

Le toastage de protéines : retours d'expériences et témoignages

La technique de toastage de protéines, en vue d'améliorer leurs valeurs digestibles, et comme moyen de conservation, est un levier pour améliorer l'autonomie des fermes. L'augmentation des valeurs azotées digestibles obtenue grâce à cette cuisson est à nuancer en fonction du coût de la pratique et des fourrages de la ration. Les systèmes et les pratiques étant très différentes d'un secteur géographique à un autre, et d'une année à une autre, voici un aperçu d'expériences dans diverses régions françaises. De quoi alimenter les réflexions des uns et des autres, afin de trouver la solution d'autonomie qui s'adapte le mieux à votre système et à vos objectifs.

✍ **Propos recueillis par Léopoldine DESPREZ,**
Conseillère Technique Démarche Qualité BIOLAIT

Les protéines toastées : moins d'azote et d'énergie soluble ruminal

✍ **Yann MARTINOT,** Directeur Technique Elvup

Les rations hivernales vaches laitières en Agriculture Biologique sont souvent pauvres voire déficitaires en azote. L'apport d'azote, et notamment d'azote soluble ruminal est crucial à la bonne valorisation de l'ensemble de la ration. Toaster un aliment entraîne une baisse de la solubilité ruminale et une augmentation de l'azote protégé. Si cela a pour effet d'augmenter les valeurs globales PDI, cela entraîne en amont une baisse des apports d'azote ruminal et un risque majeur de moindre valorisation de la ration par baisse de la digestibilité des fibres entre autre.

Alimenter une vache laitière, c'est avant tout alimenter le fermenteur ruminal. En effet, la vache est un ruminant qui produit l'essentiel des nutriments nécessaires à ses besoins d'entretien et de production au niveau ruminal.

Les 3 grands piliers du fonctionnement du rumen sont l'énergie, l'azote et les fibres. Une adéquation des apports de ces 3 facteurs doit être trouvée afin d'optimiser son fonctionnement.

L'énergie et l'azote digérés dans le rumen sont dits solubles.

Les fractions non solubles sont soit absorbées au niveau de l'intestin grêle - elles sont alors qualifiées de by-pass (ex azote protégé, amidon by pass...) - soit non valorisées du tout et rejetées en l'état (non digestibles comme la lignine par exemple).

Le toastage est un traitement thermique par chaleur sèche qui a pour principale conséquence de protéger l'azote et l'amidon présents dans l'aliment (plus de digestion by pass). Plus la température est élevée, plus la protection sera importante.

La digestion by pass ayant un meilleur rendement digestif, cela a pour effet d'augmenter les valeurs PDI dans les aliments par une forte augmentation de la valeur PDIA. Dans le même temps, l'azote soluble ruminal (PDIMN) et l'énergie soluble (PDIME) baissent.

Les valeurs tables INRA montrent une baisse de 44 g de l'azote soluble ruminal et 46 g d'amidon ruminal. Le rumen recevra donc moins d'azote et d'énergie pour digérer les fibres de la ration.

Ces mesures INRA sont réalisées avec les aliments sous une forme farine.

Si les aliments sont plus grossiers et simplement concassés, cela amplifie encore le by pass et la moindre solubilité ruminale.

Le toastage maîtrisé est une solution d'efficacité moyenne pour protéger l'azote des aliments. Il convient avant tout pour sa mise en œuvre de bien caractériser les rations où ces aliments seront utilisés. Des rations pauvres en azote soluble et en énergie soluble (souvent une caractéristique des rations riche en fibres) risquent fortement de voir leur valorisation ruminale baisser malgré une augmentation des valeurs PDI.

Une approche physiologique de la nutrition (comment fonctionnent les animaux) est un préalable à l'adoption d'évolution dans les rations. Les chiffres peuvent masquer des évolutions qui seront au final défavorables. ■

Critères	MAT	PDIN	PDIE	PDIA	N sol	DT N	Amidon	DT ami	Ami sol
Fev.	25,4	162	97	45	117	75%	38,3	75%	287
Fev toast	25,4	214	190	141	73	52%	38,3	63%	241
Solde	=	52	93	96	-44	-23%	=	-12%	-46

« Légende »

DÉMARCHE QUALITÉ BIOLAIT

« Le Toastage des Protéagineux »

étude réalisée par un groupe d'éleveurs normands
et par les Chambres d'Agricultures de Normandie au cours de l'hiver 2016/2017

Résumé de la note technique rédigée par les CA 61 et 14 ; pour l'intégralité de la note,

cf. : http://www.chambre-agriculture-normandie.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Normandie/bl-toastage-Proteine-normandie.pdf

Objectif du projet

Suite aux expériences réalisées par les éleveurs du CIVAM GRAPEA en Vendée sur le toastage des protéines, des éleveurs normands se sont intéressés à cette technique. Le but du projet, mené par les Chambres d'Agricultures du Calvados et de l'Orne, était donc d'accompagner ces éleveurs dans l'essai de toastage de protéagineux. Ce projet a été mené en partenariat avec l'entreprise bretonne « Protéa Thermic » équipée d'un testeur mobile. Le but recherché était de rassembler des observations de terrain faites par les éleveurs, en fonction de leurs systèmes, de leurs rations et des qualités de fourrages disponibles durant la période de l'essai.

La volonté de ce groupe était ne pas rentrer dans un cadre expérimental, donc sans protocole d'essai strict. Les résultats sur chaque ferme sont ainsi à remettre dans leur contexte spécifique et les conclusions sont nuancées en fonction du système de chacun.

Echantillon

13 fermes réparties sur les départements du Calvados et de l'Orne ; 5 conventionnelles, 1 en 1ère année de conversion et 7 en Agriculture Biologique. Les niveaux d'étables varient de 8200 L/VL/an à 4400 L/VL/an, avec des rations pouvant aller à plus de 50% d'ensilage de maïs pour les exploitations en conventionnel, ou basées sur de l'herbe (ensilages, enrubannage et/ou foin) pour les exploitations en AB.

Durée de l'étude

Hiver 2016/2017, sur une période de 3 semaines à trois mois, selon les exploitations. Nous pouvons faire remarquer ici que, dû à des conditions climatiques particulièrement défavorables en 2016, la qualité des fourrages, notamment d'herbe, disponibles pendant la durée de l'essai était très médiocre. Les conclusions sont donc, bien sûr, à nuancer en fonction de ce contexte particulier.

Les quantités de graines toastées distribuées étaient souvent faibles, allant de 0.3 kg à 4.5 kg/VL/j.

Types de graines toastées

Lupin et féverole.

Technique de toastage

Brûleur à fuel chauffant l'air à 280°C, couplé à une station de triage en amont. Le débit de ce toasteur mobile est de 4t/heure.

Critères observés

- Analyses des valeurs alimentaires des protéagineux crus et après toastage (cf. note technique intégrale, disponible en ligne sur le site de la Chambre d'Agriculture de Normandie) ;
- Relevé des rations données aux vaches avant, pendant et après l'introduction des graines toastées ;

Source	Aliment	Labo	Analyses constitutives et chimiques				Paramètres calculés de valeur fourragère						
			MS	MAT	MG	AMI	UFL	UFV	PDIN	PDIE	PDIA	DE1	
			%	g/kg brut			/kg brut		g/kg brut			%	
Tables INRA 2007	T. soja 48	-	87,8	453	18,0	0	1,06	1,05	331	229	177	-	
	T. colza	-	88,7	337	23,0	0	0,85	0,80	219	137	92	-	
	Féverole crue (blanche)	-	86,1	268	11,2	373	1,03	1,03	170	96	45	-	
	Féverole toastée	-	92,0	270	13,8	407	1,10	1,11	213	190	141	-	
	Evolution (toasté - cru) / cru	-	+ 7 %	+ 1 %	+ 23 %	+ 9 %	+ 7 %	+ 8 %	+ 25 %	+ 98 %	+ 213 %	-	
GRAPEA Vendée	Féverole crue (1éch.)	Idena	87,9	-	-	-	1,03	1,02	167	87	34	-	
	Féverole toastée (1éch.)	Idena	94,0	-	-	-	1,11	1,10	217	176	127	-	
	Evolution (toasté - cru) / cru	Idena	+ 7 %	-	-	-	+ 8 %	+ 8 %	+ 30 %	+ 102 %	+ 274 %	-	
Chambres agriculture Normandie	Moy féverole crue (12 éch)	LANO	87,1	249	11,1	346	1,06	1,06	158	93	40	57	
	Moy féverole toastée (12 éch)	LANO	92,3	270	14,7	374	1,12	1,13	192	140	87	43	
	Evolution (toasté - cru) / cru	LANO	+ 6 %	+ 8 %	+ 32 %	+ 8 %	+ 6 %	+ 7 %	+ 22 %	+ 51 %	+ 119 %	- 25 %	

« Tableau comparatif des valeurs trouvées par différents groupes sur la féverole toastée »

DÉMARCHE QUALITE BIOLAIT

- Suivi des performances laitières au tank ;
- Observations des éleveurs sur leur troupeau (état, bouses, poils, etc).

Observations

- Valeurs des graines toastées : écarts de valeurs entre les valeurs proposées par l'INRA, les mesures réalisées par les éleveurs du GRAPEA et variations au sein du groupe d'éleveurs normands (cf. ci-dessous pour l'exemple de la féverole) ;
- Observations contrastées selon les élevages : dans 8 cas le volume de lait a progressé (+0.5 à 2.1 L/VL), souvent avec une baisse des taux. Cependant, sur ces 8 fermes, seuls 3 résultats sont fiables car pour les 5 autres il y a eu des évolutions de rations en cours d'essai. Dans 3 cas, le volume a baissé (-0.7 à -2.8 L/VL) avec une baisse des taux.

Aspects économiques

Le bilan économique varie fortement d'une ferme à l'autre, notamment en fonction du prix des concentrés et du prix du lait. Il est donc à adapter en fonction de la situation de chacun. Voici l'exemple du bilan pour une des 13 exploitations de l'essai bas-normand.



« Le toasteur est installé sur camion avec possibilité de tri préalable »

Conclusions de l'étude

Il semblerait que le toastage soit intéressant comme méthode de conservation des graines d'une part (jusqu'à 6 mois) et comme levier pour tendre vers l'autonomie protéique sur la ferme d'autre part.

Cependant le toastage ne viendra pas rééquilibrer une ration déficitaire en PDIE. De plus, si les fourrages de base ne sont pas de bonne qualité, les effets de cette technique restent très aléatoires. Et dans tous les cas il est intéressant de réaliser un budget partiel qui permettra d'évaluer l'intérêt économique d'une telle opération au vu des gains potentiels qu'elle peut permettre.

Les suites de cette étude

Améliorations sur le toasteur mobile envisagées : limiter les risques de bourrages, trémie hydraulique, améliorer

le refroidissement des graines en sortie de toastage, vidange facilitée afin d'améliorer la traçabilité pour les exploitations en AB.

Quelques points à creuser : analyser les écarts de valeurs alimentaires selon les analyses, vérifier les teneurs en acides aminés des graines toastées et le risque dans la baisse des taux, évaluer les modes de distribution et notamment la finesse de broyage, mesurer le bilan énergétique du toastage avec une machine fonctionnant au fuel (environ 20 L/t de graines).

Certains des 13 éleveurs ayant participé à cet essai durant l'hiver 2016/2017 sont partants pour tester le toastage à nouveau l'hiver prochain. Il sera donc intéressant de voir les conclusions avec des valeurs de fourrages que l'on espère meilleurs que l'année dernière. ■

Troupeau de 52 vaches ; production de lupin sur la ferme (soit vente et achat de tourteau de colza, soit toastage du lupin et auto-consommation) :

Produits en plus		Produits en moins	
Augmentation de la production de lait de 1.2L/jour, à 375 €/1000L	700 €/mois	Lupin non vendu	610 €/mois
		Diminution des taux : - 0.9 TB et - 0.3 TP	160 €/mois
Charges en moins		Charges en plus	
Réduction des achats de tourteaux de colza	450 €/mois	Coût du toastage (1.9 t/mois à 50 €/t)	90 €/mois
		Aplattissage du lupin (1.9t/mois à 38€/t)	70 €/mois
Solde : + 220 €/mois			

Remplacement du tourteau de colza par de la féverole toastée janvier/février 2017

Les vaches sont d'ordinaire complétées avec des tourteaux de colza, produits sur la ferme, afin de rééquilibrer une ration hivernale pauvre en protéines. Dans le cadre du projet « Le toastage des protéagineux » mené par les Chambres d'Agricultures 61 et 14, ces tourteaux ont été remplacés par des féveroles toastées pendant deux mois en janvier et février 2017.

✍ **Dominique CLOUARD**, Adhérent BIOLAIT Dép. 61

Propos recueillis par Léopoldine DESPREZ, Conseillère Technique Démarche Qualité BIOLAIT



En 2016 les vaches ont pâturé jusqu'au 31/12. Les années précédentes la production par vache passait de 20L/jour à 17/18 L/jour avec l'arrêt du pâturage, et en complémentant avec le tourteau de colza.

Début 2017, les 800 grammes de tourteaux de colza distribués quotidiennement ont été remplacés par 1.5 kg de graines de féverole toastées sur deux mois jusqu'à fin février.

La production est alors passée de 20L à 15L/jour et s'est maintenue à ce niveau tout l'hiver. La qualité des fourrages était particulièrement médiocre cet hiver-là, due aux mauvaises conditions climatiques au moment de la récolte.

Par contre une légère amélioration des taux a été observée : + 1 point par rapport aux années précédentes. D'un point de vue économique, le toastage devient intéressant si on gagne au moins 2 L de lait/jour/vache.

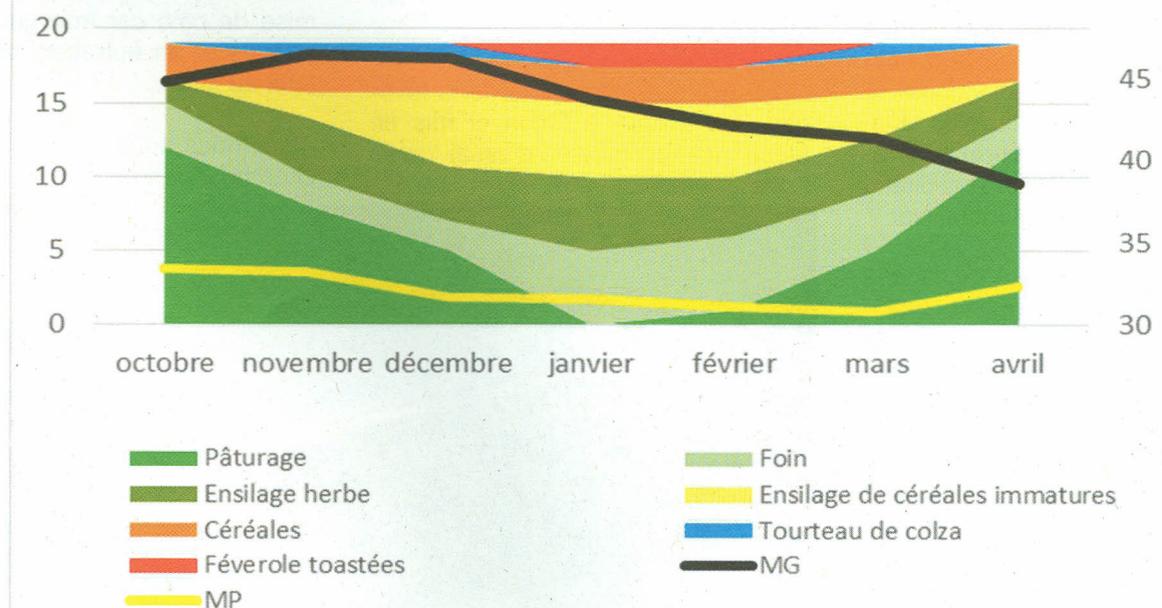
Par ailleurs les valeurs des graines toastées théoriques sont différentes de celles que nous avons trouvées, qui sont elles plus proches d'une graine de féverole non toastée. Le surcoût du toastage dans ce cas semble donc inutile.

L'expérience ne sera pas renouvelée sur la ferme, surtout dans notre cas où nous produisons notre colza pour le valoriser en huile et pouvons récupérer les tourteaux pour l'alimentation des vaches.

Et ailleurs en France :

- Essai mené sur la station expérimentale des Trinottières au cours de l'hiver 2017-2018 – à suivre ;
- Renforcer les observations en élevages dans le cadre d'un réseau toastage avec des régions voisines et la Chambre d'Agriculture du Calvados.
- Pistes dans le réseau de la Loire ■

Ration hivernale d'octobre 2016 à avril 2017 et courbes des taux (TB, TP)



« Ration hivernale 2016/2017 et courbes des taux butyriques et protéiques »

Réflexion sur le toasting d'un groupe d'éleveurs du Rhône et de la Loire

Suite de l'AG 2016 : retour en TGV, grande discussion sur la mise en application du 100% France. Que faire et comment faire pour y parvenir ?

✍ **Olivier MOUTON, GAEC des PAQUERETTES, Adhérent BIOLAIT Dép. 42**
Propos recueillis par Léopoldine DESPREZ, Conseillère Technique Démarche Qualité BIOLAIT



Plus ou moins haut en altitude, notre secteur est assez hétérogène. Les étés et hivers sont souvent longs, avec des stress hydriques très importants. Le rêve serait de pouvoir lâcher les vaches 10 mois par an, malheureusement cela n'est pas possible. Selon les fermes, la ration hivernale est distribuée en moyenne entre 6 et 7 mois, voire 8.

Quelques-uns ont opté pour le séchage en grange permettant de limiter énormément la part de protéine achetée, voire de la réduire à zéro. Mais, dans la majorité des cas, il s'agit de rations à base d'ensilage d'herbe, de foin et de maïs.

Malgré les contraintes, cette culture reste intéressante dans une grande partie des fermes du secteur, car c'est l'une des plantes qui valorise le mieux les rares pluies estivales. Jusqu'à présent, pour équilibrer ces rations, du tourteau de soja (soi-disant italien) était majoritairement utilisé.

Nous faisons tous plus ou moins des mélanges céréaliers (méteil grain) contenant souvent des pois. L'idée initiale était uniquement de trier ces pois pour mieux valoriser la protéine, tout en sachant bien les problèmes que l'on allait rencontrer : méthode de tri et utilisation des protéagineux dans la ration.

De ce postulat est né notre volonté de pousser la réflexion en consti-

tuant un groupe de travail, accompagné par l'ADDEAR 42¹ et l'ARDAB² (GAB 42-69) et avec l'appui technique de Loire Conseil Elevage (CL 42).

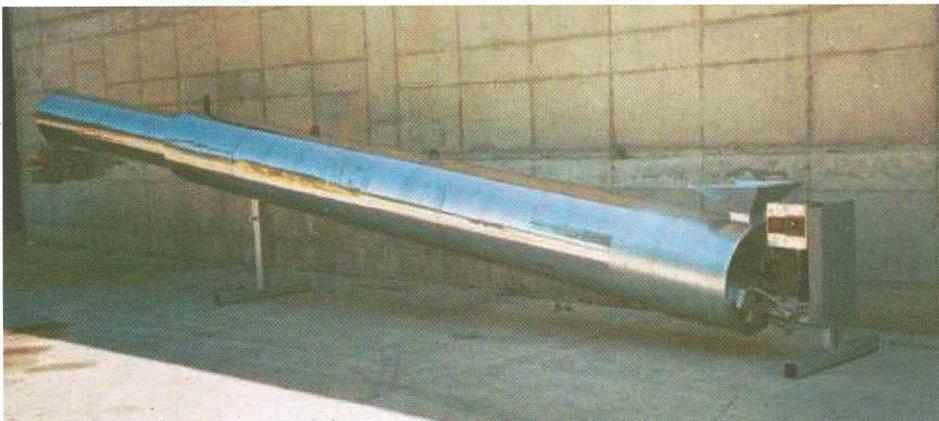
Lors de l'AG, nous avons croisé Antoine BITEAU qui nous a expliqué le principe du toasteur vendéen. Séduit par son témoignage, nous avons décidé d'aller voir sur place la machine. Les voyages aident à la réflexion et dans le bus de retour, nous avons rapidement mis le doigt sur la question de la valorisation de l'herbe. Bon nombre d'entre nous avaient des possibilités pour améliorer largement le système fourrager et ainsi mieux valoriser l'herbe. Après un rapide calcul pour chaque ferme, nous constatons cependant que nous ne pouvons pas être autonomes en protéagineux. La culture reste trop aléatoire chez nous et il est beaucoup trop risqué de la conduire en pur. La part de complément en protéine doit donc être réduite ! A la suite de cela, la formation « Mieux valoriser l'herbe et la culture de protéagineux » est mise en place sur 4.5 jours, dont une demi-journée d'appui technique sur chaque ferme.

Nous avons donc acheté de la féverole, fait toaster à façon et mis en place un protocole d'essai avec Loire Conseil Elevage.

Les résultats montrent que sur une ration à base d'ensilage, en remplaçant 1kg de tourteau de soja par 1.5kg de féverole toastée, on obtient le même résultat. Sur une ration avec du foin ventilé, on observe les mêmes résultats qu'avec de la féverole crue. Pour les éleveurs du groupe intéressés par une utilisation par des monogastriques, les essais conduits sur des porcs à l'engraissement sont très satisfaisants.

Parallèlement, nous continuons de mener la réflexion sur la valorisation des protéagineux. Certains produisent une partie des pois, féverole et soja utilisés, l'autre partie achetée peut être trouvée dans la plaine de Lyon. Il nous faut donc trouver un outil capable de cuire ces graines ! Premièrement, la machine vue en Vendée nous a vraiment fait peur avec un gabarit de 12 mètres de long et 5 mètres de haut, trop contraignante pour accéder aux fermes ! De plus, l'investissement, les consommations en énergie, et le processus de cuisson à flamme ne nous convenaient pas. Deuxièmement, la piste de l'extrudeur a été mise de côté car trop gourmand en énergie et en entretien, et trop coûteux au total.

Ainsi, nous nous lançons dans la recherche d'un toasteur.



« Toasteur Dilts Wetzel »

DÉMARCHE QUALITE BIOLAIT

Les américains sont en avance sur le sujet mais nous rencontrons lors de nos recherches plus souvent des torrificateurs à café que des toasteurs.

Malgré cela, nous approfondissons tout de même deux pistes ; deux toasteurs fabriqués aux USA.

Le premier de marque Rostamatic est écarté rapidement car il fonctionne au gaz et donc avec une flamme.

Le deuxième de marque Dilts-Wetzel a un fonctionnement électrique, un faible débit (1t/24h) et un coût limité. Son principe est très simple avec une vis à l'intérieur d'un bain d'huile chauffé par des résistances. Nous contactons l'entreprise pour des renseignements plus précis. Le toasteur nous a plu.

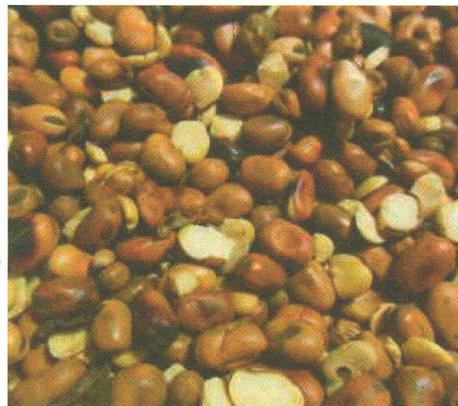
Le fabricant nous a ainsi envoyé des échantillons de graines toastées pour faire des analyses et voir si l'on a bien les valeurs souhaitées.

Nous nous improvisons importateur. Pour simplifier la transaction c'est le GAEC du MURIER qui a acheté le toasteur. Arrivée en Europe, il s'avère qu'il n'est pas aux normes CE et reste bloqué à la douane pendant 3 mois. Le toasteur vient finalement d'arriver sur la ferme. Il ne reste plus qu'à le mettre aux normes et le faire vérifier par la douane avant sa mise en route.

Nous espérons pouvoir nous en servir début d'année 2018 ... ■

¹ Association Départementale pour le Développement de l'Emploi Agricole et Rural

² Association Rhône-Loire pour le Développement de l'Agriculture Biologique



« Féverole toastée »

Retour d'expérience sur le toastage de protéagineux

L'utilisation des protéagineux toastés a débuté sur la ferme il y a deux ans, avec pour objectif de booster la production laitière tout en restant autonome. Le premier hiver a été très positif avec un gain de production en pic de lactation par vache de 3 litres, au moment où la féverole toastée a été introduite en remplacement de la féverole crue.

✍ **Antoine BITEAU, GAEC des ROCS, Adhérent BIOLAIT Dép. 85**

Propos recueillis par Léopoldine DESPREZ, Conseillère Technique Démarche Qualité BIOLAIT



L'année dernière a été plus mitigée avec une qualité de fourrages médiocres due aux mauvaises conditions climatiques. Et le troisième hiver qui débute est plutôt satisfaisant pour l'instant. Sur la ferme, la ration hivernale est composée de 2/3 d'herbe, ensilage et foin, et d'1/3 de maïs. Si les conditions le permettent, un fond de pâture est maintenu. La féverole toastée est ajoutée dans la mélangeuse à hauteur d'1 kilo par jour. Les fraîches vèlées et les vaches à plus fort potentiel sont complémentées individuellement à hauteur de 1 à 3 kilos de pois toasté par jour.

En amont de la mise en application du toastage sur la ferme, des échantillons ont été testés pour estimer les valeurs des graines. Ce qui en est ressorti est que la température de toastage est primordiale pour assurer une bonne protection de la graine pour le passage dans la panse et optimiser son absorption par les parois intestinales. Si la graine n'est pas assez cuite, elle risque une dégradabilité enzymatique dans l'heure qui suit l'ingestion, et donc la graine sera dégradée dans le rumen.

Ça se joue à une dizaine de degrés près, et l'idéal est donc une cuisson de la graine à cœur à 120°C. En-deçà, on peut avoir de grosses déceptions, car les coûts du toastage sont bien, là mais les bénéfices sont perdus.

Une autre conclusion tirée de cette expérience est que les graines doivent être refroidies assez rapidement si on veut éviter des risques de condensation et des problèmes de conservation derrière. ■



« Visite du toaster de la Cuma Défi 85 au GAEC Les ROCS à St Mesmin »