2017-18)



Essai ARVALIS – Saint Hilaire en Woëvre, 2018

Consommation (kg MS/JB)

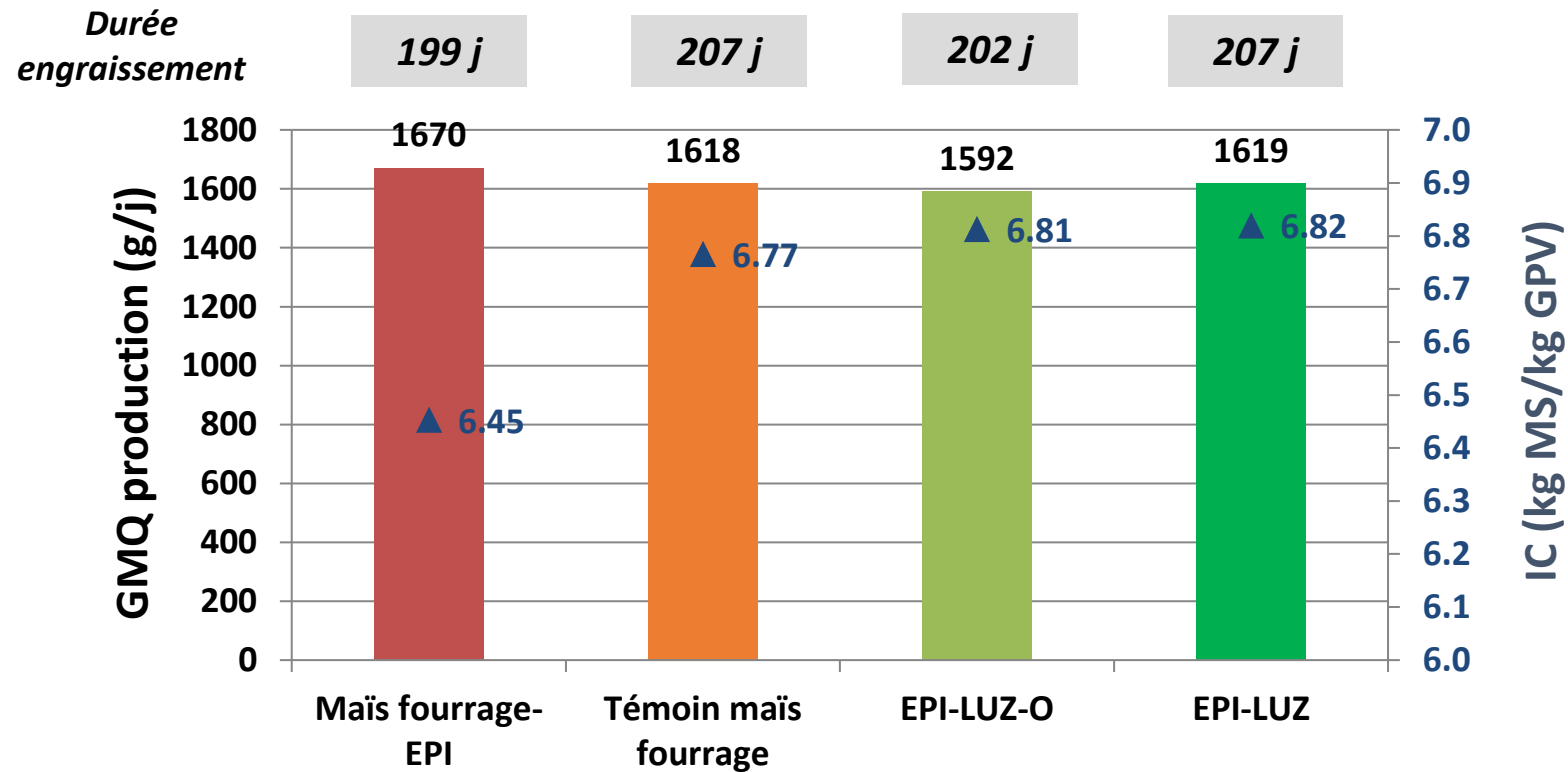


## Ingestions proches entre les régimes :

- Maintien ingestion avec le maïs épi vs orge
- Faible réduction du correcteur N avec régimes luzerne

Essai ARVALIS – Saint Hilaire en Woëvre, 2018

- Abattage à 430 kg de carcasse en moyenne (+/- 3.3 kg)



**Des performances élevées permises par le maïs épi, au moins équivalente à une ration d'engraissement maïs fourrage + céréales !**

Essai ARVALIS – Saint Hilaire en Woëvre, 2018

	Maïs f.- EPI	Témoin maïs f.	EPI- LUZ-O	EPI-LUZ
GMQ carcasse <sup>(1)</sup>	1081	1039	1061	1063
IC carcasse <sup>(2)</sup>	10.0	10.7	10.2	10.4
Rdt commercial (%) <sup>(3)</sup>	59,5	59.3	60.2	59.9
Note de conformation	U-	U-	U-	U-

**Les GMQ carcasse  
sont tous bons >= à  
1040 g/ j**

**Les performances  
d'abattage sont très  
comparables**

*(1) GMQ carcasse (g/j) : (Poids de carcasse froide - Poids de carcasse broutard calculé à l'arrivée)/durée*

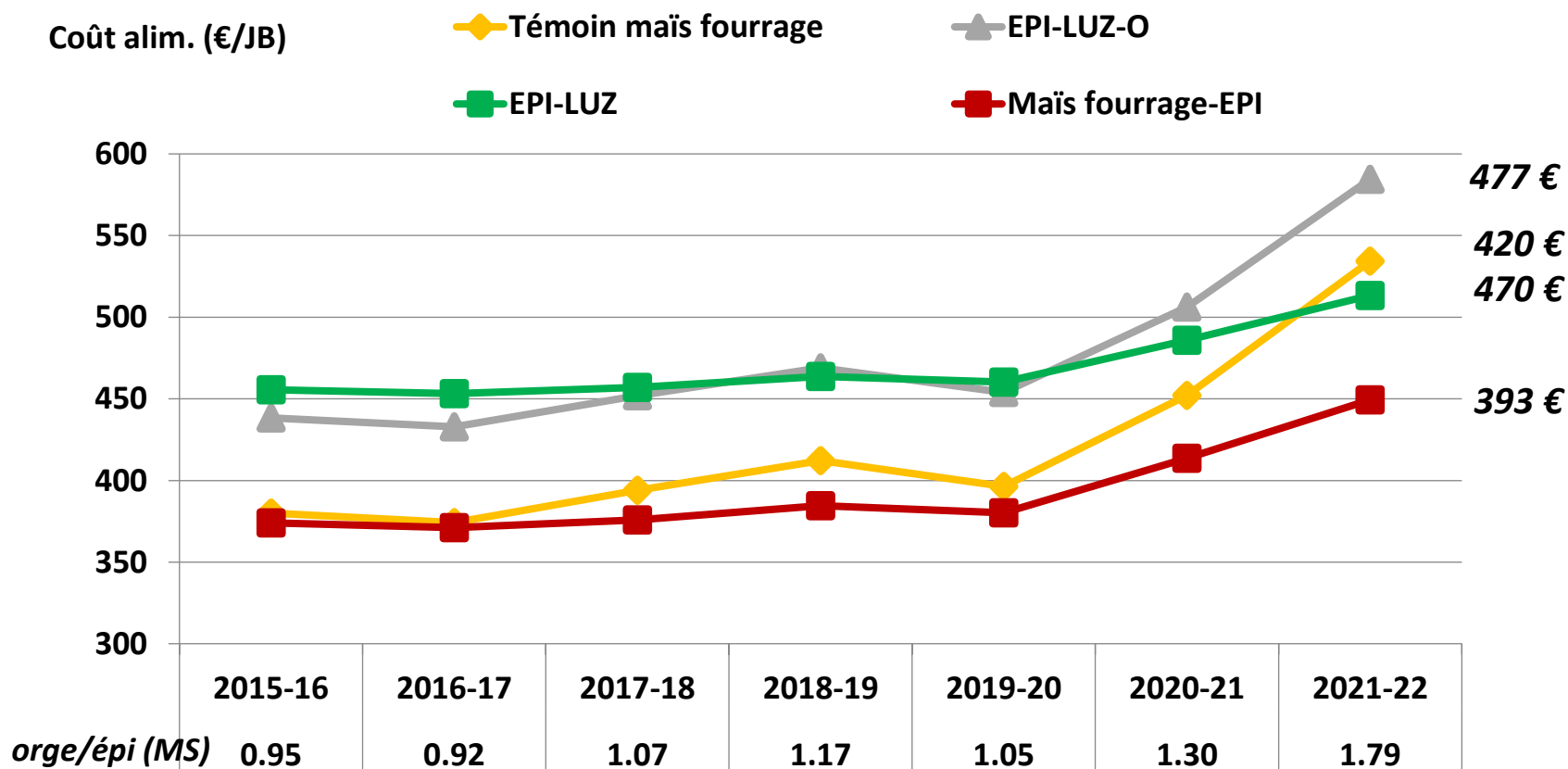
*(2) IC carcasse (kg MS/j) : Consommation kg MS jour /GMQ carcasse (kg/j)*

*(3) Rendement commercial : Poids carcasse froide/Poids vif plein*

*Essai ARVALIS – Saint Hilaire en Woëvre, 2018*

# Quel coût alimentaire des différentes rations ?

*A même poids de carcasse (430 kg)*



Coûts moyens interannuels 2013-20 : -  
 - maïs fourrage = 118 €/t MS,  
 - maïs épi = 189 €/tMS,  
 - luzerne = 160 €/t MS,  
 - orge = 194 €/t brute,  
 - tourteau colza = 292 €/t brute

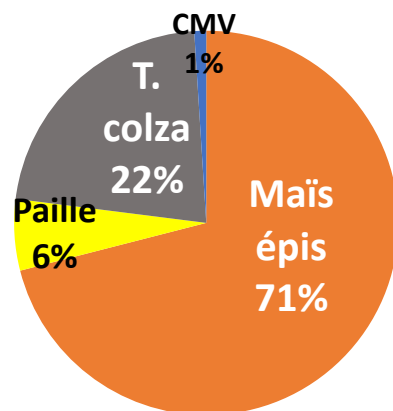
*Essai ARVALIS – Saint Hilaire en Woëvre, 2018*



# Le maïs épi à volonté pour les jeunes bovins ?

En complément d'une bonne paille, ça fonctionne !

## Maïs EPI + t. colza



1,05 UFV/kg MS – 40% amidon

**Témoin** = 57% de maïs fourrage +  
25% orge + 17% ttx colza + CMV  
0,93 UFV/ kg MS – 35% amidon

	EPI + colza	Témoin maïs f.
GMQ production	1700	1682
Durée d'engraissement	206	209
GMQ carcasse <sup>(1)</sup>	1087	1064
IC carcasse <sup>(2)</sup>	8.9	9.6
Rdt commercial (%) <sup>(3)</sup>	59.2	58.9
Note de conformation	U-	U-

**(1) GMQ carcasse (g/j) :** (Poids de carcasse froide - Poids de carcasse broutard calculé à l'arrivée)/durée

**(2) IC carcasse( kg MS/j) :** Consommation kg MS jour /GMQ carcasse (kg/j)

**(3) Rendement commercial :** Poids carcasse froide/Poids vif plein

Essai ARVALIS – Saint Hilaire en Woëvre, 2018

# Maïs épi : les chiffres clés !

- **Viser 35 % H<sub>2</sub>O du grain = + 200 degrés-jours / maïs plante entière à 32%MS**
- **Rendement du maïs épi ≈ 60-65% du rendement maïs plante entière à 32% MS**
- **Récolte : coupe courte et éclatement intense**
- **Bien dimensionner son silo :**
  - Densité ≈ 380-410 kg MS/m<sup>3</sup>
  - Avancement mini de 10-15 cm/j (hiver) à 20-25 cm/j (été)
- **Rations bovins laitiers**
  - 1 à 5 kg MS/j dans des rations mixte à base de maïs fourrage et d'herbe conservée
  - Possibilité > 5 kg MS/j dans les rations à base d'herbe si herbe de très bonne qualité
- **Rations bovins viande**
  - Utilisation ad libitum possible

- Vérifier la marge de manœuvre au niveau du bilan fourrager
- Evaluer l'intérêt économique dans son système (rendement maïs vs céréales et herbe, coût aliment de production...)
- Penser au choix variétal (profil maïs, tenue de tige...)
- Vérifier la disponibilité du matériel de récolte

**La récolte du maïs sous forme d'épis complets est un compromis intéressant en termes de logistique (récolte, désilage), de conservation et de valorisation**

