



Analyse de la composition minérale de deux co-produits issus de l'industrie céréalière

L'utilisation des co-produits en alimentation animale est une pratique courante. Ceci pour plusieurs raisons, leur utilisation permet de diminuer les coûts de production de l'éleveur et répond aussi aux aspirations des industriels de valoriser les sous produits issus de leurs productions premières. Depuis plusieurs années, l'Institut Supérieur d'Agriculture de Beauvais (ISAB) en collaboration avec le Centre Technique du Porc (CTP) et les industriels ont mené des études sur les co-produits issus de l'industrie céréalière. Actuellement, les centres d'intérêts sur ces co-produits sont la qualité sanitaire (RINGOT et al, 1999) et leur composition minérale. Le travail présenté s'intéresse à la composition minérale de deux co-produits issus de l'industrie d'amidonnerie, le CORAMI® et l'AMIDYN. Celui-ci a été reconduit sur deux années de production afin de réaliser une comparaison interannuelle. En parallèle un rapprochement avec les teneurs en minéraux de la matière première, le blé, est fait ainsi que l'influence de la campagne de blé considérée (1997 ou 2000).

Présentation des co-produits

Les co-produits du blé issus des usines dites d'amidonnerie sont essentiellement réservés à l'alimentation porcine. Deux co-produits de ce type sont concernés par cette étude : le

CORAMI® et l'AMIDYN. A partir des grains de blé, sont extraits de l'amidon A mais aussi des sous-produits revalorisés : le gluten, les fibres et les issues destinées à l'alimentation animale. Le CORAMI® et l'AMIDYN représentent la dernière issue de la filière. Ils sont destinés à l'alimentation porcine (figure 1)

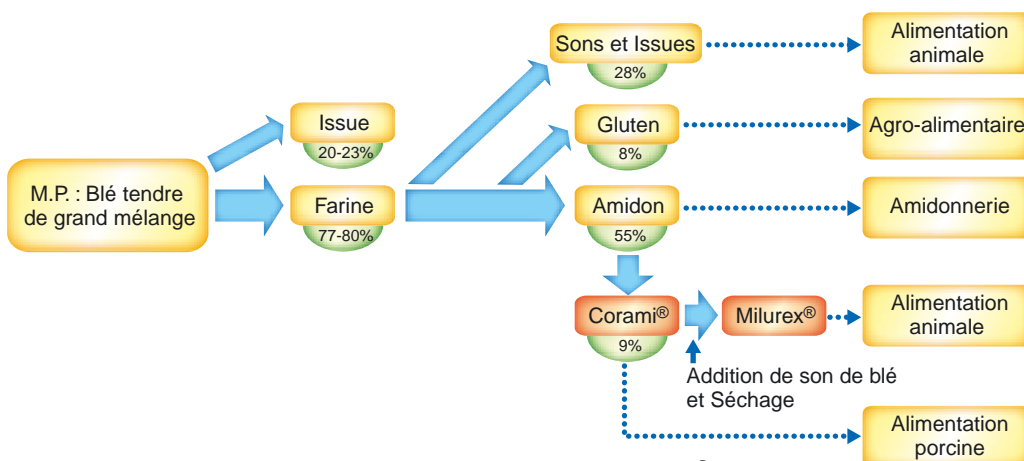


Figure 1 : Processus du CORAMI®

Résumé

Deux essais de mesures des éléments minéraux sur des co-produits issus de l'amidonnerie de blé ont été menés au cours des années 1999 et 2001. Les résultats obtenus ont permis d'établir une première banque de données sur les éléments minéraux : le calcium, magnésium, sodium, potassium, chlorures et phosphore pour les macro éléments ; le fer, cuivre, zinc et manganèse pour les oligo-éléments. Toutes ces valeurs permettent de faire une comparaison sur deux campagnes de blé (1997 et 2000). Les premiers résultats d'analyses 1999 montrent que la composition minérale est particulière à chaque co-produit. Le CORAMI® est un co-produit plus stable que l'AMIDYN. L'analyse des résultats interannée montre que le CORAMI® a une composition statistiquement stable en macroéléments sur les deux campagnes. Les teneurs en fer, zinc et cuivre sont significativement différentes d'une campagne à l'autre. Quant à l'AMIDYN, on observe des différences significatives pour le sodium et le cuivre.

Pascale LESTRADET⁽¹⁾
 Anne MAYANT⁽²⁾
 Guillaume SERGENT⁽³⁾
 Diana RINGOT⁽¹⁾



Le co-produit liquide des amidonneries de blé peut être directement utilisé en alimentation animale.

Il n'existe pas de méthode normalisée pour l'analyse des co-produits.

Les co-produits liquides des amidonneries de blé peuvent être utilisés directement en alimentation animale, livrés tels quels en élevage hors sol à proximité des usines.

Cette fraction, issue du raffinage de l'amidon, comprend essentiellement des glucides (amidon non extractible, sucres, autres polysaccharides) et les protéines solubles du blé. Elle est valorisée principalement en alimentation animale, parfois en fermentation (production d'éthanol.)

- L'AMIDYN, issu de l'usine d'amidonnerie de BAZANCOURT (Marne), provient des issues du lait d'amidon destiné aux glucoseries.
- Le CORAMI® quant à lui, est issu des amidonneries du groupe ROQUETTE. Une partie du CORAMI® est associée au son de blé et déshydratée afin d'obtenir le MILUREX®, qui entrera dans la formulation d'aliments composés.

Méthodologie

Origine et prélèvements des échantillons

Les co-produits proviennent de la société ROQUETTE, usine de LES-TREM (62) pour le CORAMI® et de la société CHAMTOR, usine de BAZANCOURT (51) pour l'AMIDYN. Les échantillons sont prélevés en fin de chaîne de fabrication de janvier à juin, à raison de deux échantillons par semaines pendant cinq semaines (tableau 1). Les teneurs en minéraux sont recherchées sur des aliquotes de 1 Kg pour chaque produit. Les échantillons sont envoyés au laboratoire de l'ISAB. Ils sont mis immédiatement en congélation.



CORAMI®

Les teneurs en minéraux sont recherchées sur dix échantillons par année de production et par produit. La répartition temporelle et le nombre de prélèvement donnent un bon reflet des deux campagnes de blé (1997-2000).

Analyses

Les analyses sont réalisées après décongélation et homogénéisation des différents échantillons. Il n'existe pas de méthode normalisée pour l'analyse des co-produits. Les références utilisées au cours de cette étude sont celles concernant l'alimentation animale. Les normes sont décrites pour des aliments classiques de l'alimentation animale c'est-à-dire des produits secs, contrairement aux co-produits qui se présentent sous la forme de pâtes semi-liquides plus ou moins homogènes. Il a donc été nécessaire d'adapter les méthodes. Dans le cas de l'analyse des métaux, des étapes de séchage supplémentaires ont été ajoutées avant les dosages proprement dits.

Les analyses sont menées sur dix semaines en 1999 et dix semaines en 2001 correspondant aux campagnes de blé 1997 et 2000.

Matières sèches

- Matières sèches (M.S) par dessiccation à 80°C en étuve ventilée jusqu'à poids constant.

Mesure de pH

- Mesure sur produit frais à température du laboratoire (20°C).

Cendres

- Le taux de cendres représente le résidu minéral après calcination de la matière organique.

- Par pesée après calcination à 550°C.

Macro éléments majeurs

Calcium (Ca), phosphore total (P_{tot.}), sodium (Na), potassium (K), chlorures (Cl-) et magnésium (Mg) sont dosés après calcination à 550°C pendant 4H.

Spectrophotométrie d'absorption atomique suivant la norme NF V 18-108 (ISO 6990/2) pour le Ca et le Mg.

Spectrophotométrie d'émission atomique (SEA) pour le Na et le K. Le P_{tot.} est analysé par colorimétrie suivant la norme NF V 18-106 et les chlorures, après clarification, par potentiométrie.

Oligo-éléments majeurs Fer (Fe), zinc (Zn), manganèse (Mn) et cuivre (Cu) sont dosés après calcination à 450°C par spectrophotométrie d'absorption atomique (SAA).

Choix du test statistique

Après une première approche des résultats obtenus sur les deux campagnes, une dispersion importante des valeurs obtenues pour l'AMIDYN apparaît, cette disparité étant plus importante sur la campagne 1997.

L'analyse de la variance n'a donc pas été utilisée dans l'analyse statistique des résultats. C'est le test non paramétrique de KOLMOGOROV-SMIRNOV (K-S) qui a été adopté. Ce test ne prend pas en compte la distribution des échantillons mais est fondé sur le positionnement des valeurs les unes par rapport aux autres. Bien que pour certains éléments la dispersion soit faible et semblable pour les deux échantillons, le test K-S est appliqué sur toutes les séries d'analyse dans un souci d'homogénéité, quoique ce test soit moins puissant qu'un test paramétrique. Avant d'effectuer le calcul des médianes, trois hypothèses sont établies :

1. Les échantillons appartiennent à la même population, il n'existe pas de différence significative entre les deux groupes d'analyse.

Tableau 1 : Période de prélèvement des échantillons sur les sites de production

Campagne de blé	CORAMI®	AMIDYN
1997	01/98 à 02/98	05/98 à 06/98
2000	01/01 à 03/01	02/01 à 04/01



- Les échantillons sont indépendants les uns des autres.
- $P > 0,05$ il n'existe pas de différence significative au risque d'erreur de 5%.

Le logiciel informatique Statistical Analysis System (SAS) a été utilisé.

Résultats et discussion

Matières sèches, pH et cendres

Pour le CORAMI[®], la teneur moyenne en M.S est de $29,8 \pm 0,9$ % pour la campagne de blé 2000 et de $30,3 \pm 0,5$ % pour la campagne 1997. Depuis 1997, le processus de fabrication du co-produit est stable et parfaitement maîtrisé par l'industriel.

Les teneurs mesurées pour l'AMIDYN montrent une différence significative ($P = 8 \times 10^{-4}$) entre les deux campagnes. L'augmentation de 4 % (figure 2) de la M.S observée en 2001 (17,2 % en 1999 et 21,3 % en 2001), s'explique par la volonté de l'industriel de modifier son processus technologique. En effet le co-produit est destiné à une utilisation liquide mais est aussi séché. L'augmentation de la teneur en matière sèche permet d'optimiser l'opération unitaire de séchage et de diminuer les coûts de production.

Les valeurs de matières sèches garanties par les industriels sont respectivement de 29 ± 3 % et 20 ± 2 % pour le CORAMI[®] et l'AMIDYN.

Le pH des deux co-produits est inférieur ou égal à 4 ($4,06 \pm 0,12$ pour le CORAMI[®] et $3,66 \pm 0,07$ pour l'AMIDYN). Avec des valeurs très proches de 30 %, les co-produits, en sortie d'usine, ont des caractéristiques leur conférant d'excellente qualité de conservation (RINGOT et al, 1999). Les valeurs données par les industriels

sont de 3,9 (CORAMI[®]) et de 3,4 (AMIDYN). Quant au taux de cendres, il représente dans le cas des végétaux, les matières minérales. Il est de 2,9 % de la M.S pour le CORAMI[®] et de 4,5 % pour l'AMIDYN.

Minéraux

Les médianes, les maxima et minima de la composition minérale des co-produits, mesurés sur les deux campagnes, sont présentés dans les tableau 2 et tableau 3. Ils sont exprimés en grammes pour 100 g de M.S. pour les macro éléments et en mg pour 1000 g de M.S. pour les oligo-éléments.

Macro éléments

Comparaison interannées

Les productions faisant suite aux deux campagnes de blé, montrent des teneurs équivalentes en macro éléments pour le CORAMI[®] (tableau 2).

Sur l'AMIDYN (tableau 3), la teneur en sodium est supérieure pour la production 2001 (0,43 % en 1999 et 0,78 % en 2001). D'autre part la dispersion pour ce minéral est importante sur l'année 2001 (0,67 % à 1,42 %).

Cependant cette valeur reste inférieure au taux assuré de l'usine de fabrication (1% maximum de la

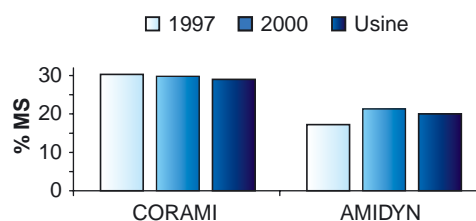


Figure 2 : Evolution de la matière sèche sur deux années de production

matière sèche). La différence de concentration entre les deux années s'explique par le besoin d'adapter et de stabiliser le processus technologique afin de maintenir le pH à des valeurs de 3-4.

Comparaison interproduits

Les profils en macroéléments des deux co-produits sont spécifiques à chacun d'eux (figure 3). Seules les teneurs en calcium sont identiques (0,21 % de la matière sèche pour le CORAMI[®] et 0,22 % l'AMIDYN).

Comparaison co-produits et blé tendre

Les blés dont sont issus les co-produits, sont des blés de grand mélange provenant majoritairement des régions Nord, Picardie et Champagne Ardennes. Les valeurs utilisées à des fins de comparaison, sont les médianes de valeurs bibliographiques (ADRIAN

La différence de concentration entre les deux années s'explique par le besoin d'adapter et de stabiliser le processus technologique afin de maintenir le pH à des valeurs de 3-4.

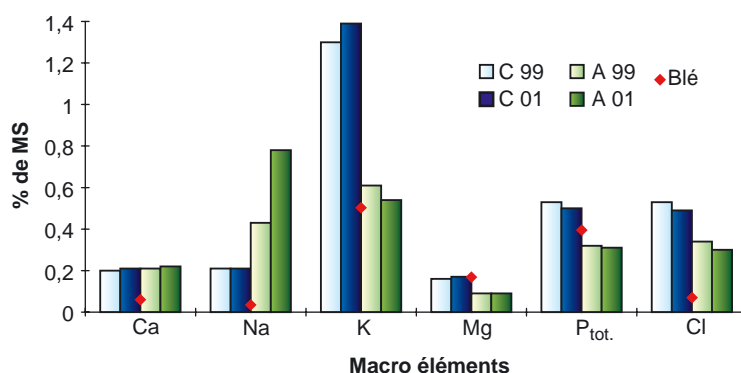
Tableau 2 : Médianes, maxima et minima de la composition minérale du CORAMI[®] pour 100 g de M.S

Co-produit		CORAMI [®]			
Campagne de blé		1997		2000	
Année d'analyse		1999		2001	
Unités	Critères	Médiane	Min - Max	Médiane	Min - Max
Macro-éléments en g	Calcium	0,20	0,18 – 0,22	0,21	0,19 – 0,22
	Chlorures	0,53	0,46 – 0,57	0,49	0,47 – 0,55
	Magnésium	0,16	0,14 – 0,17	0,17	0,13 – 0,20
	Phosphore total	0,53	0,48 – 0,56	0,50	0,44 – 0,61
	Potassium	1,30	1,15 – 1,33	1,39	1,25 – 1,53
	Sodium	0,20	0,17 – 0,32	0,21	0,20 – 0,23
Oligo-éléments en mg	Cuivre	4,7	4,1 – 5,6	3,7	3,2 – 4,2
	Fer	99,6	81,1 – 113,9	106,9	102,9 – 113,9
	Manganèse	29,9	28,3 – 31,2	30,6	26,7 – 34,3
	Zinc	22,7	20,2 – 29,9	18,3	17,7 – 20,5



Tableau 3 : Médianes, maxima et minima de la composition minérale de l'AMIDYN pour 100 g de M.S

Co-produit		AMIDYN			
Campagne de blé		1997		2000	
Année d'analyse		1999		2001	
Unités	Critères	Médiane	Min - Max	Médiane	Min - Max
Macro-éléments en g	Calcium	0,21	0,16 – 0,28	0,22	0,17 – 0,25
	Chlorures	0,34	0,23 – 0,43	0,30	0,25 – 0,39
	Magnésium	0,09	0,08 – 0,12	0,09	0,05 – 0,12
	Phosphore total	0,32	0,19 – 0,36	0,31	0,26 – 0,36
	Potassium	0,61	0,52 – 0,66	0,54	0,45 – 0,61
	Sodium	0,43	0,35 – 0,51	0,78	0,67 – 1,42
Oligo-éléments en mg	Cuivre	4,6	2,02 – 11,81	2,8	2,2 – 3,2
	Fer	134,9	104,17 – 173,52	151,0	135,7 – 167,0
	Manganèse	19,8	17,30 – 22,08	20,4	17,1 – 22,1
	Zinc	24,2	18,56 – 37,94	22,8	14,9 – 24,3



C99 : Résultats d'analyse (1999) pour le CORAMI, campagne de blé 1997

C01 : Résultats d'analyse (2001) pour le CORAMI, campagne de blé 2000

A99 : Résultats d'analyse (1999) pour l'AMIDYN, campagne de blé 1997

A01 : Résultats d'analyse (2001) pour l'AMIDYN, campagne de blé 2000

Note : Les teneurs en macro-éléments données pour le blé tendre sont les médianes des valeurs bibliographiques.

Figure 3 : Profil des co-produits en macro-éléments et teneurs de la matière première

et al, 1995 ; FEILLET, 2000 ; INRA, 1989). Comparativement aux valeurs de la matière première, le blé tendre, la teneur des deux co-produits en calcium, sodium et chlorures sont supérieures (tableau 4).

Le CORAMI® présentent des teneurs en phosphore total et magnésium équivalentes. Pour le magnésium, les teneurs trouvées dans la littérature sont dispersées (0,12 % à 0,23 % de la matière

Tableau 4 : Médianes des teneurs en macroéléments du blé tendre en % de la M.S., valeurs bibliographiques.

Macro éléments	Min – Max	Médianes en %
Sodium	0,030 – 0,060	0,035
Potassium	0,410 – 0,700	0,503
Chlorures	0,070 – 0,070	0,070
Phosphore total	0,380 – 0,410	0,395
Calcium	0,035 – 0,080	0,060
Magnésium	0,120 – 0,230	0,167

sèche) cet effet matière première est retrouvé dans les co-produits. Quant à l'AMIDYN, il n'existe pas de différence significative pour le potassium, la teneur en phosphore total étant inférieure.

Oligo-éléments

Comparaison interannées

L'AMIDYN (tableau 3) sur les deux campagnes de blés, a une composition stable. La seule différence significative est la teneur en cuivre (4,6 % 1999 et 2,8 % 2001). La dispersion des teneurs sur la campagne de blé 1997 est plus importante que sur la campagne 2000. Pour le CORAMI (tableau 2), on observe des différences significatives entre les deux années pour les valeurs du fer, du cuivre et du zinc. Le premier augmente de 1997 à 2000, tandis que les deux autres ont tendance à diminuer. Concernant ces oligo-éléments, les mêmes tendances se dégagent pour l'AMIDYN bien que, dans ce cas, les différences ne soient pas significatives pour le fer et le zinc. Cependant d'une campagne à l'autre la tendance pour tous les oligo-éléments est la même pour les deux co-produits, le fer et le manganèse vont dans le sens d'une augmentation. Les deux autres oligo-éléments vont plutôt dans le sens d'une diminution. Cette évolution parallèle des deux coproduits peut être reliée à un effet de la matière première, le blé.

Comparaison interproduits

Le profil en oligo-éléments est spécifique à chaque co-produit (figure 4). Les teneurs en fer sont plus importantes pour l'AMIDYN. La teneur en manganèse est supérieure pour le CORAMI®. Les teneurs en cuivre et en zinc sont les mêmes pour les deux.

Comparaison co-produits et blé tendre

Les teneurs en oligo-éléments du blé tendre relevées dans la littérature sont extrêmement disper-

D'une campagne à l'autre, la tendance pour tous les oligo-éléments est la même pour les deux co-produits, le fer et le manganèse augmentent.



sées (ADRIAN et al, 1995 ; FEILLET, 2000. ; PEREZ et al, 1986) (tableau 5). Pour comparer la matière première aux co-produits, on s'appuiera sur les médianes de ces teneurs. Les deux co-produits présentent un profil en oligo-éléments différents du blé tendre (figure 4). Les teneurs des co-produits sont significativement inférieures, excepté le fer, aux valeurs exprimées du blé tendre.

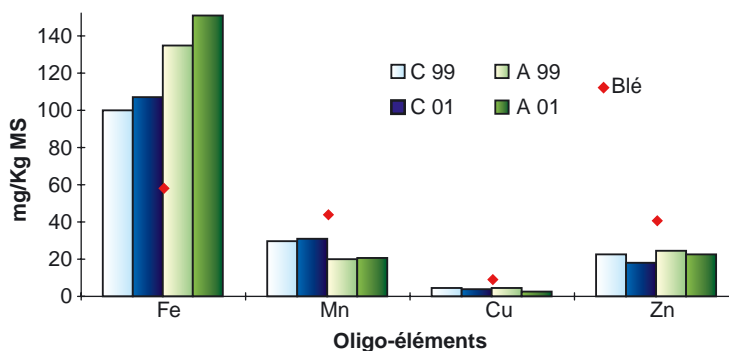


Figure 4 : Profil des co-produits en oligo-éléments, valeurs du blé tendre.

C99 : Résultats d'analyse (1999) pour le CORAMI, campagne de blé 1997

C01 : Résultats d'analyse (2001) pour le CORAMI, campagne de blé 2000

A99 : Résultats d'analyse (1999) pour l'AMIDYN, campagne de blé 1997

A01 : Résultats d'analyse (2001) pour l'AMIDYN, campagne de blé 2000

Note : Les teneurs en oligo-éléments données pour le blé tendre sont les médianes des valeurs bibliographiques.

Conclusion

L'objet de cette étude était d'évaluer la stabilité de la composition minérale des co-produits dans le temps. Le suivi de deux campagnes de blé (1997 – 2000), montre que ces deux issues d'amidonnerie sont différentes. Le CORAMI® est stable sur deux années de production pour les macro-éléments. Alors que les teneurs en oligoéléments sont moins stables sur les deux campagnes pour les deux co produits.. Par rapport aux teneurs minérales de la matière première, le blé tendre, les deux co-produits ont un comportement très différent. La variabilité inter années observée, sur le fer, le cuivre et le zinc, semble davantage liée à la matière première. En effet, les teneurs de ces oligo-éléments retrouvées dans la littérature sont extrêmement dispersées.

La variabilité de la teneur en sodium de l'AMIDYN est liée au processus technologique. Les teneurs plus élevées en 2001 correspondent cependant aux valeurs assurées par l'industriel c'est-à-dire inférieur à 1 %.

On peut conclure sur la stabilité des processus de fabrication des co-produits. Les teneurs données pour la campagne de blé 2000 pourront donc être considérées comme des valeurs de référence.

Tableau 5 : Médianes des teneurs en oligo-éléments du blé (mg / Kg de M.S.), valeurs bibliographiques

Oligo-éléments	Min – Max	Médiane
Cuivre	6 - 17	9,0
Fer	30 – 80	58,1
Zinc	35 – 140	40,1
Manganèse	41 -46	44,0

Co-produits et autres issues de blé

Le tableau ci-dessous (tableau 6) permet de comparer les co-produits étudiés et les autres issues de céréales de blé tendre destinées à l'alimentation porcine (ITP, 1991). Il est à noter que ces sous-produits de meunerie sont des produits secs. Toutes les valeurs sont données en pourcentage de la matière sèche. Les co-produits sont plus concentrés en sodium et chlorures et inférieurs pour les autres macro-éléments. Pour la présence de sodium, c'est en cours de processus technologique que sa concentration va être augmentée par l'ajustement des pH.

Pour aller plus avant dans la comparaison il est indispensable de connaître la digestibilité des minéraux de chaque co-produits. En effet, la disponibilité des minéraux des sous-produits est le facteur qui valorise l'utilisation des aliments.

D'autre part les remoulages et les sons ne peuvent être utilisés dans la ration alimentaire du porc à l'engraissement à plus de 30 % pour les remoulages et de 10 %

pour les sons. Ces limitations sont dues à la forte présence de cellulose et à l'hétérogénéité de ceux-ci (INRA, 1989). Le CORAMI® et l'AMIDYN représentent jusqu'à 45 % de la ration alimentaire (MOREAUX et al, 1994).

Co-produits et apport recommandés. Rapport Ca / P

Le tableau 7 montre que deux types très différents de composés minéraux doivent être utilisés suivant le co-produit. Si la demande en calcium est équivalente pour les deux co-produits, l'AMIDYN montre un déficit en phosphore plus important.

Les teneurs obtenues lors de cette étude ne tiennent pas compte de la disponibilité des éléments minéraux dans les co-produits. En effet la biodisponibilité des éléments minéraux dépend de facteurs, comme la présence de phytases et phytates. Le phosphore végétal est essentiellement présent sous forme d'acide phytique 60 à 77 % pour le blé. L'acide phytique est responsable de l'indisponibilité des minéraux, notamment pour le calcium, fer, zinc, magnésium et cuivre. Les complexes formés,

Les co-produits sont plus concentrés en sodium et chlorures et moins pour les autres macro-éléments.

Les teneurs obtenues lors de cette étude ne tiennent pas compte de la disponibilité des éléments minéraux dans les co-produits.



Tableau 6 : Teneurs en minéraux des principaux co-produits utilisés en alimentation porcine

Élément	Blé tendre	Issues de céréales de blé tendre					
		Remoulage blanc	Remoulage bis	Son fin	Son gros	CORAMI®	AMIDYN
Cendres	1,90	3,22	5,05	6,44	6,67	2,9	4,5
Calcium	0,06	0,11	0,13	0,15	0,16	0,21	0,22
Phosphore total	0,395	0,77	0,98	1,50	1,49	0,50	0,31
Sodium	0,035	0,06	0,06	0,05	0,01	0,21	0,78
Potassium	0,503	0,80	1,09	1,46	1,40	1,39	0,54
Chlorure	0,17	0,05	0,05	0,08	0,07	0,49	0,30
Magnésium	0,07	0,23	0,37	0,60	0,46	0,17	0,09

Unités : grammes pour 100 g de matière sèche

Pour juger de l'apport réel des co-produits en minéraux, il est nécessaire de connaître les teneurs en acide phytique et l'activité phytasique de ceux-ci.

Tableau 7 : Déficit en calcium et en phosphore pour le CORAMI® et l'AMYDIN

	Besoins moyens en g / Kg de M.S.		Déficit pour le CORAMI® en g / KG			Déficit pour l'AMYDIN en g / Kg		
	Ca	P	Ca	P	Ca / P	Ca	P	Ca / P
Porcs à l'engraissement	9	6	6,95	0,85	8,0	6,85	2,85	2,4

lors des processus technologiques des grains de blé et de la digestion des aliments, sont peu digérés et peu absorbés. Un excès d'acide phytique alimentaire a donc une forte incidence sur l'indisponibi-

lé des minéraux d'intérêt nutritionnel (POINTILLART, 1994).

Pour juger de l'apport réel des co-produits en minéraux, il est donc nécessaire d'en connaître les

teneurs en acide phytique et l'activité phytasique des co-produits. Pour cette raison, une étude concernant la disponibilité du phosphore est en cours dans notre laboratoire. ■

⁽¹⁾ Institut Supérieur d'Agriculture de Beauvais, département des sciences animales, B.P. 30 313, 60 026, Beauvais cedex

⁽²⁾ Institut Universitaire technologique, industries alimentaires et biologiques, Université de Caen

⁽³⁾ Institut Universitaire technologique, génie biologique, Université d'Amiens

Remerciements : Ces travaux sont réalisés grâce à la participation financière du Ministère de l'Agriculture et de la Forêt et des Conseils Régionaux Nord Picardie.

Contact :
pascale.lestradet@isab.fr

Références bibliographiques

- ADRIAN J., FRANGNE R. 1995. La science alimentaire de A à Z. 2^{ème} édition.
- BESANCENOT J.M., BCEUF M., CHEVERRY M., CHAPOUTOT P., MOREL D'ARLEUX F. 1990. Guide de l'utilisation : Les sous-produits en alimentation animale.
- FEILLET P. 2000. Le grain de blé, composition et utilisation. 308 p.
- I.N.R.A. ; 1989. L'alimentation des animaux mono gastriques : Porc, lapin, volailles. INRA éd. Paris, 282 p.
- LEYGUE J.P. 1993. Débouchés industriels des céréales. ITCF, céréaliers de France. 32 p.
- MOREAU R., GRENIER E., QUEMERE P., WILLEQUET F. 1994. Influence de taux d'incorporation de CORAMI® en association à une « purée » de pomme de terre sur les performances zootechniques du porc charcutier. Journées de la recherche porcine en France, 26, 221-226.
- MOREAU R., QUEMERE P., CARLIER J.C. 1992. Utilisation de sous-produits agro-industriels dans l'alimentation du porc. 1992. Journées rech. Porcine en France, 24,143-150.
- PEREZ J.M., MORNET P., RENAT A. 1986 ; Le porc et son élevage, bases scientifiques et techniques. 575 p, 288-322.
- POINTILLART A. 1994. Phytates, phytases : Leur importance dans l'alimentation des mono gastriques. INRA Prod. Anim., 7 (1), 29-39.
- RINGOT D., LESTRADET P., WILLEQUET F. 1999. Appréciation de la qualité sanitaire du CORAMI, co-produit de l'amidonnerie de blé utilisé en alimentation porcine. Techni porc, 22, N°5, 25-30.
- RINGOT D., MAYANT A. 1999. Première approche de la composition minérale de deux co-produits utilisés dans l'alimentation porcine : Etude du CORAMI et de l'AMIDYN. Résultats non publiés.
- SOURDIOUX M., GATEL F., BONHOURE J.P., KERVEADOU C. 1992. Utilisation de sous-produits agro-industriels dans l'alimentation porcine. Journées de la recherche porcine en France, 24, 151-158.
- WILLEQUET F., TAUZIN V., SOURDIOUX M. 1997. Moyenne, variabilité et prévision de la composition en acides aminés de deux co-produits issus du blé : Le CORAMI® et l'AMIDYN. Non publié.