



DRÊCHES DE BRASSERIE

HUMIDES OU DÉSHYDRATÉES, LES DRÊCHES DE BRASSERIE PRÉSENTENT DES TENEURS EN ÉNERGIE ET PROTÉINES VARIABLES SELON LA QUALITÉ DE LA MATIÈRE PREMIÈRE, LE PROCESSUS UTILISÉ ET LE MODE DE CONSERVATION.

AUTRES NOMS COMMUNS

Drèches de brasserie, drèches de brasserie humides, drèches de brasserie déshydratées, drèches de brasserie ensilées



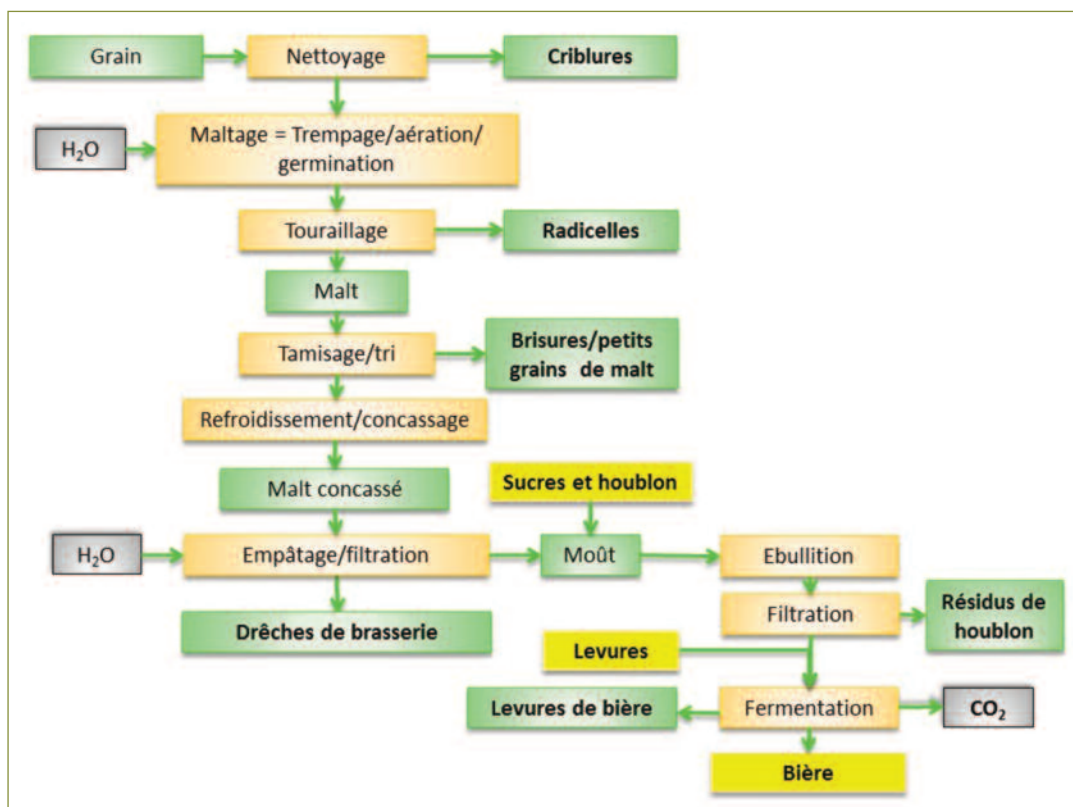
Description

Les drèches de brasserie sont les résidus solides de la transformation de grains de céréales germés et séchés (malt) pour la fabrication de la bière et d'autres produits (vinaigre de malt ou extraits de malt). L'orge est la principale céréale utilisée en brasserie, tandis que le blé, le maïs, le riz et le sorgho sont également employés. Dans le processus de brasserie, les grains sont trempés dans des conditions de chaleur et d'humidité permettant leur germination, puis séchés pour donner le malt (étape de maltage). Le malt concassé est ensuite brassé dans de l'eau chaude pour activer les enzymes permettant la transformation de l'amidon du

grain en sucre (étape de brassage / saccharification). Le liquide sucré qui en résulte (moût) est ensuite filtré et fermenté pour donner la bière.

Les drèches de brasserie sont récupérées à la fin du processus de saccharification, une fois que tous les sucres ont été extraits du grain. Le produit restant est riche en protéines et en fibres, bien adapté à l'alimentation des animaux, notamment des ruminants (Crawshaw, 2004). Les drèches de brasserie sont **un coproduit très variable** dont la composition et la valeur nutritionnelle dépendent de la céréale utilisée, du procédé industriel (température, procédé de fermentation...) et du mode de conservation. Les drèches de brasseries sont vendues sous forme humide ou déshydratée et peuvent être ensilées (Blezynger, 2003).

Figure 1 : schéma du processus de fabrication de la bière



Distribution

Les drêches de brasserie ont une longue histoire dans l'alimentation des animaux. Avant la révolution industrielle, les fermes et les monastères produisaient leurs propres bières et utilisaient les drêches résultantes pour nourrir leur bétail. Ces pratiques évoluèrent quand la brasserie et l'alimentation animale s'industrialisèrent, et les drêches commencèrent à être utilisées par l'industrie de l'alimentation animale (Crawshaw, 2004). En 2011, la production mondiale de bière était de 185 millions de tonnes, dont 21% est produite dans l'Union Européenne (FAO, 2014). Si on considère que les drêches de brasserie correspondent à 20% de la production de la bière (Mussatto *et al.*, 2006), la production de drêches humides devrait être de l'ordre de 35-40 millions de t dans le monde, dont 8 millions de t dans l'UE. Il faut noter que ces estimations sont des ordres de grandeur, car les ratios de conversion entre grain, malt, bière et drêches dépendent des types de bière.

Dans les pays tempérés, les drêches de brasserie sont surtout produites durant les saisons chaudes quand la consommation de bière est la plus importante, alors qu'au même moment la supplémentation des animaux est moins nécessaire. Les méthodes de conservation telles que l'ensilage ou le séchage sont donc utiles si on souhaite faire un usage différé des drêches (Boessinger *et al.*, 2005).

Les drêches de brasserie humides sont un produit très périssable et volumineux dont le transport est coûteux. Leur distribution est donc limitée dans un rayon maximal de 150 à 350 km autour de la brasserie. La déshydratation, bien qu'ayant un coût énergétique important, facilite la commercialisation des drêches en dehors de leur zone de production avec un moindre coût de transport, le produit séché étant moins encombrant (Crawshaw, 2004).

Processus industriel

Drêches de brasserie humides

Les drêches de brasserie humides contiennent de 75 à 80% d'eau et sont un produit très favorable à la croissance des bactéries, levures et moisissures. Il est préférable de les utiliser aussitôt que possible et de vérifier leur bon état avant utilisation (Wyss, 1997 ; Wadhwa *et al.*, 1995, Aning *et al.*, 1994). L'appétibilité des drêches de brasserie humides décroît avec la durée de stockage. Les durées maximales de conservation conseillées dépendent de la température et du

climat : 2-5 jours quand les températures sont chaudes et 5-7 jours par temps froid (certains auteurs vont cependant jusqu'à 30 jours) (Thomas *et al.*, 2010 ; Amaral-Philips *et al.*, 2002 ; Aning *et al.*, 1994 ; Kim *et al.*, 1996). Les aliments contenant des drêches de brasserie fraîches s'abîment eux-aussi très rapidement, et il est nécessaire d'éliminer les refus au fur et à mesure.

Drêches de brasserie ensilées

L'ensilage est un bon moyen de conserver des drêches fraîches sur une longue période, d'autant plus que le procédé ne modifie pas leur valeur nutritionnelle (Geron *et al.*, 2008). Les drêches doivent être refroidies et essorées avant ensilage (Boessinger *et al.*, 2005). Elles peuvent être ensilées seules si l'opération se déroule rapidement. Le silo ne doit pas être trop grand et bien protégé de la pluie, hermétiquement fermé pour que l'air ne pénètre pas et bien drainé pour évacuer l'excès d'eau. Un stockage dans un endroit frais et/ou ombragé peut augmenter la durée de conservation. Les drêches peuvent être recouvertes d'un plastique ou d'un autre matériau pour empêcher leur détérioration en surface et augmenter la durée de stockage (Allen *et al.*, 1975a ; Allen *et al.*, 1975b). L'ensilage de drêches est prêt en 3 semaines

et peut être utilisé pendant 6 mois (Boessinger *et al.*, 2005). Pour une durée de conservation supérieure, il est recommandé d'ajouter un additif d'ensilage (Boessinger *et al.*, 2005). La qualité de l'ensilage peut être améliorée en mélangeant les drêches avec des matériaux secs comme du foin, du son ou des coques, ou une source de glucides fermentescibles telle que de la mélasse ou des grains de céréales (Blezinger, 2003 ; Gohl, 1982). L'ajout de glucides accélère la vitesse de fermentation, produit de plus grandes quantités d'acides et aboutit à un ensilage plus stable (Blezinger, 2003). L'ensilage avec du maïs plante entière permet d'améliorer la qualité de la fermentation et la stabilité contre la dégradation aérobie (Koc *et al.*, 2010).

Drêches de brasserie déshydratées

Pour de longues périodes de stockage, il est nécessaire de sécher les drêches jusqu'à un maximum de 10% d'eau (Boessinger *et al.*, 2005). Les drêches de brasserie

déshydratées peuvent être mélangées avec des résidus de houblon et de la levure de bière déshydratée pour améliorer leur valeur nutritive.

Impact environnemental

Les drêches de brasserie peuvent être un problème pour l'environnement si elles sont laissées à l'abandon à l'extérieur de l'usine. L'utilisation des drêches de brasserie pour

l'alimentation animale permet d'éviter les pollutions, notamment celle des eaux voisines des brasseries (Lazarevich *et al.*, 2010 ; Crawshaw, 2004).

Contraintes d'utilisation

Les drêches de brasserie sont des aliments sûrs pour la plupart des animaux, sous réserve d'un stockage adéquat. En ce qui concerne les drêches fraîches, notamment, les

contaminations bactériennes et fongique (mycotoxines) sont un problème potentiel (Asurmendi *et al.*, 2013).

Les drêches de brasserie peuvent être utilisées dans l'alimentation des ruminants et des monogastriques. Elles sont appétibles et facilement consommées par les animaux quand elles ne sont pas détériorées. Les drêches humides sont cependant volumineuses, ce qui réduit leur densité énergétique. Les drêches de brasserie ont des teneurs assez élevées en protéines (20-33% MS), ce qui en fait une source intéressante

de protéines, même si les traitements thermiques subis durant le processus de brasserie tendent à diminuer la valeur protéique, notamment en monogastriques. Les drêches sont aussi relativement riches en fibres (ADF 17-26% MS), ce qui est intéressant pour les ruminants dans le cadre de rations riches en concentrés, mais qui en limite l'emploi en monogastriques.

Tableau 1 : Principaux constituants des drêches de brasserie déshydratées

| | | |
|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| Constituants organiques | Matière sèche (% sur brut) | 90,9 |
| | Protéines brutes (% MS) | 26,3 |
| | Cellulose brute (% MS) | 16,3 |
| | NDF (% MS) | 57,0 |
| | ADF (% MS) | 22,0 |
| | Lignine (% MS) | 5,6 |
| | Matières grasses brutes (% MS) | 6,5 |
| | Matières grasses hydrolyse (% MS) | 8,6 |
| | Cendres (% MS) | 4,5 |
| | Amidon (% MS) | 6,4 |
| | Sucres totaux (% MS) | 1,3 |
| | Energie brute (kcal/kg MS) | 4 850 |
| | Minéraux | Calcium (g/kg MS) |
| Phosphore (g/kg MS) | | 5,9 |
| Potassium (g/kg MS) | | 5,0 |
| Sodium (g/kg MS) | | 0,27 |
| Magnésium (g/kg MS) | | 2,5 |
| Manganèse (mg/kg MS) | | 47 |
| Zinc (mg/kg MS) | | 89 |
| Cuivre (mg/kg MS) | | 19 |
| Fer (mg/kg MS) | | 130 |
| Acides aminés | Alanine (g/kg MS) | 12,3 (soit 4,8 g/16 g N) |
| | Arginine (g/kg MS) | 12,0 (soit 4,4 g/16 g N) |
| | Acide aspartique (g/kg MS) | 17,7 (soit 5,9 g/16 g N) |
| | Cystine (g/kg MS) | 4,2 (soit 1,8 g/16 g N) |
| | Acide glutamique (g/kg MS) | 47,7 (soit 19,9 g/16 g N) |
| | Glycine (g/kg MS) | 9,9 (soit 3,4 g/16 g N) |
| | Histidine (g/kg MS) | 5,6 (soit 1,8 g/16 g N) |
| | Isoleucine (g/kg MS) | 9,4 (soit 4,0 g/16 g N) |
| | Leucine (g/kg MS) | 18,1 (soit 8,2 g/16 g N) |
| | Lysine (g/kg MS) | 9,0 (soit 3,0 g/16 g N) |
| | Méthionine (g/kg MS) | 3,9 (soit 1,5 g/16 g N) |
| | Phénylalanine (g/kg MS) | 11,6 (soit 5,3 g/16 g N) |
| | Proline (g/kg MS) | 21,8 (soit 8,8 g/16 g N) |
| | Sérine (g/kg MS) | 10,4 (soit 4 g/16 g N) |
| | Thréonine (g/kg MS) | 9,0 (soit 3,2 g/16 g N) |
| Tryptophane (g/kg MS) | 2,9 (soit 1,2 g/16 g N) | |
| Tyrosine (g/kg MS) | 7,6 (soit 3,5 g/16 g N) | |
| Valine (g/kg MS) | 12,6 (soit 4,8 g/16 g N) | |

V valorisation dans l'alimentation des ruminants

Digestibilité et valeur énergétique

Les valeurs de digestibilité de la matière organique des drêches de brasserie trouvées dans la littérature sont variables, avec des valeurs allant de 55 à 75%. Les tables d'alimentation de différents pays proposent des valeurs allant de 59% à 67% (Sauvant *et al.*, 2004 ; Beyer *et al.*, 2003 ; MTT, 2013 ; Volden, 2011). La composition chimique des drêches ne semble pas avoir un effet significatif sur leur digestibilité. Les drêches déshydratées sont parfois présentées comme ayant une digestibilité moindre que les drêches humides (59 vs 63%, MTT, 2013 ; 64 vs 66-67%, Beyer *et al.*, 2003) sans

doute du fait du traitement thermique subi. Les valeurs énergétiques proposées pour les drêches déshydratées vont de 0,82-0,85 UFL par kg MS (Sauvant *et al.*, 2004, MTT, 2013) à 0,90-0,98 (Volden, 2011) voire 1,10 (NRC, 2001). Cette grande variabilité fait que la valeur des drêches relativement à d'autres matières premières dépend du lot de produit. Par exemple, les tables considèrent généralement les drêches comme supérieures au marc de tomate (Beyer *et al.*, 2003 ; NRC, 2007) mais un essai a trouvé le résultat inverse (Aghajanzadeh-Golshani *et al.*, 2010).

Valeur protéique

Les drêches de brasserie ont une bonne teneur en protéines et ces protéines sont moins dégradables dans le rumen que d'autres protéines végétales. Les drêches sont donc conseillées pour l'alimentation de ruminants à besoins importants qui nécessitent des protéines by-pass, tels que les vaches laitières hautes productrices ou les bovins en forte croissance. La dégradabilité théorique des protéines de drêches de brasserie proposées dans les tables et dans la littérature scientifique est de l'ordre de 41-49% (Sauvant *et al.*, 2004 ; Batajoo *et al.*, 1998 ; Nishiguchi *et al.*, 2005 ; Volden, 2011 ; Promkot *et al.*, 2007). Ces valeurs sont généralement inférieures à celles du tourteau de soja et des autres coproduits des céréales, même si certaines drêches de distilleries et certains tourteaux peuvent être encore moins dégradables (Batajoo *et al.*, 1998). La dégradabilité ruminale de la protéine dépend de la température de séchage : la

teneur en protéines by-pass double quand cette température passe de 50 °C à 135 °C (Pereira *et al.*, 1998). Le traitement thermique diminue également la solubilité des protéines tout en augmentant la fraction azoté insoluble liée à l'ADF (Enishi *et al.*, 2005.). La digestibilité intestinale de l'azote est relativement faible, avec des valeurs allant de 74% (Yue Qun *et al.*, 2007) à 84% (Sauvant *et al.*, 2004), inférieures à celles du tourteau de soja, du corn gluten meal et des drêches de distillerie (> 90%).

Comme pour les autres coproduits des céréales, la lysine est le premier acide aminé limitant quand les drêches de brasserie sont utilisées chez des ruminants à haute production, et les drêches de brasseries doivent être supplémentées avec d'autres sources de protéines ayant une teneur élevée en lysine dans leur protéines by-pass.

Tableau 2 : Valeurs alimentaires des drêches de brasserie déshydratées destinées aux ruminants

| | |
|------------------------------------------------|-------------|
| Digestibilité de la matière organique (%) | 62,0 |
| Digestibilité de l'énergie (%) | 63,2 |
| Energie digestible (kcal/kg MS) | 3 020 |
| Energie métabolisable (kcal/kg MS) | 2 390 |
| UFL (/kg MS) | 0,82 |
| UFV (/kg MS) | 0,73 |
| Digestibilité de l'azote (%) | 70,0 |
| Dégradabilité théorique de l'azote (k=6 %) (%) | 44 |
| Digestibilité intestinale de l'azote (%) | 84 |
| PDIA (g/kg MS) | 137 |
| PDIN (g/kg MS) | 194 |
| PDIE (g/kg MS) | 172 |

R Recommandations pour les vaches laitières

Il est généralement recommandé d'introduire les drêches de brasseries jusqu'à 20-25% (MS) des concentrés de la ration et jusqu'à 15-25% (MS) de la ration complète. Certains auteurs recommandent des taux allant jusqu'à 30% de la ration (Ewing, 1997) et il a été montré que ce taux n'affectait pas la production de lait (West *et al.*, 1994). Aucune différence de performance laitière n'a été constatée entre des drêches humides, déshydratées ou réhydratées (Porter *et al.*, 1977). Les drêches de brasserie séchées peuvent remplacer une partie du fourrage (Younker *et al.*, 1998). Les drêches de brasseries ensilées peuvent remplacer l'ensilage de maïs

dans des rations pour vaches laitières en lactation (Münger *et al.*, 1997). En revanche, le remplacement du tourteau de soja par des drêches de brasserie humides ou déshydratées a causé des baisses de performance (Hoffman *et al.*, 1988). La richesse des drêches de brasseries en parois cellulaires a un effet positif sur les durées de mastication, plus élevée pour les drêches (56,6 min/kg MS) que pour des produits fibreux comme la pulpe de betterave (32,3) et les rafles de maïs ensilées (41,6) (De Brabander *et al.*, 1999). Cela est bénéfique au recyclage des substances tampon salivaires, ce qui permet de diminuer le risque d'acidose.

R Recommandations pour les bovins en croissance

Des taux de drêches de brasserie allant jusqu'à 40% sont considérés comme acceptables en bovins viande (Ewing, 1997). L'inclusion de 24% de drêches ensilées dans des rations de bovins mâles n'a pas modifié le processus de fermentation ruminale et la digestibilité des nutriments (Geron *et al.*, 2008). Dans un essai en bovins finition alimentés avec 0.5-1 kg/j ou 1-2 kg/j de drêches de brasserie ensilées, l'ingestion et les performances de croissance ont été plus

faibles dans le second groupe, tandis que le premier groupe avait des performances identiques à celle des animaux témoins alimentés avec de l'ensilage de maïs. L'utilisation d'un stabilisateur de pH chez les bovins nourris avec 1-2 kg de drêches ensilées a permis de retrouver des performances de croissance et de qualité de carcasse identiques à celles des animaux témoins (Morel *et al.*, 1997).

R Recommandations pour les ovins

Les taux recommandés de drêches de brasseries dans l'alimentation des agneaux sont variables selon les sources. Certains les déconseillent (Ewing, 1997) mais la littérature scientifique est plus positive. En Italie, l'utilisation de drêches de brasseries déshydratées a donné de bonnes performances de croissance et un indice de consommation correct jusqu'à 40% de la ration (MS) (Bovolenta *et al.*, 1998).

En zone tropicale et subtropicale, des taux élevés de drêches ont été utilisés chez des ovins en croissance sans diminution des performances ou de la digestibilité : 50% de drêches déshydratées en Irak (Baghdassar *et al.*, 1986), 60% de drêches humides au Mexique (Aguilera-Soto *et al.*, 2007) et même 67% de drêches humides au Brésil (Cabral Filho *et al.*, 2007). Dans ce dernier cas, cependant, le taux de 67% a

réduit l'ingestion de MS. Au Nigéria, l'utilisation de 64% de drêches de brasserie de sorgho déshydratées a donné les meilleurs gains de poids par rapport à un régime basé sur du son de maïs, mais l'ajout d'urée dans la ration a aplani les différences entre les régimes (Olorunnisomo *et al.*, 2006). Dans un autre essai nigérian, le taux optimal était de 45% : à 60%, les auteurs ont noté une baisse de l'ingestion et des performances ainsi que des problèmes digestifs (Anigbogu, 2003). Au Brésil, en revanche, des drêches de brasseries humides introduites à 30% en substitution partielle au grain de maïs ont donné de moindres performances de croissance que la substitution par des pulpes d'agrumes déshydratées (Gilaverte *et al.*, 2011).

R Recommandations pour les caprins

Les travaux sur l'utilisation des drêches de brasserie en caprins sont peu nombreux. Les drêches humides ont pu remplacer jusqu'à 25% du concentré dans des régimes pour chèvres à la fin de la lactation, des taux plus élevés entraînant une baisse de la digestibilité (Silva *et al.*, 2010). Des drêches de brasseries humides introduites de 20 à 40% dans une ration complète ont donné des digestibilités des nutriments

plus faibles, mais l'ingestion de MS a été plus importante au taux de 20% de drêches dans la ration (Choi SunHo *et al.*, 2006). Au Iles Samoa, une étude comparative a montré l'intérêt des drêches de brasserie dans l'alimentation des chèvres, tant sous forme fraîche que déshydratée (Aregheore *et al.*, 2002).

V valorisation dans l'alimentation des porcs

Les drêches de brasserie sont utilisables dans l'alimentation des porcs, mais leur teneur élevée en fibres et de la qualité inférieure de leur protéine (déficience en lysine, thréonine et tryptophane) fait qu'elles sont plus adaptées aux animaux ayant des besoins énergétiques faibles (troues en gestation, verrats) qu'aux porcs en croissance ou aux troues en lactation,

notamment dans les systèmes intensifs. Elles sont surtout données aux porcs sous forme déshydratée car elles sont plus alors faciles à stocker (Blair, 2007 ; Crawshaw, 2004), mais elles sont aussi utilisées fraîches ou ensilées (Boessinger et al., 2005).

V valorisation des drêches de brasserie déshydratées

Les drêches de brasserie déshydratées sont à éviter pour les porcs en phase de démarrage et ne peuvent être données qu'en quantités limitées aux porcs en croissance ou en finition ainsi qu'aux troues en lactation (Holden et al., 1991). Certains auteurs les déconseillent même complètement pour les porcs (Ewing, 1997). En porc croissance, des taux de 5-10% semblent acceptables dans des élevages industriels des pays tempérés (Kornegay, 1973 ; Pelevina, 2007 ; Quéméré et al., 1983). Au-delà, les performances tendent à baisser (Young et al., 1968). En pays tropical (Nigeria), des taux beaucoup plus importants ont été testés, de l'ordre de 35-40%, voire plus (60%). Dans ces contextes, les effets négatifs sur l'ingestion

et les performances de croissance peuvent être compensés par la réduction du coût de l'aliment (Amaefule et al., 2009 ; Amaefule et al., 2006 ; Aletor et al., 1990 ; Ugye et al., 1988 ; Yaakugh et al., 1994).

Un essai a montré que les troues en gestation peuvent être alimentées avec succès avec une ration contenant jusqu'à 40% (MS) de drêches de brasserie déshydratées à condition que le niveau de la lysine soit maintenu à 0.5 %. Les drêches se sont révélées appétibles et n'ont pas affecté les performances de reproduction (taille et poids de la portée, poids individuel des porcelets à la naissance et au sevrage) (Walhstrom et al., 1976).

Tableau 3 : Valeurs alimentaires des drêches de brasserie déshydratées destinées aux porcs

| | |
|-------------------------------------------------------|-------|
| Digestibilité de l'énergie (porc croissance) (%) | 53,0 |
| Energie digestible (porc croissance) (kcal/kg MS) | 2 570 |
| Energie métabolisable (porc croissance) (kcal/kg MS) | 2 370 |
| Energie nette (porc croissance) (kcal/kg MS) | 1 630 |
| Digestibilité fécale de l'azote (porc croissance) (%) | 77 |
| Digestibilité de l'énergie (porc adulte) (%) | 58 |
| Energie digestible (porc adulte) (kcal/kg MS) | 2 820 |
| Energie métabolisable (porc adulte) (kcal/kg MS) | 2 560 |
| Energie nette (porc adulte) (kcal/kg MS) | 1 750 |
| Digestibilité fécale de l'azote (porc adulte) (%) | 83 |

V valorisation dans l'alimentation des volailles

On peut nourrir des volailles avec des drêches de brasserie, mais leur teneur en fibres élevée et la faible digestibilité de leurs protéines tendent à diminuer leur valeur nutritionnelle et leur énergie métabolisable par rapport au grain. En conséquence, les drêches de brasserie ne sont pas bien adaptées à l'alimentation de volailles présentant des besoins

énergétiques élevés, comme les jeunes poulets de chair. Elles sont mieux tolérées par les poulets de chair plus âgés et par les poules pondeuses. Les drêches de brasserie sont généralement séchées avant d'être proposées aux animaux, étant ainsi plus faciles à stocker et plus stables que sous forme humide (Onifade *et al.*, 1998).

Poulets de chair

Dans la littérature, les taux d'inclusion acceptables vont de 10-20 % pour les jeunes animaux à 30 % pour les volailles âgées. Par exemple, des jeunes poulets (0 à 8 semaines) ont pu recevoir jusqu'à 10 % de drêches de brasserie séchées, et des poulets plus âgés (8 à 18 semaines) ont pu en recevoir jusqu'à 30 % sans que la croissance soit affectée (Ademosun, 1973). Pour des poulets de chair de 12 à 33 jours, des taux de 10 à 20 % de drêches de brasserie séchées ont permis une croissance et une utilisation acceptable des aliments. Les drêches ont aussi semblé favoriser le bon fonctionnement du gésier (Denstadli *et al.*, 2010). Des taux d'inclusion allant jusqu'à 20 % n'obèrent pas les gains de poids ni le taux de conversion des aliments au cours des stades précoces (0 à 8

semaines), et des taux de 30 % entre 8 et 12 semaines n'ont pas diminué les performances (Deltoro López *et al.*, 1981b). Augmenter le taux de drêches de brasserie séchées dans les aliments granulés jusqu'à 40 % sans corriger l'apport protéique ni l'énergie métabolisable a diminué les gains de poids corporel et l'efficacité alimentaire (Denstadli *et al.*, 2010). Lorsque des régimes à base de drêches de brasserie, même bien équilibrés en énergie métabolisable et en protéines, ont été apportés sous forme de "mash", les volailles n'ont pas pu supporter l'encombrement accru de la ration. Les performances ont donc été réduites, même à des faibles taux d'inclusion (10 %) (Ademosun, 1973 ; Onifade *et al.*, 1998).

Poules pondeuses

Pour les poules pondeuses, 10 % de drêches de brasserie n'altèrent pas la production d'œufs (Yeong *et al.*, 1986 ; Jensen *et al.*, 1976). Des taux d'inclusion plus élevés tels que 20 % (Branckaert *et al.*, 1970) et 30 % ont été jugés adaptés (Deltoro López *et al.*, 1981a). Cependant, pour des niveaux

d'inclusion supérieurs à 30 %, les performances décroissent, et un taux d'inclusion de 90 % a causé de très grandes pertes de poids corporel, et également inhibé la ponte (Branckaert *et al.*, 1970 ; Deltoro López *et al.*, 1981a).

Tableau 4 : Valeurs alimentaires des drêches de brasserie déshydratées destinées aux volailles

| | |
|---------------------------------------------|-------|
| Energie métabolisable (coq) (kcal/kg MS) | 2 160 |
| Energie métabolisable (poulet) (kcal/kg MS) | 2 110 |

- Aghajanzadeh-Golshani, A. ; Maheri-Sis, N. ; Mirzaei-Aghsaghali, A. ; Baradaran-Hasanzadeh, A., 2010. Comparison of nutritional value of tomato pomace and brewer's grain for ruminants using in vitro gas production technique. *Asian J. Anim. Vet. Adv.*, 5 (1): 43-51
- Aguilera-Soto, J. I. ; Ramirez, R. G. ; Arechiga, C. F. ; Lopez, M. A. ; Banuelos, R. ; Duran, M. ; Rodriguez, E., 2007. Influence of wet brewers grains on rumen fermentation, digestion and performance in growing lambs. *J. Anim. Vet. Adv.*, 6 (5): 641-645
- Aguilera-Soto, J. I.; Ramirez, R. G.; Arechiga, C. F.; Gutierrez-Banuelos, H. ; Mendez-Llorente, F.; Lopez-Carlos, M. A. ; Pina-Flores, J. A ; Rodriguez-Frausto, H.; Rodriguez-Tenorio, D., 2009. Effect of fermentable liquid diets based on wet brewers grains on performance of growing pigs. *J. Appl. Anim. Res.*, 36 (2): 271-274
- Aletor, V. A. ; Ogunyemi, O., 1990. The performance, haematology, serum constituents and economics of producing weaner-pigs on dried brewer's grain. *Nigerian J. Technol. Res.*, 2 (2): 85-89
- Allen, W. R. ; Stevenson, K. R., 1975. Influence of additives on the ensiling process of wet brewers' grains. *Can. J. Anim. Sci.*, 55 (3): 391-402
- Allen, W. R. ; Stevenson, K. R. ; Buchanan-Smith, J., 1975. Influence of additives on short-term preservation of wet brewers' grain stored in uncovered piles. *Can. J. Anim. Sci.*, 55 (4): 609-618
- Amaefule, K. U. ; Onwudike, O. C. ; Ibe, S. N. ; Abasiokong, S. F., 2006. Performance, cost benefit, carcass quality and organ characteristics of pigs fed high graded levels of brewers' dried grain diets in the humid tropics. *Pakistan J. Nutr.*, 5 (3): 242-247
- Amaefule, K. U.; Onwudike, O. C.; Ibe, S. N.; Abasiokong, S. F., 2009. Nutrient utilization and digestibility of growing pigs fed diets of different proportions of palm kernel meal and brewers dried grain. *Pakistan J. Nutr.*, 8 (4): 361-367
- Amaral-Philips, D. M. ; Hemken, R. W., 2002. Using by-products to feed dairy cattle. University of Kentucky, Cooperative Extension Service, College of Agriculture, ASC-138
- Anigbogu, N. M., 2003. Supplementation of dry brewer's grain to lower quality forage diet for growing lambs in Southeast Nigeria. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 16 (3): 384-388
- Aning, K. G.; Akpodiete, O. J.; Bawala, T. O., 1994. The implications of feeding stored brewers' grains to pigs: a microbiological and growth performance study. *Bull. Anim. Health Prod.*, 42 (3): 173-178
- Aregheore, E. M. ; Ting, S., 2002. A note on evaluation of wet and dry brewers' grains in concentrate supplements for growing Anglo-Nubian x Fiji local goats in the tropical environment of Samoa. *J. Anim. Feed Sci.*, 11 (4): 565-575
- Asurmendi, P.; Barberis, C.; Dalcero, A.; Pascual, L.; Barberis, L., 2013. Survey of *Aspergillus* section *Flavi* and aflatoxin B1 in brewer's grain used as pig feedstuff in Cordoba, Argentina. *Mycotoxin Res.*, 29 (1): 3-7
- Baghdassar, G. A. ; Yousif-Aballi, A. F.; Salman, E. D., 1986. The utilization of dried brewers grain in feeding Awassi sheep. 2: The utilization of dried brewers grain on the performance of fattening Awassi lambs. *J. Agric. Water Resources Res.. Anim. Prod.*, 5 (2): 1-15
- Batajoo, K. K. ; Shaver, R. D., 1998. In situ dry matter, crude protein, and starch degradabilities of selected grains and by-product feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 71: 165-176
- Beyer, M.; Chudy, A.; Hoffmann, L.; Jentsch, W.; Laube, W.; Nehring, K.; Schiemann, R., 2003. Rostock Feed Evaluation System : reference numbers of feed value and requirement on the base of net energy. Plexus Verlag
- Blair, R., 2007. Nutrition and feeding of organic pigs. Cabi Series, CABI, Wallingford, UK
- Blezinger, S. B., 2003. Feed supplements come in several different forms: part 4. *Cattle Today Online*
- Boessinger, M.; Hug, H.; Wyss, U., 2005. Les drêches de brasserie, un aliment protéique intéressant. *Revue UFA*, 4/05, 8401 Winterthour
- Bovolenta, S.; Piasentier, E.; Peresson, C.; Malossini, F., 1998. The utilization of diets containing increasing levels of dried brewers' grains by growing lambs. *Anim. Sci.*, 66 (3): 689-695
- Cabral Filho, S. L. S.; Bueno, I. C. da S.; Abdalla, A. L., 2007. Wet brewers' grain as replacement for hay in maintenance sheep diet. *Cienc. Anim. Bras.*, 8 (1): 65-73
- Choi SunHo; Soon HwangBo; Kim SangWoo; Sang ByungDon; Kim YoungKeun; Jo IkHwan, 2006. Effects of total mixed ration with wet brewers' grain on nutrient utilization in breeding Korean native goats. *J. Korean Soc. Grassl. Sci.*, 26 (3): 147-154
- Crawshaw, R., 2004. Co-product feeds: animal feeds from the food and drinks industries. Nottingham University Press
- De Brabander, D. L.; De Boever, J. L.; De Smet, A. M.; Vanacker, J. M.; Boucque, C. V., 1999. Evaluation of the physical structure of fodder beets, potatoes, pressed beet pulp, brewers grains, and corn cob silage. *J. Dairy Sci.*, 82 (1): 110-121
- Edwards, S., 2002. Feeding organic pigs: A handbook of raw materials and recommendations for feeding practice. Univ. Newcastle, ADAS, DEFRA
- Enishi, O.; Kuroiwa, R.; Saeki, M.; Kawashima, T., 2005. Evaluation of protein characteristics of underutilized by-products as feedstuff for ruminant. *Japanese J. Grassl. Sci.*, 51 (3): 281-288
- Ewing, 1997. *The Feeds Directory Vol 1. Commodity Products*. Context Publications, Leicestershire, England.
- FAO, 2013. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations
- Geron, L. J.; Zeoula, L. M.; Erkel, J. A.; do Prado, I. N.; Jonker, R. C.; Guimaraes, K. C., 2008. Digestibility coefficient and ruminal characteristics of cattle fed ration containing brewer grain. *Rev. Bras. Zoot.*, 37 (9): 1685-1695
- Gilaverte, S.; Susin, I.; Pires, A. V.; Ferreira, E. M.; Mendes, C. Q.; Gentil, R. S.; Biehl, M. V.; Rodrigues, G. H., 2011. Diet digestibility, ruminal parameters and performance of Santa Ines sheep fed dried citrus pulp and wet brewer grain. *Rev. Bras. Zoot.*, 40: 639-647
- Göhl, B., 1970. Animal feed from local products and by-products in the British Caribbean. Rome, FAO. AGA/Misc/70/25
- Hoffman, P. C. ; Armentano, L. E., 1988. Comparison of brewers wet and dried grains and soybean meal as

- supplements for dairy cattle. *Nutr. Rep. Int.*, 38 (3): 655-663
- Holden, P. J. ; Zimmerman, D. R., 1991. Utilization of cereal grain by-products in finishing swine. In: Miller, E.R., Ullrey, D.E. and Lewis, A.J. (eds) *Swine Nutrition*. Butterworth-Heinemann, Burlington, Massachusetts, pp. 585-593
 - Kim, H. S. ; Yun, S. G. ; Kweon, U. G. ; Park, S. B. ; Chung, E. S.; Kang, W. S., 1996. Seasonal difference in aerobic storage, ruminal degradation and chemical composition of wet brewers' grain. *RDA J. Agric. Sci.*, 38 (2): 605-609
 - Koc, F.; Polat, C.; Ozduven, M. L., 2010. The effects of wet brewer's grain whole plant maize mixture silages on fermentation characteristics and nutrient digestibility in lambs. *Poljoprivreda / Agriculture*, 16 (2): 35-41
 - Kornegay, E. T., 1973. Digestible and metabolizable energy and protein utilization values of brewers' dried by-products for swine. *J. Anim. Sci.*, 37 (2): 479-483
 - Lazarevich, A. N. ; Lesnov, A. P., 2010. Brewer's spent grain in pig feeding. *Svinovodstvo*, 8: 46-48
 - Meffeja, F.; Dongmo, T.; Fotso, J. M.; Fotsa, J. C.; Tchakounte, J.; Nkeng, N., 2003. Effect of dietary level of ensiled brewer's grains on growing finishing pig performances. *Cahiers Agr.*, 12 (2): 87-91
 - Meffeja, F. ; Njifutie, N. ; Manjeli, Y. ; Tchoumboue, J. ; Tchakounte, J., 2007. Comparative digestibility of diets containing ensiled brewer's grains, palm kernel cake or cocoa pod husk in growing finishing pigs in Cameroon. *Livest. Res. Rur. Dev.*, 19 (5): 70
 - Morel, I. ; Lehmann, E., 1997. Brewer's grains silage in cattle fattening. *Agrarforsc.*, 4 (3): 111-114
 - MTT, 2013. Finnish feed tables. MTT Agrifood Research Finland
 - Münger, A. ; Jans, F., 1997. Ensiled brewers' grains as a protein compound for dairy cows. *Agrarforsc.*, 4 (3): 117-119
 - Mussatto, S. I.; Dragone, G.; Roberto, I. C., 2006. Brewers' spent grain: generation, characteristics and potential applications. *J. Cereal Sci.*, 43 (1): 1-14
 - Nishiguchi, Y.; Ando, S.; Hayasaka, K., 2005. Degradability of several feed sources in the rumen of Japanese Black cattle fed high concentrates diet. *Bull. Nat. Agric. Res. Center West Region*, 4: 61-67
 - NRC, 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th Revised Edition, Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition, Committee on Animal Nutrition, Board on Agriculture and Natural Resources, National Research Council, National Academy Press, Washington, D.C.
 - Olorunnisomo, O. A.; Adewumi, M. K.; Babayemi, O. J., 2006. Effects of nitrogen level on the utilization of maize offal and sorghum brewer's grain in sheep diets. *Livest. Res. Rural Dev.*, 18 (1): 10
 - Pelevina, G., 2007. Brewer's grains in feed rations for pigs. *Svinovodstvo (Moskva)*, 4: 18-20
 - Pereira, J. C. ; Carro, M. D. ; Gonzalez, J. ; Alvira, M. R. ; Rodriguez, C. A., 1998. Rumen degradability and intestinal digestibility of brewers' grains as affected by origin and heat treatment and of barley rootlets. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 74 (2): 107-121
 - Porter, R. M. ; Rogers, J. A. ; Conrad, H. R., 1977. Feed intake, milk production and digestibility in cows fed dried, re-wetted and wet brewers grain. *J. Dairy Sci.*, 60 (Suppl. 1): 142-143
 - Promkot, C. ; Wanapat, M. ; Rowlinson, P., 2007. Estimation of ruminal degradation and intestinal digestion of tropical protein resources using the nylon bag technique and the three-step in vitro procedure in dairy cattle on rice straw diets. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 20 (12): 1849-1857
 - Quéméré, P.; Fourdrinier, R.; Lefranc, A.; Willequet, F, 1983. Utilisation de la drêche de brasserie déshydratée par le porc en croissance-finition. *J. Rech. Porc.*, 15: 325-334
 - Sauvant, D. ; Perez, J. M. ; Tran, G., 2004. Tables INRA-AFZ de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage: 2^{ème} édition. ISBN 2738011586, 306 p. INRA Editions Versailles
 - Silva, V. B.; da Fonseca, C. E. M. ; Morenz, M. J. F. ; Peixoto, E. L. T. ; Moura, E. D. ; de Carvalho, I. D. O., 2010. Wet brewer grains on goat feeding. *Rev. Bras. Zoot.*, 39 (7): 1595-1599
 - Thomas, M.; Hersom, M.; Thrift, T.; Yelich, J., 2010. Wet brewers' grains for beef cattle. Univ. Florida, IFAS Extension, AN241
 - Ugye, B. H.; Anugwa, F. O. I.; Nwosu, C. C., 1988. Effects of varying levels of dietary dried brewers' grains on performance and carcass characteristics of growing pigs. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, 36 (1): 31-37
 - Volden H., 2011. NorFor - The Nordic feed evaluation system. EAAP Publications No 130, Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 180p.
 - Wadhwa, D. R. ; Randhawa, S. S. ; Nauriyal, D. C. ; Singh, K. B., 1995. Clinico-biochemical and therapeutic studies on brewer's grain toxicity in buffaloes. *Indian J. Vet. Med.*, 15 (2): 87-89
 - Wahlstrom, R. C., Libal, G. W., 1976. Brewers dried grains as a nutrient source in diets for pregnant sows. *J. Anim. Sci.*, 42 (4): 871-875
 - West, J. W. ; Ely, L. O. ; Martin, S. A., 1994. Wet brewers grains for lactating dairy cows during hot, humid weather. *J. Dairy Sci.*, 77 (1): 196-204
 - Wyss, U., 1997. Ensiling of brewers' grains: high effluent production and good fermentation quality. *Agrarforsc.*, 4 (3): 105-108
 - Yaakugh, I.; Tegbe, T. S. B.; Olorunju, S. A. S.; Aduku, A. O., 1994. Replacement value of brewers dried grain for maize on performance of pigs. *J. Sci. Food Agric.*, 66 (4): 465-471
 - Young, L. G. ; Ingram, R. H., 1968. Dried brewers grains in rations for market hogs. *Can. J. Anim. Sci.*, 48(1): 83-88
 - Younker, R. S. ; Winland, S. D. ; Firkins, J. L. ; Hull, B. L., 1998. Effects of replacing forage fiber or nonfiber carbohydrates with dried brewers grains. *J. Dairy Sci.*, 81 (10): 2645-2656
 - Yue Qun; Yang HongJian; Xie ChunYuan; Yao XueBo; Wang JiaQi, 2007. Estimation of protein intestinal digestibility of ruminant feedstuffs with mobile nylon bag technique and three-step in vitro procedure. *J. China Agric. Univ.*, 12: 62-66

Rédaction : Valérie Heuzé et Gilles Tran (AFZ : Association Française de Zootechnie) - Benoît Rouillé (Institut de l'Élevage)

Conception : Marie-Catherine Leclerc (Institut de l'Élevage) - **Mise en page** : Corinne Maigret (Institut de l'Élevage)

Sources : AFZ et Feedipedia(www.feedipedia.org) - **Crédit photo** : Bonda - **Réf IE** : 0016 302 006 - Avril 2017