

QUE FAIRE DE TOUTES CES POMMES DE TERRE DÉCLASSÉES? DES GRANULES!

C. Landry, M. Marchand-Roy, C. Côté, S. Godbout, D. Cinq-Mars, L. Belzile, R. Hogue

Projet : IA113118

Durée : 04/2014 – 03/2017

FAITS SAILLANTS

De 2014 à 2016, 8 500 kg de pommes de terres (Pdt) déclassées ont été broyées et granulées afin d'explorer des voies de valorisation en alimentation animale, en fertilisation et en énergie. La nature du résidu a fait en sorte qu'il est possible de produire en quelques étapes (broyage, pressage, séchage) simples et peu coûteuses, en raison des équipements utilisés, des granules (Gr) à valeur ajoutée qui conservent leur intégrité. La durée d'entreposage des Pdt et leur variété n'ont pas influencé leurs caractéristiques. Ainsi, 24 h de pressage suivies d'un séchage d'appoint permettaient d'atteindre 88 % de matière sèche (MS) de la fraction solide (FS) conduisant au taux optimal de conversion en Gr de 17 %. Toutefois, une part importante des éléments, solubles, demeuraient dans la fraction liquide (FL), exception faite de la matière carbonée. Une amélioration du procédé pour augmenter la part d'éléments demeurant dans la FS serait donc à envisager. D'autant plus que l'azote (N), et donc les protéines, à 62 % soluble, est un des éléments les moins récupérés. Ceci diminue la valeur tant fertilisante qu'alimentaire des Gr. La granulation a toutefois assuré un contrôle des agents pathogènes *E. coli*, *Salmonella spp.* et *Listeria monocytogenes*, en plus d'inactiver l'agent causal de la gale commune. De plus, granulées, les Pdt se conservent longtemps, occupent 6,2 fois moins d'espace et pèsent 6 fois moins. Leur manutention est donc grandement facilitée. Épanchés au champ, les Gr ont fait augmenter les populations des familles microbiennes du sol des genres *Arthrobacter* (fonction de dégradation), *Limnobacter* et *Burkholderia* (fonctions bénéfiques au niveau de la rhizosphère). Ils ont toutefois généré une immobilisation du N due à la perte du N dans la FL et du fort C/N (74) résultant. Cependant, celle-ci est transitoire, car le carbone des Gr est hautement labile et activateur des microorganismes (MOG). Les Gr se sont aussi révélés une bonne source de potassium (K). Toutefois, le déséquilibre du ratio des cations (K/Ca+Mg) a entraîné des carences en Ca. D'autres essais au champ sur le moment d'application (ex. automne) ou sur l'apport combiné avec des engrais minéraux ou de ferme sont donc encore nécessaires. La valorisation énergétique demande aussi davantage de travaux puisque la combustion des Gr a produit des mâchefers et fait augmenter l'émission de particules. Toutefois, les Gr peuvent servir de combustible dans des chaudières à biomasse et la plupart de leurs caractéristiques sont similaires à celles des Gr de bois. La co-granulation bois-granules serait donc une avenue intéressante. Au final, c'est l'alimentation animale qui s'est avérée la voie la plus prometteuse. La valeur énergétique de source glucidique de la Pdt a été fortement concentrée sous sa forme granulée. Les Gr peuvent dorénavant se substituer au maïs-grain dans l'alimentation des bouvillons. Leur fort contenu en amidon laisse aussi croire qu'il serait possible d'explorer la voie de remplacement des antibiotiques chez le porcelet pour limiter la diarrhée lors du sevrage. Les entreprises porcines avec moulange à la ferme pourraient également bénéficier économiquement de l'ajout de Gr dans la ration de leurs animaux. Enfin, les Gr permettent des économies de transport, d'entreposage et de manutention marquées.

OBJECTIF ET MÉTHODOLOGIE

1) Faciliter la conservation et l'usage des résidus de Pdt par leur granulation et caractériser le potentiel de valorisation de la FS granulée par l'identification de sa salubrité et de ses propriétés nutritionnelles, fertilisantes ou énergétiques et de la FL par sa caractérisation agronomique. 2) Réaliser une analyse économique de substitution de produits concurrents selon les différentes voies de valorisation. Des Pdt déclassées ont été acquises chez un producteur agricole, broyées, pressées, séchées et granulées (broyeur Stephan UM 80, presseur à ballon Speidel HP150 et granulateur Granulart GRH200). Les diverses fractions obtenues ont été soumises à des analyses de caractérisation 1) agronomique au laboratoire d'analyses agroenvironnementales de l'IRDA 2) nutritionnelles (Université Laval) 3) microbiennes (LEM IRDA) et 4) de salubrité (LHEA IRDA). Un bioessai en serre sur la transmission de la gale, ainsi qu'un essai plein champ dans la culture de l'avoine ont permis de tester le potentiel agronomique des granules *in situ*. Les tests de combustion et de pyrolyse ont été conduits au LEAD de l'IRDA en hiver 2016.

RETOMBÉES SIGNIFICATIVES POUR L'INDUSTRIE

Au cours du projet, 806 kg de Gr ont été produits. Selon le bilan de masse (Tab. 1), le taux de MS de la bouillie (Br) passe de 21 % à 90 % dans les Gr, avec un taux de conversion de 17 %. Ce faisant, les contenus en N, P, K, Ca et Mg augmentent de 1,4 à 2,9 fois, selon les éléments (Tab. 1). Une part importante du carbone organique (Corg), dont 16 % est soluble, se retrouve aussi dans les Gr. Une tonne de Gr apporte donc 437 kg de Corg et 5,5, 1,0 et 6,4 kg de N, P et K totaux, respectivement (Tab. 1.). Par ailleurs, les Gr sont presque dépourvus d'éléments traces métalliques et les analyses microbiologiques de laboratoire et le bioessai en serre ont démontré que le procédé de granulation avait assuré un contrôle des agents pathogènes *E. coli*, *Salmonella spp.* et *Listeria monocytogenes*, en plus d'inactiver l'agent causal de la gale commune.

Tab.1. Principaux paramètres d'intérêt pour la valorisation des Gr de Pdt sur base tel qu'utilisé.

Paramètres	Granules (GR)
Taux de conversion Pdt à Gr (%)	17
M.S. (%)	89,73
pH	5,02
C Organique (2.00) (kg/t)	437,19
N total Kejdhal (kg/t)	5,45
P total (kg/t)	1,01
K total (kg/t)	6,44
Protéine (N x 6.25) (%)	3,6
Lipides (%)	0,3
Amidon (%)	74,7
UNT rum	89,1
Efficacité de combustion (%)	50,2
Pouvoir calorifique (MJ/kg)	7,3

En ce qui a trait à l'alimentation animale, les Gr possèdent une valeur énergétique de source glucidique, comparable à celle du maïs (Gr 89,1 et maïs 85,0). Leur valeur protéique est toutefois un peu moins de la moitié de celle du maïs puisque la majorité de la protéine, soluble, se retrouve dans la FL. De grandes quantités de Gr pourraient être incorporées dans les rations pour bouvillons d'abattage et permettraient un débouché rapide pour en écouler de grandes quantités. Leur fort contenu en amidon laisse aussi croire qu'ils pourraient remplacer une partie des antibiotiques chez le porcelet pour venir limiter la diarrhée lors du sevrage. Les entreprises porcines avec

moulange à la ferme pourraient également bénéficier économiquement de l'ajout de granules dans la ration de leurs animaux. Pour ce qui est de la composition minérale, toutes les valeurs sont sous les seuils maximaux tolérables recommandés. Par contre, certains échantillons ont présenté des valeurs maximales en Al et Fe élevées, mais qui sont probablement dus aux équipements utilisés puisque la Br est pratiquement dépourvue de

ces éléments. Le potentiel prébiotique des Gr (contenus en acides phénoliques de 0,07 mg/g) est véritable, mais inférieur à celui des céréales conventionnelles (contenus entre 0,2 et 1,0 mg/g). L'acide férulique avait la plus grande concentration. Un contenu moyen de 0,134 mg/kg de solanine a aussi été mesuré, ce qui est très inférieur à la teneur maximale en glycoalcaloïdes totaux (200 mg/kg) régie par Santé Canada pour l'homme. L'exposition à la lumière des Pdt lors de l'entreposage doit cependant être évitée. La performance énergétique des Gr a été similaire à celle des Gr de bois. Les principales différences étaient une efficacité légèrement plus faible (50,2 % vs 56,4 %) et un taux de combustion plus élevé (7,6 vs 4,3 kg/h) des Gr de Pdt (Tab. 1) à cause de la teneur en humidité plus élevée et au pouvoir calorifique plus faible des Gr, respectivement. Il a été possible de produire de l'huile par pyrolyse des Gr à un rendement maximal de 50 %, mais le potentiel énergétique de cette huile s'est avéré très faible (7,3 MJ/kg) en raison de sa teneur en eau élevée (61,4 %). Puisque les seuils des autres paramètres de la norme ASTM D7544 sont respectés, il serait toutefois intéressant de réaliser des travaux pour retirer l'eau de l'huile pyrolytique ou pour éviter sa formation durant la pyrolyse. Au plan économique, le coût cible de production des Gr se chiffre à 190 \$/t. Ce coût est toutefois l'addition de la valeur des Gr (164 \$/t) et de l'économie de coût de transport (26 \$/t). Celui-ci pourrait donc être plus élevé en additionnant d'autres économies, telles que la plus grande facilité de manutention, la réduction de pertes due à l'acquisition d'une longue durée de conservation et la réduction marquée de l'espace d'entreposage nécessaire. Ces économies devraient être évaluées plus précisément lors des travaux futurs. La gestion des stocks est également facilitée dû au fait qu'il n'y a plus d'impératif d'emploi immédiat. Le prix du maïs-grain et celui du tourteau de soya établissant la valeur des Gr demeurent aussi des éléments d'incertitude qui peuvent multiplier le coût cible par 2,5 (105 \$/t vs 251 \$/t), selon que le contexte est favorable à l'utilisation des Gr ou non. En fonction de tout ceci, le producteur en production animale pourrait montrer un consentement à payer pour les Gr, contrairement aux Pdt déclassées.

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE ET SUIVI À DONNER

La réduction de 1 T de Pdt déclassées en 150 kg de Gr démontre qu'il existe des solutions potentielles simples pour gérer les résidus, ce qui est encourageant vu la nouvelle politique de gestion des matières résiduelles organiques (MRO) du MDDELCC qui prévoit le bannissement complet de leur enfouissement d'ici 2020. Bien que cette politique ne vise pas les producteurs, ceux-ci sont concernés puisqu'ils sont pointés comme receveurs des MRO des autres entités qui seront assujetties à cette nouvelle politique. La valorisation des Gr en nutrition animale, première à privilégier, montre une solution facilement et rapidement applicable par l'industrie, en incorporant de grandes quantités de Gr dans les rations pour bouvillons d'abattage. Cette voie est d'autant plus prometteuse dans un contexte où le prix des grains, relativement élevé, n'entrevoit pas de baisse, même à long terme. De par leur fort contenu en amidon, les Gr pourraient peut-être aussi remplacer une partie des antibiotiques chez le porcelet pour limiter la diarrhée lors du sevrage. Les entreprises porcines avec moulange à la ferme pourraient également bénéficier économiquement de l'ajout de Gr dans la ration de leurs animaux. Des études supplémentaires restent essentielles pour explorer d'autres questionnements, notamment les changements d'odeurs, d'agents pathogènes ou d'émissions de gaz qui pourraient survenir dans les déjections. Les autres voies de valorisations ont aussi démontré un potentiel, mais demandent davantage de travaux complémentaires. Du côté agronomique, il s'agirait surtout d'étudier l'épandage d'automne, seul ou en complémentarité avec des engrais de ferme riches en N et susceptibles de causer des pertes de nitrate. La fonction immobilisante azotée transitoire des Gr, couplée à leur fort effet carboné stimulant l'activité microbienne,

pourrait servir à favoriser l'incorporation du nitrate dans la biomasse microbienne, prévenant ainsi sa perte en automne et permettant son relâchement par minéralisation au printemps. L'application conjointe de Gr avec certaines proportions d'engrais minéraux pourrait aussi être testée s'il devenait trop coûteux ou impossible d'écouler les résidus autrement. Il se pourrait qu'un arrière-effet fertilisant de 2^e année, ou une amélioration de la santé microbienne des sols et du bilan carboné, vienne compenser la dépense en engrais. Il serait alors pertinent d'évaluer les changements de populations microbiennes et leurs effets sur les cultures subséquentes. Des essais plein champ sur les risques de transmission de maladies seraient aussi à faire. Pour la valorisation énergétique, l'utilisation de chaudières plus performantes ou le mélange avec le bois serait à explorer. Puisque la plupart des seuils fixés par la norme ASTM 7544 portant sur la qualité des huiles pyrolytiques sont respectés, il serait intéressant de réaliser d'autres travaux portant sur l'extraction de l'eau de l'huile ou bien sur la réduction de sa formation durant la pyrolyse. Autrement, d'autres voies pourraient également être envisagées, telles que la filière de l'amidon et des matériaux biosourcés. Par exemple, la fabrication de films plastiques, d'emballages, de pièces plastiques, etc., représente une alternative environnementale au polyéthylène d'origine fossile. De plus, les bioplastiques sont biodégradables et dus au caractère résiduel des pommes de terre traitées, leur utilisation ne rentre pas en compétition avec l'alimentation humaine. L'exploration future de ces différentes voies sera cependant conditionnelle à la mise en place d'une chaîne de production plus intensive de Gr, laquelle pourrait être basée sur des paramètres établis dans le cadre de cette présente étude. De plus, trouver un procédé qui limiterait la perte du N vers la FL pour favoriser sa concentration dans les Gr, ou mieux encore, un procédé ne générant pas de FL (évaporation des liquides), permettrait de mieux valoriser les Gr dans les voies agronomique et alimentaire.

Résultats supplémentaires disponibles au lien suivant :

<https://www.irda.qc.ca/fr/publications/evaluation-du-potentiel-de-valorisation-de-residus-granules-de-pommes-de-terre-a-la-ferme-pour-les-filieres-alimentation-animale-fertilisation-et-energie/>

POINT DE CONTACT

Nom du responsable du projet : Christine Landry

Téléphone : 418 643-2380, poste 640

Courriel : christine.landry@irda.qc.ca

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Ces travaux ont été réalisés grâce à une aide financière du Programme Innov'Action agroalimentaire, un programme issu de l'accord du cadre Cultivons l'avenir 2 conclu entre le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, et Agriculture et Agroalimentaire Canada.