

Traitements thermiques et digestibilité des aliments chez le poulet

Michel LESSIRE

INRA Station de Recherches Avicoles, 37380 Nouzilly

L'industrie de l'alimentation animale s'est très largement développée d'une part grâce à l'optimisation de tous les paramètres d'élevage et de souches ou croisements commerciaux et d'autre part grâce à l'emploi d'aliments adaptés et constitués d'ingrédients de mieux en mieux décrits et associés. L'optimisation de l'usage des matières premières et des aliments s'est effectuée en développant dans les usines d'aliments des procédés de fabrication spécifiques : broyage, granulation, sprayage, extrusion...

En effet, une matière première est rarement utilisée en l'état et les traitements technologiques qui lui sont appliqués répondent à la nécessité d'améliorer sa qualité nutritionnelle et d'inactiver les éventuels facteurs antinutritionnels présents. Parallèlement à ces impératifs d'ordre nutritionnel, apparaît depuis plusieurs années le besoin de contrôler la valeur hygiénique des aliments en détruisant les agents pathogènes, tels que les salmonelles. Les traitements mis en oeuvre

consistent à chauffer encore plus l'aliment et leurs conséquences nutritionnelles peuvent être importantes du fait des réactions de Maillard, de l'inactivation des enzymes végétales et des modifications de l'utilisation digestive des nutriments.

Dans ces conditions il nous est apparu opportun de décrire les risques, mais aussi les avantages de traitements thermiques sur la valeur nutritionnelle et la digestibilité des matières premières les plus courantes : tourteaux et céréales, chez les volailles. L'impact de ces traitements sur les oléoprotéagineux ne sera pas abordé, car décrit par ailleurs (Crévieu-Gabriel, 1999 ; Lessire et al., 1988).

1. Tourteaux

Pour la plupart il s'agit de tourteaux issus de graines oléagineuses qu'il faut chauffer pour faciliter l'extraction de l'huile et pour recycler le solvant d'extraction. Dans le cas particulier du

tourteau de soja, il s'agit aussi d'inactiver les facteurs antinutritionnels thermolabiles présents : anti-trypsiques principalement.

1.1 Tourteau de soja

De nombreux tests ont été mis au point pour mesurer le degré d'inactivation de ces facteurs antinutritionnels et l'absence d'altération de la fraction protéique du tourteau : TIA, rouge de Crésol, uréase, solubilité des protéines,... L'aptitude de ces tests à détecter les tourteaux trop cuits est cependant variable. Ainsi le test à l'uréase (tableau 1) atteint ses limites lorsque le tourteau de soja est autoclavé plus de 10 minutes à 121°C, à l'inverse toute augmentation de la durée d'autoclavage se traduit par une diminution de la solubilité des protéines ou de leur capacité à fixer un colorant. Ces derniers tests sont en outre mieux corrélés aux performances de croissance du poulet de chair recevant les tourteaux autoclavés (Araba and Dale, 1990).

Tableau 1 : Influence de la durée d'autoclavage du tourteau de soja sur sa valeur nutritionnelle chez le poulet (Araba and Dale, 1990).

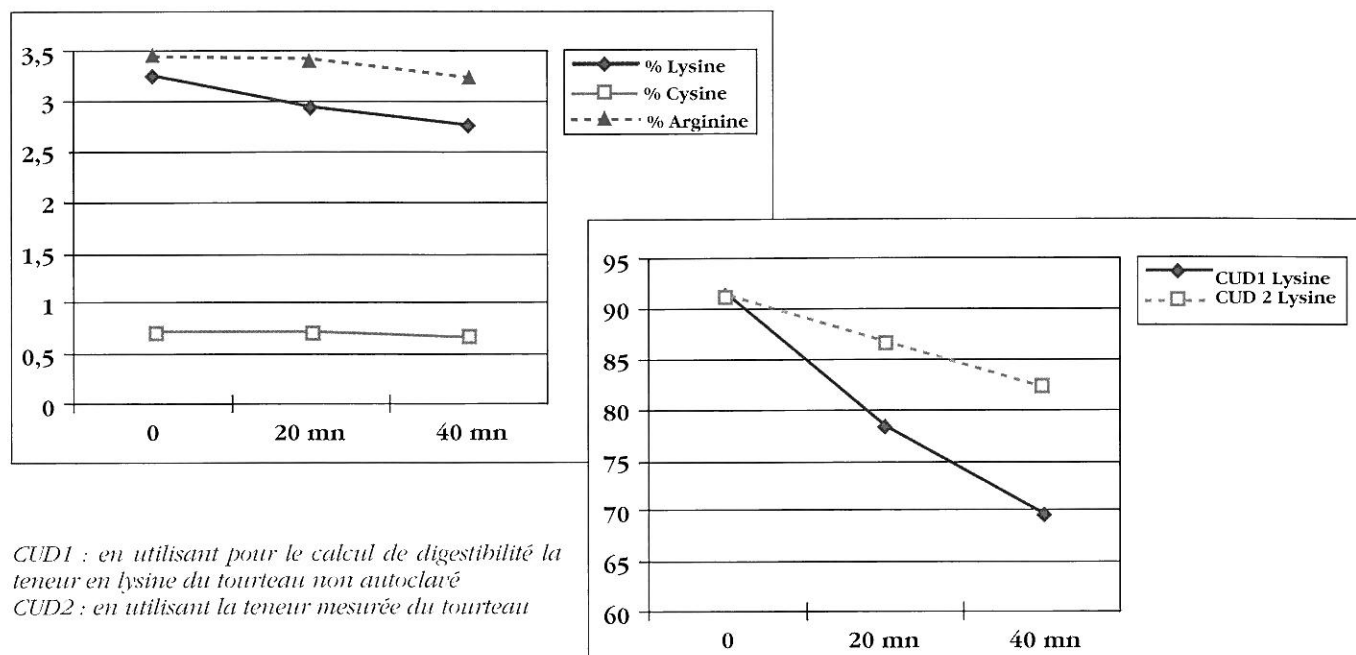
Durée autoclavage (min)	Gain de poids (g)	Indice de consommation	N soluble (KOH 0,2 %)	Uréase (Δ pH)	Orange G (mg/g de tourteau)
0	450a	1,79c	86,0	0,03	79,6
5	445a	1,87bc	76,3	0,02	78,8
10	424a	1,83bc	74,0	0,00	78,2
20	393b	1,89b	65,4	0,00	76,6
40	316c	2,04b	48,1	0,00	76,6
80	219d	2,55a	40,8	0,00	75,2

Par ailleurs, le tourteau de soja autoclavé pendant des périodes de durée croissante peut présen-

ter des teneurs réduites en certains acides aminés tels la cystine, l'arginine et surtout le lysine

(figure 1) dont la digestibilité chez le coq est également altérée (Parsons et al., 1992).

Figure 1 : Influence de la durée d'autoclave à 121°C sur la quantité et la digestibilité des acides aminés du tourteau de soja (Parsons et al., 1992).



Ainsi une augmentation de la durée d'autoclavage de 0 à 40 minutes réduit la digestibilité de cet acide aminé de 10 % environ si l'on considère la concentration réelle en lysine du tourteau ou de plus de 20 % si le calcul prend en compte la teneur initiale en lysine du tourteau. Ce résultat suggère donc que des quantités non négligeables de composés de Maillard sont formées lors de l'autoclavage à partir de la lysine et des glucides que renferme le tourteau. Une extraction alcoolique des composés glucidiques avant autoclavage réduit la perte en lysine. A l'inverse, autoclaver simultanément du soja et du dextrose diminue de façon drastique la teneur (-38%) et la digestibilité (-28%) de la lysine, faisant ainsi passer la quantité de lysine digestible de 2,74 à 1,26 % (Fernandez and Parsons, 1996).

Enfin, si la lysine digestible du tourteau non traité est intégralement disponible pour le poulet en croissance, celle des tourteaux autoclavés seuls 40 ou 60 minutes ou 20 minutes en association avec du dextrose n'est disponible qu'à 84 %. Cette

valeur est réduite à 60 % lorsque le mélange soja-dextrose est autoclavé 30 minutes.

Lors d'un traitement thermique trop intense, une proportion non négligeable de lysine peut être absorbée sous une forme non utilisable ensuite pour la synthèse protéique (Batterham et al., 1990). Cette fraction qui se retrouve dans les urines est considérée comme indigestible si les techniques analytiques pratiquées permettent de la doser. Dans ces conditions, les valeurs de digestibilités sont proches de celles de disponibilité. A l'inverse, une partie de ces composés pourrait être soit excrétée sous une forme non analysable par les techniques chromatographiques classiques soit dégradée altérant ainsi leur digestibilité et leur disponibilité. Une toxicité éventuelle de ces composés de Maillard est également évoquée par différents auteurs (Johnson et al., 1977 ; Erbesdobler et al., 1981), mais dans ces conditions, une supplémentation en lysine ne compenserait pas la perte de performance comme c'est le cas dans les essais rapportés ci-dessus.

En réalité, les tourteaux de soja industriels ne sont jamais autoclavés et certains auteurs ont essayé de faire varier dans les usines les paramètres de cuisson : température et durée dans le dessolvant-toasteur ou DT (Lee et al., 1991, Lee and Garlich, 1992). *In vitro*, les résultats obtenus confirment en partie ceux observés sur tourteaux autoclavés. Une augmentation de la température et du temps de séjour dans le DT diminue l'activité uréasique, les inhibiteurs trypsiques et la solubilité des protéines ; une légère perte en lysine totale ou digestible est également notée (tableau 2).

L'ampleur de ces réductions reste cependant modérée. Il en est de même des réductions des performances des poulets et des dindons engendrées par l'ingestion de ces tourteaux, et les auteurs concluent que le soja peut subir des conditions de cuisson très largement supérieures aux pratiques industrielles classiques sans conséquences néfastes pour les animaux.

Tableau 2 : Influence des conditions de cuisson sur les caractéristiques du tourteau de soja et les performances du poulet de chair (Lee and Garlich, 1992).

TEMPERATURE °C	107	107	116	116	116	116
TEMPS DT* min	38	36	37	40	55	65
UREASE ΔpH	0,05	0,03	0,01	0,09	0,00	0,00
Activité anti-trypsique mg/g	6,10	5,01	4,62	4,83	2,32	1,78
SOLUBILITE KOH 2%	92	91	89	88	81	81
LYSINE						
TOTALE %	3,32	3,25	nd	nd	2,95	3,16
DIGESTIBILITE %	92,6	90,9	nd	nd	90,2	91
GAIN DE POIDS	100	95,0	90,0	93,3	92,3	90,6
INDICE	100	101,9	109,4	101,9	105,7	102,4

*DT= dessolvateur toasteur

■ 1.2 Tourteaux de colza et de tournesol

Les autres tourteaux ont bien sûr fait l'objet d'études similaires à celles réalisées sur le soja. Ainsi la solubilité des protéines (KOH 0,2 %), la teneur et la digestibilité de la lysine diminuent lorsque le tourteau de tournesol est autoclavé (121° C) pendant des durées

variables et les performances de croissance du poulet sont inversement proportionnelles à la durée de chauffage (tableau 3). En appliquant à un tourteau de colza 00 le même protocole expérimental, Anderson-Hafermann et al., 1993) constatent également une diminution de la solubilité des protéines (KOH 0,2 ou 0,5 %) et

de la teneur et digestibilité de la lysine. Certains autres acides aminés sont également affectés : thréonine, cystine, méthionine, leucine et arginine, mais dans une moindre mesure. Enfin, les performances de croissance du poulet diminuent linéairement au fur et à mesure de l'allongement de la durée d'autoclavage.

Tableau 3 : Influence de la durée d'autoclavage (min) sur les caractéristiques du tourteau de tournesol (Zhang and Parsons, 1994)

	TEMOIN soja	0	30	60	90
SOLUBILITE KOH 2%	84	64	58	51	51
LYSINE					
TOTALE %	nd	1,43	1,04	0,89	0,84
DIGESTIBILITE (1)%	nd	86	54	43	35
DIGESTIBILITE (2)%	nd	86	70	67	60
GAIN DE POIDS	115	100	90,6	85,0	77,2
INDICE	94,5	100	107,2	113,3	118,8

(1) - (2) : voir figure 1

2. Céréales

De nombreux auteurs ont tenté d'accroître la valeur nutritionnelle des céréales par des traitements thermiques. Les résultats obtenus sont souvent contradic-

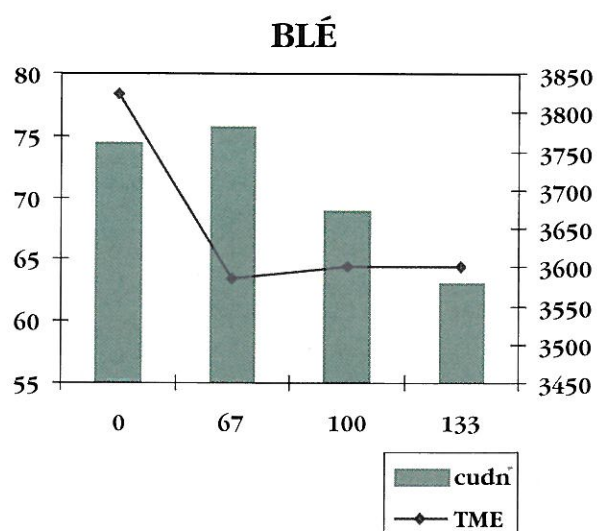
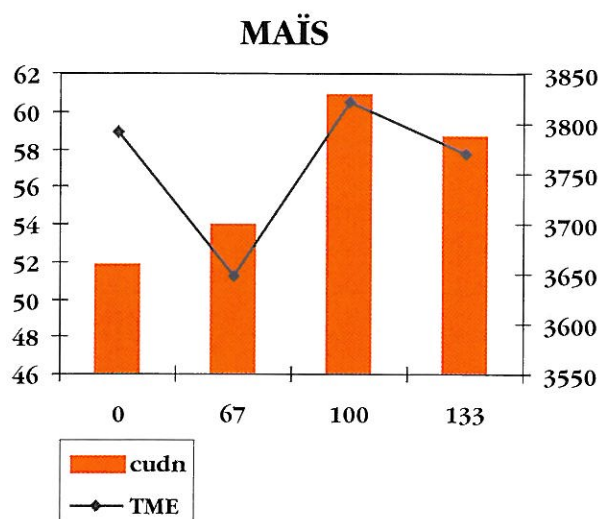
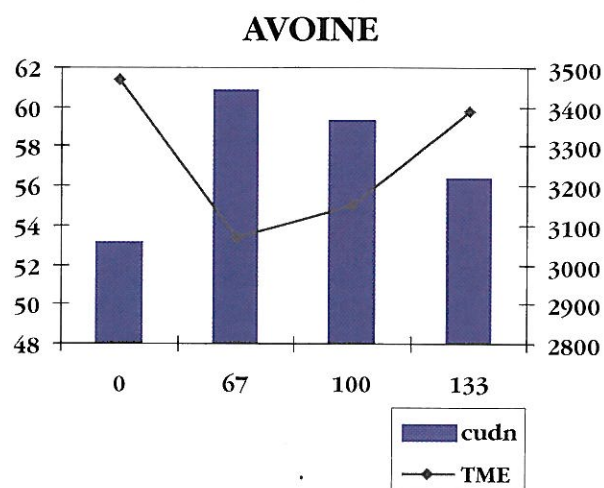
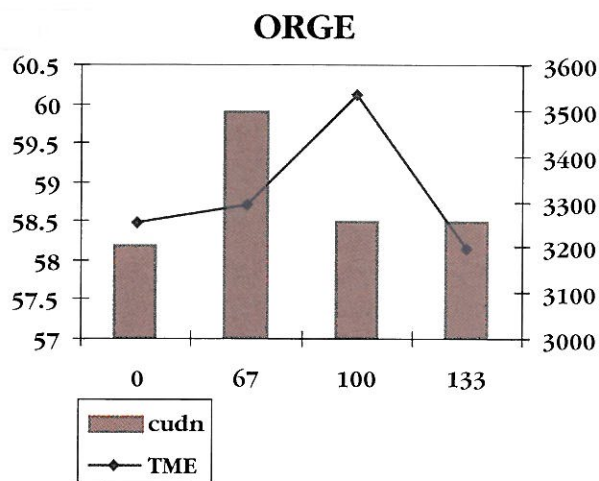
toires. Ainsi, la torréfaction (chauffage à sec et à température élevée) pourrait augmenter l'énergie métabolisable de l'orge, réduire celle du blé et n'avoir aucun effet sur le maïs (tableau 4, figure 4). Pour ce dernier, l'avantage du traitement ther-

mique est avant tout de réduire la quantité de mycotoxines sans altérer la valeur énergétique même si la valeur azotée est légèrement dépréciée (Hamilton and Thompson, 1992).

Tableau 4 : Influence de la température de torréfaction sur la valeur des céréales (Mc Niven et al., 1994).

TEMPERATURE	ORGE		MAIS		AVOINE		BLÉ	
	TME _n	CUD _n	TME _n	CUD _n	TME _n	CUD _n	TME _n	CUD _n
0°	3256	58,2	3792	51,9	3470	53,2	3825	74,5
67	3294	59,9	3648	54,0	3070	60,9	3586	75,7
100	3536	58,5	3822	60,9	3148	59,4	3600	69,0
133	3196	58,5	3770	58,7	3387	56,4	3600	63,1

* % de l'optimum préconisé par le fabricant de matériel soit 119° pour le maïs, 121° pour l'orge et l'avoine et 149° pour le blé (durée # 1 mn)



Pour les blés et en particulier ceux dont l'énergie métabolisable et la digestibilité de l'amidon sont faibles, les procédés usuels de broyage et de granulation à la vapeur sont sans effet (Mollah et al., 1983). Il en est de même de l'autoclavage (chauffage à la vapeur sous pression) (Antonioni and Marquardt, 1982). Pour les aliments à base d'orge, les traitements thermiques et en particulier l'autoclavage (120°C,

30 min) semblent réduire les performances de croissance du poulet et la digestibilité de la matière sèche (Herstad and Mc Nab, 1975), les résultats varient cependant selon les variétés utilisées.

A l'inverse, des travaux plus récents (Plavnik and Sklan, 1995) montrent une légère amélioration de la valeur EM d'aliments contenant 18,6 % d'orge ou de blé préalablement extrudés sans

que les digestibilités des protéines, amidon et lipides ne soient modifiées : les auteurs évoquent des changements de digestibilité de la fraction non amylacée des céréales.

Enfin, pour le seigle autoclavé, les performances des poulets sont au mieux égales à celles d'animaux recevant la céréale non traitée (Teigte et al., 1991).

Pour expliquer ces résultats plu-

tôt en défaveur des traitements thermiques du blé, de l'orge et du seigle, les auteurs avancent l'hypothèse d'une inactivation par la chaleur des xylanases et β -glucanases endogènes rendant ainsi les céréales plus viscosantes. Ils émettent aussi la possibilité d'un changement de structure des polysaccharides non amylacés hydrosolubles :

arabinoxylanes et β -glucanes, les rendant encore plus solubles et viscosants. Cette dernière hypothèse justifierait l'effet positif très important des suppléments enzymatiques apportés à des céréales (Herstad and Mc Nab, 1975, Teigte et al., 1991, Vranjes et al., 1994) ou à des aliments complets granulés.

Références bibliographiques

- Anderson-Hafermann J.C., Zhang Y. and Parsons C.M., 1993. Poultry Sci., 72 : 326-333.
- Antoniu T.C. and Marquardt R.R., 1982. Poultry Sci., 61 : 91-102.
- Araba M. and Dale N.M., 1990. Poultry Sci., 69 : 76-83.
- Batterham E.S., Andersen L.M., Baigent D.R., Darnell R.E. and TAVERNER M.R., 1990. Brit. J. Nutr., 64 : 663-677.
- Créveau-Gabriel I., 1999. INRA Prod. Anim., 12 : 147-161.
- Erbersdobler H.F., Brandt A., Scharrer E. and Von Wangenheim B., 1981. Prog. Food Nutr. Sci., 5 : 257-263.
- Fernandez S.R. and Parsons C.M., 1996. Poultry Sci., 75 : 224-231.
- Hamilton R.M.G. and Thompson B.K., 1992. J. Sci. Food Agric., 58 : 425-430.
- Hancock J.D., Peo Jr E.R., Lewis A.J. and Crenshaw J.D., 1990. J. Anim. Sci., 68 : 3233-3243.
- Herstad O. and Mc Nab J.M., 1975. Brit. Poultry Sci., 16 : 1-8.
- Johnson G.H., Baker D.H. and Perkins E.G., 1977. J. Nutr., 107 : 1659-1664.
- Lee H. and Garlich J.D., 1992. Poultry Sci., 71 : 499-508.
- Lee H., Garlich J.D. and Ferket P.R., 1991. Poultry Sci., 70 : 2509-2515.
- Lessire M., Lécercq B. et Conan L., 1988. INRA Prod. Anim., 1 : 265-270.
- Mc Niven M.A., Hamilton R.M.G., Robinson P.H. and Deleeuw J.W., 1994. Anim. Feed Sci. Tech., 47 : 31-40.
- Mollah Y., Bryden W.L., Wallis I.R., Balnave D. and Annon E.F., 1983. Brit. Poultry Sci., 24 : 81-89.
- Parsons C.M., Hashimoto K., Wedekind K.J., Han Y. and Baker D.H., 1992. Poultry Sci., 71 : 133-140.
- Plavnik and Sklan D., 1995. Anim. Feed Sci. Technol., 55 : 247-251.
- Teigte D.A., Campbell G.L., Classen H.L. and Thacker P.A., 1991. Can. J. Anim. Sci., 71 : 507-513.
- Vranjes M.V., Pfirter H.P. and Wenk C., 1994. Anim. Feed Sci. Technol., 46 : 261-270.
- Zhang Y. and Parsons C.M., 1994. Poultry Sci., 73 : 436-442. ●

Conclusion

En huilerie, les tourteaux sont toastés et subissent des traitements thermiques intenses destinés à inactiver les facteurs antinutritionnels thermolabiles et à extraire un maximum d'huile. Les études de laboratoire, réalisées en conditions parfaitement contrôlées et sur de faibles quantités d'aliment ou de matière première, montrent qu'il existe des optima au-delà desquels de moindres valeurs nutritionnelles peuvent être observées. Cependant, en conditions industrielles les résultats peuvent être différents dans la mesure où les quantités mises en œuvre, les températures, l'inertie des appareils, les débits... sont sans commune mesure avec ceux pratiqués au laboratoire.

Lors des traitements thermiques, la valeur nutritionnelle des céréales peut être, comme pour les tourteaux, altérée par la formation de composés de Maillard,

mais aussi par les augmentations de viscosité produites par les changements de structures des polysaccharides non amylacés hydrosolubles et l'inactivation des enzymes endogènes. La gélatinisation de l'amidon et l'amélioration de l'accessibilité des nutriments aux enzymes ne semble pas compenser les effets négatifs. Dans ces conditions, introduire de nouveaux traitements thermiques dans les usines pour «décontaminer» les aliments pourrait avoir des conséquences non négligeables même si une équipe israélienne (Plavnik and Sklan, 1995) a montré que l'extrusion ou l'expansion d'un aliment maïs-soja a plutôt des effets positifs. L'impact de ces traitements supplémentaires reste trop peu documenté aussi les nutritionnistes proposent plutôt des normes alimentaires plus libérales pour les aliments thermisés.



MEF EQUIPEMENTS

Béléc, le label économique

un «dur» à petit prix !

La passion de l'élevage

RN 82 - EPERCIEUX - ST-PAUL - 42110 FEURS - Tél. 04 77 27 47 47 - Fax 04 77 27 01 10



TRADIBAT

CONSTRUCTEUR