

# VALORISATION DES CO-PRODUITS DE LA POMME DE TERRE EN PRODUCTION ANIMALE

V. Decruyenaere<sup>1</sup>, E. Froidmont<sup>2</sup>, P. Saive<sup>2</sup>, P. Rondia<sup>2</sup>,  
N. Bartiaux-Thill<sup>2</sup>, D. Stilmant<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Section Systèmes agricoles, Libramont

<sup>2</sup> Département Productions et Nutrition animales

## 1. Introduction

L'alimentation des animaux de rente représente plus de 60 % des coûts globaux de production. Pour l'agriculteur, nourrir des animaux performants à des coûts acceptables est un défi permanent. Rester compétitif nécessite donc d'optimiser les rations proposées aux animaux tant au niveau des performances zootechniques qu'au niveau économique. Afin de réduire les coûts alimentaires, diverses voies sont possibles. Parmi celles-ci, se trouve l'utilisation des produits issus de l'exploitation et des résidus ou 'co-produits' issus de l'industrie agro-alimentaire. Ce sont généralement des produits de qualité disponibles toute l'année, et à des prix intéressants.

**Mais, que peut signifier « co-produit »?** Les co-produits peuvent être considérés comme des déchets issus de la transformation des matières premières par l'industrie agro-alimentaire. Selon leurs natures et leurs qualités intrinsèques, ces productions 'induites' peuvent être valorisées dans l'alimentation des animaux. Ils deviennent dès lors 'co-produits' et acquièrent le statut de matières premières (Morel d'Arleux et Leclerc 2003).

On demande généralement aux co-produits d'avoir des qualités nutritionnelles définies (en terme de valeurs énergétique et protéique...) pouvant concurrencer les aliments ordinairement utilisés pour le rationnement, d'être sains et sûrs, sous entendu non dangereux pour l'animal et le consommateur. Il faut également qu'ils soient issus de processus 'transparents', dans le sens où tous les adjuvants de production doivent être connus.

## 2. Les co-produits de la pomme de terre

Les résidus issus de la pomme de terre peuvent se classer en 2 grandes catégories : les co-produits issus du marché du frais et les co-produits issus de l'industrie agro-alimentaire (transformation pour l'alimentation humaine et féculerie).

En Belgique, sur les 60 000 ha destinés à cette culture, quelques 2 800 000 tonnes sont annuellement récoltées. Les deux tiers de cette production sont destinés à être transformés dans notre pays ou à l'étranger. Le tiers restant (environ 950 000 tonnes) est écoulé sur le marché du frais après triage. Les tubercules non conformes issus de ce tri sont ainsi orientés vers l'alimentation animale. Ils concernent les tubercules hors calibres, verts, déformés ou vitreux.... On estime les quantités disponibles à quelques 100 000 tonnes par an soit 10 % de la production écoulée sur le marché du frais (FIWAP, communication personnelle).

Parallèlement, l'industrie de transformation de la pomme de terre pour l'alimentation humaine produit 3 grands types de co-produits : des déchets crus (screenings), des épluchures à la vapeur et des déchets de purée. Des produits pré-cuits déclassés, riches en matières grasses sont aussi disponibles mais en quantité moindre. Sur 500 000 tonnes de pomme de terre

transformées, les co-produits disponibles représentent quelques 100 000 tonnes par an (LUTOSA, communication personnelle).

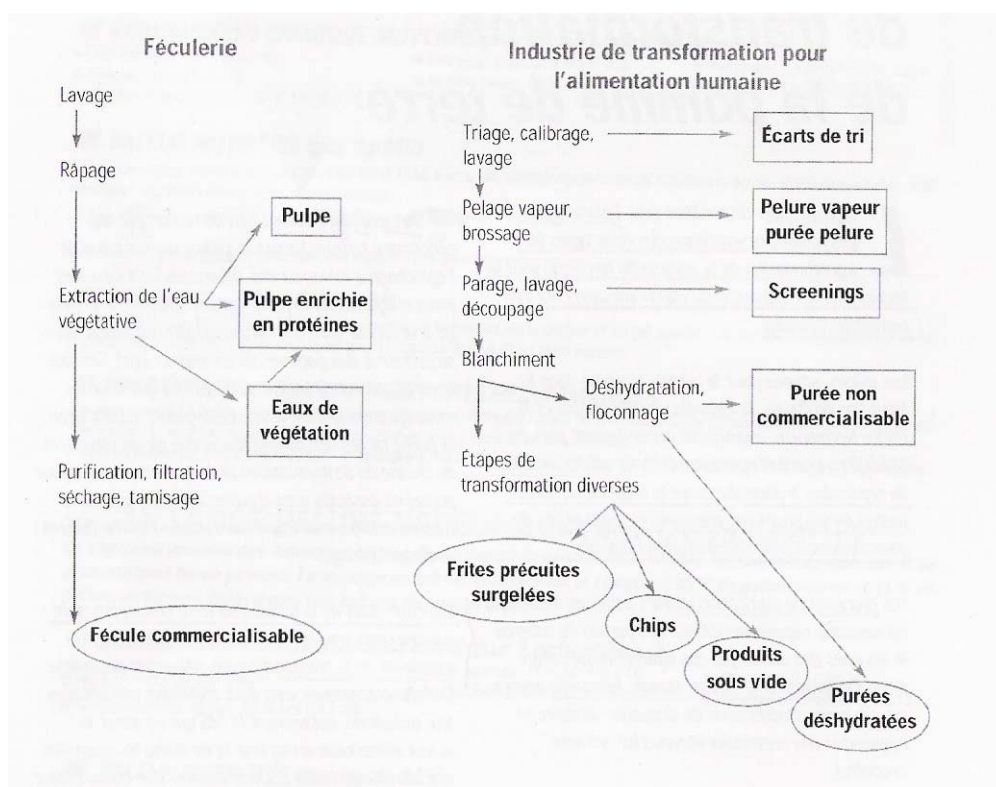
A côté de l'industrie de transformation, dont la production est continue, la féculerie fournit également mais de façon saisonnière (septembre à janvier) des pulpes de pommes de terre, résidus issus du râpage des tubercules pour l'extraction du féculé, des solubles de pommes de terre et des protéines coagulables. Les productions françaises de pulpes atteignent 80 000 tonnes par année. Le schéma 1 reprend les différentes étapes de la transformation industrielle de la pomme de terre.

**Tableau 1 :** Co-produits de la pomme de terre et disponibilité

Co-produits	Quantité	Disponibilité
<u>Marché du frais</u>	<u>% tonnage écoulé</u>	
Ecart de triage	10	Avril à septembre
<u>Transformation</u>	<u>% tonnage transformé</u>	
Déchet crus	3 à 4	Toute l'année
Epluchure vapeur	10 à 15	
Purée solide	1 à 2	
Produit cuit frit		
Frites précuites Chips	2 à 3	
<u>Féculerie</u>	<u>% tonnage transformé</u>	
Pulpe (fraîche, surpressée, déshydratée) *	6 à 7	Septembre à janvier

\*Chiffres pour la France

**Schéma 1** Etapes de la production de féculé et de produits issus de la transformation de la pomme de terre (Morel d'Alieux 2001)



### 3. Stockage et conservation

Les modes de stockage et de conservation varient en fonction du type de co-produits. Les tubercules issus du triage peuvent être stockés en vrac ou conservés en ensilage. Quand l'approvisionnement est régulier au cours de la campagne d'arrachage, ils peuvent être stockés en tas, dans un hangar, à même le sol. Une couverture de paille suffit à les protéger du gel. L'hiver, les tubercules peuvent ainsi se conserver 2 à 3 mois sans perte pour peu que la présence de terre et de tubercules pourris soit limitée. Dès le printemps, la conservation ne dépassera pas 3 à 4 semaines et ce essentiellement pour des raisons de germination. Les écarts de triage peuvent aussi être hachés et ensilés, seuls ou en alternance, par couche de 20 à 30 cm, avec des pulpes de betterave surpressées ou de l'herbe préfanée. Si les tubercules sont ensilés seuls, des quantités importantes de jus peuvent s'écouler et il vaut mieux, si l'on dispose d'une mélangeuse distributrice alors y incorporer de la paille (environ 10 % en volume). Les résidus crus de l'industrie agro-alimentaire peuvent également être conservés sous forme d'ensilage.

Les épluchures à la vapeur sont des produits cuits, semi liquides, qui nécessitent un stockage en citerne ou en cuve ouverte. Les structures de stockage classiques (béton ou fer) devront être protégées par une bâche en plastique en raison du caractère corrosif de ce type de co-produit. Elles peuvent également jouer le rôle de couverture biologique d'un ensilage de maïs par exemple. Dans ce cas, dès le silo réalisé, les épluchures vapeur seront projetées à l'aide d'une lance sur la surface à couvrir. On préconise généralement une épaisseur de 30 à 40 cm pour une conservation optimale de l'ensilage.

Les purées solides et les pulpes surpressées de pomme de terre se conservent également en silo recouvert après lissage d'une bâche en plastique. De part leur nature, il est pratiquement impossible de tasser ces co-produits.

Lors de l'ensilage des co-produits humides, il n'est généralement pas utile d'ajouter des conservateurs. La formation rapide d'acide lactique lors du processus d'acidification permet en effet une conservation naturelle optimale.

Les co-produits secs tels que les protéines et l'amidon de pomme de terre, les pulpes déshydratées se conservent à l'abri, en vrac, sac ou silo.

**Tableau 2 :** Condition et durée de conservation de quelques co-produits de la pomme de terre.

<b>Co-produits</b>	<b>stockage</b>	<b>Durée de conservation</b>
<i>Écarts de triage</i>	Vrac – sols bétonnés	2 à 3 mois (hiver) 3 à 4 semaines (printemps)
	Silo bâché	12 mois
<i>Résidus crus</i>	Silo bâché	12 mois
<i>Épluchures à la vapeur</i>	Citerne ou cuve	4 à 5 semaines
	Couverture organique	12 mois
<i>Purée solide</i>	Silo bâché	12 mois
<i>Pulpe surpressée</i>	Silo bâché	4 à 6 mois

#### 4. Composition chimique et valeur nutritive

#### **4.1. Ecart de triage et screenings**

Ce sont des aliments de type énergétique, à faible valeur protéique. Leur teneur en matière sèche avoisine les 20 % et est composée d'environ 70 % d'amidon pour 10 % de protéines. Ces produits sont généralement riches en fer, en iode et en vitamine C. Ils sont par contre carencés en calcium (Ca) et en phosphore (P) mais présentent un excès de potassium (K). Vu leur composition chimique, la valeur nutritive des screenings et tubercules est élevée (1090 à 1120 VEM/kg de matière sèche ; 65 à 76 g de protéines digestibles dans l'intestin (DVE)). Leur balance azotée dans le rumen (OEB) est légèrement négative. Il s'agit d'une excellente source d'énergie pour les animaux à l'engraissement.

#### **4.2. Pulpes de pomme de terre**

Du point de vue de leur composition chimique, les pulpes de féculerie se distinguent nettement des tubercules et screenings pour des teneurs en matière sèche comparable (19 à 20 %). Elles sont moins riches en amidon (35 à 40 % de la matière sèche) et surtout affichent des teneurs en fibres assez élevées (16 à 20 %). Elles présentent donc une valeur nutritive légèrement moindre pour des teneurs en protéines équivalentes. Compte tenu de sa teneur en cellulose plus élevée, il s'agit d'un aliment plus sécurisant pour le ruminant. Les pulpes peuvent être enrichies en protéines par addition des eaux de végétation.

#### **4.3. Protéine et amidon de pomme de terre**

Le concentré protéique de pomme de terre (CPPT), obtenu à partir des eaux de végétation dans le processus de fabrication du féculé, apparaît comme une matière première de choix. Il contient 85 % de protéines et présente un meilleur profil en AA que le soja pour 7 des 9 AA essentiels. Son potentiel d'utilisation en remplacement de tout ou d'une partie du tourteau de soja dans les rations n'est pas à négliger.

L'amidon de pomme de terre est une source d'énergie peu utilisée en alimentation animale et essentiellement incorporée dans les rations des porcs.

#### **4.4. Epluchures à la vapeur**

Ces produits présentent une teneur en matière sèche plus faible (10 à 15 %). Selon l'intensité du pelage et du broyage, les épluchures seront plus ou moins enrichies en purée. Leur composition chimique et valeur alimentaire varient donc selon la provenance. Elles sont caractérisées par leur teneur en protéines relativement élevée (15 à 19 %), leur faible teneur en amidon (20 % en moyenne). Il s'agit d'un aliment semi-liquide bien valorisé par le bétail laitier ou viandeux, les porcs à l'engrais.

#### **4.5. Purée solide**

Il s'agit du co-produit de la pomme de terre dont la teneur en matière sèche est la plus élevée (26 % en moyenne). Ce produit cuit à une composition chimique comparable à celle des tubercules crus (70 % d'amidon, 3 % de cellulose, 8 % de protéines). C'est un aliment très énergétique, très digestible convenant bien à l'alimentation des porcs.

#### **4.6. Frites précuites – chips**

Co-produits particulièrement riches en matières grasses (jusqu'à 37.5 % de matière grasse pour les chips), ce qui leur confère une valeur énergétique très élevée (1800 à 2000 VEM/kg de matière sèche). Leur incorporation dans les rations sera donc limitée.

**Tableau 3** : Composition chimique moyenne des co-produits de la pomme de terre.

Co-produits	MS	MAT	Cellulose	Amidon	Calcium	Phosphore	Potassium
	%	% MS					
<i>Ecart de triage</i>	19.4	11.0	2.7	64.2	0.04	0.21	2.40
<i>Screenings</i>	20.3	10.3	3.0	72.3	0.12	0.24	/
<i>Pulpes</i>	19.0	5.5	18.6	40.6	0.46	0.13	1.00
<i>Protéines (CPPT)</i>	90.0	85	1	0.2	0.09	0.28	0.92
<i>Amidon</i>	87.8	0.6	0.6	91.2	0.11	0.23	0.57
<i>Epluchures vapeur</i>	13.7	17.4	9.0	20.6	0.30	0.24	/
<i>Purées solides</i>	26.0	8.0	3.0	72.5	0.06	0.06	0.9
<i>Chips(38 % MG)</i>	95.5	5.9	2.5	44.8	0.04	0.14	0.70

MS = matière sèche MAT= matières azotées totales MG = matière grasse

**Tableau 4** : Valeur nutritive des co-produits de la pomme de terre

Co-produits	Ruminant				Porc			Utilisateur potentiel
	VEM	VEVI	DVE	OEB	EN	Lysine digestible	Méthionine digestible	
	/kg MS		g/kg MS		Kcal/kg	% MS		
<i>Ecart de triage</i>	1090	1196	76	-12	/	/	/	Ruminant
<i>Screenings</i>	1120	1235	65	-25	/	/	/	
<i>Pulpes</i>	1010	1088	72	-71	2048	0.10	0.05	Ruminant
<i>Protéines (CPPT)</i>	1190	1272	608	173	2384	5.83	1.27	Ruminant/Porc
<i>Amidon</i>	1246	1416	60	-98	2156	/	/	Porc
<i>Epluchures vapeur</i>	1040	1130	107	-10	2546	0.43	0.12	Porc/Ruminant
<i>Purées solides</i>	1112	1225	73	-14	2497	0.23	0.08	Porc/Ruminant
<i>Chips</i>	1893	2178	35	-4	4366	0.14	0.04	Porc/Ruminant

(source : RADAR Veevoedertabel)

(VEM,VEVI = valeur énergétique DVE = protéines digestibles dans l'intestin OEB= balance azotée dans le rumen EN= énergie nette)

## 5. Valorisation en productions animales

### 5.1. Chez le ruminant

C'est en complément des rations que les co-produits de la pomme de terre sont le mieux valorisés. Ils peuvent remplacer au moins en partie les concentrés de la ration sans entraîner une diminution de la densité énergétique de cette dernière (Vanabelle et al. 2000). Aliments appétants, ils sont très appréciés par les animaux. Lors de leur incorporation dans les rations, une transition alimentaire de deux à trois semaines est souvent nécessaire. Avec le développement des mélangeuses distributrices, l'incorporation dans les rations de tels produits ne pose généralement pas de problèmes.

La valeur énergétique des co-produits de la pomme de terre contenant plus de 40 % d'amidon (tubercules et screenings, pulpe de féculerie, purée, frites précuites...) est comparable à celle d'un concentré et dépasse généralement les 1000 VEM par kg de matière sèche. Dans les rations, ce type d'aliment nécessitera donc un complément protéique. Un apport extérieur de fibres (paille, foin ensilage d'herbe) sera également indispensable pour assurer un bon fonctionnement du rumen.

Les pommes de terre crues sont très appréciées des ruminants. Afin d'éviter tout problème lors de leur distribution, il est bon de respecter quelques règles élémentaires :

- les pommes de terre sont riches en potassium (24 g/kg de matière sèche). Il faut donc éviter de les associer à d'autres aliments riches en cet élément et mettre à disposition des animaux des pierres à lécher. Lorsque les pommes de terre sont distribuées en quantité importante, un paillage supplémentaire est souvent nécessaire en raison de l'effet laxatif du potassium ;
- les pommes de terre peuvent être distribuées entières, non lavées. Il faut dans tous les cas les distribuer à même le sol, à des animaux nourris à volonté pour éviter tout risque d'étranglement.

Les épiluchures à la vapeur ont une valeur alimentaire comparable à celle d'un bon ensilage de maïs soit 900 à 950 VEM par kg de matière sèche. La valeur protéique de ce co-produit est variable, plus les épiluchures sont enrichies en purée, plus elles seront énergétiques et inversement.

Les quantités recommandées dans les rations sont :

- Chez le bovins à l'engrais, un maximum de 3 à 3.5 kg de co-produit cru/ 100 kg de poids vif, soit 30 % de la matière sèche de la ration pourra être distribué. Les co-produits cuits tels que les épiluchures à la vapeur, les purées peuvent être distribués dans les mêmes proportions. Il vaut mieux limiter l'incorporation des frites précuites à 10 % de la matière sèche de la ration.
- Chez la vache laitière en production, on recommande de ne pas dépasser 25 % de la matière sèche sous forme de co-produits crus et 20 % de la matière sèche sous forme de co-produits cuits.
- Chez la brebis, 3 à 4 kg de co-produits crus peuvent être distribués par jour soit 30 à 35 % de la matière sèche de la ration

## **5.2. Chez les monogastriques**

Les pommes de terre crues sont rarement distribuées aux monogastriques (porcs ou volailles) qui leur préfèrent des produits cuits (pommes de terre cuites ou cuites ensilées, purées...). Dans les rations, les pommes de terre et leurs sous-produits peuvent avantageusement remplacer en partie les céréales. Comme pour les ruminants, une complémentarité protéique doit être assurée.

Les quantités recommandées sur base des matières sèches sont :

- Chez le porc à l'engrais en phase initiale : un maximum de 10 %
- Chez le porc à l'engrais en phase finale : un maximum de 25 %
- Chez la truie : un maximum de 30 %
- Chez le poulet de chair, un maximum de 75 à 100 g de produit/jour ne peut être dépassé sous risque de diarrhée.

### **5.3. Inhibiteurs de germination et glycoalcaloïdes dans les co-produits de la pomme de terre, impact sur les animaux et leurs produits (viande et lait)**

L'utilisation d'inhibiteur de germination (principalement le CIPC) est nécessaire lorsque les tubercules doivent être conservés sur des périodes plus longues. La matière active de ce produit se trouve principalement concentrée dans la pelure et l'épiderme sous-jacent et décroît fortement vers l'intérieur du tubercule (Morel d'Arleux 2001). Les épiluchures à la vapeur sont donc susceptibles d'en contenir le plus.

Lors de travaux menés en France, le CIPC a été recherché dans les co-produits proposés aux animaux, dans le lait et dans la viande.

Les analyses réalisées ont montré que la teneur en CIPC variait dans de larges proportions et était la plus élevée dans les épiluchures à la vapeur (Cabon et al. 1998). Néanmoins, quel que soit le protocole expérimental suivi et la dose de CIPC ingérée par l'animal, aucun résidu n'a été détecté dans le lait (seuil de détection : 0.005 mg/kg) (Cabon et al. 1998 ; Morel d'Arleux et al. 2000).

Dans le cas de la production de viande, le caractère liposoluble du CIPC a été constaté puisqu'il était retrouvé dans les gras. Les résidus retrouvés dans les reins étaient compatibles avec la réglementation en vigueur en France.

En ce qui concerne les glycoalcaloïdes, communément appelés 'solanine', résultant de l'exposition du tubercule à la lumière, il a été montré que le porc y était relativement tolérant alors que l'homme y est sensible. Aucune référence n'est disponible chez le ruminant.

## **6. Exemples d'utilisation spécifique de produits ou co-produits de la pomme de terre dans l'alimentation animale**

### **6.1. Valorisation des écarts de triage pour l'engraissement du bétail viandeux**

Lors d'essai d'engraissement de bétail viandeux (taurillons et vaches de réforme) mis en place à la section Systèmes agricoles (CRAW – Section Systèmes agricoles), les performances suivantes ont pu être observées :

- Pour des rations contenant **25 à 30 %** de la matière sèche sous forme de **tubercules** (15 à 20 kg/animal/jour), associées à de l'ensilage d'herbe (3 à 4 kg/animal/jour) ou à de la paille et à un concentré protéique (6 à 7 kg/animal/jour), des taurillons de 510 kg de poids vifs en début d'essai ont réalisé un gain quotidien moyen de 1,6 kg pour une consommation journalière d'environ 10 kg de matière sèche. Avec une ration témoin (concentré/paille), les performances obtenues étaient de l'ordre de 1,4 kg/jour.
- Avec le même type de ration, les performances observées chez des vaches de réforme issues de troupeau allaitant sont nettement moins élevées mais caractéristiques de ce type de bétail (gain quotidien moyen de 1 kg pour une consommation quotidienne de 12 kg de MS). Ces performances sont comparables à celles obtenues avec un ensilage de maïs de bonne qualité (Decruyenaere et al. 1998).

Il n'y a eu d'impact de l'incorporation des pommes de terre ni sur la qualité des carcasses, ni sur la qualité des viandes. Seule la viande des vaches de réformes finies avec des pommes de terre semblait légèrement plus grasse (20 % de gras inter-musculaire vs 15 % pour les vaches finies avec une ration à base de concentré et de paille).

## 6.2. Incorporation des co-produits de la pomme de terre (pulpes de féculerie, épiluchures vapeur et screenings) dans les rations des vaches laitières.

Selon des essais menés en France, Besancenot et al. (1996), Klop et al (1993) ont montré que chez la vache laitière en production, le remplacement d'une partie du concentré par des pulpes de féculerie n'a pas eu d'influence sur le niveau d'ingestion totale des animaux. De plus, ni la production laitière, ni la composition du lait n'ont été modifiées (tableau 5).

De même, des vaches laitières recevant une ration complète dans laquelle les screenings remplacent le blé et représentent plus de 20 % de la matière sèche totale consommée ont eu des niveaux d'ingestion et de production comparable à ceux du lot témoin. Seule la matière grasse du lait était supérieure pour le lot recevant les screenings (Jurjanz et al. 1996).

Des résultats comparables ont été obtenus avec des épiluchures vapeurs (Cabon et al. 1997).

**Tableau 5 :** Résultats de essais menés sur vaches laitières nourries avec des pulpes de féculerie (essai 1 : pulpe = 9 % de la MS (Besancenot et al. 1996) ; essai 2 : pulpe = 24 % de la MS (Klop et al 1993)), des screenings (essai 3 : 20 % de la MS (Jurjanz et al. 1996))

	Essai 1		Essai 2		Essai 3	
	Témoin	Pulpe 9 %	Témoin	Pulpe 24 %	Témoin	Screenings 20 %
<i>Ingestion</i> (kg MS/VL/Jour)	22.8	22.9	25.3	25.1	22.2	21.9
<i>Production</i>						
Lait brut (kg/Jour)	28.2	27.1	39.9	38	27.2	26.6
Taux butyreux (g/kg)	36.2	38.2	44.0	44.3	34.7	38.0
Taux protéique (g/kg)	32.4	32.2	33.0	34.0	32.5	32.0

## 6.3. Intérêt d'un complément protéique de pomme de terre dans l'alimentation du taurillon Blanc Bleu Belge culard

Le taurillon Blanc Bleu Belge (BBB) est un des fleurons de l'élevage wallon, se caractérisant par un très bon potentiel de croissance (jusqu'à 2 kg/j en croissance), un rendement d'abattage élevé (68%) et offrant une carcasse de grande valeur (Minet et al., 1996), composée d'une part importante de muscle (73.5%), de peu de graisse (13.7%) et d'os (12.8%).

De par leur morphologie, notamment la réduction de la masse du tube digestif par rapport à la masse corporelle totale, les taurillons BBB culards ont une capacité d'ingestion réduite par rapport aux taurillons BBB de conformation ordinaire (Fiems et al., 1997), alors que leurs performances sont similaires. Afin d'exprimer l'entièreté de leur potentiel de croissance, les animaux culards doivent donc valoriser davantage les aliments ingérés. Dès lors, à défaut de limiter l'impact des progrès génétiques actuels et futurs, l'obtention d'animaux de plus en plus performants nécessite de développer une alimentation de précision, permettant de réaliser la meilleure adéquation entre les apports et les besoins des animaux, tout en tenant compte des contraintes économiques.

Au cours des dernières décennies, les systèmes d'évaluation protéique des aliments ont évolué, en passant successivement du système 'protéines brutes' au système 'protéines brutes digestibles' puis au système 'protéines digestibles dans l'intestin grêle' ; ce dernier permettant d'estimer réellement la quantité de protéines mise à la disposition de l'animal pour satisfaire ses besoins d'entretien et de production. Les protéines sont composées d'une vingtaine d'acides aminés. Le système d'alimentation protéique en vigueur actuellement en Belgique ne tient pas compte de la composition en acides aminés (AA) des protéines digestibles, qui



influence pourtant considérablement leur valorisation subséquente par l'animal. Parmi les AA, certains sont dits essentiels, c'est-à-dire qu'ils ne peuvent pas être synthétisés en suffisance par l'animal pour satisfaire ses besoins, et doivent être fournis par l'alimentation. La carence en un seul de ces AA suffit à bloquer toute synthèse protéique ultérieure, et par conséquent la croissance de l'animal (Froidmont, 2001). Les nutritionnistes s'efforcent donc de trouver des sources de protéines de bonne composition en acides aminés, peu dégradables dans le rumen (auquel cas le profil en acides aminés serait modifié) et digestibles dans l'intestin grêle. Les AA les plus limitants pour le taurillon BBB culard sont la méthionine, la lysine et l'histidine (Frandsen et al., 2003). Un essai réalisé au Département 'Productions et Nutrition animales' du CRA-W a montré qu'un additif, contenant notamment ces 3 AA en proportions idéales, permettait d'accroître le gain quotidien moyen des taurillons BBB culards en période de croissance de 255 g/j. Cette amélioration traduit une meilleure valorisation des protéines alimentaires, permettant en outre de réduire les rejets d'N urinaire et, de ce fait, l'impact de l'élevage sur l'environnement.

***La protéine de pomme de terre : une meilleure composition que celle du soja ?***

L'Union Européenne est largement dépendante du tourteau de soja pour assurer son approvisionnement en protéines végétales. La dégradabilité ruminale du tourteau de soja n'est pas négligeable (70%) et son profil en AA est, comme pour toutes les légumineuses, déficitaire en méthionine, en lysine et en histidine par rapport aux besoins des animaux (tableau 1). Comparativement, le concentré protéique de pomme de terre (CPPT) apparaît comme une matière première de choix. Il contient près de 85% de protéines et présente un meilleur profil en AA que le soja pour 7 des 9 AA essentiels. Seule, la teneur en histidine reste trop faible mais cet AA est reconnu comme déficient dans la quasi-totalité des matières premières (Rulquin et al., 2001b) et des études plus approfondies devraient être menées pour identifier l'importance réelle de cet AA pour les performances animales. Selon Baker (1994), l'histidine n'est pas toujours considérée comme un acide aminé essentiel car certains peptides abondants dans les muscles, comme la carnosine et l'ansérine, peuvent servir de précurseurs.

Selon les tables de l'INRA (Sauvant et al., 2002), le CPPT est moins dégradé dans le rumen que le tourteau de soja (40 vs 70%), suggérant l'arrivée d'une proportion importante de protéines intactes au début de l'intestin grêle. Enfin, sur base de son profil en AA et de son prix, l'utilisation du CPPT pourrait être bien moins onéreuse que l'apport d'AA de synthèse.

**Tableau 6 :** Comparaison de la teneur et de la dégradabilité des protéines du tourteau de soja et du concentré protéique de pomme de terre ainsi que de leur profil en acides aminés par rapport à celui de la carcasse du taurillon BBB culard (De Campeneere et al., 2000)

	Tourteau de soja	CPPT	Carcasse
Teneur en protéines, % MS	51.6	84.1	20.2
DTN rumen, % MS	63.0	35.0	-
AA, % MAT			
Lys	<b>6.1</b> <sup>1</sup>	7.6	6.9
Thr	3.9	5.6	3.9
Met	<b>1.4</b>	2.2	2.1
Met + Cys	<b>2.9</b>	3.6	3.2
Trp	1.3	1.2	-
Ile	4.6	5.7	3.8
Val	4.8	6.6	4.7
Leu	7.4	9.8	7.3
Phe	5.0	6.2	3.8
His	<b>2.7</b>	<b>2.2</b>	3.2

<sup>1</sup>Les AA carencés par rapport à la composition de la carcasse sont mentionnés en gras

Des essais en cours au Département 'Productions et Nutrition animales' visent d'une part à déterminer la dégradabilité ruminale réelle du CPPT et de la digestibilité intestinale des protéines by-pass, d'autre part à mesurer les performances animales et la valorisation des protéines apportées par des rations composées de niveaux croissants de CPPT

#### ***6.4. L'amidon de pomme de terre : une alternative à la castration des porcelets pour réduire l'odeur de verrat dans la viande de porc ?***

La castration des porcelets mâles est effectuée afin d'éviter l'apparition d'une odeur et d'un goût de la viande de porc à la cuisson, la rendant inapte à satisfaire le consommateur dans 25% des cas. Cette pratique est de plus en plus remise en cause, notamment en vertu de la directive 2001/93/CE, proscrivant toute intervention provoquant la perte d'une partie sensible du corps à d'autres fins que thérapeutiques ou de diagnostic ainsi qu'en vertu de l'intérêt croissant de la population pour le bien-être animal. La castration est une des rares exceptions encore admises. Un groupe de travail réuni à l'initiative de la Ministre Alvoet propose néanmoins d'interdire la castration chirurgicale vive dès le 01/01/2006, laissant la possibilité d'une castration sous anesthésie jusqu'au 01/01/2009.

Plusieurs équipes de recherche se sont investies dans la recherche d'alternatives à la castration des porcelets, conciliant le bien-être de l'animal et la demande du consommateur pour une viande savoureuse. Les études en cours s'efforcent d'identifier les principaux facteurs d'expression de l'odeur de verrat (âge, puberté, poids corporel) en relation avec les modifications physiologiques chez le porc. Ainsi, il apparaît que l'odeur de verrat provient de l'accumulation dans la graisse de scatol et d'indol (Vold, 1970), résultant tous deux de la fermentation du tryptophane dans le gros intestin, ainsi que de l'androsténone (Patterson, 1968). Certaines lignées de porcs ont une faible odeur de verrat mais cet avantage est malheureusement souvent associé à de piètres performances zootechniques dues à une moindre production de cette hormone (Seillier et al., 2000). Etant donné que la génétique ne peut pallier rapidement à ce problème, les experts se tournent vers l'alimentation.

#### ***Une viande savoureuse issue de verrat entier grâce à l'amidon de pomme de terre ?***

Claus et al. (2003) proposent de distribuer des quantités importantes d'amidon de pomme de terre dans l'alimentation des porcs afin de limiter l'odeur de verrat dans la viande. Ces auteurs partent du principe que le tryptophane présent dans le gros intestin est le principal responsable de cet inconvénient. L'origine de ce tryptophane n'est pas alimentaire car ce dernier est en grande partie digéré avant la fin de l'intestin grêle. Le tryptophane présent dans le colon serait dès lors principalement d'origine endogène, issu en majorité de la desquamation des cellules épithéliales. L'intérêt de l'amidon de pomme de terre réside dans le fait qu'il contient une fraction dite résistante, qui échappe à la digestion de l'intestin grêle et qui est bien fermenté par les bactéries présentes dans le gros intestin. Sa fermentation induit une libération importante de butyrate, qui a la particularité d'inhiber l'apoptose (mort cellulaire) des cellules épithéliales et, par conséquent, de réduire suffisamment la libération du tryptophane contenu dans ces cellules que pour induire des taux de scatol insignifiants dans la graisse des porcs entiers engraisés conventionnellement. Il semble par ailleurs que l'intérêt de l'amidon de pomme de terre se manifeste très rapidement et qu'une modification du régime seulement 5 jours avant l'abattage permette de réduire les désagréments liés au scatol. Le Département 'Productions et Nutrition animales' s'est investi dans cette problématique et est en train de comparer l'efficacité de différents traitements, incluant notamment l'utilisation d'amidon de pomme de terre et l'incorporation dans les rations de butyrate micro encapsulé, comparativement à des régimes classiques. A l'avenir, les viandes seront comparées en faisant

appel à des jurys de dégustation et des méthodes rapides de détection des diverses composantes de l'odeur de verrat pourraient être développées.

## 7. Conclusions

Les co-produits de la pomme de terre peuvent efficacement être valorisés par les animaux d'élevage. L'incorporation de tels produits dans les rations est intéressante à de multiples points de vue. Leur disponibilité sur le marché à des prix intéressants est un atout. A performances égales ils peuvent remplacer une partie des céréales ou concentrés énergétiques distribués aux animaux.

Certains co-produits plus particulier comme le concentré protéique de pomme de terre pourrait être utilisé pour répondre à des problématiques plus spécifiques que rencontrent les éleveurs comme par exemple la couverture des besoins en acides aminés des animaux à haut potentiel de production. L'aspect bien-être animal en rapport avec la castration des porcelets pourrait également être abordé par la voie alimentaire via l'utilisation de l'amidon de la pomme de terre dans les rations des porcs à l'engrais.

## Références bibliographiques

Baker D.H. (1994). Utilization of precursors for L-amino acids. In: J.P.F. Mello (ed), Amino acids in farm animal nutrition, 37-61. CAB International, Wallingford, England.

Besancenot J.M, Morel d'Arleux F., Galoo J. B. (1996). Effets zootechniques de l'utilisation de la pulpe de pomme de terre de féculerie par des vaches laitières en remplacement de maïs grain. CR Institut de l'Elevage 96094.

Cabon G.; Poupard F., Morel d'Arleux F., Weiss P. (1997). Intérêt zootechnique de l'utilisation de pelure-vapeur de pomme de terre par les vaches laitières. C.R ITCF la Jaillière VL 97.2.

Claus R., Lösel D., Lacorn M., Mentschel J., Schenkel H. (2003). Effects of butyrate on apoptosis in the pig colon and its consequences for skatole formation and tissue accumulation. J. Anim. Sci. 81: 239-248.

De Campennere S. (2000). Energy and protein standards for finishing Belgian Blue double-muscléd bulls (these de doctorat). Gent, Faculteit landbouwkundige en toegepaste biologische wetenschappen, 199 p.

Decruyenaere V., Fabry J., Lecomte Ph. (1998). La finition de la vache de réforme. Agricontact 307 : 13-16.

Fiems L.O., Cottyn B.G., Boucqué C.V., Bogaerts D.F., Van Eenaeme C., Vanacker J.M. (1997). Effect of type, body weight and dietary protein content on voluntary feed intake, digestibility, blood and urine metabolites and nitrogen retention. J. Anim. Physiol. A. Anim. Nutr. 77: 1-9.

Frand X., Froidmont E., Beckers Y., Bartiaux-Thill N. (2003). Détermination des acides aminés limitants chez le taurillon BBB culard recevant une ration à base d'ensilage de maïs. *Journées 3R*, 10 : 396. Paris, France, Décembre 2003.

Froidmont E. (2001). Détermination des besoins en acides aminés essentiels chez le taurillon Blanc Bleu Belge culard en périodes de croissance et de finition (these de doctorat) Gembloux, Faculté universitaire des Sciences agronomiques; 225 p., 49 tabl. 21 fig.

Jurjanz S. Colin-Schoellen O., Laurent F. (1996) Influence de la nature de l'amidon du complément

énergétique et d'une supplémentation en méthionone sur les performances zootechniques de vaches laitières. *Annales de Zootechnies* (45) 467-476.

Klop A., de Visser H., Kogut J. (1993). The effect of pressed potato pulp in high yielding dairy cow rations on feed intake, rumen fermentation and milk production. *Rapport IVVO – DLO n° 255*.

Minet V., Van Eenaeme C., Raskin P., Dufrasne I., Clinquart A., Hornick J.L., Diez M., Mayombo P., Baldwin P., Biefait J.M., Istasse L. (1996). Stratégies d'engraissement du taurillon Blanc Bleu Belge culard – Performances, qualité des carcasses et de la viande, approche métabolique et bilan économique. Ministère des Classes Moyennes et de l'Agriculture, Administration Recherche et Développement (DG6), Bruxelles, Belgique.

Morel d'Arleux F. (2001) Les co-produits de l'industrie de la pomme de terre : une solution intéressante pour l'alimentation des ruminants. Document de synthèse, Arvalis-Institut du végétal – GIPT, 38p.

Morel d'Arleux et Leclerc M.C. (2003) Les Coproduits pour l'alimentation des ruminants : un dossier complet. Qu'est ce qu'un co-produit ?  
[http://www.inst-elevage.asso.fr/html1/article.php3?id\\_article=463](http://www.inst-elevage.asso.fr/html1/article.php3?id_article=463)

Patterson R.L.S. (1968). 5-androst-16-en-3-one, compound responsible for taint in boar fat. *J. Science Food Agric.* 19: 31-38.

Sauvant D., Perez J.M., Tran G. (2002). Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage. INRA Editions, 301 p.

Sellier P., Le Roy P., Fouilloux M.N., Gruand J., Bonneau M. (2000). Responses to restricted index selection and genetic parameters for fat androsterone level and sexual maturity status of young boars. *Livest. Prod. Sci.* 63: 265-274.

Vanabelle B., Poupard F., Besancenot J.M., Morel d'Arleux F., Weiss P., Larondelle Y. 2000 Valeur énergétique des co-produits de la pomme de terre chez le ruminant. *Annales de Zootechnie* (49) 399-404 .

Vold E. (1970). Fleishproduktionseigenschaften bei Ebern und Kastraten: IV. Organoleptische und gaschromatografische untersuchungen wasserdampflichtiger stoffe des ruckenpeckes von ebern. *Meldinger fra Norges Landbrukshogskole* 49: 1-25.