

ARVALIS
Institut du végétal



Diagnostic de la qualité physique du maïs fourrage plante entière

ARVALIS
Institut du végétal

Biennales des Conseillers Fourrages, POISY (74)

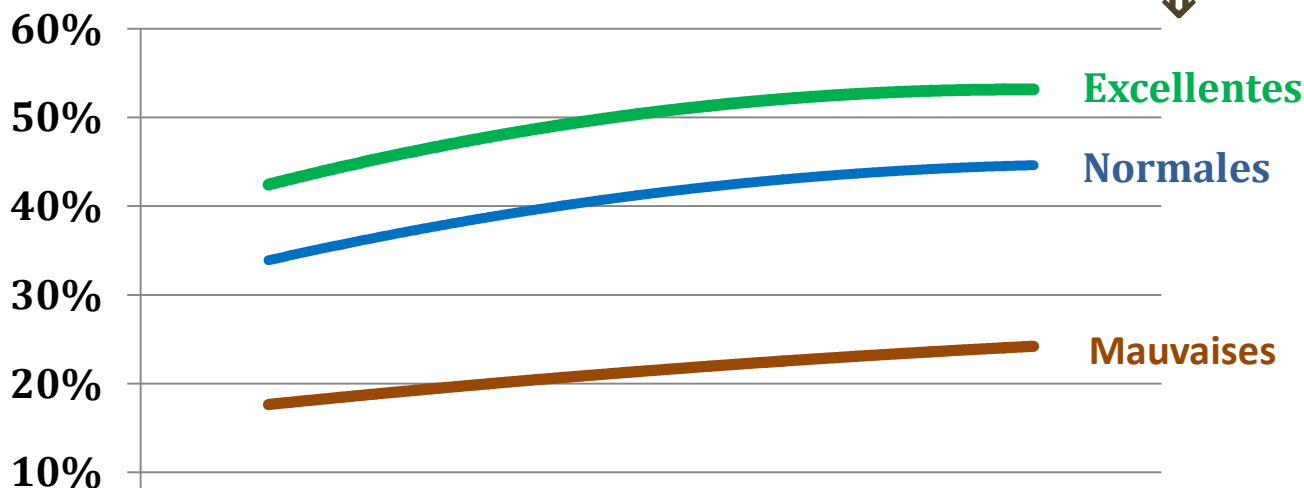
Anthony UIJTTEWAAL
Station expérimentale Arvalis La Jaillière (44)
a.ujttewaal@arvalis.fr



L'amidon représente une part importante de l'NRJ du maïs fourrage

Part d'énergie apportée par l'amidon sur le total plante

conditions de végétation



<i>Teneur en NDF (%)</i>	44%	39%	36%	34%
<i>Teneur en amidon (%)</i>	26%	31%	35%	38%
<i>MS plante (%)</i>	25%	30%	35%	40%

Données INRA 2007, thèse digestibilité, traitement ARVALIS

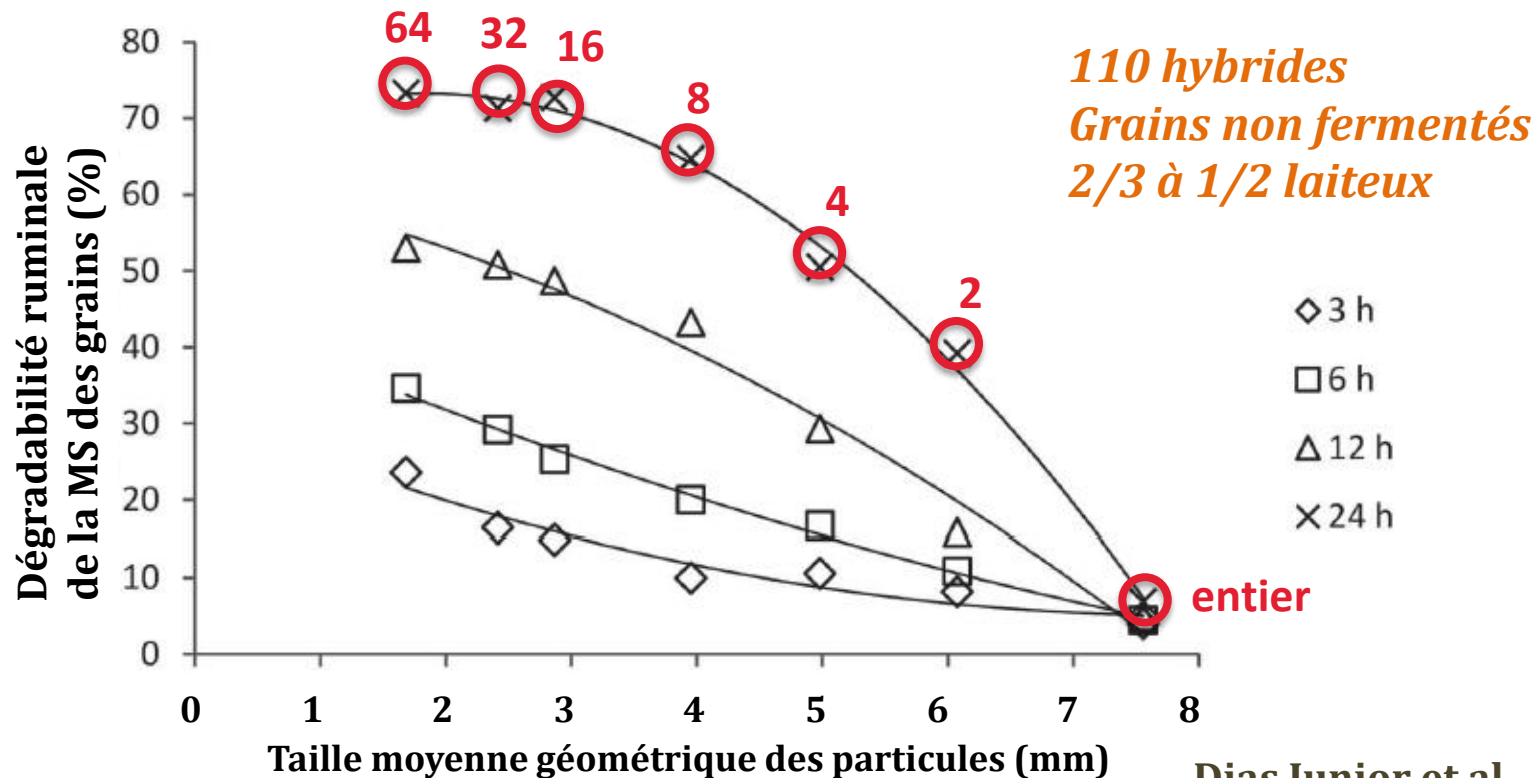


Les paramètres influençant la dégradabilité ruminale/digestibilité de l'amidon

- ✓ **Stade de récolte** : -1 point de DT amidon par point de MS plante entière en +
- ✓ **Durée de conservation** : +1 à 3 points pour 100 jours de conservation en +
- ✓ **Type de variété (corné/denté)** : +0 à 5 (voire 15 !?!) points pour les dentés?
- ✓ **Et l'éclatement du grain dans tout ça ?**



Effet de la taille moy. des particules la dégradabilité ruminale (MS) des grains

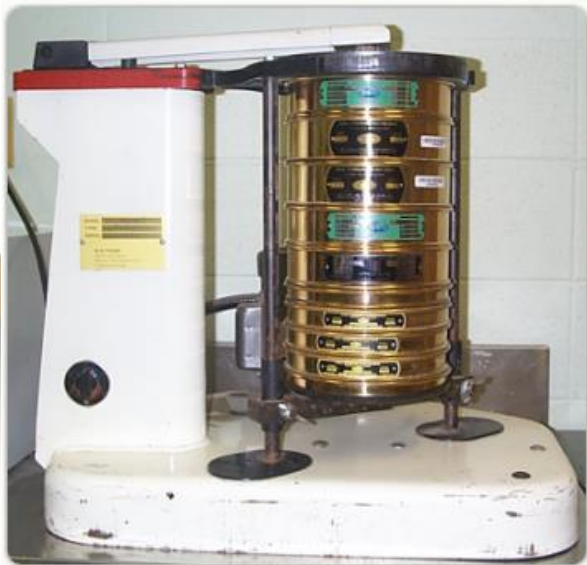


⇒ La réduction de la taille des particules de grains augmente leur dégradabilité ruminale

Comment juger l'éclatement du grain ?

Mesure du Corn Silage Processing Score au labo

- ⇒ **Méthode quantitative au labo (Mertens, 2005)**
- ⇒ **Quantifie la part d'amidon contenue dans les particules passant au travers d'une maille carrée de 4.75 mm de côté**



Mode opératoire :

- 1. ~160 g de fourrage séché (~ 600 mL)*
- 2. Tamisage (Ro-Tap) durant 10 min
278 oscillations/min plan horizontal
150 « taps » / minute*
- 3. Pesée et dosage amidon des fractions > et < 4.75 mm*



Comment juger l'éclatement du grain ?

Mesure du Corn Silage Processing Score au labo

$$CSPS (\%) = \frac{\text{masse amidon de la fraction fine } (<4,75 \text{ mm})}{\text{masse amidon total}} \times 100$$

Niveau d'éclatement	Part d'amidon $\emptyset \leq 4.75 \text{ mm}$ / amidon total = CSPS
Excellent	> 70 %
Bon	50 - 69 %
Insuffisant	< 49 %

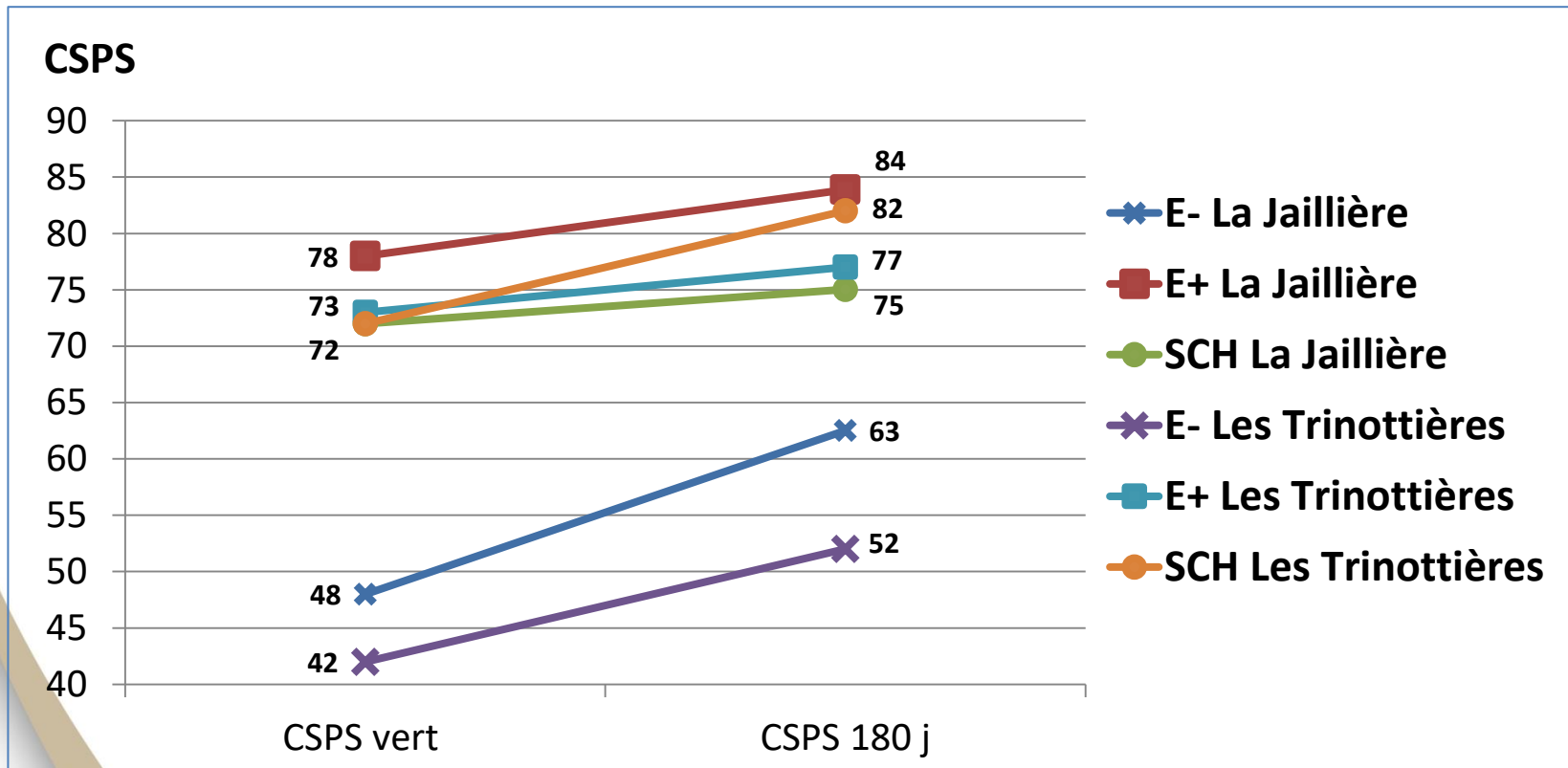
Mertens, 2005

⇒ Au labo donc obtenue a posteriori...

Le CSPS évolue avec la durée de conservation...

Après 6 mois de conservation en silo du maïs fourrage : ↗ C_{SPS}

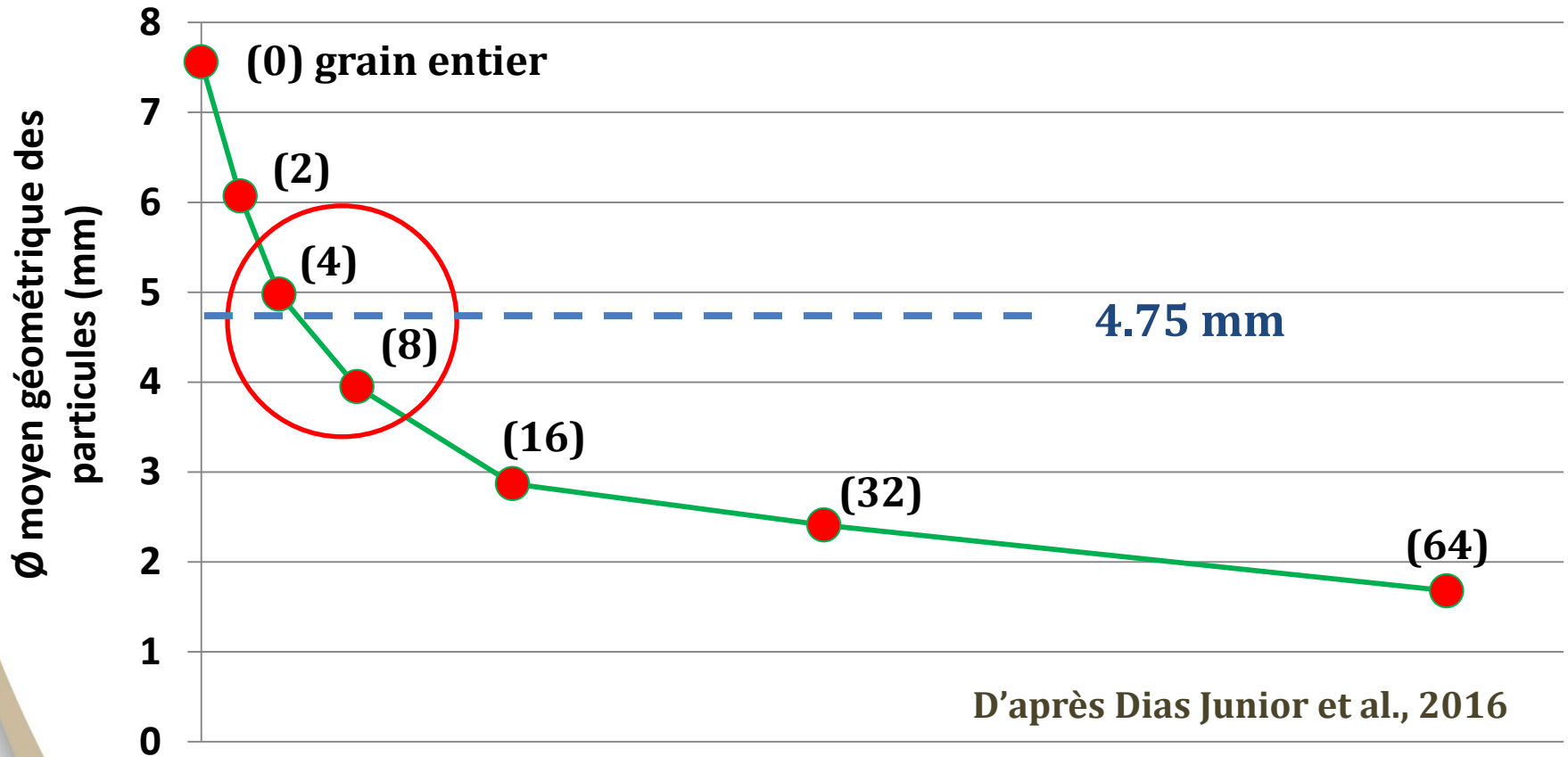
- ✓ + 12,5 pts sur E-
- ✓ + 6 pts sur E+ et SCH



C_{SPS} « vert » à la récolte et C_{SPS} moyen des échantillons fermentés prélevés au cours de l'essai (6 mois de conservation)



Comment juger l'éclatement du grain ?



4.75 mm = \emptyset des particules de grain coupé en 4 à 8 !



Comment juger l'éclatement du grain ?

Méthode de la bassine le jour du chantier

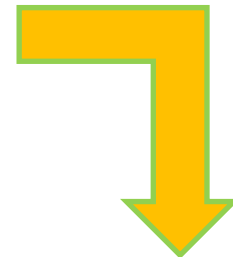


2 min

1. *Echantillonner ~ 2 l de fourrage*
2. *Immerger complètement le fourrage*



3. *Brasser l'ensemble pour faire sédimenter les particules de grain*



4. *Retirer le surnageant (tiges/feuilles)*



5. *Vider soigneusement l'eau*



6. *Recueillir et examiner les particules de grain*





Les réglages en pratique !

Longueur de coupe :

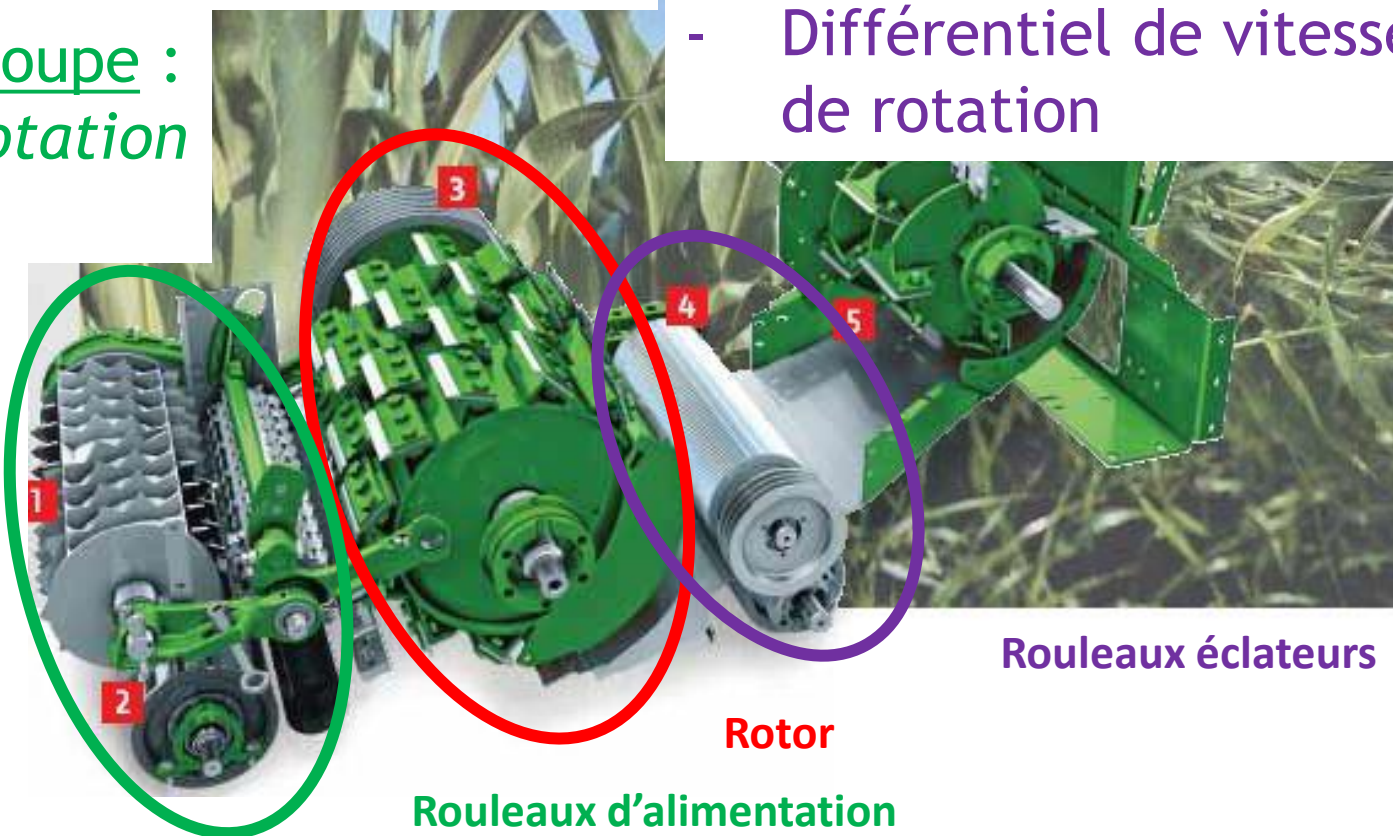
- Nb de couteaux
- Affûtage
- (*Vitesse de rotation*)

Eclatement des grains :

- Surface de friction
- Ecartement
- Différentiel de vitesse de rotation

Longueur de coupe :

- *Vitesse de rotation*



Rouleaux éclateurs

Rotor

Rouleaux d'alimentation



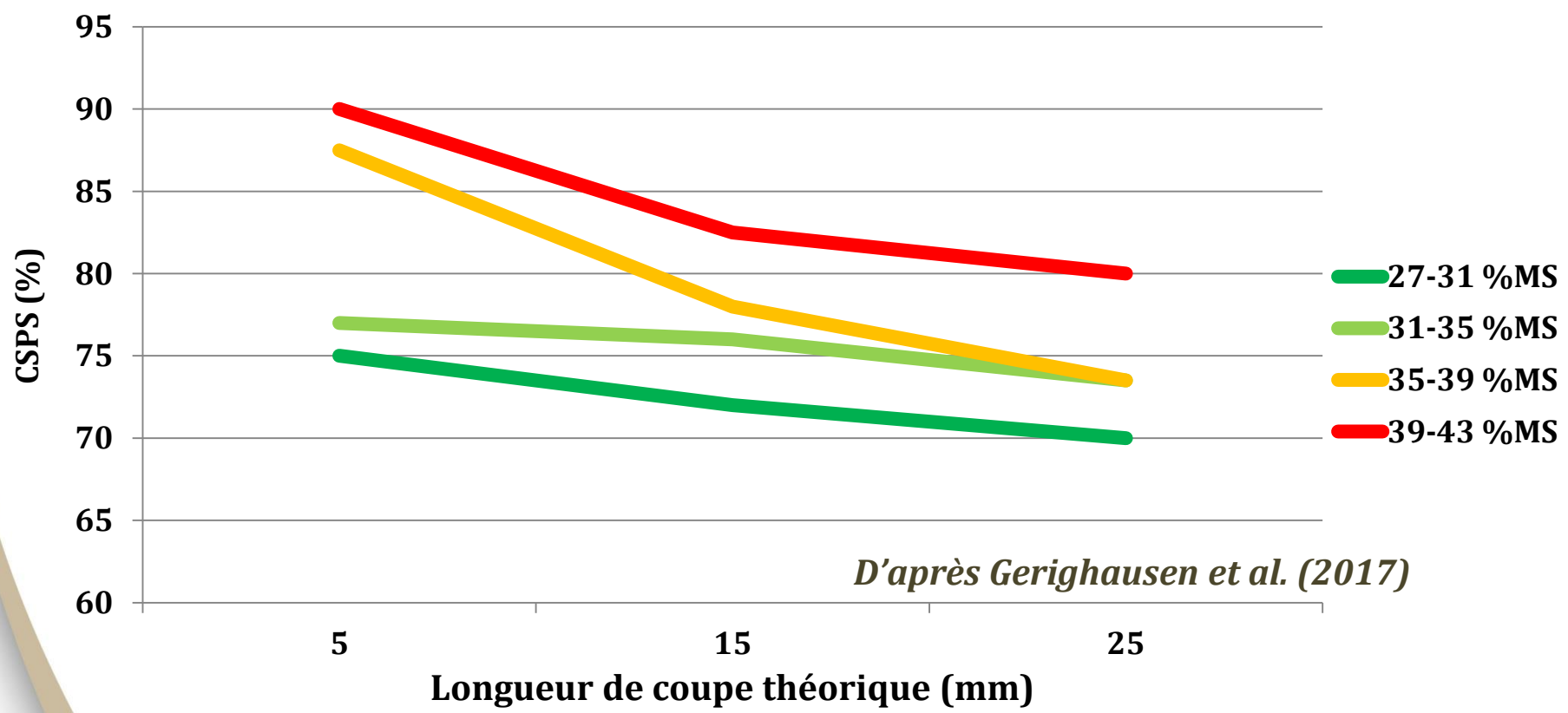
Quels paramètres influent sur le niveau d'éclatement des grains ?

Facteur	Effet	Sources
Longueur de coupe	Diminuer la longueur de coupe améliore l'éclatement	Shinners (1999) Ferraretto et al. (2012a) Gerighausen et al. (2017)
Ecartement entre rouleaux éclateurs	Diminuer l'écartement améliore l'éclatement	Shinners (1999)
Maturité	L'avancement en maturité du grain améliore l'éclatement	Gerighausen et al. (2017)
Différentiel de vitesse entre rouleaux éclateurs	Augmenter le différentiel de vitesse améliore l'éclatement	Gerighausen et al. (2017)
« Type d'éclateur » : diamètre, surface friction, indentation	Augmenter la surface de friction améliore l'éclatement +?	expertise
Débit de chantier	L'augmentation du débit (t/h) pénalise l'éclatement	expertise
Tension rouleaux	+de tension améliore éclatement	expertise
Usure des éclateurs	L'usure pénalise l'éclatement	expertise
Type/taille de grains	Gros grain mieux éclaté ? Quid corné VS denté ?	
Autres ?



Effets de la longueur de coupe et de la maturité sur le CSPA (éclatement)

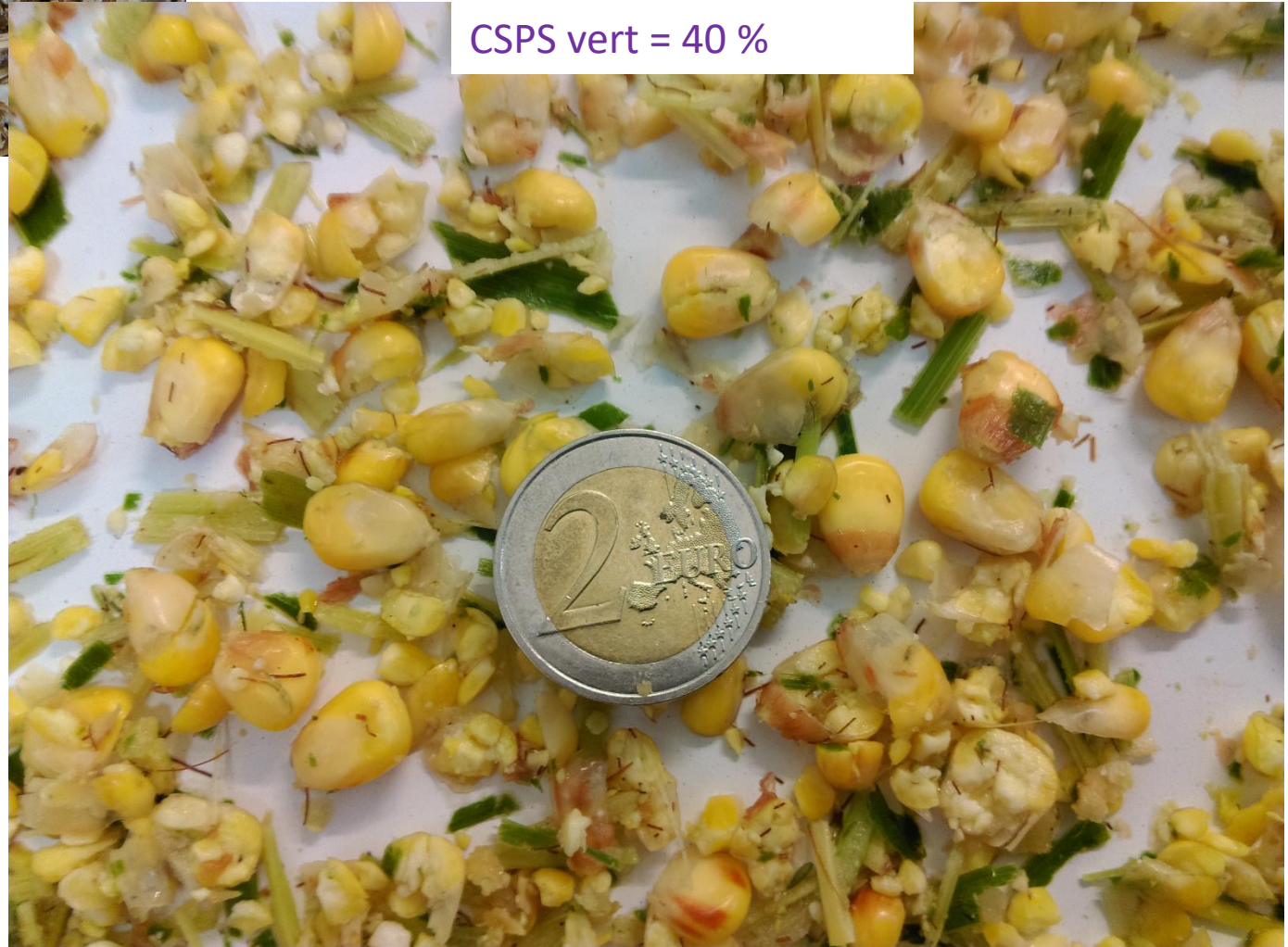
Eclateur USA intensif (neuf), différentiel 40%, écartement 1 mm



D'après Gerighausen et al. (2017)

- ⇒ Effet antagoniste entre longueur de coupe et éclatement du grain
- ⇒ Meilleur éclatement avec l'avancée en maturité (à confirmer)

Moda E- : longueur de coupe théorique 13 mm, serrage éclateur 4 mm, 40 % différentiel, John Deere « USA heavy duty »

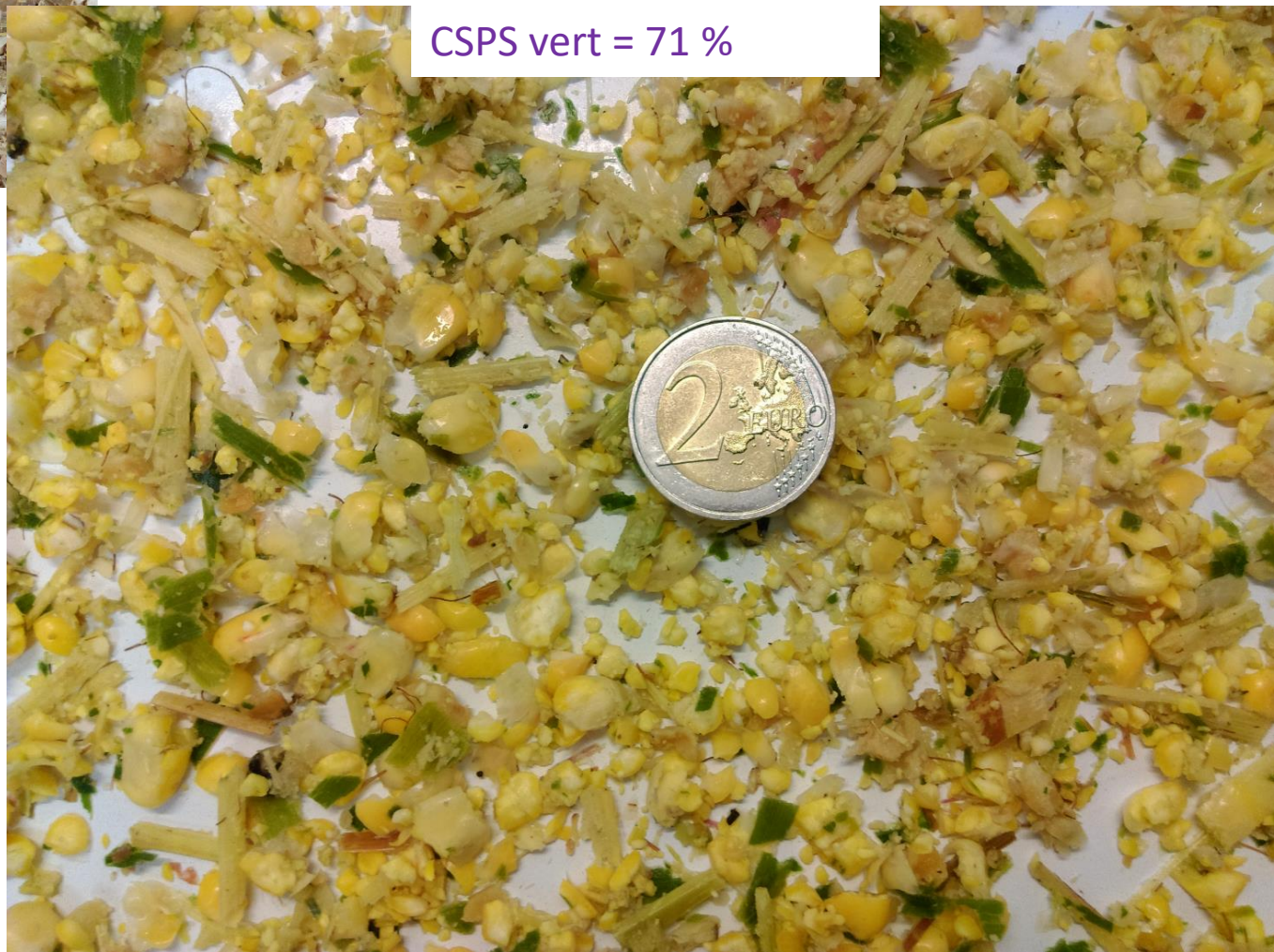


CSPS vert = 40 %

Moda E+ : longueur de coupe théorique 13 mm, serrage éclateur 1 mm, 40 % différentiel,
John Deere « USA heavy duty »



CSPS vert = 71 %





Tamis secoueur ARVALIS (ITCF)

- ✓ 1 caisse support
- ✓ 1 tamis, support de 2 grilles à mailles carrées (10 et 20 mm)
- ✓ 1 seau de 10 litres
- ✓ 1 contenant de 15 cl (gobelet)



Les mesures peuvent être volumétriques ou massiques pour plus de précision



Mode d'emploi tamis secoueur ARVALIS (ITCF)

- Verser en 2 ou 3 fois le contenu du seau (10 l) sur le tamis (20 mm)
- Tamiser d'abord doucement pour éviter les débordements puis énergiquement
- Réaliser 70 allers + 70 retours en cognant à chaque extrémité (le tout en ~ 1 minute)
- Mesurer le volume (ou peser) les morceaux qui restent sur la grille de 20 mm
- Recommencer avec la grille de 10 mm en 5 ou 6 fois

OBJECTIFS :

- Moins de 1 % de grosses particules (*>20 mm*)
- 10 à 20 % de particules moyennes (*10 à 20 mm*)
- Moins de 50 % de fines (*6 mm*)



Tamis secoueur Arvalis, pour info...

Où se procurer un tamis secoueur ?

Les Ateliers de l'Argerie

ESAT – Etablissement et Services d'Aide par le Travail

49370 LE LOUROUX-BECONNAIS

Tél : 02 41 77 23 60

contacts.ESAT-argerie@urpep-paysdelaloire.fr



Tamis Penn State Particle Separator

- ✓ 3 (ou 4) tamis + le fond récupérateur
 - 19 mm / 8 mm / 4 mm (=> mailles rondes)
 - 1.18 mm (mailles carrées)
 - Fond

- ✓ 1 balance (*de précision*)





Tamis Penn State Particle Separator

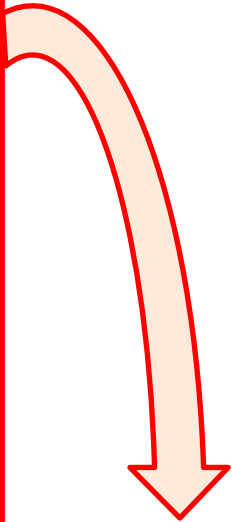
- Prélever une quantité d'environ 1.5 litre de fourrage
- Déposer et répartir grossièrement les 1,5 litre de fourrage sur le tamis de 19 mm
- Faire 5 allers + 5 retours, avec une amplitude de 17 cm et une fréquence de 1.1 aller/retour par seconde
- Tourner la pile de tamis d'un quart de tour puis refaire 5 allers + 5 retours
- Et ainsi de suite jusqu'à avoir fait 2 tours complets



Tamis Penn State

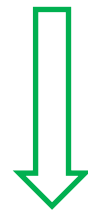
	Taille des pores (Ø mm)	Taille des particules (mm)	Ensilage de maïs (%)	Ensilage de maïs brins longs (%)
Tamis supérieur	19	> 19	3 - 8	20 - 30
Tamis médian	8	8 - 19	45 - 65	35 - 50
Tamis inférieur	4	4 - 8	20 - 30	13 - 15
Fond du secoueur		< 4	< 10	12 - 15

Ensilage de maïs brins longs (%)
20 - 30
35 - 50
13 - 15
12 - 15



(PennStateExtension, (2013))

**Préconisations constructeurs
Intérêts zootechniques non
démontrés à ce jour**



**= préconisations Arvalis
avec tamis secoueur**





Les réglages en pratique

Au maximum, essayer de régler la longueur de coupe et l'éclatement du grain « en même temps »

⇒ Les couteaux coupent les grains

⇒ Les éclateurs « recoupent » les particules et pas uniquement les grains



Le maïs brins longs, quésaco ?

Technique de récolte née aux Etats-Unis en 2008 → des technologies sous différents noms : éclateurs Shredlage, Scherer twin cut, DuraShredder

Coupe longue des brins de maïs et un éclatement intense des grains

- **Configuration éclateur : différentiel de vitesse élevé (40-50 %) + rainurage en croix = cisaillement dans 2 directions**
 - **Grains « pulvérisés »**
 - **Tiges éclatées dans le sens de la longueur**
 - **Pas de « mégots »**

Objectifs affichés :

- **Meilleure valorisation de la ration,**
- **Amélioration de la production et de la santé des vaches laitières**



Le maïs brins longs, quésaco ?

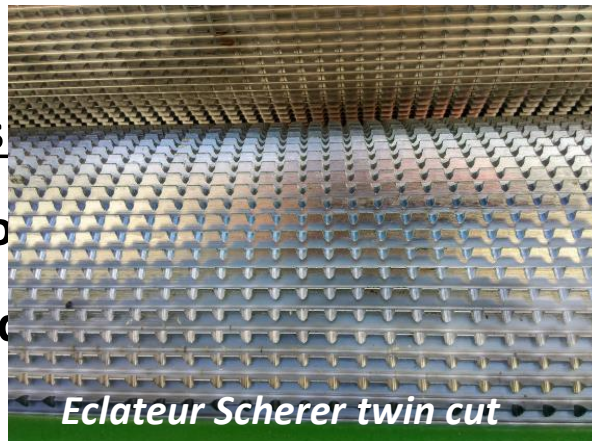
Technique de récolte née aux Etats-Unis en 2008 → des technologies sous différents noms : éclateurs Shredlage, Scherer twin cut, DuraShredder

Coupe longue des brins de maïs et un éclatement intense des grains

- Configuration éclateur : différentiel de vitesse élevé (40-50 %) + rainurage en croix = cisaillement dans 2 directions
 - Grains « pulvérisés »
 - Tiges éclatées dans le sens de la longueur
 - Pas de « mégots »

Objectifs affichés

- Meilleure valeur nutritive
- Amélioration de la digestibilité et de la santé de l'animal





Mise en place de 2 essais VL

- 2 stations expérimentales : La Jaillière (ARVALIS) et Les Trinottières (CRA PdL/IDELE)
- 3 lots de 20 VL en alimentation individuelle
- 3 modalités de récolte du maïs fourrage

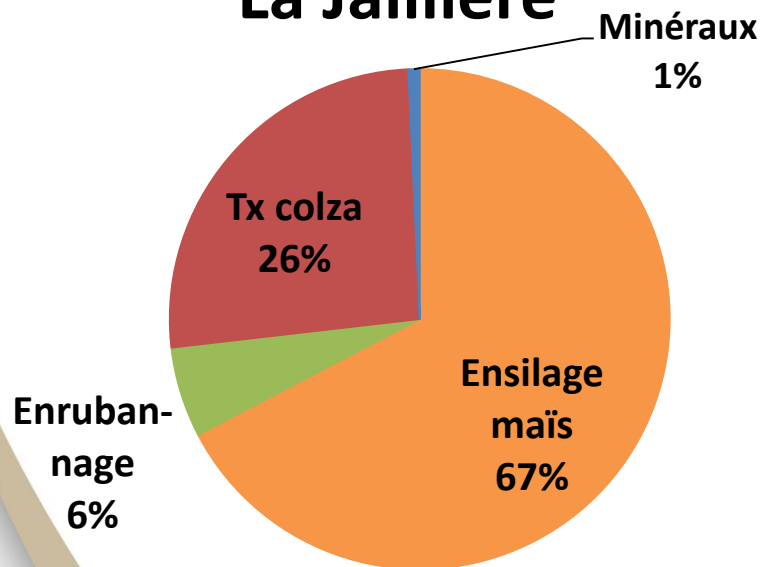
Modalité	Niveau d'éclatement (Jaillière – Trinottières)	Taille des particules
E-	Insuffisant/correct <i>CSPS 63 – 52</i>	Brins courts <i>(12-13 mm)</i>
E+	Optimal <i>CSPS 84 - 77</i>	Brins courts <i>(13-15 mm)</i>
SCH	Optimal <i>CSPS 75 - 82</i>	Brins longs <i>(25 mm)</i>



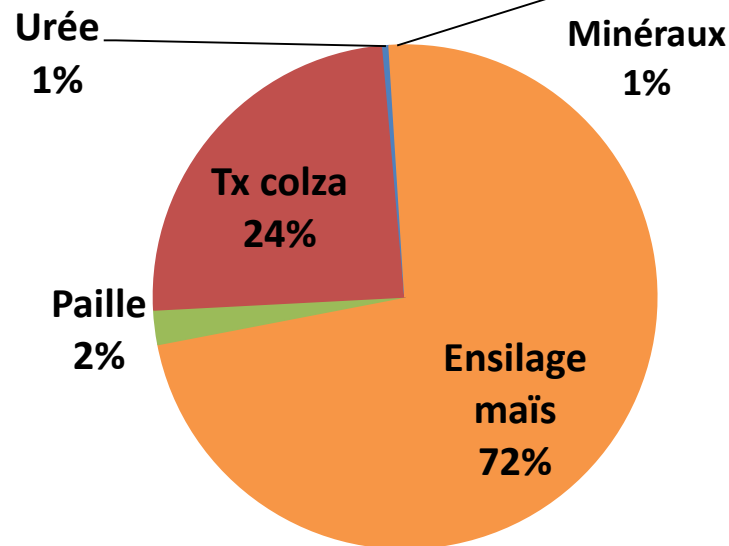
Régimes expérimentaux des 3 lots

- Des rations identiques pour les 3 lots → maïs fourrage plat unique pour extrémiser de potentiels effets de la technique de récolte

La Jaillière



Les Trinottières



Résultats de production laitière

Site	Performances	E-	E+	SCH	P(lot)
<i>La Jaillière</i> [44]	MSI (kgMS/VL/j)	22.0	22.6	22.1	NS
	Lait brut (kg/VL/j)	30.5	30.2	30.5	NS
	TP (g/kg)	31.9	32.0	31.8	NS
	TB (g/kg)	38.7	38.4	38.5	NS
<i>Les Trinottières</i> [49]	MSI (kgMS/VL/j)	23.9	23.3	23.5	NS
	Lait brut (kg/VL/j)	34.5	34.8	34.3	NS
	TP (g/kg)	32.9	32.4	32.9	NS
	TB (g/kg)	40.3	39.6	40.6	NS

- ✓ Pas d'effet de l'apport de fibres longues par le MFPE sur les performances d'ingestion et de production
- ✓ Après 6 mois de fermentation, pas d'effet de l'éclatement du grain (effet bonification), attention toutefois en récolte tardive et durée de conservation courte => enjeux en cours de quantification



Les références sur le maïs brins longs en stations expérimentales

SOURCES =>	Ferraretto et Shaver (2012)	Vanderwerff et al. (2015)	Chase (2015)	Flis (2015)	Beintmann et al. (2016)		Ettle (2017a)	Ettle (2017b)	Kampf (2017)	Speit et al. (2017)
	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Essai 4	Essai 5	Essai 5 bis	Essai 6	Essai 7	Essai 8	Essai 9
	Etats-Unis	Etats-Unis	Etats-Unis	Etats-Unis	Allemagne		Allemagne	Allemagne	Allemagne	Allemagne
Long. coupe en mm (brins longs/conventionnel)	30 / 19	26 / 19	nd	nd	26 / 7	26 / 7	26 / 7	26 / 7	26 / 8	26 / 7
CSPS % (brins longs/conventionnel)	75 / 60	72 / 68	60 / 51	nd	60 / 53	60 / 53	93 / 87	82 / 79	80 / 82	79 / 55
%MS maïs	35	39	32	32	34	34	nd	nd	33	nd
Description des rations testées										
% Ensilage maïs (brins longs versus conventionnel)	50	45	50	38	46	45	39	47	45	40
% Herbe ensilée	10	10	14	nd	14	14	19	nd	nd	17
% Paille et/ou foin	0	0	0	nd	0	2	4	nd	nd	3
% Concentrés	40	45	36	47	31	31	38	nd	nd	30
% amidon	25	29	23	30	17	17	nd	nd	nd	nd
% NDF total	28	32	34	31	33	34	31	nd	nd	nd
Performances animales										
Ingestion MS ration	103	101	98	100	100	104	93*	99	98	102
Prod. laitière	102	102	98	103	98	103	96	100	103	103
TB	101	99	100	99	98	98	99	101	101	101
TP	99	99	100	99	99	100	96	99	98	98

⇒ A ce jour, pas ou peu de différence avec la technique « conventionnelle »



**MERCI POUR
VOTRE
ATTENTION !**



**Maïs fourrage :
objectif qualité,
du champ à l'auge**

Editions ARVALIS 