

Université
de Liège



La féverole

Yves Beckers
Unité de Zootechnie
Gembloux Agro-Bio Tech
Université de Liège
yves.beckers@ulg.ac.be

Les protéagineux

- Ensemble de plantes cultivées pour :
 - La production de graines destinées à l'alimentation animales et humaines
 - La production de masse verte riche en protéines
- Alimentation animale
 - Graine : pois, féverole et lupin
 - Masse verte : la luzerne
- Teneurs en protéines des graines
 - Lupin (35 % MS) > Féverole (27 à 32 % MS) > Pois (20-25 % MS)
 - Riches en lysine

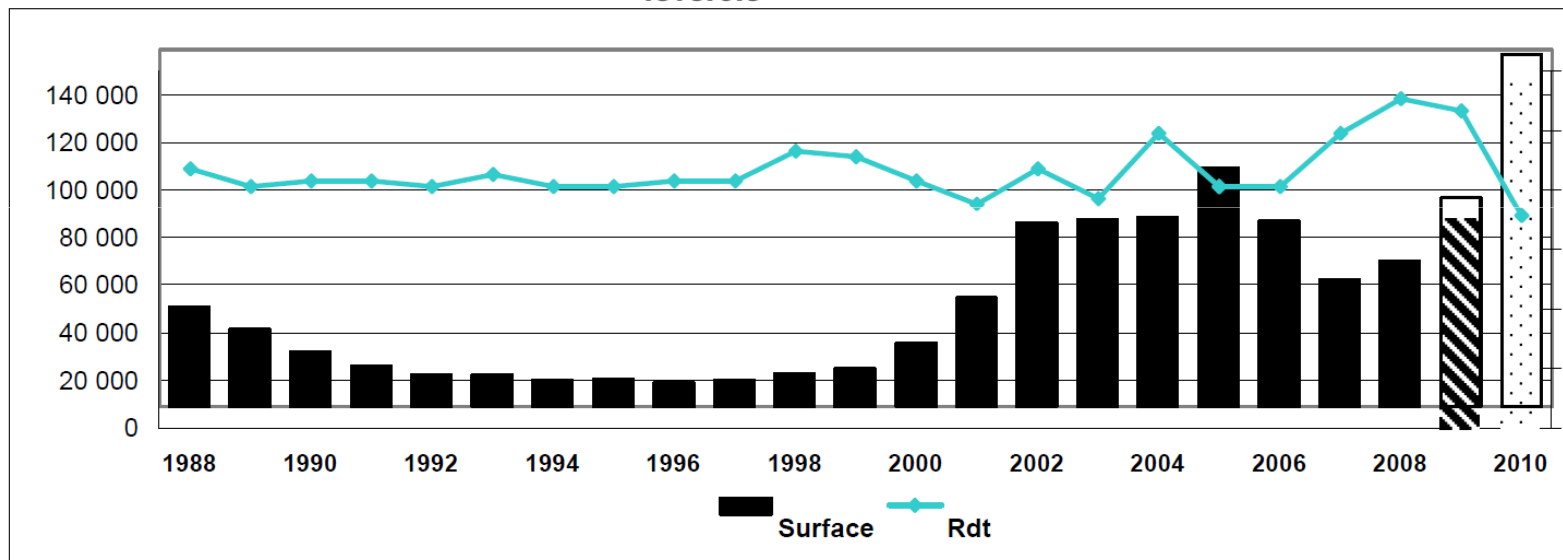
Protéagineux – Union européenne

- Gros déficit en aliments riches en protéines
- Embargo sur le tourteau de soja (1971)
- Dynamique importante sur les protéagineux
 - Recherche (1970 – 2000)
 - Aides agricoles
 - Peu de réponses sur le terrain
- Nouvelle dynamique
 - Soja OGM
 - Agriculture durable (légumineuses)

Féverole : avenir en Europe

Superficie (ha) consacrée à la culture de la féverole en France

Evolution des superficies et des rendements de féverole



▨ Estimation récolte 2009

▤ Prévision récolte 2010

Source : <http://www.onigc.fr/pages/frliste.asp?affichage=2&odelan=FR&cleuti=&coderub=4&codssrub=134>

La féverole



http://www.manche.chambagri.fr/feverole_hiver.asp



<http://www.prolea.com/index.php?id=1600>



<http://www.vulgarisation.net/elevage/aliment/feverole.htm>



<http://forum.grotracteurspassion.com/viewtopic.php?f=2&t=24239&start=2300>

La féverole



<http://www.syndicat-agricole.com/actualites/vie-pratique-proteagineux-la-feverole-valorise-tres-mal-les-fongicides&ldSearch=:AMK0PYAT.html>



http://www.pleinchamp.com/article/detail.aspx?id=42527&menu_id=3&page=6&local=true&dpt_id=00&pub_id=277



<http://chlinfernal.centerblog.net/5290574-La-feverole>



http://www.futura-sciences.com/galerie_photos/showphoto.php/photo/3666/size/big/ppuser/428434



<http://www.agrimini.com/phpBB2/viewtopic.php?f=9&t=94>

La féverole



<http://www.la-marne-agricole.com/actualites/aucune-cultiver-ses-proteines-la-feverole-entre-le-lupin-et-le-pois&fldSearch=:4006.html>



<http://www.eure-agricole.fr/public/index.php?a=plus-de-photos&numrows=3043&pageID=172&setPerPage=10>



La féverole

- *Vicia faba L. (minor)*
 - Field beans ou horse beans
 - 0,4 à 0,8 g MS/graine
- Couleur allant du brun au rouge foncé
 - Grise : absence de tanin
- Récoltée au stade sec pour l'alimentation animale
 - Variétés d'hiver (semis 10 – 11, récolte 08):
 - http://www.fsagx.ac.be/pt/appo/Menu/conduite_des_cultures/Feveroles/FeveroleHiver.pdf
 - Variétés de printemps (semis 02 - 03, récolte 09):
 - http://www.fsagx.ac.be/pt/appo/Menu/conduite_des_cultures/Feveroles/FeverolePrintemps.pdf
 - Rendement incertain et très variable
 - Sensibilité à la sécheresse durant la fructification
 - En Belgique de 2 à 5 tonnes/ha

La féverole

- Riche en protéines et en amidon
- Facteurs antinutritionnels
 - Anti-trypsiques
 - Lectines
 - Tanins : teneurs très variables dans les téguments
 - α -galactosides
 - Vicine et convicine : teneurs variables dans les cotylédons
- *Vicia faba L. major* : fève
 - Même espèce et graine plus grosse (1 à 2 g MS/graine)
 - Cultivée dans le Sud de l'Europe pour l'alimentation humaine
 - Broad beans

La féverole : en Europe

- 4 types disponibles
 - Riche (5 à 10 g/kg MS) vs pauvre (moins de 0,1 g/kg MS) en tanins (téguments)
 - Riche (6 à 14 g/kg MS) vs pauvre (moins de 1 g/kg MS) en vicine + convicine (cotylédons)
- Riche en protéines et en amidon
 - Lysine (++), AAS (-) et Trp (-)
- Facteurs anti-trypsiques, lectines, α -galactosides : pour mémoire !

Facteurs anti-trypsiques

- Protéines ayant des activités anti-enzymatiques sur le trypsine et la chymotrypsine synthétisées par le pancréas
- Blocage du site actif des enzymes, empêchant la fixation au substrat
 - Hypertrophie et hyperplasie du pancréas
 - Augmentation des pertes endogènes via le tube digestif
 - Diminution de la digestibilité des protéines
 - Chute des performances
 - Augmentation de l'indice de consommation
- Thermosensibles
 - Toastage du tourteau
 - Extrusion et expansion de la graine entière
- Soja cru : de 20 à 60 mg d'AT/g
 - Pas d'effet si moins de 2 à 3 mg d'AT/g

Vicine et convicine

- Hétéroside à aglycone pyrimidiques
 - Jusqu'à 6 - 14 g/kg MS
- Responsable du favisme chez l'homme
 - Anémie hémolytique
- Porc peu sensible
- Oiseau : certains sont sensibles
 - Diminution de la ponte et de la qualité de l'œuf
 - Facteurs thermostables
 - Sélection variétale

Alpha-galactosides

- Hydrate de carbone basé sur le galactose
 - HC de réserve pour la germination du grain
 - Raffinose : 1 galactose et 1 saccharose
 - Stachyose : 1 galactose et 1 raffinose
 - Verbascose : 1 galactose et 1 stachyose
 - Ajugose : 1 galactose et 1 verbascose
 - Absence d' α -galactosidase endogène
 - Fermentation dans le gros intestin
 - Flatulence
 - Diarrhée
 - Perturbation de la digestion
 - Porcs : relativement sensibles
 - Volailles : pas ou peu sensibles
- Lupin blanc > lupin bleu >> pois et féverole

Alpha-galactosides (teneurs en % MS)

	Total	Glucose	Fructose	Saccharose	Raffinose	Stachyose	Verbascose	Ajugose
Féverole	4.9–7.1	0.6 - 0.7	Traces	1.4 – 1.6	0.4 – 0.8	0.9 – 1.2	1.7 – 1.9	1.1 – 1.7
Pois	5.1–10.3	Traces	Traces	1.7 – 2.5	0.8 – 1.2	2.1 – 2.2	2.0 – 2.1	0.7 – 0.9
Soja	12.5	Traces	Traces	6.8	0.5	4.3	0.3	
Haricot	9.5	Traces	Traces	4.9	0.3	3.8	0.3	

Jarrige *et al.*, 1995. Nutrition des ruminants domestiques, ingestion et digestion., INRA Paris, 921 p.

Les lectines végétales

- Glycoprotéines
 - Phytohémagglutinine ou phasine
 - Capables d'agglutiner les érythrocytes et les leucocytes des mammifères
 - Capables de se lier spécifiquement et de manière réversible à des mono et oligo-saccharides
- Modifient la perméabilité des membranes cellulaires
- Irritation de la muqueuse intestinale et malabsorption intestinale
- Inhibent des enzymes de la bordure en brosse de l'intestin grêle
- Induisent des nausées, vomissements et diarrhées
- Arrêt de croissance voire mort à forte dose
- Très présentes dans les légumineuses (haricot, soja, pois, féverole, ...)
- Thermosensibles
- Remarque : les lectines sont présentes dans toutes les branches du règne vivant !

Les tanins

- Métaboliques secondaires des végétaux
 - Composés phénoliques
 - Nombreuses subdivisions
 - Tanins hydrolysables : les plus toxiques
 - Tanins condensés : beaucoup moins toxiques
- Forment des complexes avec des macromolécules
- Capables de précipiter des molécules dont les protéines
 - Collagène pour les cuirs
 - Collage des vins
 - Protéines de la salive : astringence
- Liaisons réversibles (ponts hydrogènes) vs irréversibles (liaisons covalentes)
 - Chute de performances, augmentation de l'excrétion fécale des protéines
- Tanins condensés permettent de contrôler la parasitisme du tube digestif
- Beaucoup d'applications médicales et industrielles
- Présents dans beaucoup de végétaux dont les légumineuses

Composition chimique



% produit

T. de soja 48

F. blanche

F. colorée

Protéines	45,3	26,8	25,4
Cellulose	6,0	7,5	7,9
NDF	12,2	13,7	13,9
ADF	7,3	9,1	9,2
Matières grasses	1,9	1,1	1,3
Amidon + sucres	8,3	41,0	41,3
Calcium	0,34	0,14	0,14
Phosphore	0,62	0,47	0,46

Valeur alimentaire : ruminant



Par kg produit	T. de soja 48	F. blanche	F. colorée
UFL	1,06	1,03	1,04
UFV	1,05	1,03	1,04
PDIA (g)	177	45	45
PDIN (g)	331	170	162
PDIE (g)	229	97	97
g PDI/UFL	216	94	93
g PDI/UFV	218	94	93

Source : Sauvant *et al.* (2004)

Valeur alimentaire : oiseaux



Par kg produit

T. de soja 48

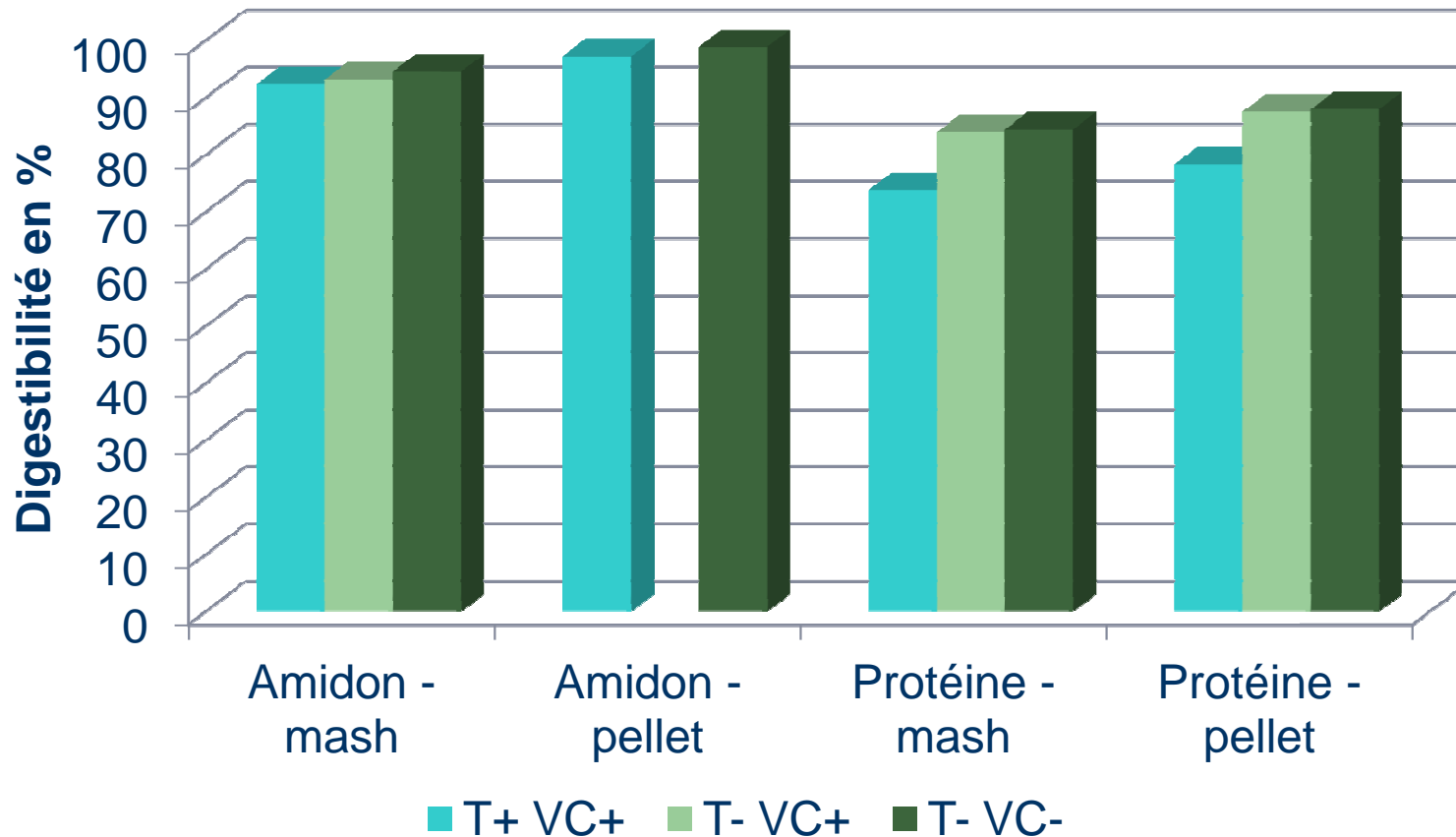
F. blanche

F. colorée

EMA_n coq (kcal)	2280	2490	2330
EMA_n poulet (kcal)	2230	2430	2270
Disponibilité P (%)	22	23	23

Sources : Sauvant *et al.* (2004)

Féverole chez le coq adulte

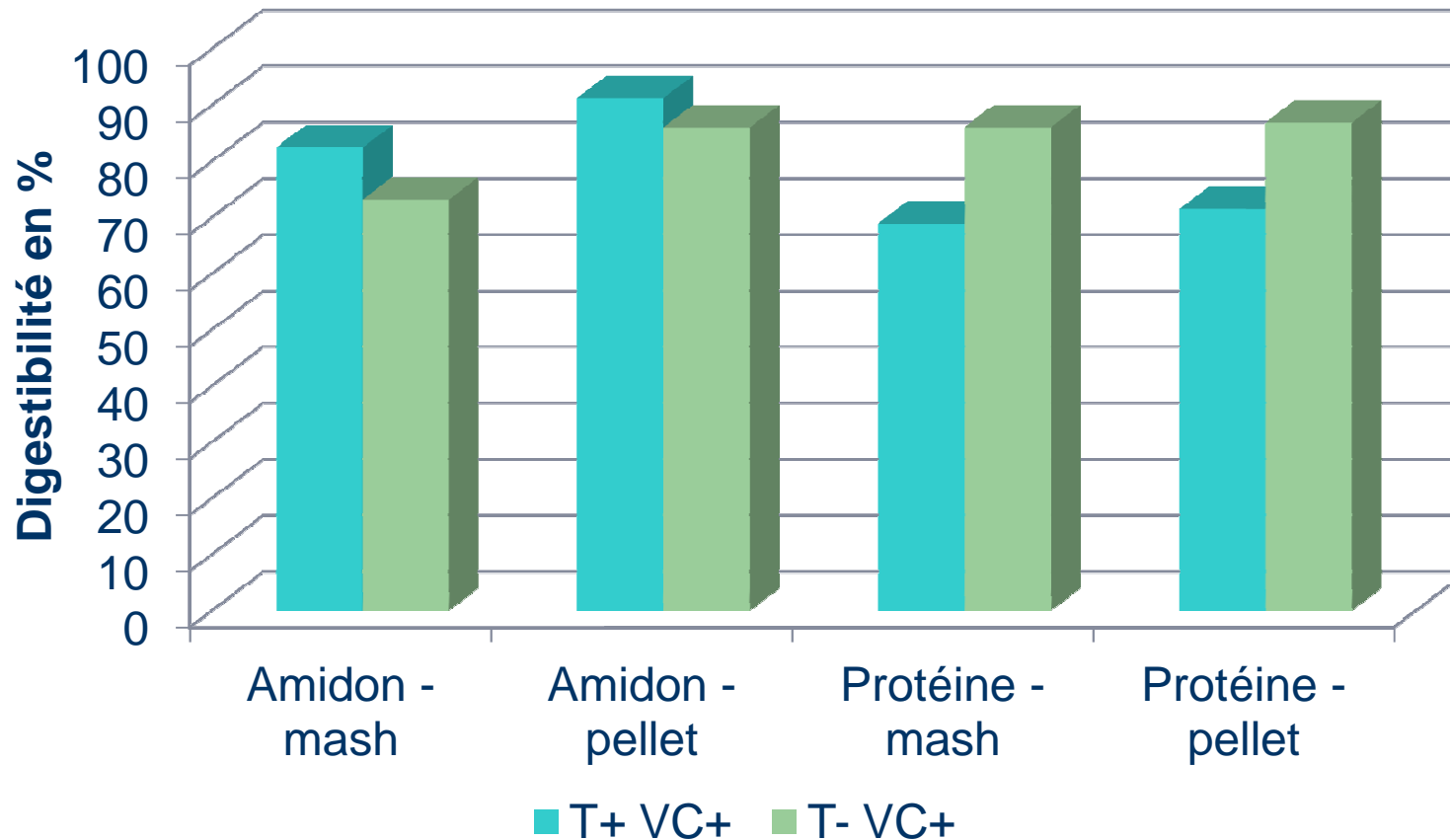


Source : Crépon *et al.* (2010)

Féverole chez le coq adulte

- Amidon est toujours mieux digéré que les protéines
- Les tanins influencent négativement la digestion des protéines mais pas de l'amidon
- La vicine et la convicine n'influencent pas la digestion de l'amidon et des protéines
- La pelletisation influence positivement la digestion de l'amidon mais peu celle des protéines

Féverole chez le poulet en croissance

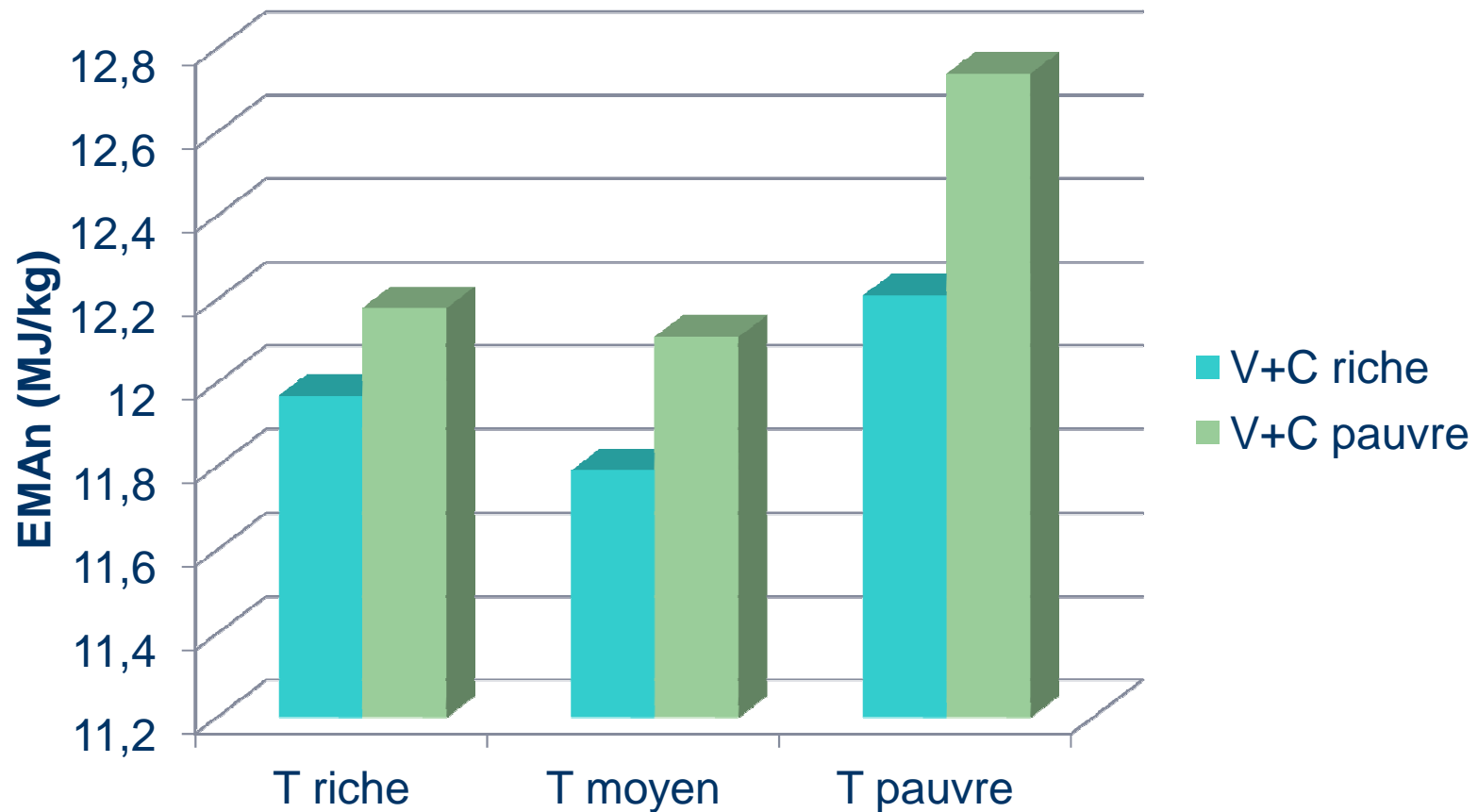


Source : Crépon *et al.* (2010)

Féverole chez le poulet

- Amidon est toujours mieux digéré que les protéines **pour les variétés riches en tanins**
- Les tanins influencent négativement la digestion des protéines **et positivement celle de l'amidon**
- **Effet de la vicine et de la convicine ?**
- La pelletisation influence positivement la digestion de l'amidon mais pas des protéines
 - + 10 % de digestibilité de l'amidon et + 12 % d'EMAn (Lacassagne *et al.*, 1988)

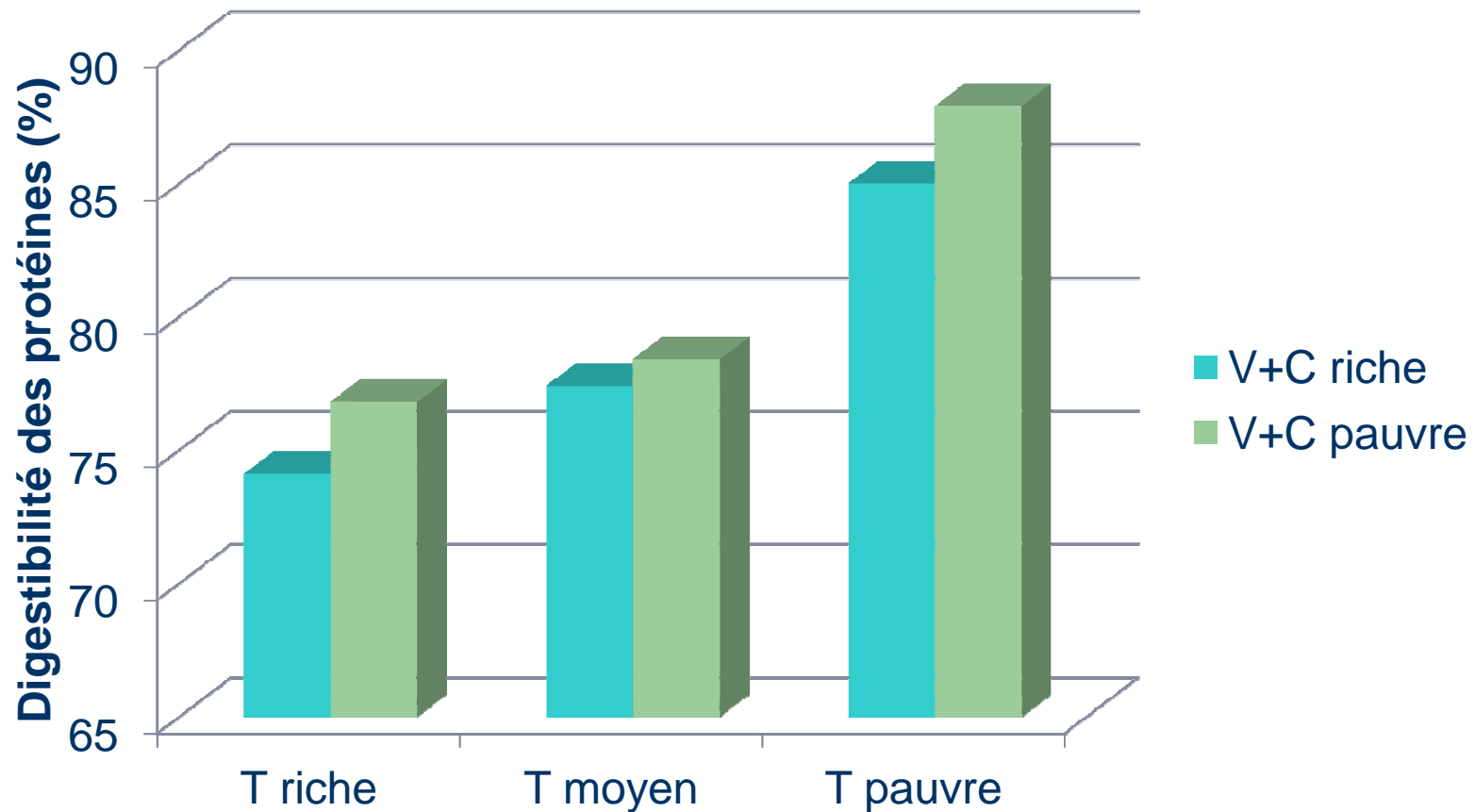
Féverole chez le poulet



Source : Vilarino *et al.*, 2009.

T riche = 9.8, T moyen = 5.8 et T pauvre = 1.3 g/kg MS
V+C riche = 10.1 et V+C pauvre = 0.7 g/kg MS

Féverole chez le poulet



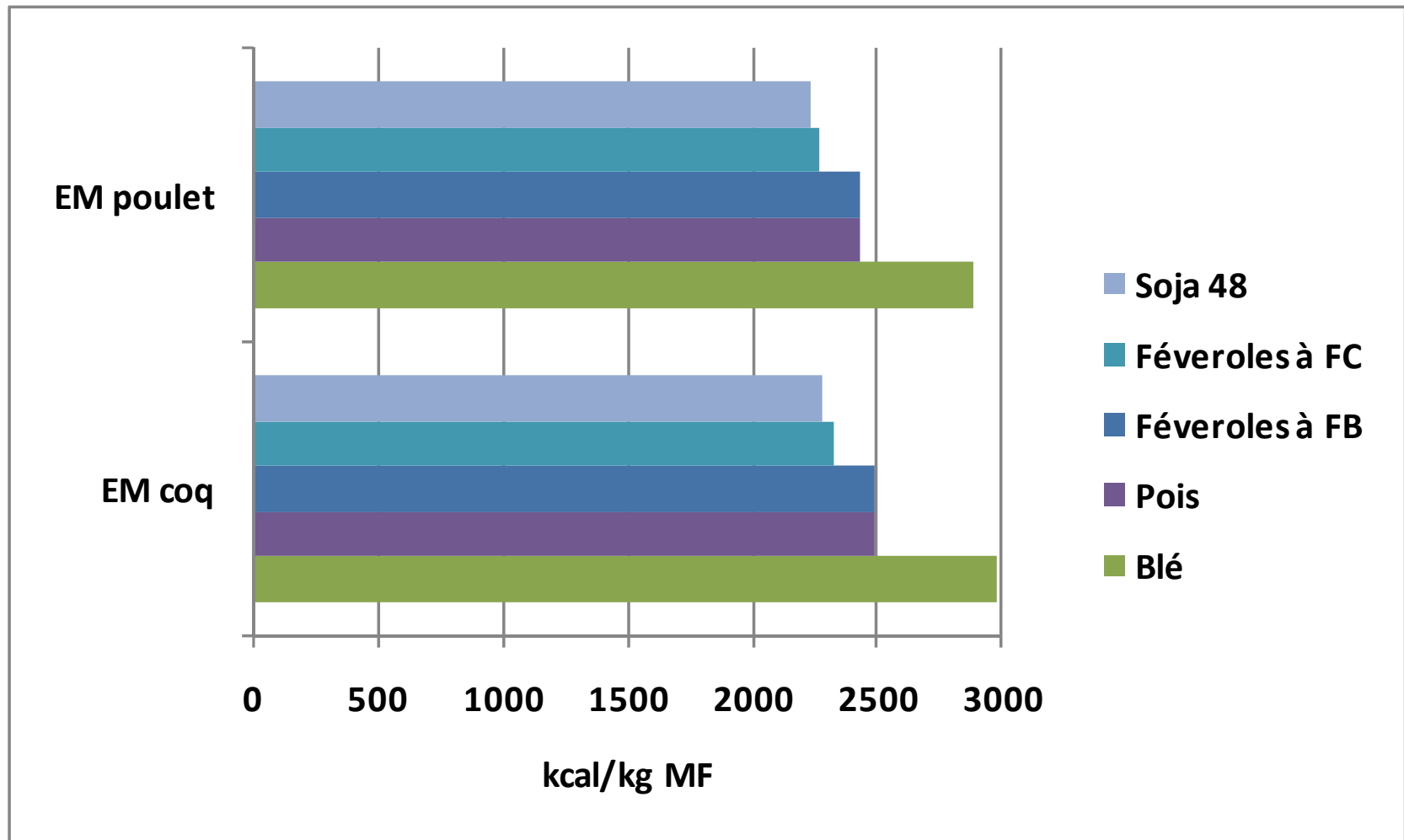
Source : Vilarino *et al.*, 2009.

T riche = 9.8, T moyen = 5.8 et T pauvre = 1.3 g/kg MS
V+C riche = 10.1 et V+C pauvre = 0.7 g/kg MS

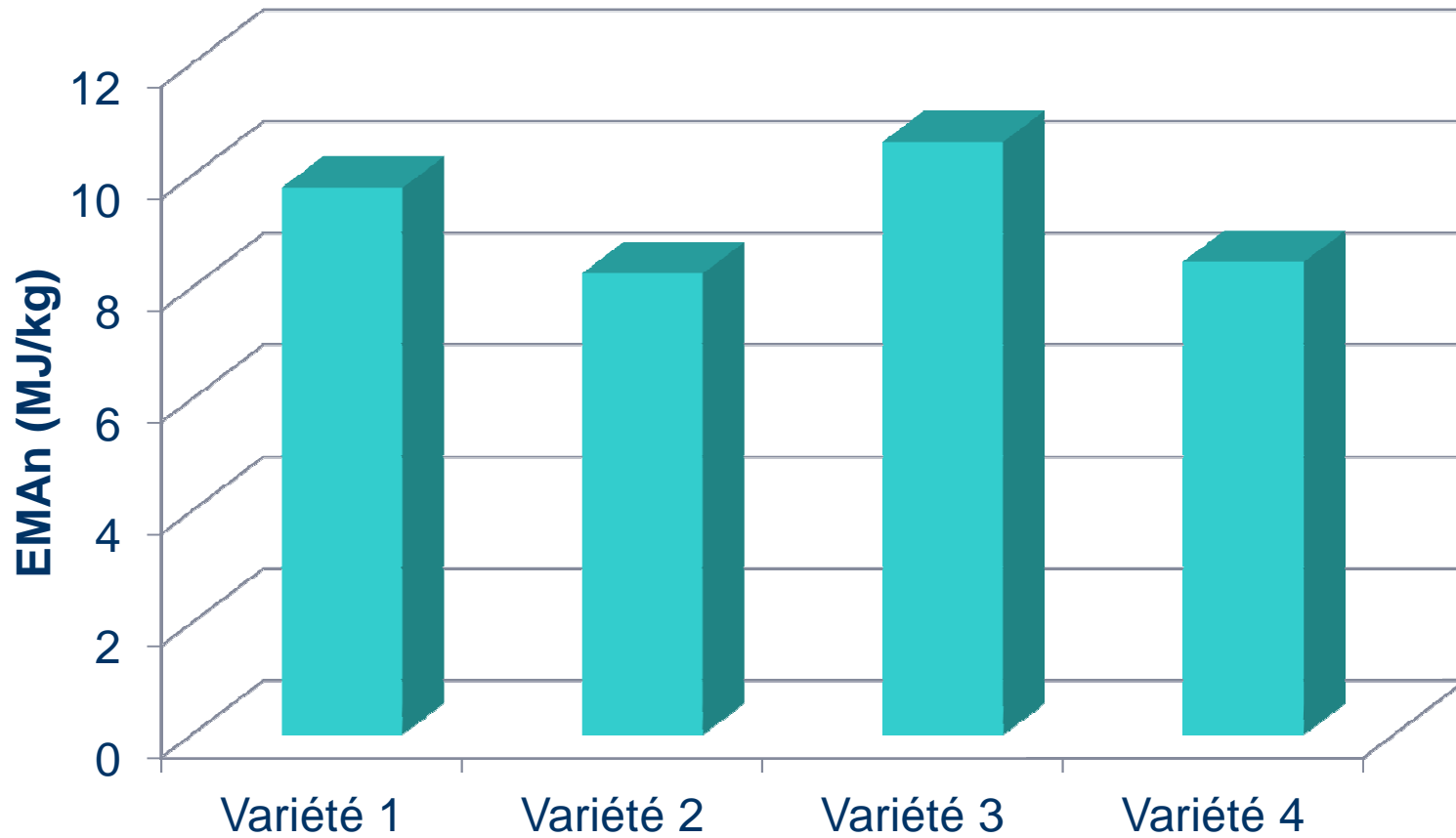
Féverole chez la volaille

- Intérêts manifestes pour
 - Les variétés pauvres en tanins
 - Un traitement de l'amidon (cuisson, mouture, ...) si destiné aux jeunes oiseaux
- Intérêts probables pour
 - Les variétés plus pauvres en vicine et convicine
 - Principalement pour la poule pondeuse

Protéagineux : oiseaux



Féverole chez le poulet (NZ)



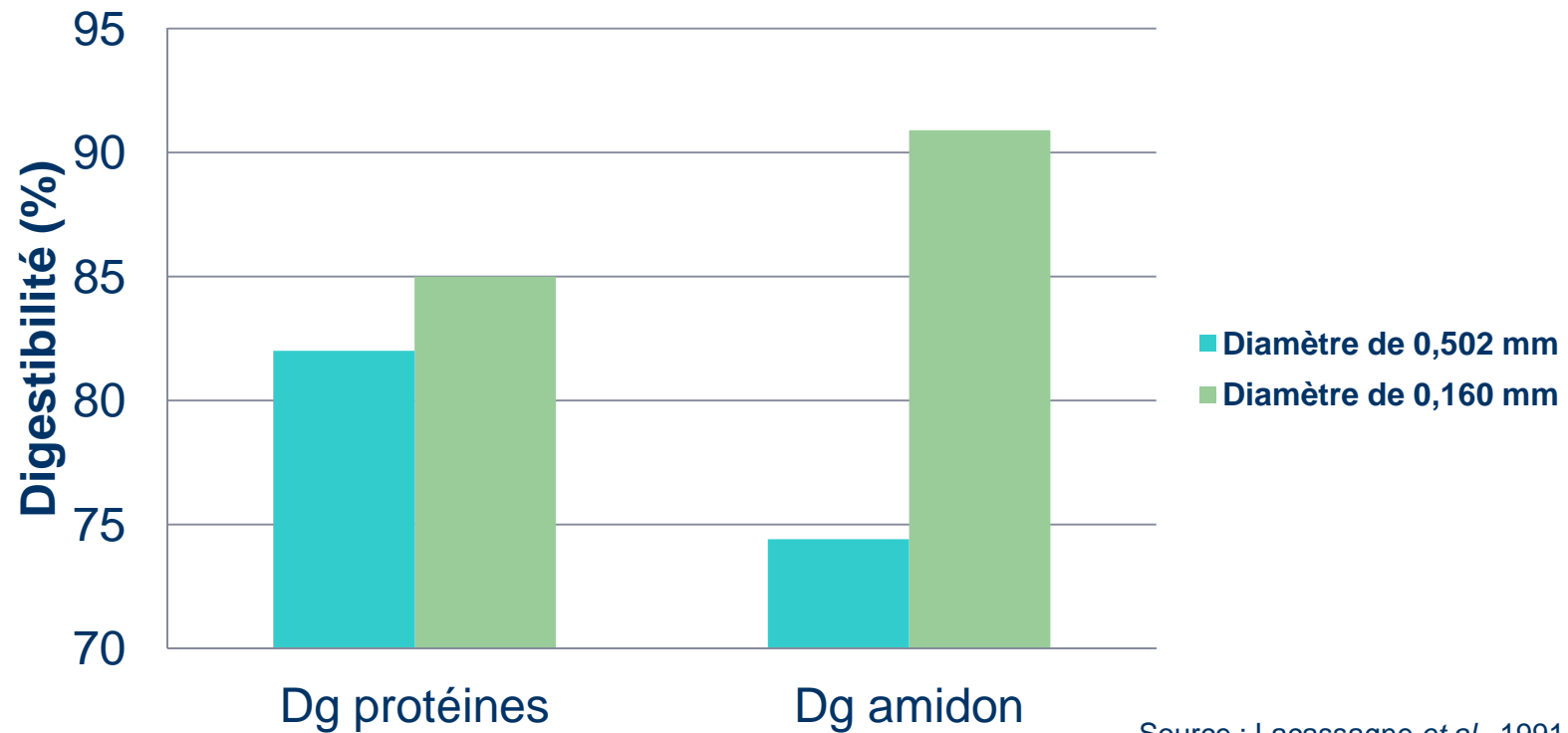
Source : Nalle *et al.*, 2010.

Féverole amidon

- Amidon de la féverole est riche en amylose (30 à 33 %) contre 23 à 28 % chez les céréales et 20 à 25 % chez les tubercules
- Amidon de la féverole requiert plus d'énergie pour être transformé (Kaysi et Melcion, 1992)
 - Intérêt de la mouture fine

Féverole – amidon - volaille

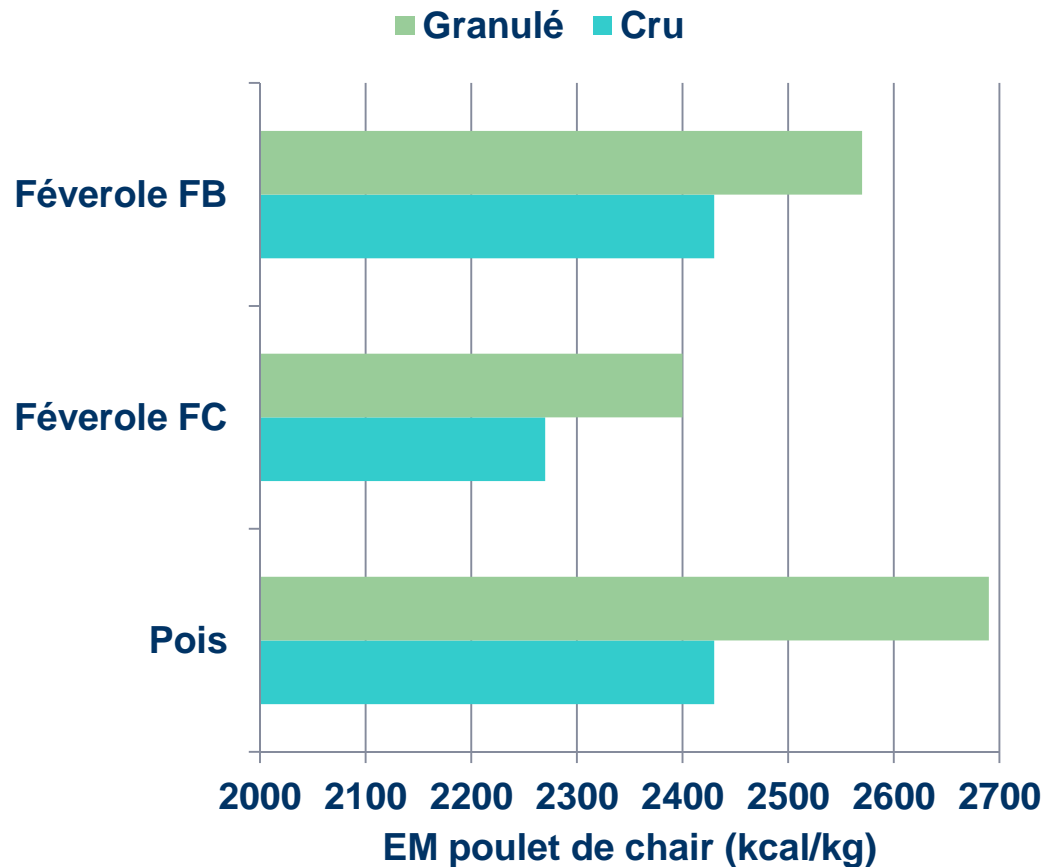
Influence du diamètre moyen des particules sur la digestion



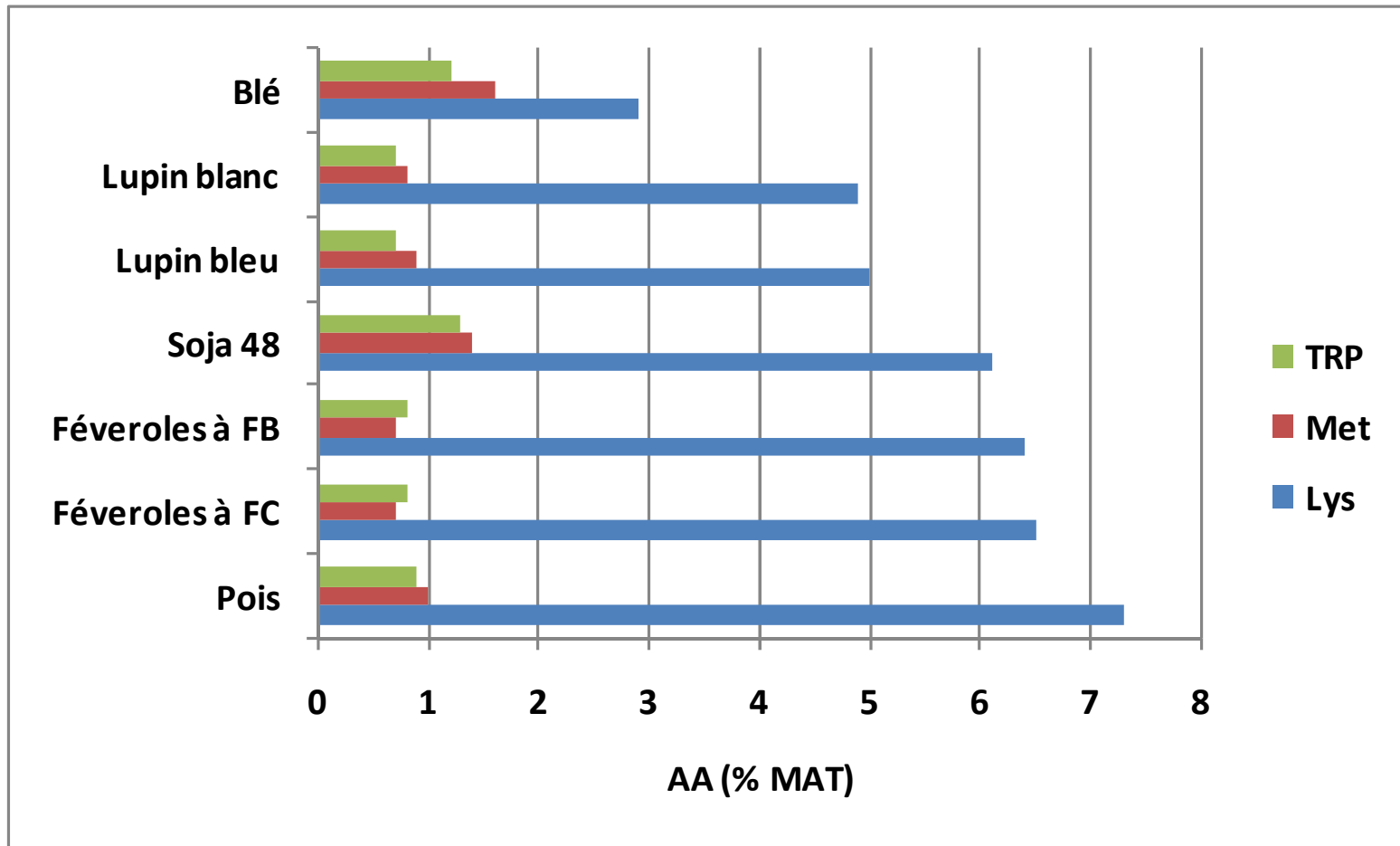
Source : Lacassagne *et al.*, 1991

Protéagineux : monogastrique

- Intérêts des traitements thermiques
 - FA
 - Amidon
- Intérêts de la mouture fine
 - Amidon



Protéagineux- AA

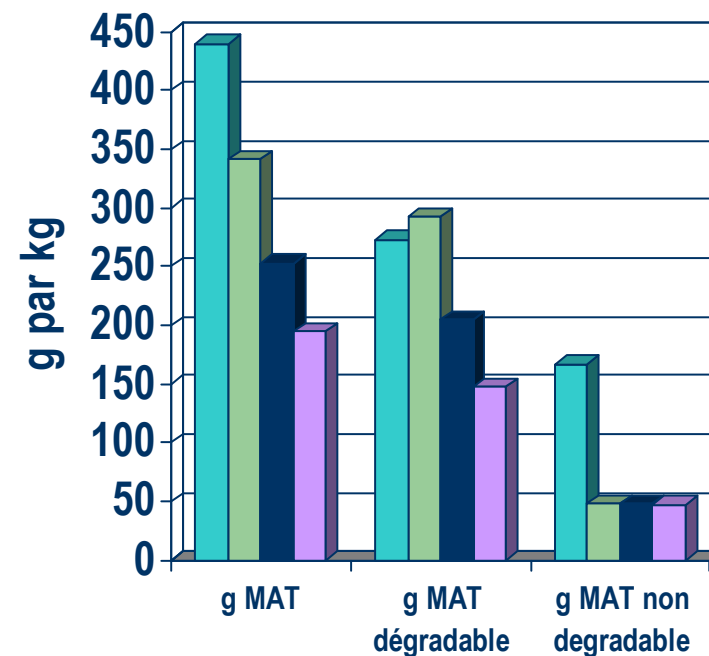


Féverole chez le ruminant

- Très riche en énergie nette pour
 - Le lait : 1,19 à 1,38 UFL/kg MS
 - La croissance intensive : 1,19 à 1,41 UFV/kg MS
- Valeur protéique appréciable
 - PDIN : 200 g/kg MS (*i.e.* élevé)
 - PDIE : 110 g/kg MS (*i.e.* moyen)
 - PDIA : 50 g/kg MS (*i.e.* faible)
- En résumé :
 - Apport de MOF et d’N dégradable pour le rumen

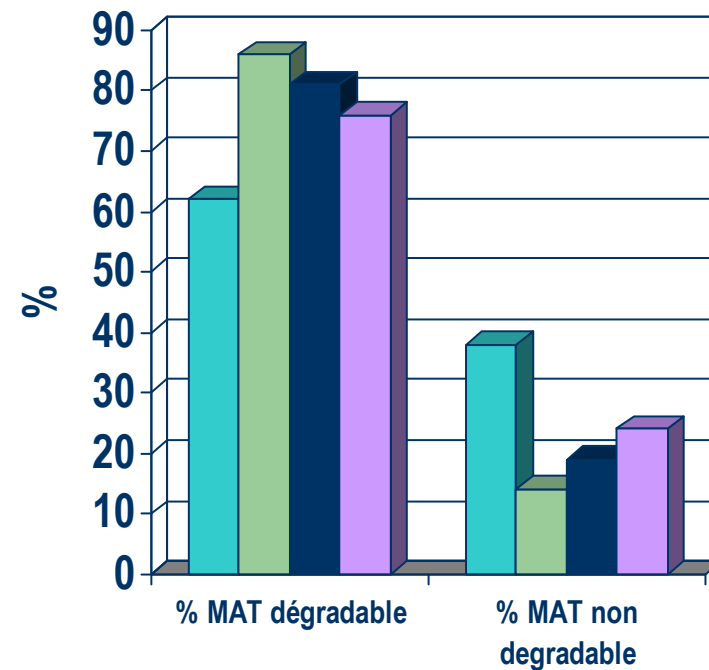
Principaux défauts chez le ruminant

- Teneur en protéines (g MAT) et qualité de la protéine pour le rumen
- Beaucoup de protéines dans la benne, et beaucoup d’N dans le rumen ...



Principaux défauts chez le ruminant

- Teneur en protéines (g MAT) et qualité de la protéine (PDIN vs PDIE) chez les ruminants
- Par rapport au soja, protéines trop dégradables dans le rumen !



■ T. Soja ■ Lupin ■ Féverole ■ Pois

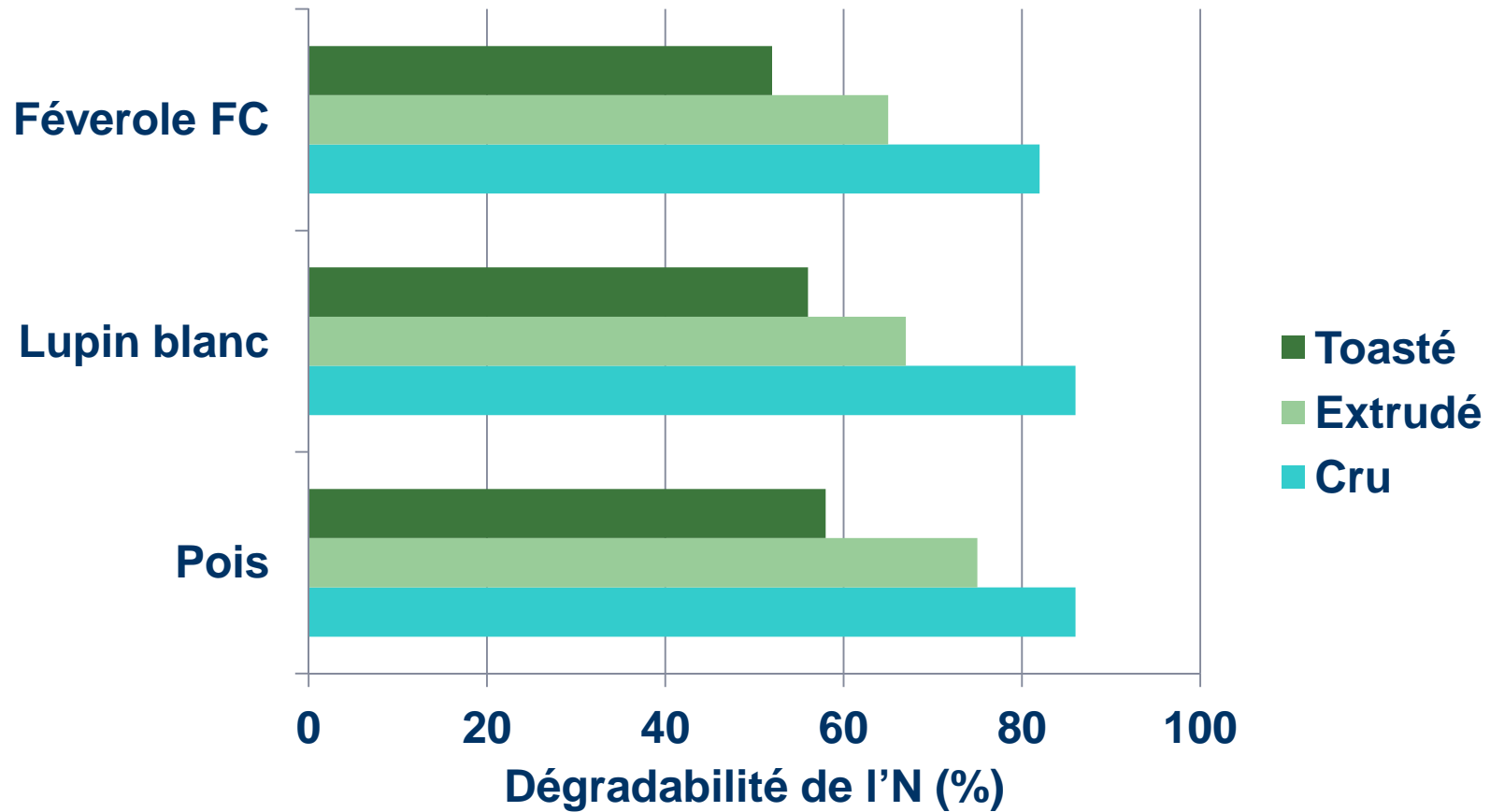
Comment bien la valoriser ?

- Rôle dans la ration
 - Couverture en protéines
 - Conséquences de « l'effet urée » des protéagineux !
 - Doivent être associés à des aliments pauvres en MAT et MAT dégradable et/ou des aliments riches en MOF
 - Prendra plus de place que le tourteau de soja !
 - Couverture énergétique
 - Ok mais sous forme de MOF

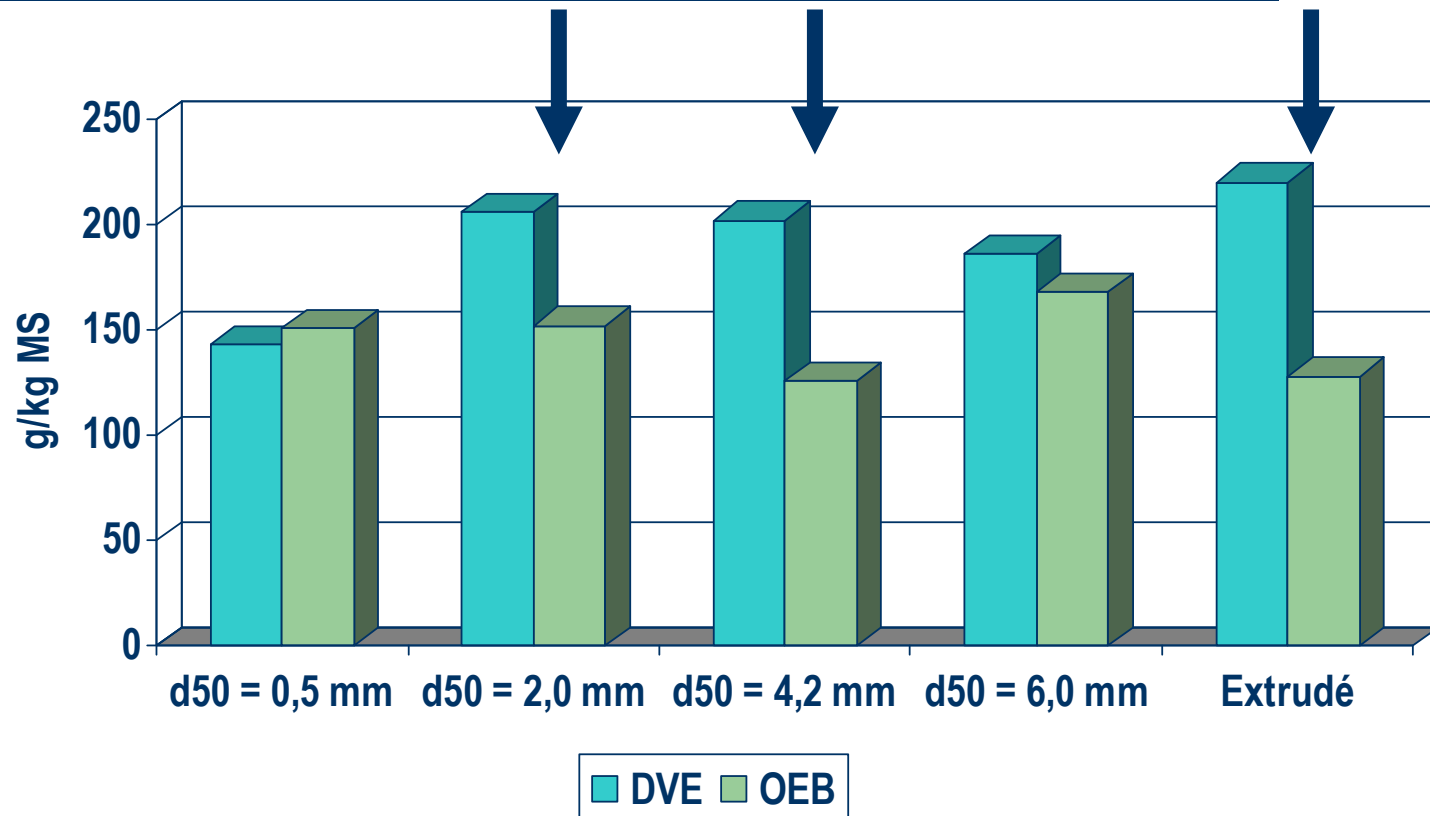
Protéagineux - ruminant

- Protéagineux = Tourteau de soja + urée !
- Modifier la dégradabilité des protéines dans le rumen
 - Traitements thermiques
 - Cf. Yu *et al.*, 2001
 - Jouer sur la granulométrie
 - Favoriser une présentation plus grossière vs fine
 - Cf. Froidmont *et al.*, 2008 pour le lupin
 - E. Froidmont, M. Bonnet, R. Oger, V. Decruyenaere, J.M. Romnee, Y. Beckers, N. Bartiaux-Thill, Influence of the grinding level and extrusion on the nutritional value of lupin seed (*Lupinus albus*) for cattle in the context of the Dutch protein evaluation system, *Animal Feed Science and Technology*, Volume 142, Issues 1-2, 15 April 2008, Pages 59-73, ISSN 0377-8401, DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2007.07.002. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/B6T42-4PHSFD0-1/2/3e1477ffbef7cf0b67dfa3e33cd03a>)
- Pas de limite à leur emploi
 - Excepté différence PDIN – PDIE !

Protéagineux – ruminant



Taille particule – DVE – OEB - lupin



Froidmont *et al.* (2008)

Performances de croissance : poulet

Performance	Témoin	Féverole T-	Féverole T+
Croissance (g/j)	31,4	31,8	30,5
Ingestion (g pendant 83 j)	7385	7341	7135
Indice de consommation (1 – 83 j)	2,87	2,82	2,85

Source : Brévault *et al.* (2003)

Témoins à base de tourteau de soja et féverole à 200 g/kg

Performances de croissance : poulet

Performance	Témoin	Féverole T-	Féverole T+
Croissance (g/j)	52,1	51,1	51,8
Ingestion (g pendant 56 j)	5844	5635	5716
Indice de consommation (1 – 56 j)	2,00	1,97	1,98

Source : Métayer *et al.* (2003)

Témoins à base de tourteau de soja et féverole à 250 g/kg

Performances de croissance : agneaux

- Essai d'engraissement en ferme biologique
 - Poids initial de 24 kg
 - Finition avec foin à volonté et concentré à 1,1 UFV et 176 g MAT/kg MS
- Mélange orge entière – féverole concassée (60:40) vs un concentré du commerce

Performances de croissance : agneaux

	Lot Témoin	Lot orge - féverole
Poids final (kg)	38,9	37,3
Poids carcasse (kg)	18,1	17,4
Rendement carcasse (%)	46,5	46,9
Croissance (g/j)	217	178
Durée (j)	63	66
Indice de consommation (kg concentré/kg croissance)	4,7	5,3
Coût concentré/carcasse (€/kg)	3,16	2,89

Source : Delmotte et Rampanelli, 2006

Performances de croissance : agneaux

- Essai d'engraissement en ferme expérimentale
 - Poids initial de 17 kg
 - Finition avec luzerne à volonté et concentré 205 g MAT/kg MS
- Mélange orge – féverole (24:76) vs un mélange orge – soja (75:25)

Performances de croissance : agneaux

	Lot Témoin	Lot orge - féverole
Poids final (kg)	26,0	26,3
Poids carcasse (kg)	13,6	13,7
Rendement carcasse (%)	62,1	62,1
Croissance (g/j)	186	178
Durée (j)	50	50
Indice de consommation (kg/kg croissance)	4,7	4,8

Source : Di Grigoli *et al.*, 2005

Féverole – taurillon

Tableau 1 : performances zootechniques de taurillons en phase de finition complétés avec du concentré contenant du tourteau de soja ou de la féverole.

Paramètre	TS	F
Poids vif initial (kg)	278,4 ^a	282 ^a
Poids vif final (kg)	425,8 ^a	419,4 ^a
Gain de poids vif (kg)	141 ^a	142,8 ^a
Gain moyen quotidien (g/j)	1128 ^a	1148 ^a
Ingestion totale (kg MS/j)	9,78 ^a	9,06 ^a
Ingestion (% kg poids vif)	2,58 ^a	2,34 ^b
Part du concentré (%MS)	43,1	36,7
Indice de consommation (kg MS/kg gain)	8,6 ^a	7,9 ^a
Rendement commercial	57,46 ^a	57,33 ^a

Les valeurs dans une même ligne affectées de lettres différentes sont significativement différentes ($p < 0,05$).

Source : Ben Salem et Fraj, 2006

Féverole – lactation brebis

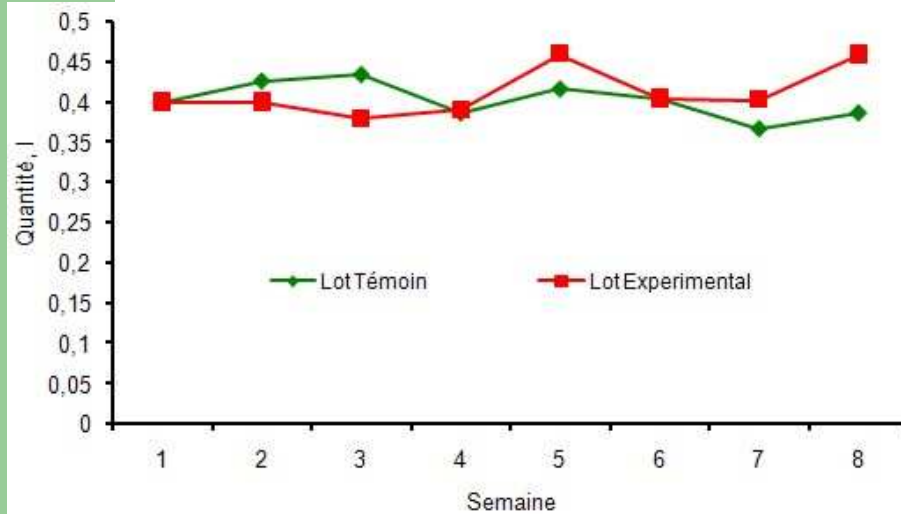


Tableau 3. Critères physico chimiques du lait

	Lot témoin	Lot expérimental	Effet régime	R ²
Matière grasse, %	7,21 (0,4)	7,58 (0,6)	NS	0,61
Matière protéique, %	5,86 (0,54)	6,04 (0,57)	*	0,78
Extrait sec dégraissé, %	11,04 (0,18)	11,37 (0,2)	*	0,7
Lactose, %	4,15 (0,5)	4,27 (0,43)	*	0,82
Densité	1,036 (0,0006)	1,037 (0,005)	*	0,54
Point de congélation, °C	- 0,58 (0,04)	- 0,6 (0,05)	NS	0,72
pH	6,57 (0,04)	6,61 (0,04)	NS	0,69

NS: non significatif; * : les moyennes sont différentes au seuil $\alpha = 5\%$

Féverole – lactation brebis

Tableau 2 : production laitière et matières utiles du lait (%) selon le régime expérimental

Paramètres	Lot (S)	Lot (F)	p	ESM
PL Totale (l)	71 ^a	55 ^a	0,182	7,58
PL / jour (ml)	1109 ^a	855 ^b	0,001	153
MG (%)	7,85 ^a	6,75 ^b	< 0,001	0,150
MP (%)	5,54 ^a	5,51 ^a	0,320	0,024
Lactose (%)	3,48 ^a	3,61 ^b	0,004	0,029

Source : Maamouri & Rouissi 2008

Conclusions

- La féverole offre un potentiel alimentaire indéniable mais ...sa valeur nutritionnelle varie en fonction :
 - De ses teneurs en facteurs anti-nutritionnelles chez les volailles
 - Des traitements physico-chimiques subis (mouture, chaleur, pression, ...)
 - De la stratégie de la formulation alimentaire

Conclusions

- Volaille
 - 10 à 20 % maximum
 - Préférence pour les variétés pauvres en tanins
 - Variété double 0 : pauvre en tanin et vicine et convicine
 - Mouture fine à préférer
- Ruminant
 - « Sans limite »
 - Mouture grossière ou aplatie

Références

- Crépon *et al.*, 2010. Nutritional value of faba bean (*Vicia faba* L.) seeds for feed and food. *Field Crops Research* **115**:329-339.
- Brévault *et al.*, 2003. Utilisation de différentes variétés de féveroles dans l'alimentation du poulet biologique. In. 5^{èmes} Journées Techniques Avicoles, ITAVI, Paris, pp. 221-224.
- Métayer *et al.*, 2003. Valeur alimentaire et utilisation de différents types de féveroles chez le poulet et le coq adulte. In. 5^{èmes} Journées Techniques Avicoles, ITAVI, Paris, pp. 133-136.
- Lessire *et al.*, 2005. influence de la teneur en vicine et convicine de la féverole sur les performances de productions de la poule pondeuse et la qualité de l'œuf. In. 6^{èmes} Journées Techniques Avicoles, ITAVI, Paris, pp. 174-178.
- Sauvant *et al.*, 2004. Table de Composition et de Valeur Nutritionnelle des Matières Premières Destinées aux Animaux d'élevage. INTA, Paris, 301 p.
- Delmotte et Rampanelli, 2006. Utilisation de mélanges fermiers à base d'orge et de féverole pour la finition d'agneaux d'herbe. *Renc. Rech. Ruminants* **13**:77-80.
- Di Grigoli *et al.*, 2005. Effets de sources protéiques alternatives au soja sur les performances de croissance et sur la qualité de la viande d'agneaux à 130 jours. *Renc. Rech. Ruminants* **12**:392.
- Vilarino *et al.*, 2009. Effects of varying vicine , convicine and tannin contents of faba bean seeds (*Vicia faba* L.) on nutritional values for broiler chicken. *Animal Feed Science and Technology* **150** : 114-121.
- Nalle *et al.*, 2010. Nutritional value of faba beans (*Vicia faba* L.) for broilers : apparent metabolisable energy, ileal amino acid digestibility and production performance. *Animal Feed Science and Technology* **156** : 104-111.
- Lacassagne *et al.*, 1988. Utilization of tannin-containing and tannin-free fababeans (*Vicia faba* L.) by young chickens : effects of pelleting feeds on energy, protein and starch digestibility. *Animal Feed Science and Technology* **20**: 59-68.

Références

- Lacassagne *et al.*, 1991. The nutritional value of faba bean flours varying in their mean particle size, in young chickens. . *Animal Feed Science and Technology* **34**: 11-19.
- Kaysi & Melcion, 1992. Traitements technologiques des protéagineux pour le monogastrique : exemples d'application à la graine de féverole. *INRA Prod. Anim.* **5** : 3-17.
- Yu *et al.*, 2001. Effect of the DVE and OEB value changes of grain legumes (lupin and fababeans) after roasting on the performance of lambs fed a rouhage-based diet. *Animal Feed Science and Technology* **94**: 89-102.
- Froidmont *et al.*, 2008. influence of the grinding level and extrusion on the nutritional value of lupin seed (*Lupinus albus*) for cattle in the context of the Dutch protein evaluation system. *Animal Feed Science and Technology* **142**: 59-73.
- Ben Salem & Fraj, 2006. Effet de l'utilisation de la féverole en remplacement du tourteau de soja dans la ration sur les performances zootechniques et le rendement carcasse des taurillons Frisonne Pie Noire en finition. *Renc. Rech. Ruminants* 13.
- Selmi H, Bouzourràa I, Tibaoui G, Alaoua H, Rekik B et Rouissi H, 2011. Effet du remplacement du maïs et du tourteau de soja par le sorgho blanc et la fèverole sur la production et la qualité de lait de la brebis Sicilo-Sarde en Tunisie. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 23, Article #33. Retrieved April 29, 2011, from <http://www.lrrd.org/lrrd23/2/selm23033.htm>
- Maamouri & Rouissi, 2008. Effet de la nature de la source azotée sur les performances de production laitière (quantité et qualité) chez la race ovine Sicilo-sarde au cours de la phase d'allaitement. *Renc. Rech. Ruminants* 15.