



La revue francophone sur les fourrages et les prairies

The French Journal on Grasslands and Forages

Cet article de la revue **Fourrages**,
est édité par l'Association Francophone pour les Prairies et les
Fourrages

Pour toute recherche dans la base de données
et pour vous abonner :

www.afpf-asso.fr



AFPF - Maison Nationale des Eleveurs - 149 rue de Bercy - 75595 Paris Cedex 12
Tel. : +33.(0)1.40.04.52.00 - Mail : contact@afpf-asso.fr

Association Francophone pour les Prairies et les Fourrages

Effets du niveau d'éclatement des grains et de la longueur de coupe du maïs fourrage sur les performances des vaches laitières

A. Uijtewaal¹, H. Chauveau¹, J. Jurquet², M. Gillier³, J.-M. Lamy³

RESUME

Le maïs fourrage représente une part importante de l'alimentation des vaches laitières françaises. Sa valeur alimentaire est avant tout déterminée par les conditions de culture et le stade de récolte. Le jour de la récolte, l'éclatement du grain et la longueur de coupe sont deux points sur lesquels les éleveurs peuvent agir. Les préconisations historiques visant une taille de particules moyennes « rendu auge » de 10 mm sont parfois remises en cause sur le terrain avec une volonté de couper plus long pour favoriser la rumination. Les évolutions des productions laitières - avec l'accélération du transit digestif qui l'accompagne - et celle de la conduite et des variétés de maïs fourrage ainsi que l'arrivée de nouveaux équipements de récolte nous ont incités à revisiter les enjeux liés au niveau d'éclatement des grains et à la finesse de hachage. Deux essais visant à étudier les effets de niveaux contrastés d'éclatement du grain et de longueur de coupe ont été mis en place en France en 2019. Ces essais mettent en évidence une absence d'effet de la coupe longue (> 20 mm) et du niveau d'éclatement du grain sur les performances animales. Les auteurs invitent toutefois à considérer l'absence d'effets du niveau d'éclatement du grain au regard de la durée de conservation longue avant distribution du maïs fourrage. Les travaux se poursuivent pour préciser les effets du niveau d'éclatement des grains en lien avec le stade de récolte et la durée de conservation.

SUMMARY

Effects of grain shattering level and corn forage cutting length on dairy cow performance

Fodder corn represents an important part of the diet of French dairy cows. Its feed value is primarily determined by the growing conditions and the harvest stage. On the day of harvest, grain shattering and chop length are two points on which farmers can act. Historical recommendations aiming at an average particle size of 10 mm are sometimes questioned in the field with a desire to cut longer to promote rumination. The evolution of dairy production - with the accompanying acceleration of digestive transit - and that of corn forage management and varieties, as well as the arrival of new harvesting equipment, have encouraged us to revisit the issues related to the level of kernel shattering and chop fineness. Two trials to study the effects of contrasting levels of kernel shattering and chop length were set up in France in 2019. These trials show no effect of long chop (>20 mm) and grain shattering level on animal performance. However, the authors suggest that the lack of effect of the level of kernel shattering should be considered in relation to the long storage time before distribution of forage corn. Work is continuing to clarify the effects of the level of kernel shattering in relation to the stage of harvest and the length of storage.

À l'échelle française, le maïs fourrage plante entière (MFPE) représente plus de 1.4 million d'hectares (Agreste, 2020). D'après les données 2018 de l'observatoire Rés'alim®, le MFPE représente 38 % de la matière sèche totale ingérée par an en moyenne par les vaches laitières françaises (Cniel *et al.*, 2019). Ce chiffre cache une diversité importante en fonction du système. Chez les engraisseurs de jeunes bovins, le MFPE représente 53 % de la MS ingérée (Devun et Guinot, 2012).

En conditions normales de végétation, la part d'énergie apportée par l'amidon du MFPE est comprise entre 40 et 45 % (Férard, 2016). Ainsi, valoriser l'énergie contenue dans l'amidon est un enjeu majeur pour tirer pleinement parti du potentiel de cette culture. Pour être valorisé, l'amidon contenu dans le grain doit pouvoir en premier lieu être dégradé par les microorganismes du rumen. Les effets du stade de récolte et de la durée de conservation sur la dégradabilité ruminale de l'amidon ont déjà fait l'objet d'études et leurs effets sont documentés (Peyrat *et al.*, 2014, Férard *et al.*, 2016).

AUTEURS

1 : Arvalis - Institut du végétal, Station expérimentale de La Jaillière, La Chapelle Saint-Sauveur, F-44370 Loireauxence ; a.ujtewaal@arvalis.fr

2 : Institut de l'Élevage, 42 rue Georges Morel CS60057, F-49071 Beaucozéd cedex

3 : SAS Ferme Expérimentale Laitière des Trinottières, La Futaie, F-49140 Montreuil sur Loir

MOTS-CLES : Herbicide, travail du sol, semis direct, adventices, stock semencier, rendement, sorgho fourrager

KEY-WORDS: Herbicide, soil tillage, direct seeding, weed, yield, seedbank, forage sorghum

REFERENCE DE L'ARTICLE : Uijtewaal A., Chauveau H., Jurquet J., Gillier M., Lamy J.-L., (2021). « Effet du niveau d'éclatement des grains et de la longueur de coupe du maïs fourrage sur les performances des vaches laitières », Fourrages, 246, 29-35

En revanche, l'effet de la granulométrie des particules de grains MFPE n'est que très peu référencé et n'a jamais fait l'objet de modélisation. Les méthodologies usuelles d'étude de la dégradabilité ruminale de l'amidon utilisent des méthodes de broyage avant incubation *in sacco* (Peyrat *et al.*, 2014).

Sur le terrain, les éleveurs et les conseillers qui les accompagnent dans le rationnement des ruminants pointent notamment du doigt l'insuffisance d'éclatement des grains lorsqu'une part notable des grains du MFPE est retrouvée dans les fèces des animaux. La présence significative de particules de grains (péricarpe et une part variable de l'amidon du grain) dans les fèces traduit une digestion incomplète de l'amidon ingéré.

Aujourd'hui, une large majorité des ensileuses automotrices utilisées pour la récolte du maïs fourrage sont équipées d'éclateurs de grains. Ces éclateurs sont la plupart du temps constitués de rouleaux cannelés qui se font face et entre lesquels passe le flux de particules de fourrages coupées par les couteaux. Pour éclater les grains, l'écartement entre les rouleaux peut être ajusté. Plus récemment, la technique de l'ensilage « brins longs » est apparue aux Etats-Unis puis en France. Elle vise à obtenir une coupe longue des brins de maïs et un éclatement intense des grains. Majoritairement connue sous le nom de Shredlage, la technique est aussi développée par d'autres constructeurs d'ensileuses, avec des configurations d'éclateurs proches (DuraShredder, XCut...). Ces éclateurs présentent une configuration spécifique (rainurage en croix) et un différentiel de vitesse élevé entre les rouleaux éclateurs de 40 à 50 % (Uijtewaal et Férard, 2017).

Pour évaluer objectivement l'impact de l'éclatement du grain et de la taille des brins sur la valorisation de l'ensilage, deux essais ont été mis en place sur les fermes expérimentales de la SAS Trinottières (49) avec l'appui de l'Institut de l'élevage, et d'Arvalis à la Jaillièrre (44) au cours de l'hiver 2018-2019. Ces essais ont été mis en place dans le cadre du projet FranceAgriMer Eclat'maïs, soutenu financièrement par FranceAgriMer, piloté par Arvalis, en partenariat avec la Ferme Expérimentale laitière des Trinottières, Germ-Services, l'Idéle et l'INRAE. Ces essais ont bénéficié du prêt

gracieux des matériels de récolte par l'entreprise John Deere SAS.

1. Matériels et méthodes

1.1. Récolte du maïs fourrage, réglages de l'éclatement des grains et de la longueur de coupe

Sur chaque station, une variété représentative de la zone de précocité a été cultivée au sein de plusieurs parcelles. Avant récolte du fourrage pour l'essai, les parcelles ont été détournées pour exclure les rangs de bordure des parcelles potentiellement plus hétérogènes.

Au sein de chaque parcelle, le maïs fourrage a été récolté à l'aide de la même ensileuse (John Deere 8400) en bandes alternées de 8 rangs selon trois modalités : éclatement faible, brins courts, éclateur conventionnel (E-); éclatement élevé, brins courts, éclateur conventionnel (E+); et éclatement élevé, brins longs, éclateur rainuré en croix (SCH) (Tableau 1). L'alternance des bandes avait pour objectif de récolter des maïs fourrage de composition chimique proche afin que seul le mode de récolte diffère entre modalités. Les modalités ont été récoltées l'une après l'autre sur chaque site, sur deux jours à La Jaillièrre (36 heures entre le début et la fin des récoltes) et trois jours aux Trinottières (60 heures entre le début et la fin des récoltes).

Les réglages de la longueur de coupe et de l'écartement entre éclateurs ont été ajustés sur chaque site et chaque modalité. L'éclatement du grain a été jugé le jour de la récolte à l'aide du test de la bassine, appelé également test de séparation hydrodynamique (Savoie *et al.*, 2004). La taille des particules a quant à elle été évaluée le jour de la récolte à l'aide du tamis Penn State Particle Separator et correspondant aux préconisations issues du Tamis secoueur d'Arvalis pour E- et E+. Pour la modalité SCH, les recommandations issues des constructeurs ont été respectées. La longueur de coupe de la modalité E- a été réduite de 1 à 2 mm par rapport à E+ afin de compenser l'effet « recoupe » des éclateurs. En effet, lorsqu'ils fonctionnent de manière très

Site	Modalité	Longueur de coupe théorique (réglage en cabine en mm)	Type d'éclateur et différentiel de vitesse entre rouleaux	Serrage éclateur (mm)	Objectif éclatement (CSPS en %)
La Jaillièrre	E-	13	USA Intensif 40%	4.00	45-50
	E+	15	USA Intensif 40%	1.00	>70
	SCH	25	Scherer TwinCut 40%	1.00	>70
Les Trinottières	E-	12	USA Intensif 40%	4.00	45-50
	E+	13	USA Intensif 40%	1.00	>70
	SCH	25	Scherer TwinCut 40%	1.25	>70

TABLEAU 1 : Modalités de récolte du maïs fourrage pour chaque site (longueur de coupe et éclatement du grain)
Table 1: *Corn forage harvesting methods for each site (cutting length and kernel shattering)*

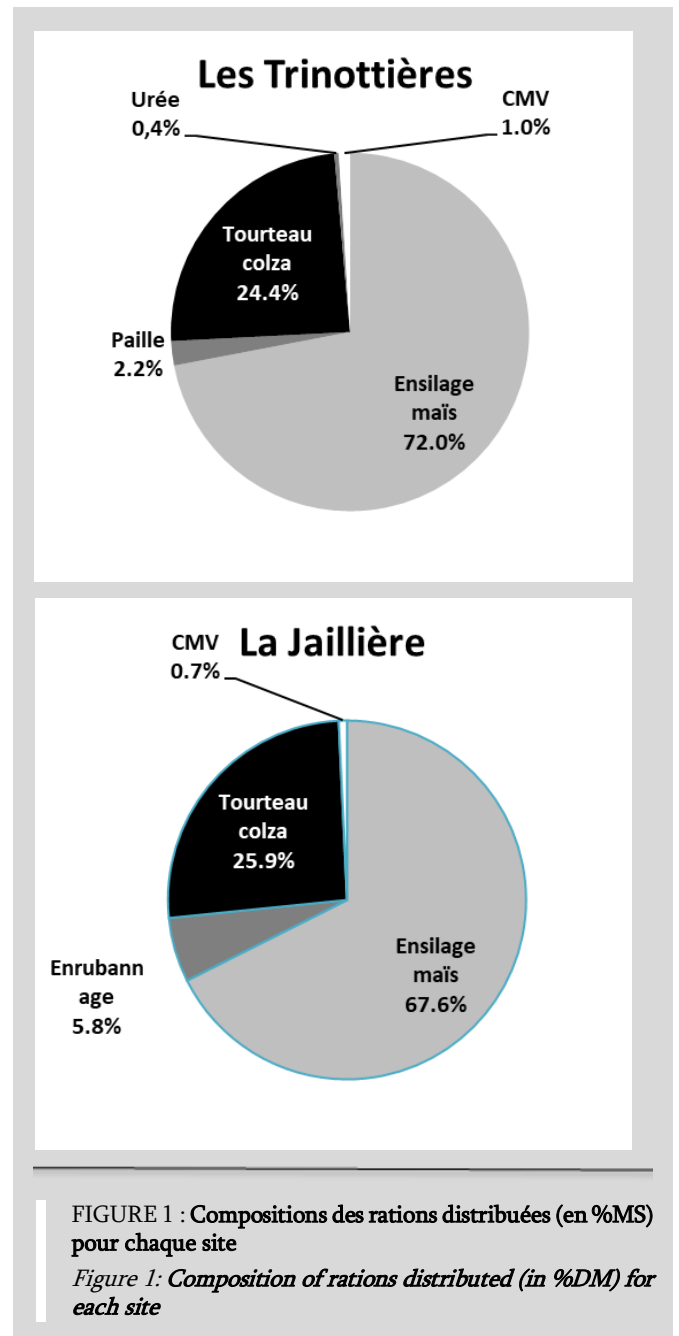
rapprochée, les rouleaux éclateurs ont tendance à cisailer les particules de sorte qu'ils en réduisent la taille.

Les maïs fourrage ont été récoltés à une teneur en matière sèche élevée (35,8 % MS aux Trinottières, 38,5 % MS à la Jaillièrre), stade auquel le grain contient au minimum 50 % d'amidon vitreux sur des variétés avec des grains de type corné à corné-denté, afin d'extrémiser les effets potentiels de l'éclatement du grain en lien avec leur vitrosité.

Le fourrage des différentes modalités a été stocké en silos couloirs séparés avec des dimensions de front d'attaque permettant une vitesse d'avancement lors du désilage de 15 cm/jour. La confection des silos a été réalisée selon les pratiques courantes des deux stations expérimentales avec un étalement en couches légèrement inclinées de 20 cm d'épaisseur maximum et un tassage régulier au cours du chantier. Seul le MFPE récolté à La Jaillièrre a été inoculé avec un conservateur biologique (bactérie lactique hétérofermentaire *Lactobacillus buchneri*).

1.2. Mise en lots, alimentation et mesures sur les animaux

Sur chaque station, soixante vaches laitières de race Prim'Holstein en milieu de lactation (20 % de primipares aux Trinottières, 50 % à la Jaillièrre) ont été mises en lots de 20 animaux comparables en termes de production laitière, taux butyreux (TB), taux protéique (TP), poids vif, parité et stade de lactation. Après une période de transition alimentaire de deux semaines, chaque lot a reçu durant 8 semaines une ration complète mélangée distribuée deux fois par jour à La Jaillièrre et une fois par jour aux Trinottières, avec contrôle quotidien de l'ingestion individuelle. Le maïs a été incorporé à hauteur de 67 % ou 72 % de la ration en MS selon les sites (Figure 1). La part de maïs volontairement élevée avait pour objectif d'extrémiser les effets des modalités de récolte. Les rations distribuées sur chaque site sont identiques en termes de densité énergétique et protéique entre chaque lot de vaches, et ont été bâties selon les critères objectifs de respect d'équilibre chimique : à La Jaillièrre, 0.90 UFL/kgMS, 102 gPDIE/UFL, 21.2 % d'amidon, 20.7 % de cellulose brute et 41.1 % de NDF. Aux Trinottières, 0.91 UFL/kgMS, 96 gPDIE/UFL, 22.1 % d'amidon, 18.0 % de cellulose brute et 39.3 % de NDF). Le complément minéral et vitaminique (CMV) ne contenait pas de substance tampon. Les mesures ont porté sur la production laitière quotidienne et sur la qualité du lait (TB, TP, urée) analysée chaque semaine sur 4 traites consécutives. Les teneurs en amidon fécal ont été mesurées par lot 3 fois au cours de l'essai par prélèvement de fèces sur chaque animal de chacun des lots.



1.3. Caractérisation des maïs fourrage et des aliments

Le niveau d'éclatement du grain a été analysé au laboratoire selon la méthode du Corn Silage Processing Score (CSPS) (Ferreira et Mertens, 2005). Le CSPS correspond à la quantité d'amidon présente dans la fraction fine (diamètre des particules inférieur à 4,75 mm après tamisage) divisée par la quantité totale d'amidon. Le maïs fourrage de chaque modalité a fait l'objet de 6 mesures du CSPS sur fourrage vert et 3 mesures du fourrage fermenté réparties au cours de l'essai d'alimentation.

La taille de particules du maïs fourrage fermenté, des rations mélangées et des surplus a été déterminée par tamisage par un même opérateur à l'aide du tamis

Penn State, trois fois au cours de l'essai (3 répétitions à chaque fois) et sur chaque site.

La composition chimique des fourrages a fait l'objet d'analyse par la méthode de référence sur fourrage vert afin d'en prédire les valeurs alimentaires sur fourrage fermenté. Au cours de l'essai, la composition chimique des fourrages et des concentrés distribués a aussi fait l'objet d'analyses chimiques afin de connaître précisément la valeur des aliments distribués aux animaux durant l'essai (3 analyses par aliment durant les 8 semaines d'essai).

La densité des silos a été mesurée à l'aide d'une carotteuse à fourrages à 3 périodes durant l'essai. A chaque période, 18 points de prélèvements ont été réalisés sur le front d'attaque et répartis sur trois hauteurs. La qualité de conservation a quant à elle été jugée par analyse de conservation chimique sur différents paramètres (pH, acides lactique, acétique, butyrique, alcools, ammoniac).

2. Résultats

2.1. Composition chimique des maïs fourrage et caractéristiques physiques

La composition du maïs fourrage de chaque modalité s'est révélée très proche entre modalités pour chaque site. Malgré un découpage des parcelles en bandes alternées, la teneur en amidon de la modalité E-

Site	Critère	E-	E+	SCH
La Jaillièrre (44)	UFL/kgMS	0.92	0.93	0.91
	PDIN/kgMS	38	39	39
	PDIE/kgMS	69	70	69
	Amidon (% de la MS)	34	29.7	29.3
	Cellulose brute (% de la MS)	20.4	21.8	22.4
	CSPS vert (%)	48	78	72
	CSPS fermenté 180 jours (%)	63	84	75
Les Trinottières (49)	UFL/kgMS	0.92	0.93	0.92
	PDIN/kgMS	37	39	39
	PDIE/kgMS	68	69	69
	Amidon (% de la MS)	31.9	30.4	29.3
	Cellulose brute (% de la MS)	21.4	20.9	21.6
	CSPS vert (%)	42	73	72
	CSPS fermenté 180 jours (%)	52	77	82

TABLEAU 2 : Composition chimique du maïs fourrage distribué et évolution du CSPS

Table 2: Chemical composition of distributed corn forage and evolution of CSPS

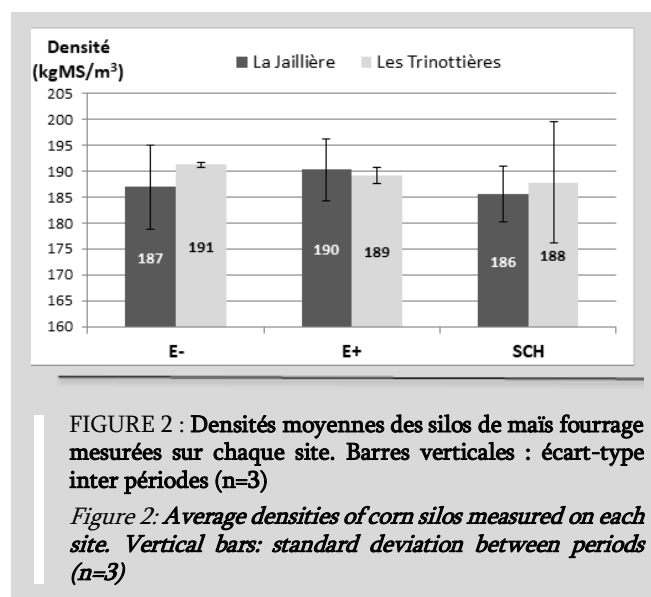
est toutefois légèrement supérieure à celle des modalités E+ et SCH pour le site de La Jaillièrre (Tableau 2).

Le CSPS mesuré à la récolte était conforme aux objectifs de l'essai pour les trois modalités, à savoir inférieur à 50 pour la modalité E- et supérieur à 70 pour les modalités E+ et SCH. En revanche, après six mois de conservation en silo, le CSPS a augmenté en moyenne de 12,5 points pour les maïs E- et de 6 points pour les maïs E+ et SCH (Tableau 2).

Le tamisage des maïs fourrage a montré qu'à niveau d'éclatement identique (E+ ou SCH), la seule différence de répartition des particules concerne les grosses fractions (plus de 8 mm). La technique de récolte SCH augmente la part des particules grossières (plus de 19 mm) à hauteur de 20 - 30 %, contre 5 % pour un maïs conventionnel, au détriment des particules intermédiaires (8 - 19 mm).

2.2. Densité et qualité de conservation

Dans les conditions expérimentales des stations (silo couloir de 55 t MS par modalité à la Jaillièrre, 144 t MS aux Trinottières en moyenne), la densité des silos a été équivalente entre les trois modalités de récolte et comprise entre 186 et 191 kg MS par mètre cube (Figure 2). Les profils fermentaires (acides lactique et acétique, alcools et ammoniac) des trois modalités de maïs fourrage sont proches et présentent de bonne qualité de conservation.



2.3. Performances animales

Sur chaque station, les rations distribuées ont été bien ingérées et en quantité équivalente entre modalités.

Les performances laitières moyennes observées sont conformes aux attentes au regard du niveau génétique, du stade de lactation et de l'équilibre des rations formulées. Aucun effet du niveau d'éclatement du grain n'a été observé sur l'ingestion, la production

laitière ou les taux butyreux et protéique. Quelle que soit la modalité, les teneurs en amidon dans les bouses ont été assez faibles : inférieures à 4 % de la MS, traduisant une bonne digestion de l'amidon. Toutefois, une teneur inférieure en amidon fécal a été observée pour les animaux du lot E+ par rapport à ceux du lot E- (-1,2 point à la Jaillière, -2,8 points aux Trinottières), sans impact sur les performances laitières (Tableau 3).

Site	Performances	E-	E+	SCH	P-value (lot)
La Jaillière (44)	MSI (kgMS/VL/j)	22	22.6	22.1	NS
	Lait brut (kg/VL/j)	30.5	30.2	30.5	NS
	TP (g/kg)	31.9	32	31.8	NS
	TB (g/kg)	38.7	38.4	38.5	NS
	Teneur amidon fécal (g/100gMS)	3.0 b	1.8 a	2.1 ab	*
Les Trinottières (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

MSI : matière sèche ingérée. NS : non statistiquement significatif au seuil de 5%, * : p-value < 0.05, ** : p-value < 0.01.

TABLEAU 3 : Performances zootechniques des trois lots de vaches laitières sur les deux stations

Table 3: Zootechnical performances of the three batches of dairy cows on both stations

Aucun effet de l'apport de fibres longues (SCH versus E+) n'a été observé au cours des 8 semaines d'essai. Les ingestions ont été proches entre les lots SCH et E+ et il n'a pas été observé de tri à l'auge. Par rapport à la ration distribuée, la proportion de grosses particules (< 19 mm) jugée dans le surplus de ration non ingéré, n'a pas augmenté avec la présentation du maïs fourrage en brins longs.

3. Discussion

3.1. Densité et qualité de conservation

Les densités relevées au sein des silos sont proches mais néanmoins plus faibles que les recommandations. Ceci peut notamment s'expliquer par des teneurs en MS élevées lors de la récolte comprises entre 36 et 39 % MS selon les sites. Beintmann *et al.*, (2016) avaient fait état de compressibilité inférieure de l'ensilage brins longs par rapport à l'ensilage « brins courts » en silos de laboratoire avec une baisse de 10 %. Par ailleurs, plusieurs auteurs ont rapporté des densités de silos équivalentes ou inférieures, 0 à -12 % avec l'ensilage

brins longs dans des silos de taille « réelle » (Chase, 2015, Ferraretto *et al.*, 2012, Ertle, 2017 et Beintmann *et al.*, 2016).

Pour chaque essai, les maïs fourrage ont présenté des profils de fermentation proches et témoignant d'une bonne conservation (Arvalis, 2018). En silos de taille réelle, d'autres auteurs confirment ces observations (Chase, 2015, Ferraretto *et al.*, 2012, Beintmann *et al.*, 2016). En silo de laboratoire, Beintmann *et al.*, 2016, ont rapporté des pertes de MS supérieures avec l'ensilage brins longs en lien avec des teneurs en acide acétique plus élevées. Ces différences apparaissent difficilement imputables au processus de récolte ou à la plus faible densité (-12 %) relevée avec l'ensilage brins longs. Une déviation fermentaire semble être l'explication la plus plausible (Uijtewaal, comm. personnelle). Ainsi, le niveau d'éclatement du grain, la longueur de coupe ou le fait de recouper les tiges dans le sens de la longueur ne semblent pas influencer significativement le processus de conservation par ensilage.

3.2. Performances animales

Malgré la part importante de maïs fourrage dans les rations, le stade tardif de récolte et l'éclatement faible à moyen des maïs E- jugés par la méthode du CSPS, aucune différence de performances n'a été observée. Ceci est cohérent avec la faible différence de digestibilité de l'amidon jugée par la teneur en amidon fécal.

Cette faible différence peut notamment s'expliquer par la durée de fermentation avant le début de l'essai supérieure à 5 mois sur chaque site. En effet, la durée de conservation impacte positivement la dégradabilité de l'amidon dans le rumen, en dégradant la matrice protéique (protéolyse) qui encapsule les granules d'amidon (Férard *et al.*, 2016). Le phénomène de protéolyse a également pu s'opérer sur les grains du maïs E- car malgré les niveaux d'éclatement faibles de ce maïs, aucun grain n'était intact. Sur ce point, les résultats de ces essais peuvent différer par rapport à des situations d'éclatement insuffisant dans les élevages, souvent jugés en premier lieu par la présence de grains intacts dans le fourrage à la récolte. L'augmentation du CSPS durant la fermentation a aussi été observée par d'autres auteurs dans des proportions similaires (Ferraretto et Shaver, 2016). Le phénomène de protéolyse rend les particules d'amidon plus friables, facilitant leur désagrégation au cours du processus de tamisage agressif utilisé par la méthode du CSPS.

D'autres auteurs, en France ou à l'étranger, n'ont pas mis en évidence d'effet de l'éclatement du grain sur les performances animales (ARPEB et Idele, 1997, Johnson *et al.*, 2003), mais ces comparaisons portaient sur des comparaisons de maïs récoltés avec ou sans éclateurs et le plus souvent avec des longueurs de coupe courtes, de sorte que peu de grains demeuraient intacts et sans disposer de l'information concernant la durée de conservation avant l'essai. D'autres auteurs ont observé

des effets zootechniques positifs de l'éclatement et ont confirmé l'interaction positive avec le stade de récolte (Johnson *et al.*, 2003, Ferraretto et Shaver, 2012a), là encore sans précision sur la durée de conservation. Quoi qu'il en soit, les résultats des essais présentés et les constats issus de la bibliographie et dans les élevages confirment l'intérêt de disposer de report de stock afin de réaliser des transitions alimentaires entre millésimes de maïs fourrage mais aussi pour bénéficier des effets positifs de la durée de conservation ; stabilité aérobie, amélioration de la dégradabilité ruminale de l'amidon.

L'apport de fibres longues par le maïs fourrage n'a eu d'effet ni sur l'ingestion, ni sur les performances laitières. Les animaux n'ayant pas trié davantage le maïs en brins longs que celui en brins courts, le dispositif permettait bien de juger de l'effet zootechnique de l'ingestion de particules grossières. Malgré le recouplement des fibres dans le sens de la longueur et une potentielle augmentation de leur surface d'attaque par les microorganismes du rumen, la valorisation des fibres et de la ration n'a pas été améliorée avec cette technique de récolte. Ces résultats sont concordants avec la bibliographie existante sur les dix essais indépendants réalisés aux États-Unis et en Allemagne ayant étudié l'ensilage de maïs en brins longs ou shredlage dans différentes rations (Chauveau, 2019). Dans les situations étudiées, les rations étaient bâties de sorte à respecter les principes fondamentaux de l'alimentation des bovins, à savoir l'équilibre chimique des rations (% amidon, % fibres) ainsi que les apports nutritionnels en adéquation avec les besoins et une part de concentrés représentative de la plupart des élevages laitiers conventionnels français. La méta-analyse conduite par Nasrollahi *et al.*, (2015) conforte ces résultats en rapportant l'absence d'effet ou de faibles effets positifs de la coupe courte des fourrages dans des rations à base de maïs fourrage et comportant moins de 50 % de concentrés.

Conclusion

Les deux essais mis en œuvre confirment l'absence d'intérêt de l'ensilage de maïs fourrage en brins longs tant d'un point de vue zootechnique que du point de vue de la qualité de conservation du fourrage. Concernant le niveau d'éclatement des grains, dont il a été montré l'absence d'effet zootechnique dans les conditions de l'essai, les conclusions sur ce paramètre sont moins tranchées. Les références actuelles permettent d'indiquer que l'éclatement de la plupart des grains en quatre morceaux, en veillant à l'absence de grains intacts, permet une très bonne valorisation de l'amidon après cinq mois de fermentation. Les enjeux liés à l'éclatement du grain pourraient être d'autant plus importants que le stade de récolte est tardif et que la durée de conservation est courte. En l'absence de stock de report ou en cas d'ouverture précoce des silos, une attention particulière devra être portée à l'éclatement du grain. Des essais de dégradabilité ruminale de l'amidon

se poursuivent pour évaluer les effets de l'éclatement, en interaction avec le stade de récolte et la durée de conservation. Un focus particulier sur des durées de conservation allant d'un à six mois est réalisé afin de préciser les enjeux pour ces situations.

Article accepté pour publication le 12 avril 2021

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Agreste, (2020). « Grandes cultures et fourrages. » https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/download/publication/publie/IraGcu20127/2020_127/infopagdesculturesV2.pdf (consulté le 30 octobre 2020).
- Arvalis, (2018). *Maïs fourrage : objectif qualité du champ à l'auge*, Editions Arvalis, 48 p.
- Beintmann S., Denißen J., Hoffmanns C., Hoppe S., Hünning K., Speit J.-H., Steevens L., Wolzenburg C., Gerlach K., Maack C., (2015). « Silier- und Fütterungsversuch mit Shredlage-Silage im Vergleich zur Maissilage mit herkömmlicher Häcksellänge. » Disponible à : https://www.landwirtschaftskammer.de/riswick/pdf/ergebnisse_futterwertpruefung/ergebnisse-futterwertpruefung-2016.pdf
- Cniel, Institut de l'Élevage et France Conseil Élevage, (2019). « Que trouve-t-on au menu des vaches laitières. » 4 p. accessible à : <https://infos.cniel.com/Record.htm?idlist=1&record=10201633124920298159>
- Chauveau H., (2019). « Effets de l'éclatement du grain et du maïs brins longs sur les performances laitières », Sommet de l'Élevage, 2-4 octobre 2019, Cournon.
- Chase L., (2015). « Shredlage – What's new. Dairy business east », 26 p. Disponible à : <https://ecommons.cornell.edu/bitstream/handle/1813/39273/April%2015%20PRO-DAIRY%20page%2026.pdf;sequence=2>
- Devun J. et Guinot C., (2012). *Alimentation des bovins, rations moyennes et autonomie alimentaire, Compte-rendu final 00 12 39 005*, Collection résultats, 43 p.
- Ettle T., Schneider M. und Obermaier A., (2017). « Untersuchungen zur Bereitung und Fütterung von Shredlage. Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung », Fulda, Verband der Landwirtschaftskammern, Bonn, 104-107.
- Férard A., (2016). « Prévion de l'énergie de la plante entière, des parois et de l'amidon : quels innovations et changements pour les conseillers et les éleveurs ». *Colloque Maïs fourrage et bovins : nouvelle approche de sa valeur alimentaire et valorisation*, 17 novembre 2016, Paris 13ème.
- Férard A., Peyrat J., Uijtewaal A., Meslier E., (2016). « Effect of storage length on the maize starch degradability. » *Proceedings of 17th international conference of forage and conservation*, Horny Smokovec, 27-29 septembre 2016, 157-158.
- Ferraretto L.F. and Shaver R.D. (2012a). « Meta-analysis : effect of corn silage harvest practices on intake, digestion, and milk production by dairy cows ». *The professional animal scientist*, 28, 141-149.
- Ferraretto L.F. and Shaver R.D. (2012b). « Effect of corn shredlage on lactation performance and total tract starch digestibility by dairy cows ». *The professional animal scientist*, 28, 639-647.
- Ferraretto L.F. and Shaver R.D., (2016). « Revisiting starch for dairy cows », *Hoard's Dairyman*, 25th September, 569.
- Ferreira G. and Merten D. R., (2005). « Chemical and physical characteristics of corn silages and their effects on in vitro disappearance », *Journal of Dairy Science*, 88, 4414-4425
- Johnson L., Harrison J.H., Davidson D., Mahanna W.C., Shinnors K., (2003). « Corn silage management : effects of hybrid, chop length, mechanical processing on digestion and energy content », *Journal of Dairy Science*, 86, 208-231.
- Nasrollahi S.M., Imani M., Zebeli Q., (2015). « A meta-analysis and meta-regression of the effect of forage particle size, level, source, and preservation method on feed intake, nutrient digestibility, and performance in dairy cows. », *Journal of Dairy Science*, 98, 8926-8939.
- Peyrat J., Nozière P., Le Morvan A., Férard A., Protin P.-V., Baumont R., (2014). « Effects of ensiling maize and sample conditioning on in situ rumen

- degradation of dry matter, starch and fibre.», *Animal Feed Science and Technology*, 196, 12-21
- Savoie P., Shinnars K., Binversie B., (2004). «Hydrodynamic Separation of Grain and Stover Components in Corn Silage», *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 113, 41-54.
- Uijtewaal A. et Férard A., (2017). « Le shreddage est-il une révolution ? », *Perspectives Agricoles*, 447, 64-66.