



Pomme de terre féculière

Un nouvel enjeu : augmenter la teneur en protéines coagulables

Les protéines extraites de la pomme de terre constituent des co-produits intéressants pour la filière féculière. Une étude réalisée par ARVALIS – Institut du végétal/ITPT a permis d'identifier les éléments favorisant l'augmentation de la fraction de protéines récupérables.

Jean-Michel Gravouille
jm.gravouille@arvalisinstitutduvegetal.fr

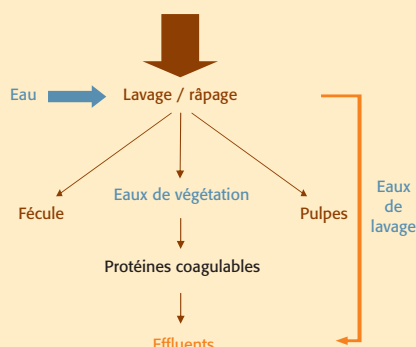
ARVALIS – Institut du végétal / ITPT

Le process d'extraction de l'amidon dans les féculeries nécessite de l'eau, ce qui génère en fin de cycle des effluents riches en azote organique (*encadré 1*). Ces effluents sont ensuite épandus sur les parcelles agricoles proches des industries. Afin de respecter les exigences environnementales en

Process simplifié d'extraction de la féculé et lexique

1


Pommes de terre



L'eau est un élément essentiel dans le process d'extraction de l'amidon (féculé) des pommes de terre. Sa gestion est donc très importante, tant en terme de quantité prélevée, qu'en terme de qualité des eaux rejetées. Les effluents issus des féculeries sont constitués des eaux de lavage des tubercules, des eaux provenant de la partie extraction de la féculé et des eaux provenant de la partie extraction des protéines.

Un à deux tiers de l'azote total du tubercule est à l'état de protéines. Ces protéines constituent environ 2 % du poids frais et plus de 90 % d'entre-elles sont hydrosolubles.

L'extraction des protéines de la pomme de terre féculière à partir de l'eau de végétation se fait en deux étapes : acidification de la solution pour amener les protéines au pH isoélectrique (voisin de 5), puis coagulation thermique à 110-120 °C. Les protéines ainsi coagulées

sont récupérées par décantation ou centrifugation, puis séchées. Le terme « **protéines coagulables** » s'applique donc aux protéines solubles présentes dans l'eau de végétation récupérées par le procédé décrit ci-dessus. Ces protéines solubles sont constituées principalement de patatines (environ 38 %) et d'inhibiteurs de protéase (environ 50 %). Elles ne représentent qu'une partie des protéines présentes dans l'eau de végétation et donc des protéines du tubercule.

Le terme « **protéines totales** » correspond à la totalité des protéines contenues dans le tubercule. La teneur en protéines totales est obtenue en multipliant par 6,25 le résultat du dosage de l'azote du tubercule par la méthode de Kjeldahl.

Quant au **taux de récupération**, c'est la fraction des protéines totales pouvant être coagulées.

terme d'émissions azotées et de limiter la zone d'épandage, une partie des protéines en est extraite, pour être valorisées en tant que co-produit dans l'alimentation du bétail, en chimie industrielle pour les process de fermentation ou, depuis peu, en tant qu'ingrédient dans l'alimentation humaine. Augmenter la teneur en protéines des tubercules, et surtout la fraction récupérable, constitue donc un objectif essentiel pour la filière. Dans cet objectif, une étude pluriannuelle, réalisée par AR-VALIS-Institut du végétal / ITPT, en partenariat avec les industriels du secteur et l'UNPT (encadré 2), montre l'effet relatif des différents facteurs de production sur ces critères.

La variété : un élément clé

L'analyse de la base des féculiers montre que la teneur en protéines coagulable (Pc) est le plus souvent comprise entre 1,0 et 1,5 % du poids frais pour un taux de récupération allant de 48 à 62 %. Sur des échantillons individuels, les valeurs peuvent toutefois varier de 0,8 % à 1,7 % pour les protéines coagulables et de 40 à 70 % pour le taux de récupération. La teneur en

Influence relative des facteurs de production sur les protéines coagulables (Pc) (tab. 1)									
Facteurs		Variables		Teneur en Pc		Rendement en Pc		Taux de récupération	
				2003	2004	2003	2004	2003	2004
Pratiques culturales	Variété*		+++		+++		+++		
	Irrigation		- -		++		-		
	Dose d'azote**	X + 40	+	+	-	++	=	=	
		X - 80	- -	- -	- -	- -	=	=	
		0	- - -	- -	- - -	- - -	=	-	
	Date de récolte***	Date 2	=	++	++	+++	-	=	
		Date 3	=	++	-	+++	- -	-	
Stockage	Durée****		+		-		=		
	Température*****		=		=		=		

Les effets positifs sont représentés par des « + » et les effets négatifs par des « - ». Les classes utilisées sont les suivantes :

- ± 1,4 % de variation → =
- ± 1,5 à 4,9 % de variation → + / -
- ± 5 à 14,9 % de variation → ++ / --
- ± 15 % et plus → +++ / ---

* différence de la moyenne Centaure et Kardal par rapport à Kaptah Vandel

** différence par rapport à la dose X

*** différence par rapport à la date 1

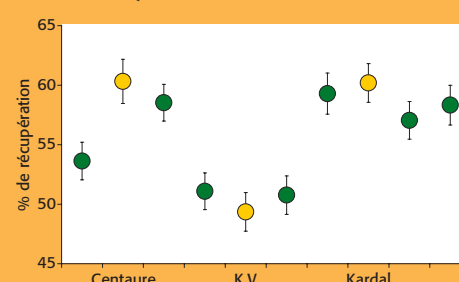
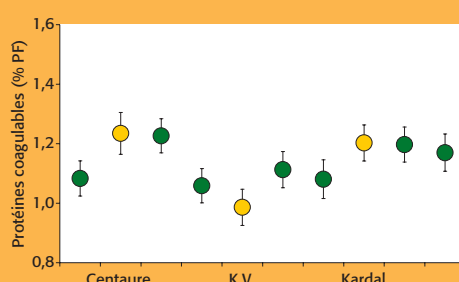
**** moyenne des quatre dates de déstockage

***** différence entre 3°C et 7°C

L'amélioration de la teneur en protéines coagulables du tubercule passe avant tout par le choix variétal qui influence, à la fois, la teneur en protéines totales et sa fraction coagulable.

Effet de la variété sur la teneur en protéines coagulables et le taux de récupération (fig. 1)

10 variétés x 3 années x 5 lieux ROQUETTE S.A.



Les barres représentent l'intervalle de confiance par rapport à la moyenne (± 2 fois l'écart-type).

Gain en protéines apporté par Centaure et Kardal par rapport à Kaptah Vandel (Villers-Saint-Christophe 2003-2004) (tab. 2)

	Kaptah Vandel	Centaure	Kardal
Teneur en Pc (% poids frais - PF)	0,88	+ 0,33 (+ 37,5 %)*	+ 0,37 (+ 42 %)*
Rendement en Pc (kg/ha)	405,1	+ 144,5 (+ 35,7 %)*	+ 117 (+ 28,9 %)*
Taux de récupération (%)	49,2	+ 12,5 (+ 25,4 %)*	+ 13,1 (+ 26,6 %)*

* % de variation

protéines coagulables est liée à la fois à la teneur en protéines totales et au taux de récupération (respectivement 65 et 35 % d'explication). Malgré l'existence d'interactions avec l'année et le lieu de culture, dont les effets ne sont jamais significatifs seuls, la composante variétale est largement prépondérante, tant sur la teneur en protéines que sur le taux de récupération (figure 1). La variété de référence Kaptah Vandel, toujours compétitive quant à la productivité en féculé/ha, se révèle par contre très mal placée vis-à-vis de la teneur en protéines coagulables, de l'ordre de 1 %. Ce résultat est du, en partie, à un taux de récupération inférieur à 50 %. Deux variétés récentes, Centaure et Kardal, en fort développement ces dernières années, se positionnent nettement mieux (1,2 à 1,3 % pour 60 à 62 % de récupération). Les valeurs observées pour ces variétés dans l'expérimentation de Villers-Saint-Christophe réalisée en 2003-2004 sont en très bonne concordance avec ces résultats et on peut évaluer un gain apporté d'environ 30 à 40 % de protéines par rapport à Kaptah Vandel (tableau 2). Certaines obtentions très récentes comme Pollux, dont le taux de récupération est compris entre 65 et 70 %, permettent d'envisager un gain encore plus important.

Pollux : une inscription 2004 à fort taux de récupération (obtenteur : Station de Recherche du Comité Nord / GIPT).

L'azote à la bonne dose

En 2003 comme en 2004, l'augmentation de la dose d'apport d'azote a induit une augmentation des teneurs en protéines totales et coagulables. Cependant, elle a peu d'effet sur le taux de récupération (tableau 1 et figure 2).

La faible pluviométrie et les températures excessives de 2003 n'ont pas permis de valoriser correctement l'azote fourni, la dose optimale calculée pour le rendement en féculé/ha se situant à la dose X-80. Dans ces conditions, une fertilisation supérieure à cette dose optimale a permis d'augmenter sensiblement le rendement en protéines coagulables au moins jusqu'à la dose X donnée par le bilan.

En 2004, année beaucoup plus favorable à la culture, la dose optimale pour le rendement féculé/ha s'est avérée identique à celle qui maximise le rendement en protéines co-

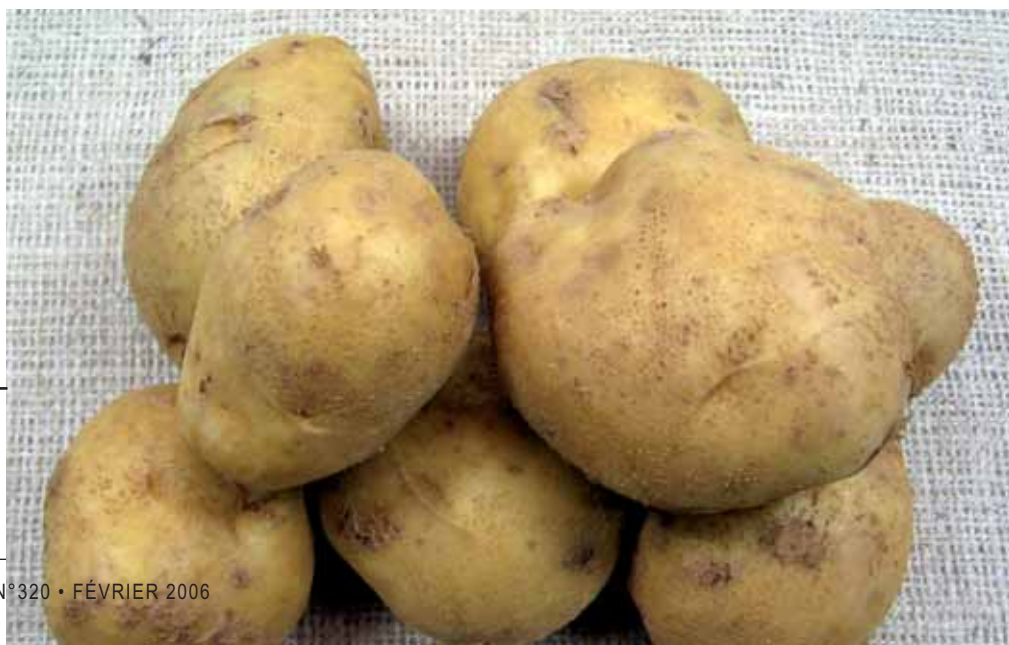
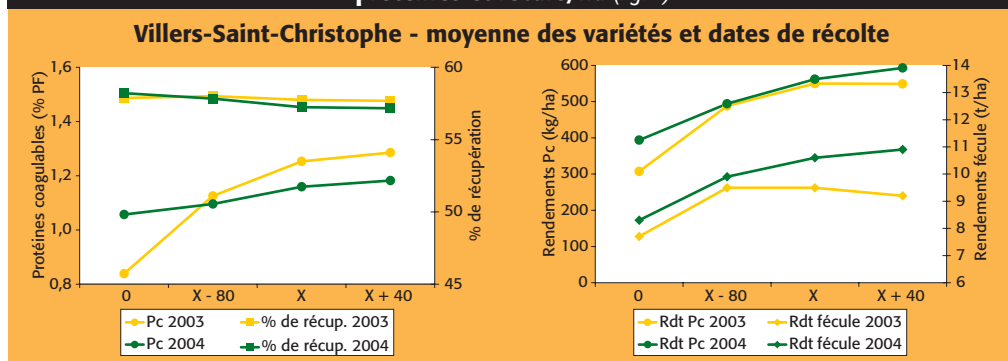
agulables (dose X+40). Par rapport à la dose X, on enregistre un gain moyen à l'hectare de 300 kg de féculé et 31 kg de protéines coagulables.

Au vu de ces résultats, la fertilisation azotée apparaît donc comme un "levier" d'une efficacité relative sur la teneur et le rendement en protéines coagulables. Cela est d'autant plus vrai que l'absence d'irrigation, sur 90 % des surfaces, rend difficile l'utilisation des outils de pilotage de l'azote comme Jubil® ou N-Tester® sur cette production. En situation moyenne, la dose optimale pour ces critères est très voisine de celle calculée pour le rendement en féculé/ha (dose X).

Atteindre une maturité suffisante

Un suivi des protéines totales dans les tubercules a montré que la teneur augmente régulièrement avec l'allongement du cycle végétatif,

Effet de la dose d'apport d'azote sur la teneur en protéines et les rendements en protéines et féculé/ha (fig. 2)



celle-ci s'élevant, en moyenne, de 1,5 % du poids frais au début juillet à plus de 2,0 % à l'approche de la maturité.

En 2003, en raison de la maturation exceptionnellement précoce liée aux conditions climatiques, l'évolution, tant des protéines que de la féculé ou du rendement en tubercule, a été extrêmement limitée, voire nulle, entre la fin août (date 1, correspondant à la période de mise en route des féculeries) et les récoltes plus matures de mi-septembre (date 2) et début octobre (date 3) (figure 3).

Par contre, en 2004, on observe qu'une récolte trop immature (date 1) entraîne une diminution de la teneur moyenne en protéines coagulables de respectivement 14 et 10 % par rapport aux récoltes des dates 2 et 3. Comme pour la féculé, l'augmentation du rendement en tubercules en fin de cycle peut provoquer une baisse de la concentration en protéines aux récoltes les plus tardives. L'effet de la maturité sur le taux de récupération semble faible. On notera



Un stockage dans un bâtiment correctement aménagé apporte les meilleures garanties pour une conservation de longue durée. © Coop de Vic/Aisne

cependant une légère tendance à la baisse avec la maturation (tableau 1 et figure 3).

Le gain de rendement en protéines coagulables dépend principalement de l'augmentation du rendement en tubercule.

Des pertes limitées en conservation

Pendant la conservation (figure 4), la pomme de terre consomme des sucres pour sa respiration et perd de l'eau par transpiration. Ce phénomène se traduit principalement par

des pertes de poids et de féculé proportionnelles à la durée du stockage. La teneur en féculé reste cependant relativement stable, comme la teneur en protéines totales et sa fraction coagulable. Les pertes en protéines paraissent moins directement liées à la durée de conservation que les pertes de poids et de féculé. Après quatre mois de stockage, la perte moyenne en protéines coagulables est de 5,4 % contre 7,8 % pour la féculé et 8,2 % pour le poids en tubercules. ■

Une étude pluriannuelle conduite avec les féculiers

L'influence de la variété, de l'année et du lieu de culture a été évaluée à partir d'une base de données d'essais variétaux réalisés par ROQUETTE S.A. et AVEBE France (source Chambre Syndicale de la Féculerie). La base entière portait sur une vingtaine de variétés différentes, sept années et six lieux de culture :

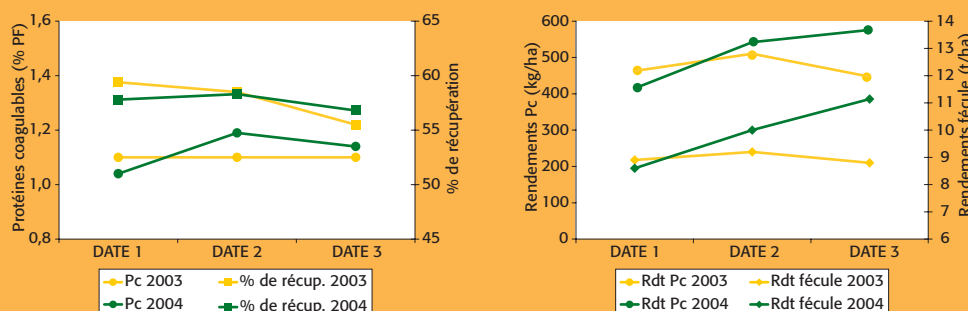
- ♦ AVEBE France : 15 à 20 variétés x 7 années (1995-2001) x 1 lieu,
- ♦ ROQUETTE S.A. : 10 variétés x 3 années (1999-2001) x 5 lieux,

Par ailleurs, une expérimentation multifactorielle a été menée par l'Institut en 2003 et 2004 sur sa plateforme de Villers-Saint-Christophe (02) :

- ♦ 3 variétés : Kaptah Vandel, Centaure, Kardal,
- ♦ non irrigué ; effet de l'irrigation étudié sur Centaure en 2003,
- ♦ 4 doses d'apport d'azote : 0, X calculée par la méthode du bilan, X-80, X+40 (X = 195 kg/ha en 2003 et 150 kg/ha en 2004),
- ♦ 3 dates de récolte : 20 août (date 1), 10 septembre (date 2), 1^{er} octobre (date 3),
- ♦ pour la dernière récolte et la dose X : évolution en conservation pendant 4 mois (St1 à St4) à 3°C et 7°C.

Effet de la date de récolte sur la teneur en protéines et les rendements en protéines et féculé/ha (fig. 3)

Villers-Saint-Christophe - moyenne des variétés et doses N



Evolution des teneurs et des pertes en conservation (fig. 4)

Villers-Saint-Christophe - moyenne des variétés et températures

