

Les coproduits de l'industrie de la pomme de terre: une solution intéressante pour l'alimentation des ruminants



Savoir les découvrir

Mieux les connaître

Bien les utiliser



Groupement Interprofessionnel
pour la valorisation
de la Pomme de Terre



ITCF
CÉRÉALISERS DE FRANCE



INSTITUT DE L'ÉLEVAGE

Comité National des Coproduits

**Les coproduits
de l'industrie
de la pomme de terre :
une solution intéressante
pour l'alimentation
des ruminants**

Février 2001

SOMMAIRE

<i>Avant-propos</i>	3
<i>Résumé</i>	4
<i>I. Une gamme de coproduits en quantités importantes</i>	8
A • Les industries de transformation de la pomme de terre	8
B • La typologie des différents coproduits disponibles	12
C • La répartition des coproduits par usine	12
<i>II. Une composition chimique bien contrastée et une valeur nutritive élevée</i>	14
A • La composition chimique	14
B • La valeur nutritive	17
<i>III. La maîtrise du stockage assure une bonne conservation</i>	19
A • La pulpe de féculerie	20
B • La pelure vapeur	20
C • La purée-pelure	21
D • Les caractéristiques fermentaires	22
<i>IV. Les coproduits permettent de bonnes performances en diversifiant les rations</i>	23
A • La pulpe de féculerie	23
B • La pulpe enrichie en protéines	25
C • Les screenings	26
D • La pelure vapeur	27
E • Le mélange pelure vapeur/luzerne déshydratée	28
F • La purée-pelure	29
<i>V. Des précautions d'emploi et des apports recommandés pour bien valoriser les rations</i>	31
A • Les précautions d'emploi	31
B • Les apports recommandés	32
C • Les résidus d'inhibiteurs de germination	34
D • Les glycoalcaloïdes	35
E • Divers	35
<i>VI. Une organisation de la commercialisation des coproduits simple et efficace</i>	36
<i>Glossaire</i>	37
<i>Références bibliographiques</i>	38

AVANT-PROPOS

Le GIPT et le Comité National des Coproduits ont mis en place depuis mai 1995, avec le soutien de l'ONIFLHOR et de l'ADEME, un programme de travail relatif à l'utilisation des coproduits de l'industrie de la pomme de terre dans l'alimentation animale, afin de répondre aux problèmes d'écoulement de ces produits sur le marché français.

Les coproduits de la pomme de terre de transformation connaissent un succès modéré en France, tant chez les éleveurs que chez les fabricants d'aliments du bétail ; ils sont en majeure partie exportés vers la Belgique et les Pays-Bas à des prix qui devraient retenir l'attention des éleveurs français.

Plusieurs raisons expliquent la désaffection d'un grand nombre d'éleveurs pour les coproduits. Leur composition varie largement d'une usine à l'autre, et dans une moindre mesure pour une même usine en cours de campagne. La majorité des éleveurs préfère utiliser des produits mieux connus, mais cependant plus chers. Par ailleurs, la plus grande partie des coproduits de la pomme de terre se trouve sous forme semi-liquide, ce qui rend difficile leur transport et nécessite des équipements spécifiques pour le stockage, la conservation, la distribution aux animaux, et donc des investissements. Cela suppose alors des prix qui prennent en compte un approvisionnement régulier, un investisse-

ment dans un matériel spécifique et du travail supplémentaire. C'est pourquoi, encore à l'heure actuelle, les utilisateurs français sont généralement situés dans un périmètre proche des usines, et n'emploient le plus souvent ces produits que de façon occasionnelle pour compenser le manque de fourrages ou diversifier la ration.

Sur ces bases, le GIPT s'est donc adressé au Comité National des Coproduits en 1995 avec pour objectif de promouvoir les coproduits de la pomme de terre de transformation auprès des éleveurs, des techniciens de l'élevage et des industriels. Pour cela, un programme pluriannuel d'étude mené principalement par l'Institut de l'Elevage et l'ITCF a été mis en place.

Ce document de synthèse sur lequel l'ensemble des partenaires du projet d'étude fonde sa communication fournit toutes les données techniques nécessaires à une bonne valorisation en élevages des coproduits.

Les coproduits de la pomme de terre doivent aujourd'hui être considérés et traités commercialement comme une bonne solution pour l'éleveur tant au plan technique et de la sécurité sanitaire des aliments qu'au plan économique.

Francis Dupont
Président du GIPT

Résumé

Afin de placer les différents coproduits disponibles de l'industrie de la pomme de terre à leur juste place et d'approfondir les connaissances sur leur valeur nutritive et leur utilisation par les ruminants, le GIPT et le Comité National des Coproduits ont lancé en mai 1995, avec le soutien de l'ADEME et de l'ONIFLHOR, un programme d'étude pluriannuel principalement mené par l'Institut de l'Élevage et l'ITCF. Les résultats de ces importantes études révèlent tout l'intérêt de l'emploi de ces coproduits.

Le programme de travail mis en place entre 1995 et 2000 comportait 4 volets :

- Identification et classification des coproduits existants,
- Mesure sur animaux des différents paramètres d'utilisation digestive nécessaires à l'estimation de la valeur nutritive des coproduits,
- Suivi de la qualité de conservation des coproduits,
- Etude de l'utilisation des différents coproduits pour la production laitière et l'engraissement des bovins à l'aide d'essais réalisés dans des conditions proches de la pratique.

Différentes bases de données spécifiques à chaque coproduit ont ainsi été bâties et mises en cohérence pour assurer leur présentation aux différentes catégories d'acteurs concernés : industriels, techniciens d'élevage et éleveurs.

1. Une gamme de coproduits en quantités importantes

Deux industries génèrent des coproduits :

- La féculerie fournit 80 000 tonnes par an de coproduits commercialisés sous forme de pulpes humides, surpressées ou déshydratées, voire enrichies en protéines. Cette production suit l'activité des féculeries ; elle est donc saisonnière et s'étend de septembre à janvier.
- La transformation de la pomme de terre à destination de l'alimentation humaine (flocons pour purée déshydratée, frites surgelées, chips, et pommes de terre sous vide) produit en moyenne 250 000 tonnes de coproduits par an. Ils sont disponibles toute l'année, car l'activité de ce secteur est continue.

Les procédés de fabrication de ces industries consistent à séparer les différentes parties du tubercule les unes des autres par des opérations de nature physique (pelage à la vapeur, brossage, essorage), sans modification de la sécurité sanitaire et hygiénique des différents coproduits obtenus.

Les coproduits disponibles se répartissent en trois catégories selon le process à partir duquel ils sont obtenus :

- **les écarts de triage** recouvrent les tubercules déformés ou sous calibrés.
- **les coproduits crus** (150 000 à 180 000 tonnes par an). Ce sont la pulpe de féculerie, les screenings (pommes de terre mal coupées, irrégulières ou abîmées) ainsi que l'amidon cru obtenu par centrifugation.
- **Les coproduits cuits** (environ 140 000 tonnes par an). Ce sont la pelure vapeur issue du pelage à la

vapeur des tubercules après lavage, la purée-pelure obtenue par un pelage à la vapeur sous pression suivi d'un brossage, et la purée raclée obtenue en fin de process de déshydratation qui est riche en amidon.

2. Une composition chimique bien contrastée et une valeur nutritive élevée

La composition chimique des coproduits dépend du process mis en œuvre. Ainsi, des facteurs comme l'intensité du process, l'époque d'obtention et les mélanges éventuels de coproduits jouent un rôle non négligeable.

La valeur énergétique des coproduits contenant plus de 40 % d'amidon (pulpe de féculerie, écarts de triage, purée-pelure) est du même niveau que celle d'un concentré et dépasse 1 UF/kg de MS. Pour la pelure vapeur et le mélange pelure vapeur/luzerne déshydratée, qui contiennent moins de 40 % d'amidon, elle est comparable à celle d'un bon ensilage de maïs, soit environ 0,90 UF. La valeur azotée est variable d'un coproduit à l'autre : les plus riches en PDI correspondent aux moins énergétiques (pelure vapeur et mélange) et réciproquement.

3. La maîtrise du stockage assure une bonne conservation

Les coproduits de la pomme de terre ne posent pas de problème majeur de stockage ; ils se conservent tous en tas sans difficulté.

La conservation des coproduits crus à bonne texture et à consistance satisfaisante, peut se faire dans des silos couloir ou en silo taupinière. Dans l'impossibilité de tasser de tels silos, il est recommandé de lisser la surface et de les recouvrir d'une bâche plastique de qualité. Les coproduits cuits généralement semi-liquides et à faible consistance, se stockent sur une surface bétonnée rendue étanche par une bâche plastique.

La texture des coproduits crus ou cuits est telle qu'elle ne permet généralement pas à l'air d'entrer dans la masse et de provoquer des déviations fermentaires au cours du stockage.

Les coproduits crus, disponibles sur une courte période de l'année, se stockent généralement en quantités importantes sur une longue période, allant de 3 à 6 mois. En revanche, les coproduits cuits, disponibles toute l'année, sont stockés sur une période allant généralement de 1 à 2 mois.

4. Les coproduits permettent de bonnes performances en diversifiant les rations

La détermination de la valeur nutritive des coproduits à l'aide d'analyses biochimiques et de mesures est une étape importante. Elle est complétée par des essais de production comparant des rations proches de celles pratiquées par les éleveurs. Des protocoles rigoureux comportant le contrôle de la consommation en lots et des performances individuelles sont mis en place.

Les essais sont réalisés sur différentes catégories d'animaux, des vaches laitières pour l'essentiel ainsi que des bœufs en finition.

Les teneurs en spores butyriques des coproduits ensilés sont variables selon les situations et restent en général inférieures à 1500 spores par gramme de produit. Dans le lait, les teneurs en spores butyriques sont également variables et généralement d'un niveau convenable.

5. Les précautions d'emploi et les apports recommandés pour bien valoriser les rations

Les coproduits sont appétents et appréciés par les animaux. Il convient de les employer de façon continue sans rupture des apports.

Etant bien pourvus en énergie mais limités en azote, un régime alimentaire comportant ces coproduits doit être complété par des matières premières azotées, afin d'assurer la couverture des besoins.

Pour les vaches laitières, la proportion de coproduits crus dans la ration ne doit pas dépasser 25 % de la matière sèche totale et 20 % dans le cas des coproduits cuits. Pour les animaux à l'engrais, la proportion peut atteindre respectivement 35-40 % et 30-35 %.

Lors de travaux menés sur animaux, la présence éventuelle de CIPC a par ailleurs été recherchée dans le coproduit, dans le lait et dans la viande. Le CIPC, utilisé pour éviter la germination des pommes de terre au cours de la conservation de longue durée, est présent en quantités variables dans les différents coproduits. Cependant, toutes les études réalisées montrent qu'il ne se retrouve pas - ou en quantités inférieures aux seuils autorisés - dans le lait et dans la viande.

6. Une organisation de la commercialisation des coproduits simple et efficace

Les enlèvements de coproduits sont programmés entre chaque fournisseur et les structures de commercialisation et de distribution (coopératives d'approvisionnement, groupements de producteurs, négociants privés), en fonction des possibilités de stockage existantes ou non.

Ces structures assurent aussi le conseil technique aux éleveurs (parfois avec l'aide d'un nutritionniste ou d'un vétérinaire).

Déroulement du programme d'étude

Le programme pluriannuel conduit entre 1995 et 2000 par le GIPT et le Comité National des Coproduits s'est traduit par un ensemble d'études successives permettant l'acquisition de connaissances rigoureuses sur la valeur des différents coproduits disponibles.

Le premier volet du programme a été consacré à dresser l'inventaire des échantillons disponibles dans les différentes usines. En complément, une interrogation bibliographique des principales banques de données a été réalisée en vue de compléter cet inventaire et de déterminer avec précision la composition chimique des coproduits ainsi que sa variabilité, leur valeur nutritive, leurs caractéristiques de conservation et enfin leur utilisation par les bovins. Ce recensement des coproduits a permis de bien les identifier, de les définir avec exactitude et enfin de les classer les uns par rapport aux autres par grands types, en fonction de l'usine de production.

Le second volet a consisté à mesurer sur animaux les différents paramètres d'utilisation digestive nécessaires à l'estimation de la valeur nutritive des coproduits.

Le troisième volet s'est traduit par le suivi de l'évolution de la qualité de conservation de plusieurs silos de coproduits réalisés dans les conditions de la pratique des élevages.

Enfin le dernier volet s'est intéressé à l'utilisation des différents coproduits pour la production laitière et l'engraissement de bovins sous forme d'essais réalisés dans les conditions proches de la pratique.

Le rassemblement de tous ces résultats a permis de constituer différentes bases de données spécifiques à chaque coproduit en vue de mettre en forme les informations acquises et de les rendre disponibles sous une présentation cohérente et satisfaisante pour les différentes catégories d'utilisateurs : industriels, techniciens d'élevage et éleveurs.

I. Une gamme de coproduits en quantités importantes

A - Les industries de transformation de la pomme de terre

Il existe deux grands types d'industries de transformation de la pomme de terre générant des coproduits en quantités importantes :

- les féculeries, au nombre de trois, situées à Vecquemont (Somme) et à Vic-sur-Aisne (Aisne) pour le groupe Roquette, et à Haussimont (Marne) pour le groupe Avebe ;
- et une vingtaine d'usines de transformation de la pomme de terre à destination de l'alimentation humaine (essentiellement flocons pour purées déshydratées, frites surgelées, chips, et pommes de terre stérilisées ou pasteurisées sous vide) situées principalement en Picardie, dans la Région Nord-Pas-de-Calais, en Champagne-Ardenne et en Haute-Normandie.

La **féculerie française** travaille annuellement plus de 1 300 000 tonnes de pommes de terre. Ce volume est stabilisé depuis que la production de fécule a été contingentée en 1995 dans le cadre de la réglementation communautaire qui attribue des contingents nationaux par pays producteurs. La production de fécule en France ne devrait donc pas pouvoir connaître d'essor dans les toutes prochaines années.

Le volume de pommes de terre entrant annuellement dans les trois féculeries françaises génère des coproduits commercialisés sous forme de pulpes humides, surpressées ou déshydratées, voire enrichies en protéines.

Cette production de coproduits est saisonnière puisque les féculeries fonctionnent de septembre à janvier ; les coproduits générés sont donc disponibles à la commercialisation pendant environ 5 mois par an.

La **transformation de la pomme de terre pour la consommation humaine** représente quant à elle près de 1 200 000 tonnes de pommes de terre travaillées annuellement pour la fabrication de :

- flocons pour purées déshydratées (24 % des pommes de terre travaillées),
- frites et garnitures surgelées (54 % des pommes de terre travaillées),
- chips (14 % des pommes de terre travaillées),
- pommes de terre stérilisées ou pasteurisées sous vide (8 % des pommes de terre travaillées).

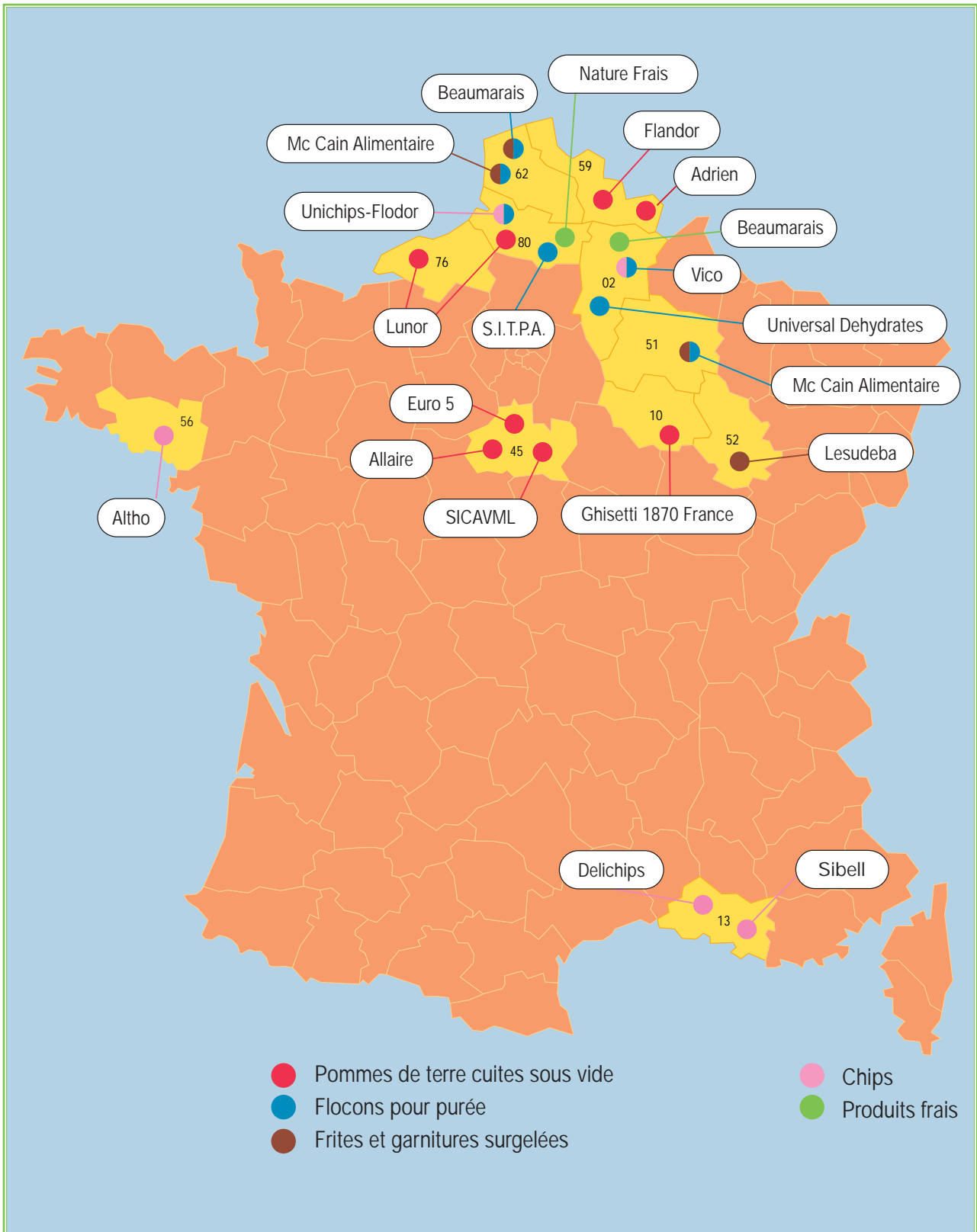
Ce secteur s'est développé en France dans les années 1970 et a connu un grand essor. Même si certains produits sont aujourd'hui arrivés à maturité, le secteur garde globalement un potentiel de développement encore important. Certains industriels visent en particulier une augmentation de la production en France en vue de l'exportation pour profiter de la forte croissance de la consommation des pays du sud de l'Europe. Sur cette base, on estime que le niveau de la production française de pommes de terre destinées à la transformation humaine pourrait atteindre près de 1 500 000 tonnes d'ici trois ans.

Actuellement, avec 1 200 000 tonnes de pommes de terre travaillées, ce sont au total plus de 260 000 tonnes de coproduits très divers qui sont produits chaque année (hors écarts de triage).

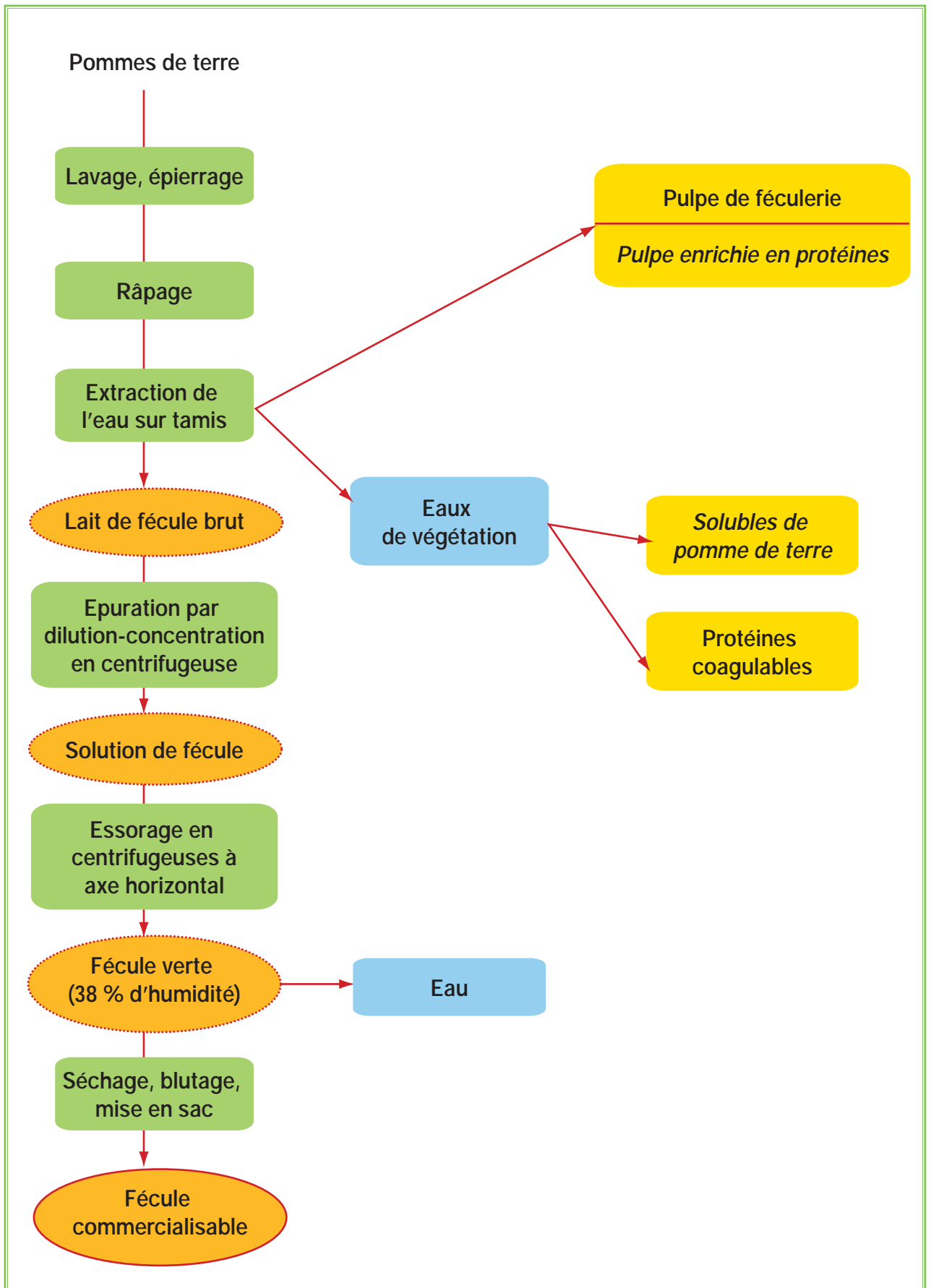
Ces divers coproduits sont disponibles en permanence, contrairement à ceux issus de l'industrie de la féculerie, dans la mesure où les usines de transformation fonctionnent tout au long de l'année. Celles-ci sont alimentées par des pommes de terre de conservation jusqu'en juin puis par des pommes de terre primeurs durant la période estivale.

Les procédés de fabrication utilisés dans ces industries consistent à séparer les différentes parties du tubercule les unes des autres par des opérations de

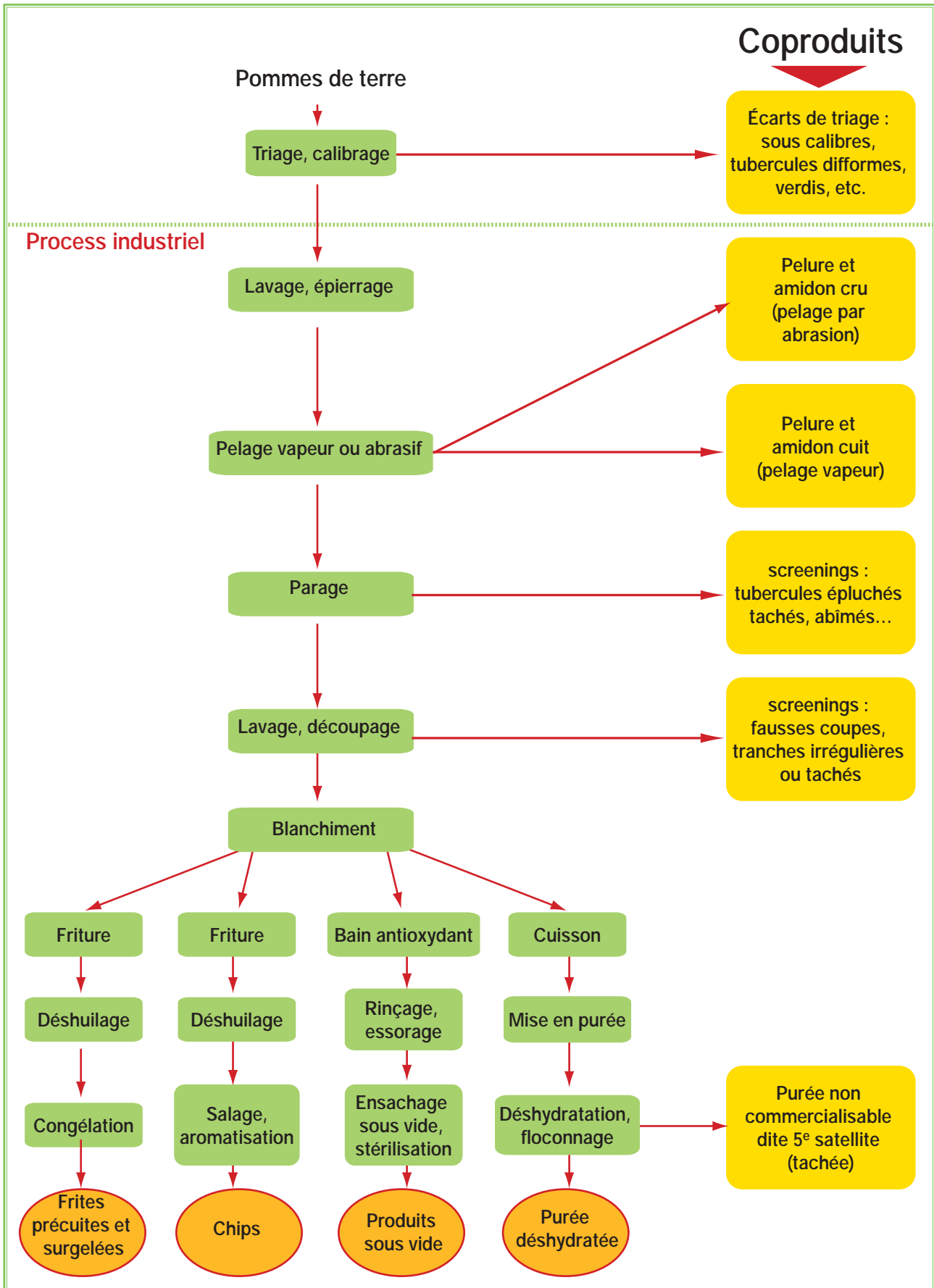
nature physique (pelage à la vapeur, lavage, brossage, essorage, etc.) sans modifier la valeur sanitaire et hygiénique des différents coproduits obtenus.



■ Carte de localisation des industries de transformation à destination de l'alimentation humaine



■ Graphique 1 - Etapes de la production de féculé



■ Graphique 2 - Etapes de la production de produits à base de pommes de terre

B - La typologie des différents coproduits disponibles

Les coproduits générés peuvent être classés en trois grandes catégories selon la nature du processus de transformation utilisé :

a) Les **écarts de triage** (tubercules déformés ou sous calibrés) sont obtenus après calibrage et triage.

b) Les **coproduits crus** (150 000 à 180 000 tonnes par an) représentés en majorité par la pulpe de féculerie, les écarts de tri et screenings, ainsi que l'amidon cru :

- La *pulpe de féculerie* (environ 80 000 tonnes par an) se présente sous forme humide (pulpe en l'état ou surpressée) ou sous forme sèche (pulpe déshydratée) ; elle est parfois enrichie en protéines par les eaux de végétation. La pulpe est récupérée après épierrage, lavage et râpage des pommes de terre.

- Les *screenings* (fausses coupes irrégulières, trop petites ou tachées) sont obtenus lors du parage, après lavage et pelage à la vapeur. Ce coproduit représente entre 50 000 et 80 000 tonnes selon les campagnes.

- L'*amidon cru* est obtenu par centrifugation des eaux après découpe des pommes de terre pour la fabrication de frites, chips ou garnitures diverses. Les volumes produits sont relativement peu importants.

c) Les **coproduits cuits** (environ 140 000 tonnes par an) concernent principalement la pelure vapeur et la purée pelure :

- La *pelure vapeur* est issue du pelage à la vapeur des tubercules après lavage. Les tubercules, placés dans une chambre pressurisée, sont traités pendant un temps très court (10 à 25 secondes) par de la

vapeur sous pression (8 à 21 bars) provoquant une cuisson superficielle (sur quelques millimètres) : cette couche est éliminée par brossage et constitue la pelure vapeur. Elle est commercialisée en l'état, ou en mélange avec de la purée raclée non commercialisable, ou encore en association avec d'autres aliments comme la luzerne déshydratée fournissant matière sèche et azote. La pelure vapeur représente annuellement environ 75 000 tonnes.

- La *purée-pelure* est obtenue par un pelage à la vapeur sous pression suivi d'un brossage plus ou moins profond du tubercule, notamment pour la fabrication de produits épluchés sous vide où les pommes de terre doivent avoir une qualité de présentation irréprochable. En fin de campagne, un brossage plus intensif contribue à augmenter la quantité d'amidon dans le coproduit. Le tonnage produit annuellement est de l'ordre de 35 000 tonnes.

- La *purée raclée* est récupérée en fin de chaîne de déshydratation (industrie des flocons pour purées), sur le 5e satellite, c'est-à-dire sur le cinquième rouleau sécheur servant à éliminer définitivement et totalement toutes les dernières impuretés (morceaux liégés, peau...). La purée raclée est un produit cuit riche en amidon. L'industrie des flocons en produit annuellement quelque 30 000 tonnes.

C - La répartition des coproduits par usine

Parmi les industriels implantés en France (environ 25), les principaux fournisseurs de coproduits sont indiqués dans le tableau 1 en fonction de leur localisation et du coproduit fourni

■ *Tableau 1 - Principaux fournisseurs de coproduits*

Industriels	Localisation	Coproduits
Avebe Haussimont	Haussimont (Marne)	Pulpe
Roquette Frères	Vecquemont (Somme) Vic-sur-Aisne (Aisne)	Pulpe et pulpe enrichie en protéines
Lunor	Luneray (Seine-Maritime) Chaulnes (Somme)	Ecart de triage, purée-pelure
McCain Alimentaire	Harnes (Pas-de-Calais)	Screenings, pelure vapeur, purée de pomme de terre
McCain Alimentaire	Matougues (Marne)	Screenings, pelure vapeur
Beaumarais	Béthune (Pas-de-Calais)	Screenings, pelure vapeur, purée de pomme de terre
Beaumarais/Fraîcheur d'Europe	Vic-sur-Aisne (Aisne)	Screenings, purée-pelure
S.I.T.P.A.	Rosières-en-Santerre (Somme)	Purée-pelure, pelure vapeur, mélange pelure vapeur/luzerne déshydratée, purée de pomme de terre
Vico	Vic-sur-Aisne (Aisne)	Ecart de triage, screenings, purée-pelure



II. Une composition chimique bien contrastée et une valeur nutritive élevée

A - La composition chimique

La base de données sur la composition chimique des coproduits disponibles rassemble les résultats d'analyses fournis par les industriels et tous ceux obtenus lors des différents essais de conservation et d'utilisation. Les valeurs de cette base de données ont été validées à l'aide de celles collectées lors de l'interrogation bibliographique.

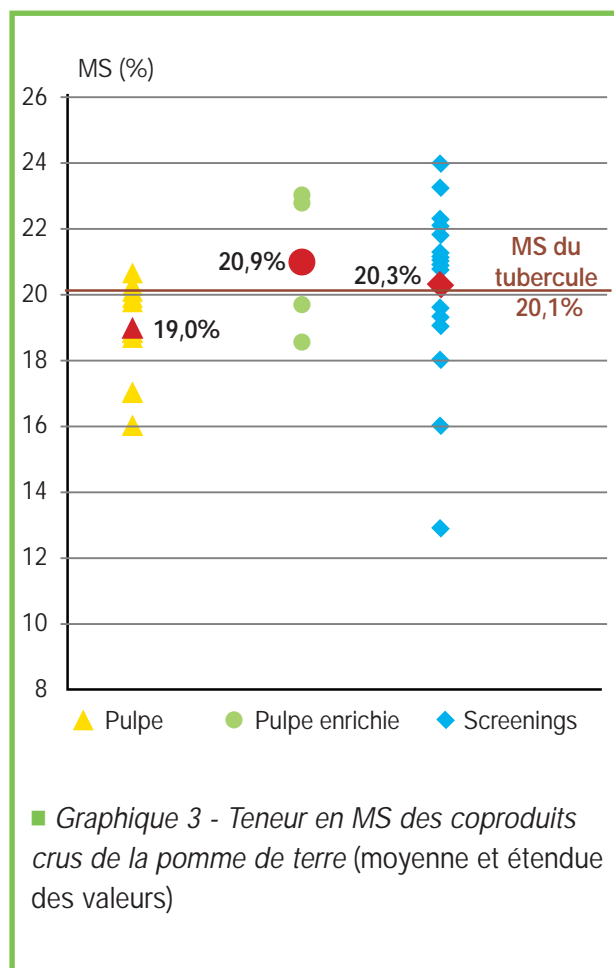
Compte tenu de la gamme des produits issus des industries de la transformation de la pomme de terre, la composition chimique des coproduits obtenus présente une variabilité liée à la fluctuation de celle du tubercule. La variation observée est fonction de nombreux facteurs comme l'intensité des process mis en œuvre pour séparer les différentes parties du tubercule les unes des autres, l'époque d'obtention, les mélanges éventuels de coproduits... Les six coproduits étudiés peuvent ainsi être regroupés en populations distinctes les unes des autres de façon graphique en utilisant deux à deux les trois critères chimiques suivants : MAT, cellulose brute et amidon (*graphiques 3a, 3b pour les coproduits crus et 4a, 4b pour les cuits*).

1. Les coproduits crus

Le graphique 3 montre comment se classe la teneur moyenne en MS des coproduits crus et se répartit l'étendue des valeurs autour de cette moyenne. Il ressort que la pulpe de féculerie présente une teneur peu variable dont la moyenne est de 19 %. L'enrichissement de la pulpe en protéines augmente la MS sans beaucoup en changer la variabilité. Enfin, la teneur en MS des screenings apparaît élevée, proche de celle du tubercule ; elle est très variable, ce qui doit traduire vraisemblablement la possibilité de mélanges avec d'autres coproduits.

La composition chimique de **la pulpe de féculerie et de la pulpe enrichie en protéines** se distingue nettement de celle du tubercule. En effet, l'extrac-

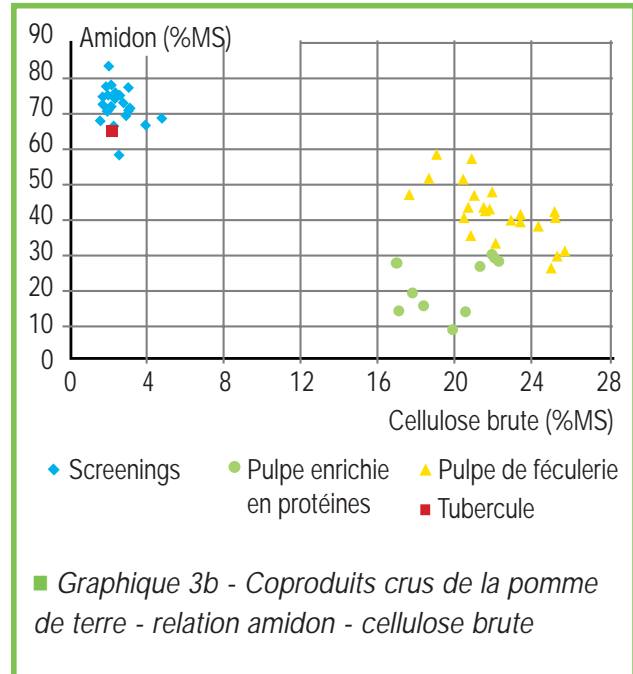
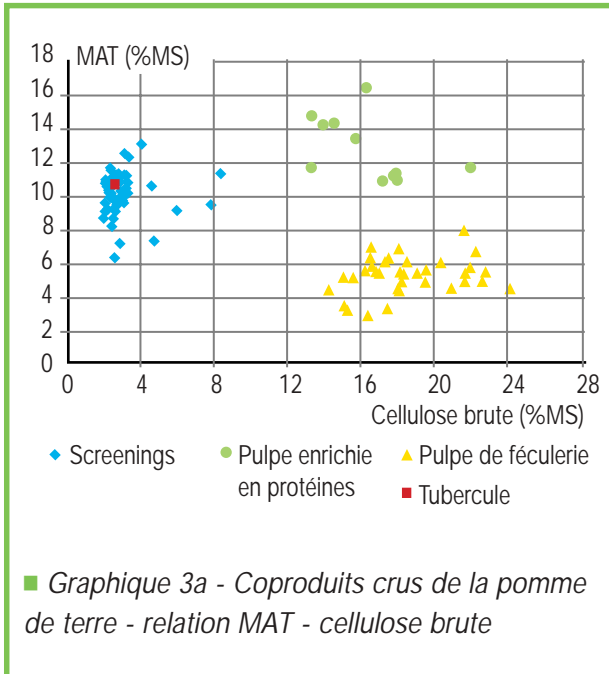
tion de la féculer appauvrit la pulpe en amidon et dans une moindre mesure en MAT, mais elle l'enrichit en cellulose brute. L'addition des eaux de végétation augmente la teneur en protéines de la pulpe, mais réduit la teneur moyenne en cellulose brute comme celle en amidon. La pulpe de féculerie, moyennement riche en phosphore et en potassium est bien pourvue en calcium. La pulpe enrichie, quant à elle, présente des niveaux plus élevés de phosphore, de calcium et surtout de potassium. L'ensemble de ces caractéristiques chimiques est présenté dans le tableau 2.



Les **screenings** présentent une composition chimique proche de celle du tubercule frais, à savoir une teneur très élevée en amidon, une teneur moyenne en MAT alors que celle en cellulose brute

est faible. Ils contiennent en général peu de matières grasses, mais la teneur peut varier fortement, vraisemblablement en liaison avec la présence plus ou moins importante de frites ou de chips non commercialisables. La teneur en cendres est identique à

celle du tubercule. Le potassium qui est le principal cation contenu dans le tubercule se situerait au même niveau dans les écarts de triage ; les teneurs en phosphore et en calcium sont proches de celles du tubercule.



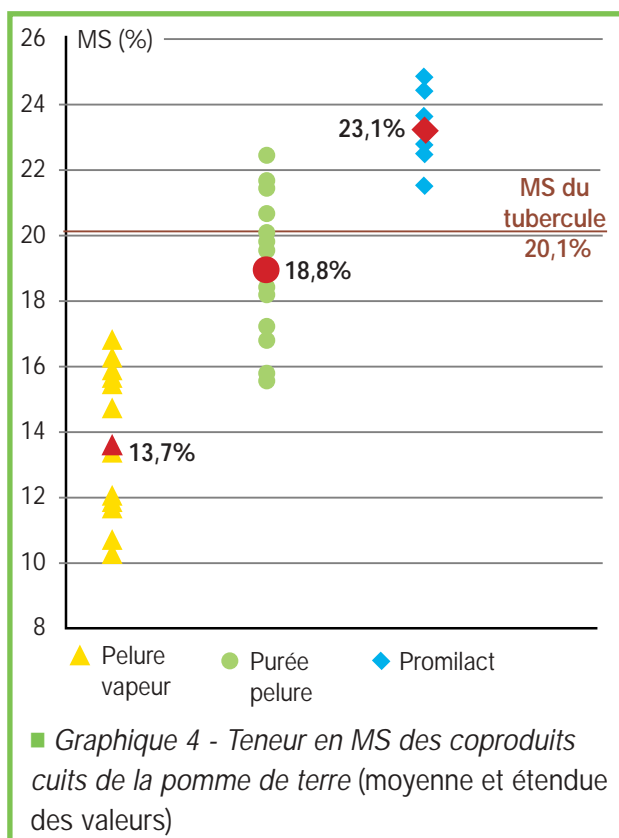
■ Tableau 2 - Caractéristiques chimiques des coproduits crus de la pomme de terre

	Pulpe de féculerie		Pulpe enrichie en protéines		Screenings		Tubercule frais Ecart de triage	
	moyenne	écart-type	moyenne	écart-type	moyenne	écart-type	moyenne	écart-type
Matière sèche (%)	19,0	0,9	20,9	1,9	20,3	2,4	19,4	2,4
Cellulose brute (% MS)	18,6	2,6	16,4	2,6	3,0	1,1	2,7	0,3
MAT (% MS)	5,5	1,0	13,0	1,9	10,3	1,1	11,0	1,0
Amidon Ewers (% MS)	40,6	7,9	22,4	7,7	72,3	4,3	64,2	—
Matières grasses (% MS)	0,44	0,34	1,5	1,2	0,37	0,39	0,24	0,05
Cendres (% MS)	3,9	1,4	9,9	1,6	5,4	1,1	5,4	0,4
Phosphore (% MS)	0,13	0,09	0,30	0,07	0,24	0,04	0,21	0,03
Calcium (% MS)	0,46	0,16	0,32	0,16	0,12	0,05	0,04	0,01
Potassium (% MS)	1,00	—	5,00	—	—	—	2,40	0,1
Énergie brute (calories/kg MS)	—	—	—	—	4 098	43	4 097	48

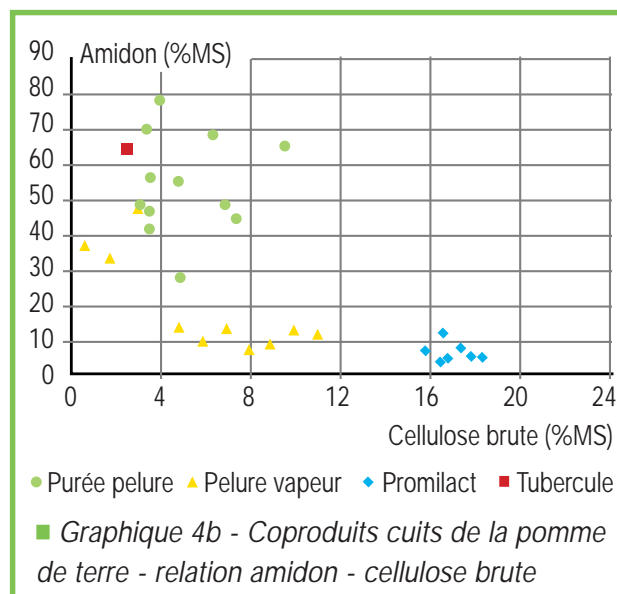
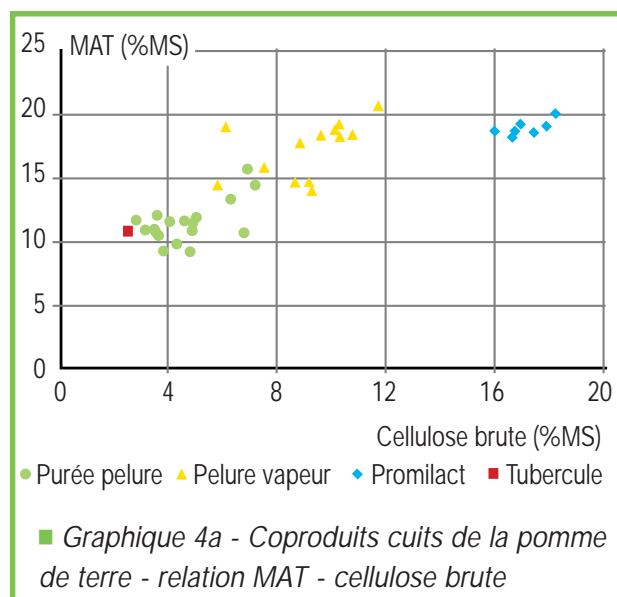
2. Les coproduits cuits

Leur teneur en MS moyenne est faible mais bien différenciée d'un coproduit à l'autre. Celle de la pelure vapeur, la plus basse, atteint 13,7 % et celle de la purée pelure 18,8 %, la variabilité autour de la moyenne étant importante. La présence de luzerne déshydratée dans le mélange pelure vapeur/luzerne déshydratée accroît significativement la teneur en MS à 23,1 % et en diminue fortement la variabilité (*graphique 4*).

L'intensité du pelage et du broyage des tubercules modifie la composition chimique des produits cuits (*Tableau 3 et graphiques 4a et 4b*). La **purée-pelure** contient en moyenne moins de MAT et de cellulose brute que la **pelure vapeur**, mais l'évolution de ces deux critères d'un coproduit vers l'autre est continue traduisant les variations de la quantité de chair retirée du tubercule au cours du process. Il en est de même pour la teneur en amidon qui permet de discriminer les deux coproduits : ainsi celle de la purée pelure est en moyenne le double de celle de la pelure vapeur, mais elle est aussi extrêmement variable, ce qui exprime vraisemblablement la différence d'in-



tensité du pelage. La teneur en cendres de la purée pelure est plus élevée que celle de la pelure vapeur, la teneur en phosphore ne change pas, alors que celle en calcium double.



Le mélange pelure vapeur/luzerne déshydratée présente des caractéristiques chimiques bien distinctes des deux coproduits précédents à cause de la présence de la luzerne déshydratée. La teneur en MAT augmente légèrement par rapport à la pelure vapeur alors que celle en cellulose brute est nettement supérieure, différenciant bien ce coproduit des deux autres. La présence de luzerne augmente globalement la teneur en cendres et plus particulièrement celle en calcium alors que la teneur en phosphore ne varie pas.

■ **Tableau 3 - Caractéristiques chimiques des coproduits cuits de la pomme de terre**

	Purée pelure		Pelure vapeur		Mélange pelure/luzerne		Tubercule frais	
	moyenne	écart-type	moyenne	écart-type	moyenne	écart-type	moyenne	écart-type
Matière sèche (%)	18,8	1,8	13,7	2,2	23,1	1,1	19,4	2,4
Cellulose brute (% MS)	4,6	1,8	9,0	1,7	17,2	0,8	2,7	0,3
MAT (% MS)	11,4	1,3	17,4	2,0	18,6	0,7	11,0	1,0
Amidon Ewers (% MS)	53,3	11,7	20,6	14,2	7,8	2,3	64,2	—
Matières grasses (% MS)	1,18	1,34	0,5	0,2	—	—	0,24	0,05
Cendres (% MS)	5,4	0,6	9,7	2,4	11,5	0,6	5,4	0,4
Phosphore (% MS)	0,22	0,05	0,24	0,02	0,30	—	0,21	0,03
Calcium (% MS)	0,15	0,03	0,30	0,15	1,50	0,1	0,04	0,01
Potassium (% MS)	—	—	—	—	—	—	2,4	0,1
Énergie brute (calories/kg MS)	4 173	76	—	—	—	—	4 097	48

B. La valeur nutritive

Les coproduits de la pomme de terre font l'objet de mesures expérimentales destinées à calculer les paramètres d'utilisation digestive nécessaires à l'élaboration de la valeur énergétique et de la valeur azotée (tableau 4). Celles-ci sont calculées selon la méthode INRA 1988 en utilisant d'une part les valeurs moyennes de composition chimique des tableaux 2 et 3 et d'autre part les paramètres validés

ou estimés par expertise dans le cas de la pelure vapeur (*Chapoutot, 2000 - Vanabelle et col., 2000*). Les valeurs du mélange sont calculées par pondération à partir de celles des deux constituants du mélange (pelure vapeur et luzerne déshydratée de type 18 % de protéines). Les valeurs en UF et en PDI retenues sont indiquées dans le tableau 5.

■ **Tableau 4 - Paramètres d'utilisation digestive retenus**

	Pulpe de féculerie	Ecart de triage	Purée-pelure	Pelure vapeur
dMO (%)	83,0	85,8	86,5	84,8
DT (%)	65	85	73	65
DE1 (%)	—	60	43	38
dr (%)	95	60	75	65

■ **Tableau 5 - Valeur nutritive moyenne des coproduits de la pomme de terre**

	Pulpe de féculerie	Ecart de triage	Purée-pelure	Pelure vapeur	Mélange pelure/luzerne
UFL (/kg MS)	1,07	1,05	1,05	0,90	0,90
UFV (/kg MS)	1,07	1,05	1,04	0,85	0,80
PDIA (g/kg MS)	20	10	25	45	45
PDIN (g/kg MS)	45	60	75	105	110
PDIE (g/kg MS)	95	85	100	110	115

La valeur énergétique des coproduits contenant plus de 40 % d'amidon (pulpe de féculerie, écarts de tri et purée pelure) est du même niveau que celle d'un concentré et dépasse 1 UF/kg de MS. Pour la pelure vapeur et le mélange qui en contiennent moins de

40 %, elle est comparable à celle d'un bon ensilage de maïs, soit environ 0,90 UF. La valeur azotée est variable d'un coproduit à l'autre : les plus riches en PDI correspondent aux moins énergétiques (pelure vapeur et mélange pelure vapeur/luzerne) et réciproquement.



III. La maîtrise du stockage assure une bonne conservation

Les coproduits de la pomme de terre se conservent sans problème majeur en tas de hauteur plus ou moins grande en fonction de leur consistance.

L'approvisionnement des élevages en coproduits crus est réalisé par les éleveurs qui se fournissent directement dans les usines. Par contre, l'approvisionnement des élevages en coproduits cuits est généralement fait par entreprise en camion étanche ou en citerne.

Dans le cas des coproduits crus à bonne texture et à consistance satisfaisante, la conservation peut se faire dans des silos couloir ou en silo taupinière d'une hauteur pouvant atteindre 2 m. Il est cependant impossible de tasser de tels silos, aussi est-il vivement recommandé de lisser la surface avant la couverture par une bâche plastique de qualité.

Les coproduits cuits, généralement semi-liquides et à faible consistance, se stockent sur une surface bétonnée rendue étanche par une bâche plastique. Pour éviter qu'ils ne glissent ou ne s'épandent, la

bâche plastique est bloquée selon les cas contre les murs du silo couloir ou par des grosses balles de paille disposées en U. La hauteur de ces silos dépasse rarement 0,40 à 0,60 m.

La largeur du front d'attaque est calculée de façon à permettre une vitesse d'avancement compatible avec une bonne conservation.

Les deux types de coproduits peuvent être distribués sans problème aux animaux dès la livraison. Au cours du stockage, il se développe au sein de la masse des fermentations anaérobies qui sont de même nature que celles des ensilages de fourrages et qui assurent l'acidification du tas et sa bonne conservation. La texture des coproduits crus ou cuits est telle qu'elle ne permet généralement pas à l'air d'entrer dans la masse et de provoquer des déviations fermentaires.

La durée de stockage est fonction du type de coproduits. Les crus, disponibles sur une courte période de l'année, se stockent généralement en quantités importantes et sur une durée de trois à six mois. Par

Contamination par les spores butyriques

Les producteurs de lait et les transformateurs sont très sensibles au risque de contamination du lait par les spores butyriques. La terre est un réservoir de spores butyriques. A la sortie de l'usine, les coproduits sont exempts de terre, grâce au lavage initial des tubercules. La contamination de l'ensilage se fait au moment de la confection du silo et se développe si les conditions de conservation sont mauvaises.

Le respect de quelques règles élémentaires permet de limiter le risque de contamination :

- *éviter la pollution du tas par de la terre apportée par les engins utilisés sur le chantier,*
- *confectionner rapidement le silo pour favoriser l'acidification rapide de la masse qui empêche la multiplication des butyriques,*
- *couvrir l'ensilage avec une bâche efficace pour une longue conservation (cas de la pulpe de féculerie).*

contre, les cuits, disponibles toute l'année, sont stockés pendant des périodes courtes de l'ordre de un à deux mois. En été, il est recommandé de plaquer une bâche plastique sur la surface pour empêcher les mouches de venir pondre dans le coproduit limitant le développement des vers.

La reprise se fait la plupart du temps avec un tracteur muni d'une pelle à godet parfois munie d'une vis distributrice.

A - La pulpe de féculerie

La pulpe de féculerie et la pulpe enrichie en protéines sont faciles à transporter. Leur stockage se fait sans problème dans des silos horizontaux, (taupinière ou couloir). Un essai de réalisation d'un silo boudin dans une gaine plastique par une ensileuse de type rotopress ne s'est pas révélé concluant.

La pulpe se conserve bien en tas à condition d'éviter l'écroulement du front d'attaque. Cela permet de conseiller les hauteurs de stockage suivantes : 0,80 à 1,0 m pour des pulpes à 19-20 % de matière sèche et 1,0 m à 1,5 m pour des pulpes à plus de 25 % de matière sèche. Au-delà, les risques d'écroulement augmentent, entraînant des pertes liées aux reprises de fermentation. La couverture avec une bâche plastique étanche de qualité est vivement recommandée, et dans ces conditions l'emploi d'un conservateur ne se justifie pas. Généralement, les écoulements de jus sont faibles.

La reprise se fait avec un tracteur muni d'une pelle à godet en évitant de secouer le front d'attaque afin de limiter les fissurations du tas, surtout dans le cas de la pulpe enrichie.

B - La pelure vapeur

1 - La pelure vapeur seule

■ Stockage dans un silo

La pelure vapeur se conserve sans problème en silo durant un à deux mois. Il se forme une croûte protectrice dans les deux ou trois jours qui suivent la livraison. Dans la mesure du possible, il est recom-

mandé de protéger la pelure de la pluie à l'aide d'une bâche tendue dès la réalisation du silo pour favoriser la formation de la croûte, éviter la dilution du produit déjà humide et limiter les écoulements de jus. Comme dans le cas des ensilages d'herbe humide, et pour être en conformité avec les règles de lutte du PMPOA, il est obligatoire de collecter les jus.

La teneur en matière sèche évolue peu en cours de stockage. En hiver, la pelure ne gèle pas. Le produit ensilé ne dégage pas de mauvaises odeurs en cours de conservation. Il est aussi possible de stocker dans des fosses creusées dans le sol. La hauteur de stockage est alors plus élevée et les résultats de conservation sont satisfaisants. La reprise se fait avec une vis sans fin. Avec ce type de stockage, la pluie reste un handicap car elle a tendance à venir s'accumuler dans la fosse et à diluer le produit.

■ Stockage en citerne

Le stockage peut se faire dans une citerne ou dans une cuve de récupération, inclinée ou située en hauteur pour faciliter l'écoulement par gravité. Le produit se décante progressivement, la pelure surnageant au-dessus d'un produit très aqueux qui est récupéré puis éliminé. On recueille ensuite la pelure pour la distribuer aux animaux. En trois à quatre semaines, le taux de matière sèche de la pelure vapeur passe de 12 % à 18 % suite à la décantation.

Ce type de stockage peut s'envisager sur une durée de trois à quatre mois tout en assurant une bonne conservation, même en été.

2 - Le mélange pelure vapeur/luzerne déshydratée

Pour améliorer la facilité de stockage et réduire les écoulements de jus liés à l'utilisation de la pelure vapeur, différents coproduits secs sont incorporés afin d'augmenter le taux de matière sèche. Un coproduit provenant de l'amidonnerie de maïs a été incorporé. Le taux de matière sèche de ce mélange a atteint environ 22 % de MS ; ce mélange est resté relativement mou, sans écoulement de jus. Pour des raisons économiques, la fabrication en a été arrêtée.

Actuellement, de la luzerne déshydratée à 18 % de MAT est incorporée à la pelure vapeur à raison de 11 % du produit brut. Le mélange se conserve bien en silo car une croûte superficielle (non consommable)

se forme lors de la conservation sur 3 à 4 cm d'épaisseur. Le mélange atteint environ 23 % de MS et de faibles écoulements de jus sont observés en tout début de stockage.

La bâche biologique

L'utilisation de la pelure vapeur ou de la purée-pelure comme couverture d'ensilage, à la place d'une bâche plastique, est une pratique relativement courante au Royaume-Uni, en Belgique. Elle se développe également en France.

Aussitôt le silo réalisé (maïs fourrage, pulpe de betterave surpressée, pulpe de féculerie...), le coproduit, acheminé par camion citerne, est épandu à l'aide d'une lance sur la surface du silo. Il est impératif que celle-ci soit bien plane et que les murs du silo couloir dépassent d'au moins 30 à 40 cm afin d'éviter tout écoulement. Les deux extrémités du silo sont couvertes soit par une bâche plastique soit par une couche de coproduit retenue à la base par des ballots... L'épaisseur de la couche de coproduit varie de 20 à 30 cm.

Le suivi de tels silos, s'ils sont bien confectionnés, montre que la masse de l'ensilage présente un bon état de conservation. Il indique également que la zone d'ensilage immédiatement sous le coproduit présente une teneur en MS plus faible (effet d'aspiration d'eau) pouvant entraîner une moins bonne conservation comme c'est parfois le cas avec les silos couverts d'une bâche plastique. Les reprises de fermentation et la contamination en spores butyriques sont supérieures à celles de la masse de l'ensilage, qui elle, présente un bon état de conservation.

Le suivi de deux silos, l'un avec du maïs fourrage et l'autre de la pulpe de féculerie, montre que la bâche biologique peut être sujette à fissuration lors de périodes sèches, ce qui entraîne une certaine perméabilité à l'air et le risque d'infiltration d'eau... Dans ce cas, il est recommandé d'apporter une nouvelle couche de pelure-vapeur.

C - La purée-pelure

Le transport se fait en citerne ou en benne étanche compartimentée pour limiter le ballant. Le produit acide (pH 3,5 à 3,8) altère à la longue les matériaux de stockage et de distribution (ciment, fer...). Il est donc recommandé de protéger les parois de stockage construites avec de tels matériaux.

Le stockage avec ou sans couverture peut se faire dans une fosse ou un trou creusé dans le sol rendu étanche par une bâche plastique. En l'absence de couverture, les risques de dilution du produit augmentent avec la pluie, entraînant une diminution du taux de matière sèche. La reprise se fait avec un

tracteur équipé d'un godet ou avec une pompe à colimaçon ou de type "roue ouverte".

Le coproduit peut aussi être stocké sur une plateforme bétonnée rendue étanche par une bâche plastique maintenue à l'aide de ballots de paille, sur une hauteur de 0,50 à 0,70 m. Dans ce cas, la reprise se fait avec un tracteur équipé d'un godet.

Enfin, l'utilisation d'une citerne pour le stockage peut aussi s'envisager, la reprise se faisant avec une pompe comme dans le cas du stockage en fosse. Quel que soit le mode de stockage, sa durée varie de un à huit mois.

D - Les caractéristiques fermentaires

Le tableau 6 rassemble les valeurs moyennes et extrêmes des caractéristiques fermentaires mesurées en cours de conservation des différents coproduits utilisés dans les essais sur animaux. A titre comparatif, les valeurs d'un ensilage de maïs à 33 % de MS sont rappelées.

Tous les coproduits présentent un pH de l'ordre de 4, en relation avec une teneur élevée en acide lactique, ce qui indique un bon état de conservation.

Les teneurs en acide acétique sont importantes par rapport à l'ensilage de maïs et rappellent plutôt celles observées sur des ensilages de graminées. Les acides propionique et butyrique sont présents en quantités non négligeables par rapport à l'ensilage de maïs. L'azote contenu dans les coproduits est peu dégradé en azote ammoniacal ce qui démontre un bon état de conservation.

En définitive, la qualité de conservation des différents coproduits est convenable et satisfaisante sous réserve que le stockage soit réalisé dans de bonnes conditions.

■ Tableau 6 - Caractéristiques de conservation

	Pulpe de féculerie	Pulpe enrichie en protéines	Purée-pelure	Pelure vapeur	Mélange pelure/luzerne	Ensilage de maïs plante entière (a)
Nombre de silos	3	1	1	2	3	—
Nombre d'analyses	6	3	4	3	7	—
Matière sèche (%)	17,9 (16,6-18,8)	19,6 (18,5-20,8)	10,8 (8,3-12,8)	13,1 (11,3-14,7)	23,1 (21,4-24,6)	33
pH	3,7 (3,2-5,0)	4,2 (4,1-4,4)	3,6 (3,5-3,8)	4,0 (3,9-4,1)	4,1 (3,9-4,4)	3,8
Acide lactique (g/kg MS)	130 (8-360)	n.d.	175 (139-193)	89 (68-124)	88 (73-112)	48
Acide acétique (C2) (g/kg MS)	16 (10-22)	33 (23-38)	33 (20-67)	15 (11-24)	21 (18-32)	13
Acide propionique (C3) (g/kg MS)	3,4 (2,2-5,5)	1,4 (1-1,6)	< 0,2	0,23 (0,1-0,7)	0,1 (0,04-0,3)	Traces
Acide butyrique (C4) (g/kg MS)	1,7 (0-3,2)	absence	< 0,2	0,23 (0,1-0,7)	0,1 (0-0,4)	Traces
Alcools (g/kg de MS)	6 (3-10)	n.d.	77 (23-108)	11 (2-13)	7 (5-11)	13
N NH3 (% N total)	0,23	6,7 (6,2-7,2)	n.d.	2,5 (1,7-3,6)	1,3 (0,9-1,6)	6
Spoires butyriques (g de produit brut)	400 (36-1 500)	200	n.d.	150 (36-2 400)	1 200 (40-4 000)	—

() Valeurs extrêmes; n.d. : non déterminé;
(a): d'après INRA 1988

IV. Les coproduits permettent de bonnes performances en diversifiant les rations

La détermination de la valeur nutritive des coproduits à l'aide d'analyses biochimiques et de mesures de paramètres digestifs sur animaux est une étape préliminaire indispensable. Les différents coproduits sont testés dans des essais de production avec des rations proches de celles pratiquées par les éleveurs, afin de mesurer leur effet sur l'ingestion et sur les performances zootechniques des animaux. Des protocoles rigoureux comportant des contrôles de la consommation en lots et des performances individuelles sont élaborés et rigoureusement appliqués.

Les essais sont réalisés sur différents types d'animaux, des vaches laitières pour l'essentiel, ainsi que

des bœufs en finition. Les principaux résultats sont regroupés par type de coproduit (tableaux 7 à 14).

A - La pulpe de féculerie

Les vaches laitières reçoivent une ration semi complète à volonté, le concentré de production étant distribué au DAC. La pulpe représente environ 9 % de la matière sèche totale consommée et remplace une partie du concentré.

L'introduction de pulpe de féculerie dans la ration ne modifie pas le niveau d'ingestion totale des animaux. La production et la composition du lait ne sont pas significativement différents.

■ Tableau 7 - Résultats d'essai sur vaches laitières (Besancenot et col., 1996)

Consommation (kg MS/VL/j)	Lot témoin (1)	Lot expérimental (2)
Ensilage de maïs (37 % MS)	10,3	10,0
Ensilage de pulpe de betteraves surpressée (27 % MS)	4,9	4,7
Foin	0,7	0,7
Concentré + AMV	6,9	7,5
dont pulpe de féculerie (19 % MS)	—	2,0
Total	22,8	22,9

Production	(1)	(2)	Ecart (2-1)	Signification
Lait brut (kg/l)	28,2	27,1	-1,1	NS
TB (g/kg)	36,2	38,2	2,0	NS
TP (g/kg)	32,4	32,2	-0,2	NS
MG (g/l)	1021	1034	13	NS
MP (g/l)	914	872	-42	NS
Lait corrigé (kg/l)	29,2	28,4	-0,8	NS
GMQ (g/l)	367	363		

NS: non significatif au risque $\alpha = 5 \%$

Dans le cadre d'un autre essai dont les résultats figurent au tableau 8, les vaches reçoivent une ration complète à volonté dans laquelle la pulpe de féculerie, qui représente environ 24 % de la matière sèche totale consommée, remplace le son de maïs humide.

Les niveaux d'ingestion sont comparables entre les deux lots. Seules les quantités de matières grasses présentent une différence entre les 2 lots.

■ *Tableau 8 - Résultats d'essai sur vaches laitières (Klop et al., 1993)*

Consommation (kg MS/VL/j)	Lot témoin (1)	Lot expérimental (2)
Fourrage (ensilage d'herbe préfanée-ensilage de maïs)	12,2	12,1
Concentré + AMV	7,0	7,0
Son de maïs humide (40 % MS)	6,1	—
Pulpe de féculerie (17,4 % MS)	—	6,0
Total	25,3	25,1

Production		(1)	(2)	Ecart (2-1)	Signification
Lait brut	(kg/j)	39,9	38,0	-1,9	NS
TB	(g/kg)	44,0	44,3	0,3	NS
TP	(g/kg)	33,0	34,0	1,0	NS
MG	(g/j)	1 752	1 677	- 75	0,05
MP	(g/j)	1 310	1 286	- 24	NS
Lait corrigé	(kg/j)	41,6	40,0	- 1,6	NS

NS: non significatif au risque $\alpha = 5 \%$



B - La pulpe enrichie en protéines

Les vaches reçoivent une ration semi complète à volonté dans laquelle la pulpe enrichie en protéines (Protéopulp®) représente environ 13 % de la matière sèche totale consommée et remplace du concentré. Les animaux du lot expérimental consomment 1,5 kg de MS de plus que ceux du lot témoin. Seul le taux butyreux présente une différence significative entre les 2 lots.

La contamination en spores butyriques du Protéopulp® est de 200 spores/g de produit brut. Celle du lait est comparable dans les deux régimes, 200 spores par litre de lait lors du premier contrôle. Lors du second contrôle, le nombre de spores par litre de lait s'élève respectivement à 1 700 pour le lot 1 et à 1 100 pour le lot 2. Selon le barème publié par l'ITEB (Baraton et col., 1985), ces résultats correspondent à un lait bien contaminé.

■ Tableau 9 - Résultats d'essai sur vaches laitières (Morel d'Arleux et col., 1999)

Consommation (kg MS/VL/j)	Lot témoin (1)	Lot expérimental (2)
Ensilage de maïs (35 % de MS)	8,1	8,0
Ensilage de pulpe de betteraves surpressée (29 % MS)	4,7	4,8
Luzerne	1,6	1,7
Paille	0,8	1,1
Concentré + AMV	6,3	7,4
dont Protéopulp® (19 % MS)	—	2,9
Total	21,5	23,0

Production	(1)	(2)	Ecart (2-1)	Signification
Lait brut (kg/l)	30,4	29,7	-0,7	NS
TB (g/kg)	37,2	39,1	1,9	0,02
TP (g/kg)	32,6	32,7	0,1	NS
MG (g/l)	1 117	1 143	2,6	NS
MP (g/l)	983	965	- 18	NS
Lait corrigé (kg/l)	29,0	29,0	0	NS
GMQ (g/l)	352	372		

NS: non significatif au risque $\alpha = 5 \%$

C - Les screenings

Les vaches reçoivent une ration complète à volonté dans laquelle les screenings représentent plus de 20 % de la matière sèche totale consommée et remplacent du blé.

Les niveaux d'ingestion sont comparables entre les deux lots. La production de lait brut, le taux protéique, les matières protéiques ne sont pas significativement différents. Par contre, le taux butyreux,

les quantités de matières grasses et le lait corrigé présentent une différence entre les 2 lots.

Ces résultats concordent, dans l'ensemble, avec ceux obtenus par Morel d'Arleux et col. (1994) lors d'essais portant sur l'apport en quantités variables de tubercules de pomme de terre (3 à 4 kg de MS) en remplacement de fourrage ou de concentré, selon les essais. Par contre, le taux protéique est systématiquement amélioré de 1,3 à 3,7 g/kg.

■ Tableau 10 - Résultats d'essai sur vaches laitières (Jurjanz et col., 1996)

Consommation (kg MS/VL/j)	Lot témoin (1)	Lot expérimental (2)
Ensilage de maïs (33 % MS)	13,7	12,6
Concentré + AMV dont screenings (30 % MS)	8,5	9,3 4,6
Total	22,2	21,9

Production	(1)	(2)	Ecart (2-1)	Signification
Lait brut (kg/l)	27,2	26,6	- 0,6	NS
TB (g/kg)	34,7	38,0	3,3	0,01
TP (g/kg)	32,5	32,0	- 0,5	NS
MG (g/l)	979	1050	71	0,01
MP (g/l)	914	888	- 26	NS
Lait corrigé (kg/l)	25,8	26,6	0,8	0,07
GMQ (g/l)	252	384	132	NS

NS: non significatif au risque $\alpha = 10\%$

D - La pelure vapeur

La pelure vapeur représente environ 19 % de la matière sèche totale consommée et remplace une partie du mélange de la ration semi-complète distribuée à volonté.

Les vaches du lot expérimental consomment 1,3 kg de matière sèche de plus que celles du lot témoin. La production et la composition du lait ne sont pas significativement différents.

La contamination en spores butyriques de la pelure vapeur de pommes de terre est mesurée huit fois et elle est en moyenne de 150 spores/g de produit brut alors que celle de l'ensilage de maïs s'élève à 600. La teneur du lait en spores butyriques est comparable dans les deux régimes, respectivement 650 et 600 spores par litre. Selon le barème publié par l'ITEB (Baraton et col., 1985), ce lait est considéré comme un peu contaminé.

■ Tableau 11 - Résultats d'essai sur vaches laitières (Cabon et col., 1997)

Consommation (kg MS/VL/j)	Lot témoin (1)	Lot expérimental (2)
Total fourrage <i>dont pelure vapeur (13 % MS)</i>	15,8	17,2
Concentré + AMV	6,6	6,5
Total	22,4	23,7

Production	(1)	(2)	Ecart (2-1)	Signification
Lait brut (kg/l)	32,0	32,4	0,4	NS
TB (g/kg)	38,4	39,8	1,4	NS
TP (g/kg)	29,7	29,8	0,1	NS
MG (g/l)	1 218	1 274	56	NS
MP (g/l)	938	951	13	NS
Lait corrigé (kg/l)	31,1	32,1	1,0	NS
GMQ (g/l)	- 60	- 71	- 11	—

NS: non significatif au risque $\alpha = 5 \%$

E - Le mélange pelure vapeur/luzerne déshydratée

Les animaux reçoivent une ration complète à volonté dans laquelle le mélange pelure vapeur/luzerne déshydratée à 18 % de MAT représente environ 23 % de la matière sèche totale consommée et remplace à la fois du concentré et de l'ensilage de maïs. L'introduction du mélange dans la ration ne modifie pas le niveau d'ingestion totale des animaux. La production de lait brut, les taux butyreux et protéiques présentent une différence entre les 2 lots. Par contre,

les quantités de matières grasses, de matières protéiques et de lait corrigé ne sont pas significativement différentes.

La contamination moyenne en spores butyriques du mélange pelure vapeur/luzerne est de 1 200 spores/g de produit brut. Pour le lait les résultats moyens sont comparables dans les deux lots : 1 200 spores par litre pour le lot témoin et 1 000 spores pour le lot expérimental. Par rapport aux normes établies par l'ITEB (Baraton et col., 1985), ils correspondent à un lait bien contaminé.

■ Tableau 12 - Résultats d'essai sur vaches laitières (Morel d'Arleux et col., 2000)

Consommation (kg MS/VL/j)	Lot témoin (1)	Lot expérimental (2)
Ensilage de maïs (36 % MS)	14,4	11,8
Foin	0,9	0,9
Concentré + AMV dont mélange (23 % MS)	4,8	7,1
Total	20,1	19,8

Production	(1)	(2)	Ecart (2-1)	Signification
Lait brut (kg/l)	21,7	22,6	0,9	0,04
TB (g/kg)	45,1	42,6	- 2,5	0,003
TP (g/kg)	35,6	34,2	- 1,4	< 0,001
MG (g/l)	975	956	- 19	NS
MP (g/l)	768	768	—	NS
Lait corrigé (kg/l)	23,3	23,4	0,1	NS
GMQ (g/l)	472	333	- 139	—

NS : non significatif au risque $\alpha = 5\%$

F - La purée-pelure

Les animaux reçoivent une ration complète à volonté dans laquelle la purée-pelure représente environ 27 % de la matière sèche totale consommée et remplace du fourrage. Dans le lot expérimental, de la paille est mélangée à la ration dans la remorque distributrice afin de pouvoir vider la remorque (mélange

trop liquide). De la paille est mise à la disposition des bœufs dans un râtelier. Mais elle n'est pratiquement pas consommée.

Les animaux du lot expérimental consomment 0,8 kg de MS de moins que ceux du lot témoin. La croissance et les caractéristiques des carcasses ne sont pas statistiquement différents (risque $\alpha = 5\%$).

■ Tableau 13 - Résultats d'essai sur bœufs charolais (Le Stang et col., 1999)

Consommation		Lot témoin	Lot expérimental
Ensilage de maïs (33 % MS)	(kg MS)	12,0	5,8
Purée-pelure (13,4 % MS)	(kg MS)	—	3,6
Soja	(kg brut)	1,2	1,3
Pulpe de betterave déshydratée	(kg brut)	0,5	0,5
Paille	(kg brut)	—	2,1
AMV	(g) 7-21-5	150	150
Durée finition	(j)	117	120
GMQ en vif (1)	(g/l)	1 470	1 370

Caractéristiques des carcasses		Lot témoin	Lot expérimental
Âge	(mois)	29,1	29,3
Poids de carcasse	(kg)	431	428
Note de conformation (2)		R ⁺ /U ⁻	R ⁺
Note d'état d'engraissement	(1 à 5)	3	3
Gras totaux	(% de poids de carcasse)	2,9	2,8

(1): GMQ entre le début de l'essai et le départ des premiers animaux à l'abattoir

(2): selon la grille EUROP de classement des carcasses à l'abattage



Dans un second essai dont les résultats figurent au tableau 14, les animaux reçoivent une ration complète à volonté dans laquelle la purée-pelure représente environ 27 % de la matière sèche totale consommée et remplace du fourrage. Contrairement au premier essai il n'est pas apporté de paille dans la remorque distributrice. De la paille est apportée dans un râtelier mais elle n'est pratiquement pas consommée.

Les animaux du lot expérimental consomment 0,5 kg de MS en plus que ceux du lot témoin.

Les croissances sont très élevées et présentent une différence entre les 2 lots (risque $\alpha = 5\%$).

La maîtrise de l'état d'engraissement des 2 lots est bonne. Les critères de qualité de la viande sont satisfaisants. Ils concernent la couleur et le gras, critères visuels commercialement importants dans l'acte d'achat du produit.

■ *Tableau 14 - Résultats d'essai sur bœufs charolais en finition (Le Stang et col., 2000)*

Consommation		Lot témoin	Lot expérimental
Ensilage de maïs (29,6 % MS)	(kg MS)	12,3	8,9
Purée pelure (11,5 % MS)	(kg MS)	—	3,9
Soja	(kg brut)	1,4	1,4
Pulpe de betterave déshydratée	(kg brut)	0,4	0,4
AMV	(g) 7-21-5	180	180
Durée finition	(j)	116	114
GMQ en vif (1)	(g/j)	1 721	1 939

Caractéristiques des carcasses		Lot témoin	Lot expérimental
Âge	(mois)	29,2	29,2
Poids de carcasse	(kg)	456	464
Note de conformation (2)		R ⁺ /U ⁻	U ⁻
Note d'état d'engraissement	(1 à 5)	3	3
Gras totaux	(% de poids de carcasse)	3,3	3,2

Qualité de la viande		Lot témoin	Lot expérimental
Note de persillé	(3 à 14)	5,2	5,5
Lipides totaux	(% de viande)	3,3	3,9
Couleur (note visuelle)	(1 à 4)	2,3	2,5
Couleur (chromamètre)			
L (luminance)	(0 à 100)	39,9	39,7
a (indice de rouge)	(- 60 à + 60)	24,4	24,8
b (indice de jaune)	(- 60 à + 60)	11,1	11,1
Fer héminique	(µg/g de viande)	16,9	16,9

(1): GMQ entre le début de l'essai et le départ des premiers animaux à l'abattoir

(2): selon la grille EUROP de classement des carcasses à l'abattage

En production laitière, l'introduction en quantités limitées de coproduits de la pomme de terre (entre 2 et 6 kg de MS/j) dans la ration modifie peu le niveau de consommation. L'effet sur les performances de production et de composition du lait est variable selon le coproduit utilisé.

L'utilisation de purée-pelure pour la finition de bœufs charolais permet d'obtenir des résultats très satisfaisants aussi bien concernant les performances de croissance et de consommation que la qualité des carcasses et la qualité de la viande.

V. Les précautions d'emploi et les apports recommandés pour bien valoriser les rations

A - Les précautions d'emploi

Les coproduits de la pomme de terre sont appétents et appréciés par les animaux. Il convient de les employer de façon continue sans rupture des apports. L'introduction ou l'arrêt de la distribution des coproduits dans la ration doit se faire progressivement afin d'éviter des troubles digestifs. L'éleveur doit assurer une transition alimentaire adaptée d'une dizaine de jours et prévoir les stocks nécessaires. Un contrat avec un fournisseur précisant les modalités de livraison est une garantie d'un approvisionnement constant.

Ces coproduits sont bien pourvus en énergie mais leur teneur en azote est limitée. La complémentation

de la ration doit être adaptée afin de permettre la couverture stricte des besoins azotés. Compte tenu de la composition des coproduits (MS, cellulose brute...), les rations doivent apporter une quantité suffisante de fibres (paille de bonne qualité, foin récolté plutôt tardivement) pour assurer le bon fonctionnement du rumen. Certains coproduits étant riches en potassium, le rationnement doit en tenir compte.

Pour des vaches laitières, la proportion de coproduits ne doit pas dépasser 25 % de la matière sèche totale dans le cas des crus, et 20 % dans le cas des cuits. Pour les animaux en engraissement, la proportion peut se situer à respectivement 35-40 % et 30-35 %.



B - les apports recommandés

■ Tableau 15 - Quantités recommandées par animal et par jour

	Produits crus		Produits cuits		
	Pulpe de féculerie	Screenings	Pelure vapeur	Purée-pelure	Mélange pelure/luzerne
Matière sèche (%)	19	20	14	18	23
Vaches laitières • kg brut • kg MS	25 3,8	20-25 4,4	25-30 3,8	25-30 4,8	15-20 3,9
Génisses d'élevage de 2 ans • kg brut • kg MS	5-10 1,3	5-10 1,5	5-10 1,1	5-10 1,4	5-10 1,7
Jeunes bovins • kg brut • kg MS	20 3,8	10-15 2,4	12-13 1,7	15-20 3,1	12-15 3,1
Bœufs en finition 30 mois • kg brut • kg MS	25 3,8	30 (6,0)	30 4,2	20-25 4,0	25 5,7
Ovins viande • kg brut • kg MS	2-3 0,5	3-4 0,7	— —	— —	— —

Dans la pratique, les techniciens considèrent qu'il est souhaitable de diversifier les composants du régime alimentaire ce que permettent les coproduits. Grâce à leur richesse en amidon et leur teneur en cellulose brute, etc., ils s'intègrent bien dans la plu-

part des rations de base. A ce titre, des exemples de rations possibles pour différentes catégories d'animaux sont présentés dans les tableaux de la page suivante.

■ **Tableau 16 - Exemples de rations pour vaches laitières produisant environ 30 kg de lait (kg MS/VL/j)**

Ration à base d'ensilage de maïs et de pulpe de féculerie		Ration à base d'ensilage d'herbe et de pulpe de féculerie	
Ensilage de maïs (33 % MS)	9,9	Ensilage d'herbe RGI début épi (33 % MS)	9,9
Pulpe de féculerie (19 % MS)	2,7	Pulpe de féculerie (19 % MS)	2,9
Ensilage de pulpe de betterave (27 % MS)	2,5	Foin de bonne qualité	1,8
Foin de luzerne	2,0	Pulpe de betterave déshydratée	2,3
Tourteau de soja 48	2,8	Tourteau de soja 48	2,0
AMV type 10-20-5 (g)	250	Concentré de production	0,9
		AMV type 10-20-5 (g)	150
Ration à base d'ensilage de maïs et de purée-pelure		Ration à base d'ensilage de maïs et de pelure vapeur	
Ensilage de maïs (33 % MS)	9,5	Ensilage de maïs (33 % MS)	9,8
Purée-pelure (18 % MS)	3,9	Pelure vapeur (19 % MS)	3,3
Foin de bonne qualité	1,4	Foin de bonne qualité	2,3
Paille	0,8	Paille	1,0
Luzerne déshydratée (22 % MS)	1,8	Tourteau de soja 48	2,2
Tourteau de soja 48	2,2	Maïs grain	1,3
AMV type 8-24-5 (g)	300	AMV type 8-24-5 (g)	350

■ **Tableau 17 - Exemples de rations pour animaux à l'engrais (kg MS/animal/j)**

- Bœufs charolais de 700 kg en finition (objectif de croissance de 1 400 g/j)
- Jeunes bovins charolais de 500 kg en finition (objectif de croissance de 1 500 g/j)

Ration à base d'ensilage de maïs et de purée-pelure		Ration à base d'ensilage de maïs et de purée-pelure	
Ensilage de maïs (30 % MS)	6,9	Ensilage de maïs (30 % MS)	4,5
Purée-pelure (13 % MS)	3,9	Purée-pelure (13 % MS)	3,0
Tourteau de soja 48	1,25	Tourteau de soja 48	1,0
AMV type 7-21-5 (g)	180	AMV type 7-21-5 (g)	180
Paille alimentaire	à disposition	Paille alimentaire	à disposition

■ **Tableau 18 - Exemples de rations pour brebis de bergerie allaitant deux agneaux (kg MS/animal/j)**

Ration à base d'écart de triage		Ration à base de pulpe de féculerie	
Ecart de triage (19 % MS)	0,77	Pulpe de féculerie (19 % MS)	0,57
Foin de pré	1,33	Foin de pré	1,33
Orge	0,36	Pulpe de betterave déshydratée	0,36
Tourteau de soja 48	0,31	Orge	0,23
Calcium (g)	13	Tourteau de soja 48	0,35
		Phosphore (g)	2
		Calcium (g)	6

C - Les résidus d'inhibiteurs de germination

Les pommes de terre destinées à l'industrie de transformation doivent être conservées sur des périodes plus ou moins longues (de un à sept mois) en fonction de leur destination. La maîtrise du processus de germination nécessite d'avoir recours à des produits inhibiteurs tels que le CIPC.

A la récolte, le tubercule est incapable de germer, même si les conditions de température et d'hygrométrie sont favorables, car il se trouve en état de repos végétatif ou dormance. La durée de la dormance varie dans de larges proportions, la variété étant le principal facteur de variation. Les conditions de conservation (température en particulier) interviennent également sur la durée de repos du tubercule. Pour répondre aux exigences de qualité gustative et technologique, il est recommandé de ne pas descendre la température en dessous de +5 à +6 °C ; or à de telles températures, la dormance est raccourcie. Les conséquences de la germination des tubercules en cours de conservation sont importantes : pertes de poids et de qualité, auxquelles s'ajoute le développement de maladies fongiques et bactériennes provoquées par la modification du microclimat du lieu de conservation liée à la reprise de la respiration et de la transpiration du tubercule.

Lors de travaux menés sur animaux, la présence éventuelle de CIPC a été recherchée dans le coproduit, dans le lait et dans la viande :

■ **Teneur en CIPC des coproduits** : les analyses réalisées montrent que la teneur en CIPC présent dans les différents coproduits varie dans de larges proportions : par exemple pour la pelure vapeur de 8,5 à 21,3 mg par kg de coproduit (Cabon et col., 1998), et pour la purée-pelure de 0,6 à 2,1 mg par kg (Le Stang et col., 2000). Le fait de retrouver parfois du CIPC en quantité élevée n'est pas surprenant

dans la mesure où seule une partie du CIPC est dégradée lors de la conservation ; il en reste une quantité qui se dépose sur la peau et pénètre dans l'épiderme supérieur du tubercule. Il est alors important de connaître le devenir de ces résidus ingérés, à la fois dans le lait et dans la viande.

■ **Teneur en CIPC dans le lait** : quel que soit le protocole expérimental et la dose ingérée par l'animal, aucun résidu de CIPC n'est détecté dans le lait, le seuil de détection étant de 0,005 mg/kg (Cabon et col., 1998 ; Morel-d'Arleux et col., 2000). Dans le cadre de la réhomologation du CIPC, des expérimentations apportant des doses trouvées classiquement dans les rations (de l'ordre de 30 mg de CIPC par kg de MS) sont réalisées sur vaches laitières. A ces niveaux d'apport, il n'est pas détecté de CIPC et de 4-HSA dans le lait.

Le CIPC bloque la division cellulaire au niveau des yeux du tubercule. L'application se fait soit en une fois par poudrage, soit en plusieurs fois par nébulisation à chaud.

La matière active se trouve principalement concentrée dans la pelure et dans l'épiderme sous-jacent et décroît fortement vers l'intérieur du tubercule (Anonyme, 1989). Dans la perspective de bien valoriser les coproduits de la pomme de terre en alimentation animale, il est important de pouvoir préciser le niveau des teneurs des résidus présents en CIPC et en métabolites dont le principal est le 4-HSA, dans les coproduits commercialisés et d'appréhender l'éventuel effet de toxicité à moyen et long termes sur les ruminants.

Au moment de la commercialisation des pommes de terre la teneur en résidus dans le tubercule doit être inférieure à 5 mg de CIPC par kg de tubercule cru non épluché.

■ **Teneur en CIPC dans la viande** : en vue de la réhomologation du CIPC, les études menées sur bovins en engraissement portent sur des prélèvements de reins, de foie, de muscle et de différents

gras (gras de couverture, gras de rognon, gras interne). Le caractère liposoluble du CIPC est constaté puisqu'il est retrouvé dans les gras. Par contre, le 4-HSA n'est retrouvé que dans les reins, à un niveau compatible avec la réglementation en vigueur.

Ces différentes études sont par ailleurs actuellement complétées par une nouvelle évaluation de la toxicité du CIPC par l'Organisation Mondiale de la Santé de façon à donner toutes les garanties nécessaires liées à l'utilisation des inhibiteurs de germination.

D - Les glycoalcaloïdes

L'exposition du tubercule à la lumière provoque son verdissement et la synthèse de solanine. Celle-ci comprend de la solanidine qui est un mélange de deux glycoalcaloïdes, l' α solanine et l' α chaconine. La teneur en glycoalcaloïdes s'exprime généralement en TGA (en mg par kg de tubercule). Le tuber-

cule en contient en moyenne 50 à 75 mg par kg (Lisinska et al., 1989). L'homme est sensible à la présence de glycoalcaloïdes dans le tubercule, alors que le porc n'est pas. Il n'y a pas de références disponibles sur la sensibilité des ruminants.

Bushway et al., (1984) ont comparé des rations distribuées à des vaches laitières contenant 0-10 ou 20 % d'un mélange de coproduits dosant 800 mg de TGA au kg. Quelle que soit la proportion de coproduit dans la ration, le lait produit entre 60 et 150 jours de lactation ne contient pas de glycoalcaloïdes.

E - Divers

Pour leur garantir une bonne valeur hygiénique, évitant ainsi des troubles digestifs, les coproduits doivent être exempts de corps étrangers comme par exemple des cailloux, des plastiques...

VI. Une organisation de la commercialisation des coproduits simple et efficace

Les enlèvements de coproduits sont programmés entre chaque fournisseur et les structures de commercialisation et de distribution (coopératives d'approvisionnement, groupements de producteurs, négociants privés), en fonction des possibilités de stockage existantes ou non. Ces structures, disposant d'un réseau d'utilisateurs dans le domaine de l'alimentation animale, se chargent de l'enlèvement à l'usine et de la livraison chez l'éleveur. Par ailleurs, elles peuvent assurer le conseil technique aux éleveurs, la détermination des périodes de livraison, le transport et la facturation.

Outre ce type de commercialisation, certains fournisseurs vendent en direct aux éleveurs situés à proximité des usines. Dans ce cas, les éleveurs procèdent eux-mêmes aux enlèvements.

Du fait de la saisonnalité de la féculerie, la commercialisation de la pulpe est organisée selon un mode de réservation de tonnages généralement entre juin et août, les enlèvements s'opérant de septembre à décembre. Pour les autres coproduits, la disponibilité tout au long de l'année est liée aux modes de gestion et aux possibilités de stockage des distributeurs et des éleveurs.

Glossaire

4-HSA	4-Hydroxychlorpropham-O-sulfonic acid
Ademe	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
AMV	Aliment minéral et vitaminé
CIPC	Chlorprophame (N- (chloro-3 phényl) carbamate d'isopropyle)
DAC	Distributeur automatique de concentré
DE1	Dégradation enzymatique des matières azotées après une heure d'incubation
dMO	Digestibilité apparente de la matière organique (%)
dr	Digestibilité réelle de l'azote dans l'intestin grêle (%)
DT	Dégradabilité théorique de l'azote en sachets dans le rumen (%)
GIPT	Groupement Interprofessionnel pour la valorisation de la Pomme de Terre
GMQ	Gain moyen quotidien (g/j)
GPV	Gain de poids vif (kg)
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
ITCF	Institut Technique des Céréales et des Fourrages
ITEB	Institut Technique de l'Elevage Bovin
ITPT	Institut Technique de la Pomme de Terre
MAT	Matières azotées totales (% MS)
MG	Quantité de matières grasses du lait (g)
MP	Quantité de matières protéiques du lait (g)
MS	Matière sèche (%)
ONIFLHOR	Office National Interprofessionnel des Fruits et Légumes et de l'Horticulture
PDI	Protéines vraies digestibles dans l'intestin
PDIA	PDI d'origine alimentaire non dégradées dans le rumen (g/kg MS)
PDIE	PDI correspondant à l'azote dégradé dans le rumen (g/kg MS)
PDIN	PDI correspondant à l'énergie fermentée dans le rumen (g/kg MS)
PMPOA	Programme de maîtrise des pollutions d'origine agricole
RGI	Ray-grass italien
TB	Taux butyreux (%)
TGA	Total glycoalcaloid (mg/kg de produit frais)
TP	Taux protéique (%)
UF	Unité fourragère
UFL	Unité fourragère "lait" (/kg MS)
UFV	Unité fourragère "viande" (/kg MS)
VL	Vache laitière

Références bibliographiques

- Alimentation des bovins, ovins et caprins, 1988, INRA
- ANONYME, 1989, Résidus d'inhibiteurs de germination dans les pommes de terre. Effet du pelage et de la cuisson, C.R. ITPT
- ANONYME, 1991, Résidus d'inhibiteurs de germination dans les pommes de terre et les produits transformés, C.R. ITPT
- BARATON Y. et col., 1985, La contamination du lait par les spores butyriques, Le point sur, RNED Bovin ITEB
- BESANCENOT J.-M., MOREL d'ARLEUX F., GALLOO 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, C.R. Institut de l'Elevage 96094
- BUSHWAY R.J., McGANN D.F., BUSHWAY A.A., 1984, Gas chromatographic method for the determination of solanidine on its application to a study of feed-milk transfer in the cow, Journal of Agricultural and Food Chemistry vol. 32 (3 : p. 548-551)
- 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
- CHAPOUTOT P., 2000, Note concernant l'estimation de la valeur nutritive des coproduits de la pomme de terre (non publié)
- CHILLON A., 1997, Suivi de silos de divers coproduits, C.R. EDE de la Marne (non publié)
- IO7, Banque de données de l'Association Française de Zootechnie
- JURJANZ S., COLIN-SCHOELLEN O., LAURENT F., 1996, Influence de la nature de l'amidon du complément énergétique et d'une supplémentation en méthionine sur les performances zootechniques des vaches laitières, Annales de zootechnie (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
- LE STANG J.-P., DAUVER F., FIGEUREU M., 1999, Utilisation de la purée-pelure de pommes de terre pour la production de bœufs Charolais, C.R. Institut de l'Elevage 2003224
- LE STANG J.-P., DAUVER F., FIGEUREU M., TURIN F., BROUARD S., 2000, Utilisation de la purée-pelure de pommes de terre pour la finition de bœufs Charolais - influence sur les performances zootechniques et les qualités de carcasse et de viande, C.R. Institut de l'Elevage 2003225
- LISINSKA G., LESZCZYNSKI W., 1989, Potato Science Technology, Elsevier Science Publishers Ltd
- MOREL d'ARLEUX F., BESANCENOT J.-M., GALLOO J.-B., 1999, Effets zootechniques de l'utilisation de protéopulp par des vaches laitières en remplacement de maïs grain et de tourteau de soja, C.R. Institut de l'Elevage 9993108
- MOREL d'ARLEUX F., CHENAIS F., MARECHAL M., SAMSON R., AUBINE D., de MONTIGNY A., LEBRUN J.-M., RATIER F., 1994, Effets zootechniques de l'utilisation de pomme de terre par des vaches laitières en complément d'une ration à base d'ensilage de maïs - Approche économique, C.R. I.T.E.B. 94042
- MOREL d'ARLEUX F., COLIN G., 2000, Intérêt zootechnique d'un mélange de pelure vapeur de pomme de terre et de luzerne déshydratée par des vaches laitières, C.R. Institut de l'Elevage 2003114
- PILARD J.-L., 1997, Suivi de silos de divers coproduits, C.R. Chambre d'Agriculture de la Somme (non publié)
- VANABELLE B., LARONDELLE Y., 1997, Etude de la valeur alimentaire de coproduits de la pomme de terre (non publié)
- VANABELLE B., POUPARD F., BESANCENOT J.-M., MOREL d'ARLEUX F., WEISS P., LARONDELLE Y., 2000, Valeur énergétique des coproduits de la pomme de terre chez le ruminant, Ann. Zootech. 49 (2000) 399-404

Ce document a été rédigé par :

François Morel d'Arleux : Institut de l'Elevage

Philippe Weiss : Institut Technique des Céréales et des Fourrages, ITCF

André Souteyrat : Groupement Interprofessionnel pour la valorisation de la Pomme de Terre, GIPT

Nous remercions pour leur contribution active :

Patrick Chapoutot : Institut National Agronomique-Paris-Grignon-INA PG

Jean-Louis Pilard : Chambre d'Agriculture de la Somme

Nous remercions également pour leur participation les techniciens de la Maison de l'Elevage de l'Île-de-France et de la Chambre d'Agriculture du Pas-de-Calais.

L'étude a été pilotée par un groupe de travail composé de :

Pour le Comité National des Coproduits :

J. M. Besancenot, ERE de l'Île-de-France ; J.-P. Le Stang, Institut de l'Elevage ;

F. Morel d'Arleux, Institut de l'Elevage ; J.-L. Pilard, Chambre d'Agriculture de la Somme ;

P. Weiss, Institut des Céréales et des Fourrages, ITCF

Pour le Groupement Interprofessionnel pour la valorisation de la Pomme de Terre (GIPT) :

J. Arnold, Avebe Haussimont ; M. Delhom, Lunor ; F. Decool, McCain Alimentaire ;

C. Delporte, Roquette Frères ; S. Bouchez, SITPA-Nestlé ; M. Théron, Vico ;

A. Souteyrat, GIPT.

Pour en savoir plus...

■ GIPT

9, rue d'Athènes - 75009 PARIS

Contact : **André SOUTEYRAT**

Tél. : 01 40 82 18 67

Fax : 01 40 82 18 68

e-mail : gipt@voila.fr

■ Institut de l'Elevage

149, rue de Bercy - 75595 PARIS CEDEX 12

Contact : **François MOREL d'ARLEUX**

Tél. : 01 40 04 52 24 - Fax : 01 40 04 49 44

e-mail : francois.morel-d-arleux@inst-elevage.asso.fr

■ ITCF

27, rue de la Vistule - 75013 PARIS

Contact : **Philippe WEISS**

Tél. : 01 44 06 93 40

Fax : 01 44 06 93 52

e-mail : pweiss@itcf.fr

Crédits photos : D.R.

© Groupement Interprofessionnel pour
la valorisation de la Pomme de Terre (GIPT)

**Ce document a bénéficié du soutien financier
de l'ONIFLHOR, de l'ADEME et du GIPT.**