

Problématique du maïs 2019 :  
Projet pilote d'évaluation de stratégies d'optimisation des performances  
de porcelets dans un contexte de maïs à qualité variable

10 janvier 2022

Rapport final



**Auteures :**

Laetitia Cloutier, M. Sc. Agr.

Marie-Pierre Létourneau Montminy, Ph.D.

©Centre de développement du porc du Québec inc.  
Dépôt légal 2022  
Bibliothèque et Archives nationales du Québec  
Bibliothèque et Archives Canada  
ISBN 978-2-925175-08-7

## Remerciements

Ce projet est financé par l'entremise du programme de développement sectoriel, le volet 2, en vertu du Partenariat canadien pour l'agriculture, entente conclue entre les gouvernements du Canada et du Québec.

Merci à Agri-Marché, F. Ménard, le Groupe Cérès et Sollio Agriculture/Olymel SEC pour la réalisation des essais en pouponnière et merci à l'Université Laval.





## Résumé

Le maïs est le principal ingrédient utilisé dans l'alimentation des porcs en croissance au Québec. Son prix et sa qualité influencent donc les coûts d'alimentation des élevages porcins. Les producteurs de maïs du Québec sont assujettis aux intempéries, et 2019 a été particulièrement difficile en raison d'un cocktail météo sans précédent : printemps tardif, été très sec, pluies torrentielles, vents violents et arrivée hâtive de neige conduisant à une récolte avant maturité optimale du grain et à des niveaux d'humidité très importants. Ces conditions affectent inévitablement la qualité des maïs. Alors, qu'en est-il de l'effet de la qualité du maïs sur les performances des porcs ? Voilà une question que se posent les intervenants en alimentation porcine depuis plusieurs années sans qu'ils n'obtiennent une réponse claire. Un projet a donc été mené afin de valider l'impact de la qualité du maïs sur les performances des porcs. Plus spécifiquement, (1) des analyses de laboratoire ont été menées afin d'estimer la composition nutritionnelle de maïs de différente qualité, (2) des essais sur des porcelets de pouponnière ont été réalisés afin de valider les impacts de différents grades de maïs sur les performances zootechniques et (3) la digestibilité de maïs de différents grades a été estimée par le biais d'essais de digestibilité. Voici les principales conclusions ayant émergé du présent projet :

- (1) Le poids spécifique diminue des grades 1 à 5 puis à échantillon, le contraire étant observé pour les CCFM tel qu'attendu. L'énergie était plus faible dans les maïs classés échantillons conjointement à une fibre ADF plus élevée.
- (2) Les résultats des 4 essais en pouponnière (A, B, C et D) montrent peu d'effets des différents types de maïs, voire des effets contradictoires ou n'étant pas significatifs lorsque les performances sont ramenées sur la période totale de l'essai. Seuls des effets ont été observés sur la conversion alimentaire. En effet, alors que les essais A et C n'ont observé aucune différence, l'essai B a montré un effet négatif du maïs gradé 5, alors qu'un effet inverse a été observé pour l'essai D. En étudiant plus spécifiquement les performances par semaine d'expérimentation, certains effets significatifs ont été observés lors de l'essai A et B, à l'avantage du maïs de meilleure qualité.
- (3) Les essais de digestibilité n'ont pas montré de digestibilité des nutriments plus faibles dans les maïs de grade plus élevé. Au contraire, le maïs gradé 1 issu de l'essai C est de loin le plus faible en énergie digestible et les grades 5 présentent une énergie plus digestible, cette dernière étant bien corrélée avec celle de la fibre NDF. Ainsi, plus les fibres sont dégradées, plus l'énergie est digestible, ce qui avait précédemment été montré. Néanmoins, aucun critère mesuré sur les maïs ne permet de prédire la digestibilité des nutriments.

En bref, basé sur les analyses de labo, aucun paramètre autre que le poids spécifique, les CCFM et la fibre brute ne permettent de discriminer les grades 1 à 5. Les résultats des essais de pouponnière montrent, quant à eux, encore une fois le défi d'utilisation des maïs de grades variables, puisque les résultats étaient différents entre les essais. Les essais de digestibilité n'ont quant à eux pas montré d'effet des grades sur la digestibilité, voire encore une fois des effets contradictoires. Ce projet est donc une première étape et les résultats de ce projet mettent du moins de l'avant que les grade élevés n'ont pas autant d'effets négatifs qu'attendu.

## Table des matières

Liste des tableaux .....	iii
Liste des figures.....	iii
1 Mise en contexte .....	1
2 Objectifs .....	1
3 Caractérisation de lots de maïs .....	2
4 Essais en pouponnières .....	5
4.1 Protocole.....	5
4.1.1 Traitements alimentaires.....	5
4.1.2 Animaux.....	5
4.2 Résultats .....	6
4.2.1 Essai A .....	7
4.2.2 Essai B .....	8
4.2.3 Essai C .....	9
4.2.4 Essai D .....	10
4.2.5 Bilan des essais.....	11
5 Essai digestibilité.....	13
5.1 Méthodologie.....	13
5.2 Résultats .....	13
5.3 Discussion.....	16
6 Conclusion .....	17

## Liste des tableaux

Tableau 1	Analyse de la composition nutritionnelle chimique des maïs selon leur grade .....	2
Tableau 2	Analyse de la composition nutritionnelle infrarouge des maïs selon leur grade.....	3
Tableau 3	Analyse de la composition nutritionnelle infrarouge des maïs selon leur grade.....	3
Tableau 4	Performances de croissance des porcelets issus de l'essai A .....	7
Tableau 5	Performances de croissance des porcelets issus de l'essai B .....	8
Tableau 6	Performances de croissance des porcelets issus de l'essai C .....	9
Tableau 7	Performances de croissance des porcelets issus de l'essai D .....	10
Tableau 8	Analyse de la composition nutritionnelle chimique des maïs utilisés lors des essais de pouponnière .....	14
Tableau 9	Coefficient de digestibilité obtenu pour les différents maïs chez les porcs en croissance .....	15
Tableau 10	Coefficient de digestibilité obtenu pour les différents maïs chez les porcs en croissance selon leur grade.....	15

## Liste des figures

Figure 1	Consommation alimentaire (g/j) en fonction du grade de maïs et de l'essai en pouponnière .....	11
Figure 2	Gain moyen quotidien (g/j) en fonction du grade de maïs et de l'essai en pouponnière .....	12
Figure 3	Conversion alimentaire en fonction du grade de maïs et de l'essai en pouponnière .....	12
Figure 4	Relation entre la digestibilité totale apparente de l'énergie et de la fibre NDF.....	16



## 1 Mise en contexte

Le maïs est le principal ingrédient utilisé dans l'alimentation des porcs en croissance au Québec. Son prix et sa qualité influencent donc les coûts d'alimentation des élevages porcins. La récolte de maïs 2019 a été catastrophique en raison d'un cocktail météo sans précédent, printemps tardif, été très sec, pluies torrentielles, vents violents et arrivée hâtive de neige, conduisant à une récolte avant maturité optimale du grain et à des niveaux d'humidité très importants. De telles conditions ont ainsi obligé les producteurs à faire sécher leurs grains dans des séchoirs afin de réduire l'humidité des grains. Toutes ces conditions ont donc inévitablement affecté la qualité du maïs.

La valeur nutritive d'un maïs est fonction de ses composantes nutritionnelles, mais également de sa capacité à être digéré et absorbé par l'animal, c'est-à-dire sa digestibilité. Avec la récolte de 2019, plusieurs intervenants en alimentation au Québec se questionnaient sur l'impact de la qualité du grain de maïs sur son utilisation par l'animal, car les maïs de plus faible qualité ont fréquemment occasionné des pertes de performances sans bien comprendre pourquoi et il n'était jamais aussi léger qu'en 2019.

Il y a ainsi urgence et une opportunité d'adresser cette problématique et cibler rapidement les stratégies à adopter afin d'optimiser et valoriser ces maïs en minimisant les impacts sur les performances des porcs.

## 2 Objectifs

Établir les stratégies d'optimisation d'utilisation du maïs en fonction de sa qualité afin de maintenir les performances zootechniques des porcs.

Plus spécifiquement :

1. Estimer la composition nutritionnelle de maïs de différente qualité
2. Réaliser une étude technico-économique sur l'impact de l'utilisation de différente qualité de maïs chez le porcelet en pouponnière en conditions commerciales
3. Évaluer la digestibilité des nutriments des lots de maïs utilisés dans la fabrication des aliments des essais en milieu commercial

### 3 Caractérisation de lots de maïs

Au total, 44 échantillons de maïs ont pu être obtenus en provenance des différents acteurs, soit principalement des meuneries et quelques producteurs directement. Les consignes qui leur ont été données étaient de représenter les variations les plus larges notamment en ce qui concerne les grades, les caractéristiques de récolte et de séchage et les cultivars. Les trois derniers points ont été très difficiles à obtenir et ne sont pas disponibles pour la plupart des maïs. Il est à noter que la pandémie arrivée en début de projet n'a pas facilité le travail.

Les informations sur les grades de maïs, gradés de 1 à 5 selon plusieurs critères dont le poids spécifique, les dommages aux grains et la présence de matières étrangères (Guide officiel du classement des grains, 2019) ont été obtenus et l'échantillonnage est représentatif de tous les grades (Tableau 1). Différentes analyses ont été réalisées au laboratoire de l'Université Laval dont énergie brute, protéine brute, fibres ADF et NDF et diverses analyses NIR ont également été gracieusement fournies par ABVista qui a développé des équations de prédiction sur des maïs (ex. : fibre brute, NSP soluble et insoluble, Amidon, acides aminés).

Tableau 1 Analyse de la composition nutritionnelle chimique des maïs selon leur grade

Critères	Grade	1	2	3	4	5	Éch.	SEM	Valeur P
	n	5	3	12	4	14	6		
Poids spécifique, kg/hl	Moyenne	<b>72,84<sup>ab</sup></b>	<b>67,13<sup>b</sup></b>	<b>66,13<sup>b</sup></b>	<b>65,33<sup>bc</sup></b>	<b>61,42<sup>c</sup></b>	<b>55,22<sup>d</sup></b>	2,53	P<0.001
	ErT moy.	1,09	0,69	0,44	1,18	0,60	1,90		
CCFM, %	Moyenne	<b>3,87<sup>b</sup></b>	<b>2,00<sup>b</sup></b>	<b>3,93<sup>b</sup></b>	<b>7,17<sup>ab</sup></b>	<b>8,20<sup>a</sup></b>	<b>13,80<sup>a</sup></b>	2,02	P<0.001
	ErT moy.	0,70	0,9	0,66	1,07	0,69	*		
Matière sèche, %	Moyenne	88,0	88,5	88,6	89,2	89,1	87,2	1,72	NS
	ErT moy.	0,65	1,2	0,49	1,02	0,39	0,906		
Gras, %	Moyenne	<b>3,59<sup>a</sup></b>	<b>3,49<sup>ab</sup></b>	<b>3,30<sup>b</sup></b>	<b>3,54<sup>ab</sup></b>	<b>3,43<sup>ab</sup></b>	<b>3,56<sup>a</sup></b>	0,15	0,007
	ErT moy.	0,0688	0,0637	0,0382	0,133	0,0311	0,078		
Énergie brute, kcal/kg	Moyenne	<b>3841<sup>ab</sup></b>	<b>3859<sup>ab</sup></b>	<b>3847<sup>a</sup></b>	<b>3853<sup>ab</sup></b>	<b>3852<sup>a</sup></b>	<b>3740<sup>b</sup></b>	68	0,033
	ErT moy.	15,4	49,3	18,5	41,8	11,9	46,3		
Protéine brute, %	Moyenne	6,77	6,56	6,82	6,69	6,83	6,62	0,449	NS
	ErT moy.	0,241	0,151	0,141	0,3	0,0904	0,196		
NDF, %	Moyenne	<b>7,77<sup>b</sup></b>	<b>7,76<sup>b</sup></b>	<b>7,65<sup>b</sup></b>	<b>8,47<sup>ab</sup></b>	<b>7,90<sup>b</sup></b>	<b>9,32<sup>b</sup></b>	0,68	0,001
	ErT moy.	0,172	0,398	0,151	0,412	0,159	0,472		
ADF, %	Moyenne	3,12	2,49	2,61	2,55	2,66	2,94	0,476	0,264
	ErT moy.	0,366	0,179	0,136	0,029	0,128	0,131		
Amidon, %	Moyenne	64,0	65,7	64,8	65,4	64,7	64,6	1,31	0,529
	ErT moy.	0,525	0,550	0,437	0,850	0,293	0,567		

Les résultats montrent que le poids spécifique diminue des grades 1 à 5 puis à échantillon (Tableau 1;  $P < 0.001$ ) et le contraire est observé pour les CCFM tel qu'attendu ( $P < 0.001$ ). La teneur en gras était variable avec notamment une valeur plus faible dans les grades 3 ( $P = 0.007$ ). L'énergie était plus faible dans les échantillons ( $P = 0.033$ ) conjointement à une fibre NDF plus élevée ( $P = 0.001$ ). Les analyses de NIR montrent une énergie métabolisable prédite qui est plus faible que dans les échantillons (Tableau 2;  $P = 0.002$ ), alors que la fibre brute et le glucose augmentent dans cette catégorie ( $P = 0.005$ ). Les autres paramètres de NIR sont présentés dans le tableau 3.

**Tableau 2** Analyse de la composition nutritionnelle infrarouge des maïs selon leur grade

Critères	Grade	1	2	3	4	5	Éch.	SEM	Valeur P
	n	5	3	12	4	14	6		
Protein solubility index	Moyenne	33,23	36,35	34,94	29,52	32,38	28,58	4,58	0,062
	ErT moy.	3,77	0,98	1,06	2,08	1,36	1,73		
ME, kcal/kg	Moyenne	<b>3272<sup>a</sup></b>	<b>3271<sup>a</sup></b>	<b>3259<sup>a</sup></b>	<b>3246<sup>a</sup></b>	<b>3235<sup>a</sup></b>	<b>3137<sup>b</sup></b>	56	0,002
	ErT moy.	44,7	17,0	15,2	33,6	14,9	15,1		
Total NSP	Moyenne	6,830	6,937	6,862	6,766	7,039	7,440	0,398	0,07
	ErT moy.	0,314	0,102	0,099	0,136	0,134	0,073		
Glucose, %	Moyenne	<b>1,954<sup>b</sup></b>	<b>2,067<sup>ab</sup></b>	<b>2,024<sup>b</sup></b>	<b>2,127<sup>ab</sup></b>	<b>2,148<sup>b</sup></b>	<b>2,493<sup>a</sup></b>	0,209	0,002
	ErT moy.	0,221	0,032	0,045	0,087	0,059	0,0510		
Fibre brute, %	Moyenne	<b>1,850<sup>b</sup></b>	<b>1,856<sup>b</sup></b>	<b>1,894<sup>b</sup></b>	<b>2,003<sup>ab</sup></b>	<b>2,011<sup>ab</sup></b>	<b>2,281<sup>a</sup></b>	0,192	0,005
	ErT moy.	0,194	0,058	0,042	0,080	0,057	0,0338		

**Tableau 3** Analyse de la composition nutritionnelle infrarouge des maïs selon leur grade

Paramètres, %	Grade					Échantillon
	1	2	3	4	5	
Humidité	13,531	13,208	13,307	12,594	12,919	13,908
Arginine	0,370	0,361	0,369	0,373	0,371	0,374
Méthionine	0,160	0,156	0,160	0,162	0,161	0,162
Cystéine	0,171	0,167	0,170	0,172	0,171	0,172
TSAAs	0,335	0,328	0,335	0,340	0,337	0,341
Lysine	0,243	0,239	0,243	0,245	0,244	0,245

<b>Threonine</b>	0,271	0,264	0,270	0,274	0,271	0,274
<b>Tryptophan</b>	0,060	0,058	0,060	0,060	0,060	0,060
<b>Isoleucine</b>	0,260	0,253	0,260	0,264	0,261	0,264
<b>Leucine</b>	0,884	0,858	0,882	0,894	0,886	0,894
<b>Valine</b>	0,352	0,343	0,352	0,356	0,353	0,356
<b>Histidine</b>	0,212	0,207	0,212	0,215	0,213	0,215
<b>Phytate-P</b>	0,186	0,207	0,194	0,186	0,193	0,193
<b>Total NSP</b>	6,830	6,937	6,862	6,766	7,039	7,440
<b>Insoluble NSP</b>	6,074	6,076	5,983	5,854	6,084	6,233
<b>Total A+X</b>	4,073	4,170	4,098	3,937	4,165	4,246
<b>Insoluble A+X</b>	3,700	3,735	3,656	3,540	3,718	3,749
<b>Total A:X</b>	0,782	0,769	0,767	0,785	0,766	0,735
<b>Insoluble A:X</b>	0,784	0,783	0,778	0,798	0,777	0,746
<b>Insoluble Glucose</b>	1,874	1,876	1,862	1,890	1,917	1,980
<b>hémicellulose</b>	7,420	7,555	7,288	8,135	7,404	8,990
<b>Vitreousness</b>	55,214	54,429	54,583	55,753	54,793	55,479

Basé sur ces analyses, aucun paramètre autre que le poids spécifique, les CCFM et la fibre brute ne permettent de discriminer les grades 1 à 5.

## 4 Essais en pouponnières

Quatre essais en pouponnière ont été réalisés par les partenaires du projet. Différentes qualités de maïs ont été comparées et offertes à des porcelets de 12 kg à 25-30 kg de poids vif.

### 4.1 Protocole

#### 4.1.1 Traitements alimentaires

De 2 à 3 maïs ont été comparés dans le cadre des essais. La sélection des maïs a été réalisée selon les caractéristiques suivantes :

- Maïs grade 1 : 70 kg/hl ou plus
- Maïs grade 3 : 64 à 65 kg/hl
- Maïs grade 5 : 56 à 58 kg/hl sur le grain rond/nettoyé et entre 5 à 10 % de grain cassés

Lors de la formulation des aliments, aucun ajustement en lien avec les différents poids spécifiques des maïs n'a été réalisé, donc seuls les lots de maïs différeront entre les différents aliments. Les apports en protéines ont été formulés de manière à être légèrement sous le besoin (viser 1,05 Lys SID) afin d'éviter de suralimenter les porcs et de bien constater les différences s'il y en a. De plus, pour bien voir l'effet du grade de maïs, les aliments formulés pour l'essai étaient à base de maïs, tourteau de soya et blé. L'ajout de gras étant souvent imprécis, cet ingrédient n'a pas été utilisé.

Des échantillons de maïs avant mouture et après mouture (500 g chacun) ont été prélevés à la fabrication afin de pouvoir évaluer l'état visuel avant mouture et la granulométrie pour chaque maïs.

Pour chaque lot de maïs testé, 300 kg à acheminer au CRSAD afin de servir pour l'essai de digestibilité.

Un échantillon de moulée a également être prélevé et acheminé à l'Université Laval afin d'y être analysé.

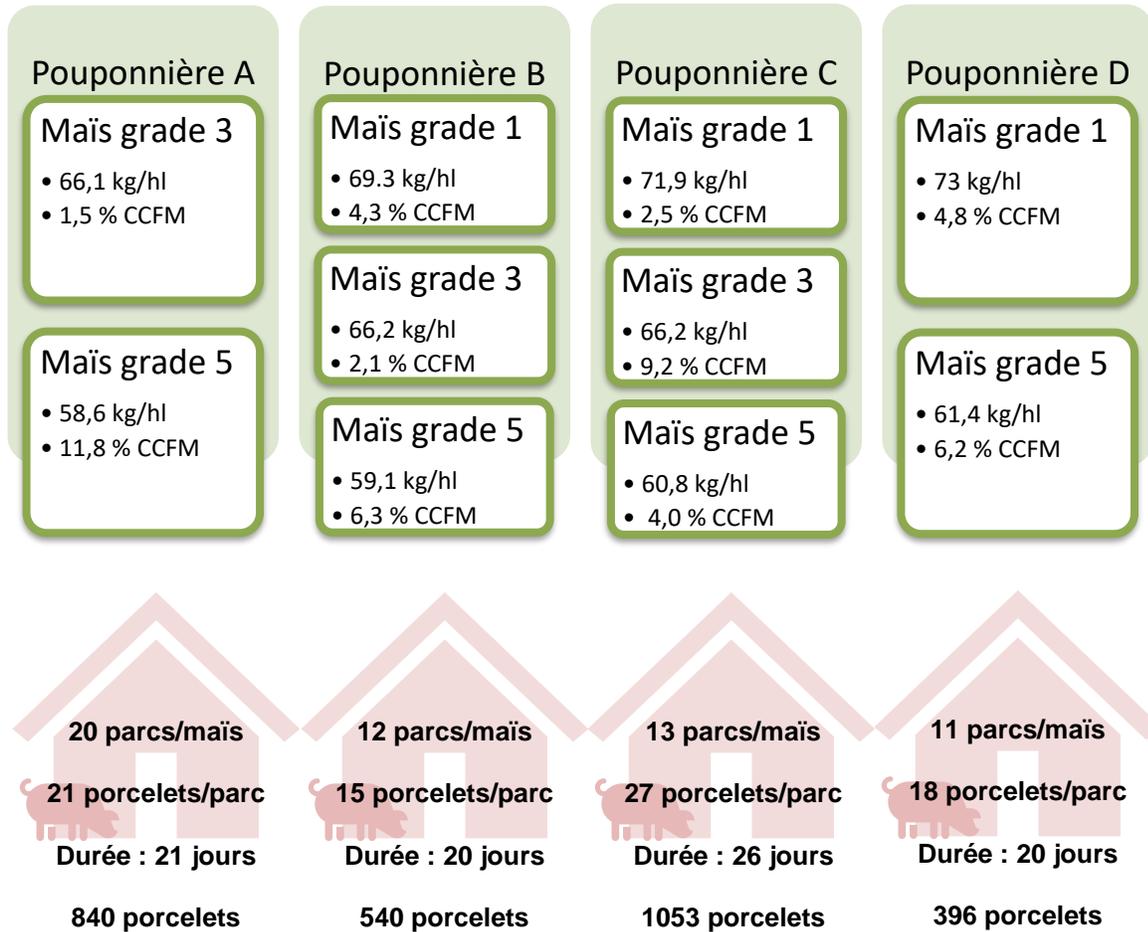
#### 4.1.2 Animaux

À l'entrée des porcelets en pouponnière (porcelets sevrés à 21 jours), les porcelets ont consommé des aliments conventionnels dont le poids spécifique du maïs utilisé était minimalement entre 62 à 64 kg/hl jusqu'au 18e jour de pouponnière. À ce moment, les porcelets ont été pesés puis alloués à l'un des traitements expérimentaux. Les aliments expérimentaux ont alors été donnés aux porcelets pour une durée de 3 jours (période d'adaptation). Suivant cette période, soit au 21e jour de pouponnière, les porcelets ont été pesés de nouveau pour un démarrage officiel de l'essai expérimental. À partir de ce moment, des pesées et des consommations hebdomadaires par parc ont été réalisées. Les porcelets morts ou retirés d'un parc ont été comptabilisés et pesés.

L'essai a duré entre 3 et 4 semaines, représentant un poids de fin entre 25 et 30 kg.

## 4.2 Résultats

Voici les caractéristiques des maïs utilisés pour chaque essai ainsi que les caractéristiques des élevages :



## 4.2.1 Essai A

L'ensemble des performances de croissance résultant de l'essai A sont présentés au tableau 4. Les résultats montrent un effet significatif sur le GMQ et la conversion alimentaire entre 21 et 28 jours à l'avantage du grade 3. Une tendance sur le poids à 28 jours est d'ailleurs également observée, soit que le poids des porcelets consommant le grade 3 est plus élevé. Une tendance a également été observée pour la CMJ pendant la période de 28 à 35 jours, soit que les porcelets consommant le grade 3 consommaient davantage d'aliments. Bref, les performances de croissance des porcelets ayant consommé le maïs de grade 3 étaient meilleures pour la première phase, cet avantage ne semblant toutefois pas se maintenir pour les phases subséquentes, aucun autre impact sur les performances n'a été observé. D'ailleurs, globalement sur toute la période, aucune différence significative n'a été observée.

Tableau 4 Performances de croissance des porcelets issus de l'essai A

	Unité	Traitement		SEM	Valeur P <sup>1</sup>
		Maïs grade 3 (n=20)	Maïs grade 5 (n=20)		
Poids jour 21	kg	11,4	11,4	0,08	0,6805
Poids jour 28	kg	<b>14,3</b>	<b>14,0</b>	0,11	<b>0,0905</b>
Poids jour 35	kg	17,7	17,4	0,16	0,1401
Poids jour 42	kg	23,0	22,7	0,16	0,2080
CMJ 21-28	g/j	701,3	693,4	7,42	0,4624
GMQ 21-28	g/j	<b>396,3</b>	<b>367,1</b>	9,15	<b>0,0361</b>
CA 21-28		<b>1,79</b>	<b>1,92</b>	0,04	<b>0,0295</b>
CMJ 28-35	g/j	<b>770,0</b>	<b>733,9</b>	13,91	<b>0,0822</b>
GMQ 28-35	g/j	493,2	484,7	13,90	0,6712
CA 28-35		1,58	1,53	0,00	0,1639
CMJ 35-42	g/j	1103,5	1101,4	14,17	0,9190
GMQ 35-42	g/j	756,1	761,8	16,10	0,8078
CA 35-42		1,47	1,46	0,03	0,2900
CMJ 21-42	g/j	857,7	842,3	7,60	0,1663
GMQ 21-42	g/j	548,1	537,1	5,90	0,2061
CA 21-42		1,57	1,57	0,01	0,7548
Mortalité	%	1,4	1,2	0,53	0,8022

<sup>1</sup> Différence significative lorsque P < 0.05 et tendance lorsque P < 0.10

Dans le cadre de l'essai A, les grades de maïs n'ont pas affecté globalement les performances des porcelets de pouponnière, quoique certaines tendances aient été observées à l'avantage du maïs de grade plus faible.

#### 4.2.2 Essai B

Les performances de croissance de l'essai B sont présentées au tableau 5. Dans le cadre de cet essai, une détérioration de la conversion alimentaire et du GMQ a été observée entre les porcelets consommant le maïs de grade 5 et ceux consommant le maïs de grade 1, les porcelets consommant le maïs de grade 3 étant intermédiaire. La conversion alimentaire globale de l'essai a donc également été significativement différente entre les traitements, à l'avantage du maïs de grade 1.

Tableau 5 Performances de croissance des porcelets issus de l'essai B

	Unité	Traitement			SEM	Valeur P <sup>1</sup>
		Maïs grade 5 (n=12)	Maïs grade 3 (n=12)	Maïs grade 1 (n=12)		
Poids jour 21	kg	13,1	12,7	13	0,17	0,315
Poids jour 28	kg	17,3	17,2	17,1	0,090	0,4997
Poids jour 35	kg	22,1	22	22,1	0,280	0,670
Poids jour 42	kg	26,8	26,5	26,4	0,240	0,261
CMJ 21-28	g/j	870	850	850	0,014	0,411
GMQ 21-28	g/j	0,62	0,602	0,601	0,014	0,561
CA 21-28		1,41	1,41	1,42	0,019	0,941
CMJ 28-35	g/j	1100	1100	1100	0,039	0,976
GMQ 28-35	g/j	0,69	0,683	0,71	0,033	0,411
CA 28-35		1,61	1,61	1,56	0,030	0,349
CMJ 35-41	g/j	1200	1190	1210	0,020	0,690
GMQ 35-41	g/j	<b>0.782<sup>a</sup></b>	<b>0.762<sup>a</sup></b>	<b>0.714<sup>b</sup></b>	<b>0,015</b>	<b>0,002</b>
CA 35-41		<b>1.53<sup>a</sup></b>	<b>1.57<sup>a</sup></b>	<b>1.70<sup>b</sup></b>	<b>0,050</b>	<b>0,000</b>
CMJ 21-41	g/j	1048	1039	1044		
GMQ 21-41	g/j	0,693	0,678	0,673	0,012	0,234
CA 21-41		<b>1.51<sup>a</sup></b>	<b>1.53<sup>ab</sup></b>	<b>1.55<sup>b</sup></b>	<b>0,010</b>	<b>0,033</b>
Mortalité	%	1,11	0	0		

<sup>1</sup> Différence significative lorsque P < 0.05 et tendance lorsque P < 0.10

Dans le cadre de l'essai B, les grades de maïs semblent donc affecter les performances des porcelets de pouponnière, à l'avantage des maïs de grade faible.

### 4.2.3 Essai C

En cours de réalisation de l'essai, des porcelets ont été diagnostiqués positifs à la l'influenza. Ce défi sanitaire a eu un impact sur les performances globales de tous les porcelets, la comparaison des performances en fonction des maïs demeurant néanmoins pertinents et valables.

Les résultats des performances de croissance sont présentés au tableau 6. Aucune différence significative n'a été observée dans le cadre de cet essai.

**Tableau 6** Performances de croissance des porcelets issus de l'essai C

	Unité	Traitement			SEM	Valeur P <sup>1</sup>
		Maïs grade 1 (n=13)	Maïs grade 3 (n=13)	Maïs grade 5 (n=13)		
<b>Poids jour 21</b>	kg	15,61	15,45	15,75	0.1346	0,3024
<b>Poids jour 28</b>	kg	18,39	18,29	18,56	0.1538	0,4532
<b>Poids jour 35</b>	kg	22,74	22,64	22,94	0.2217	0,6170
<b>Poids jour 42</b>	kg	25,98	25,83	26,14	0.2582	0,7475
<b>CMJ 21-28</b>	g/j	777	752	783	24.596	0,6436
<b>GMQ 21-28</b>	g/j	407	378	416	14.761	0,1916
<b>CA 21-28</b>		1,91	2,01	1,90	0.0533	0,2972
<b>CMJ 28-35</b>	g/j	804	797	830	12.395	0,1556
<b>GMQ 28-35</b>	g/j	389	401	398	11.915	0,7649
<b>CA 28-35</b>		2,08	2,00	2,10	0.0445	0,2696
<b>CMJ 35-42</b>	g/j	887	879	896	19.217	0,8256
<b>GMQ 35-42</b>	g/j	618	620	620	15.448	0,9950
<b>CA 35-42</b>		1,43	1,42	1,45	0.0198	0,5621
<b>CMJ 42-47</b>	g/j	969	982	973	17.978	0,8764
<b>GMQ 42-47</b>	g/j	633	645	629	11.651	0,5866
<b>CA 42-47</b>		1,53	1,52	1,56	0.0261	0,6580
<b>CMJ 21-47</b>	g/j	842	832	853	12.197	0,4792
<b>GMQ 21-47</b>	g/j	508	506	514	7.2403	0,7206
<b>CA 21-47</b>		1,66	1,64	1,66	0.0142	0,6534
<b>Mortalité</b>	%	2,33	3,21	2,62		0,7734

<sup>1</sup> Différence significative lorsque P < 0.05 et tendance lorsque P < 0.10

Dans le cadre de l'essai C, les grades de maïs ont affecté les performances des porcelets de pouponnière, à l'avantage des maïs de grade plus élevé.

#### 4.2.4 Essai D

Dans le cadre de l'essai D, les traitements ont été distribués dès l'entrée en pouponnière. Les résultats des performances de croissance sont présentés au tableau 7.

Des résultats significatifs ont été observés à la fin de la pouponnière, lors de la période 21-41 jours soit équivalente à la période des autres essais. En effet, la conversion alimentaire était significativement meilleure pour les porcelets consommant le maïs de grade 5, une tendance dans le même sens étant observé dans la période 14-21 jours. Aucune autre différence significative n'a été observée.

Tableau 7 Performances de croissance des porcelets issus de l'essai D

	Unité	Traitement		SEM	Valeur P <sup>1</sup>
		Maïs grade 1 (n=11)	Maïs grade 5 (n=11)		
Poids jour 1	kg	6,41	6,39	0,07	NS
Poids jour 8	kg	7,28	7,27	0,14	NS
Poids jour 14	kg	9,33	9,35	0,21	NS
Poids jour 21	kg	13,53	13,67	0,50	NS
Poids jour 41	kg	27,96	28,38	0,83	NS
CMJ 1-8	g/j	130	131	14	NS
GMQ 1-8	g/j	125	125	16	NS
CA 1-8		1,04	1,05	0,07	NS
CMJ 8-14	g/j	376	382	20	NS
GMQ 8-14	g/j	340	348	21	NS
CA 8-14		1,11	1,10	0,05	NS
CMJ 14-21	g/j	619	620	48	NS
GMQ 14-21	g/j	525	540	43	NS
CA 14-21		<b>1,18</b>	<b>1,15</b>	<b>0,05</b>	<b>P &lt; 0,10</b>
CMJ 21-41	g/j	1077	1035	67	NS
GMQ 21-41	g/j	721	735	28	NS
CA 21-41		<b>1,45</b>	<b>1,41</b>	<b>0,07</b>	<b>P &lt; 0,05</b>

<sup>1</sup> Différence significative lorsque P < 0.05 et tendance lorsque P < 0.10

Dans le cadre de l'essai D, les grades de maïs ont affecté les performances des porcelets de pouponnière, à l'avantage des maïs de grade plus élevé.

#### 4.2.5 Bilan des essais

Les résultats des essais en pouponnière montrent peu d'effets des différents types de maïs, voire des effets contradictoires ou n'étant plus significatif lorsque les performances sont ramenées sur la période totale de l'essai. En effet, aucun impact significatif n'a été observé sur le gain moyen quotidien et la consommation moyenne journalière pour toute la période de l'essai (figure 1; 2). À noter que pour l'essai D, c'est la période 21-41 jours qui est présentée dans les figures, soient équivalents à la période d'essai des autres essais.

Seuls des effets ont été observés sur la conversion alimentaire globalement. En effet, alors que l'essai A et C n'ont observé aucune différence, l'essai B a montré un effet négatif du maïs gradé 5, alors qu'un effet inverse a été observé pour l'essai D (figure 3). En étudiant plus spécifiquement les performances par semaine d'expérimentation, certains effets significatifs ont été observés lors de l'essai A et B, à l'avantage du maïs de meilleure qualité.

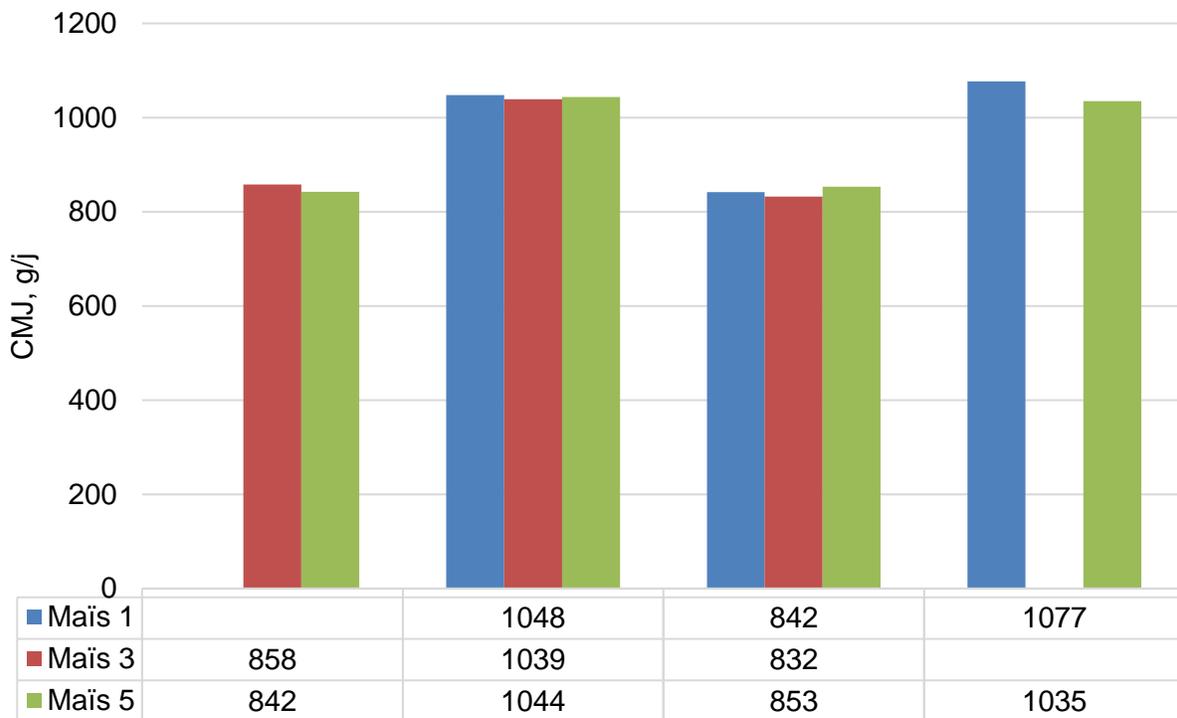


Figure 1 Consommation alimentaire (g/j) en fonction du grade de maïs et de l'essai en pouponnière

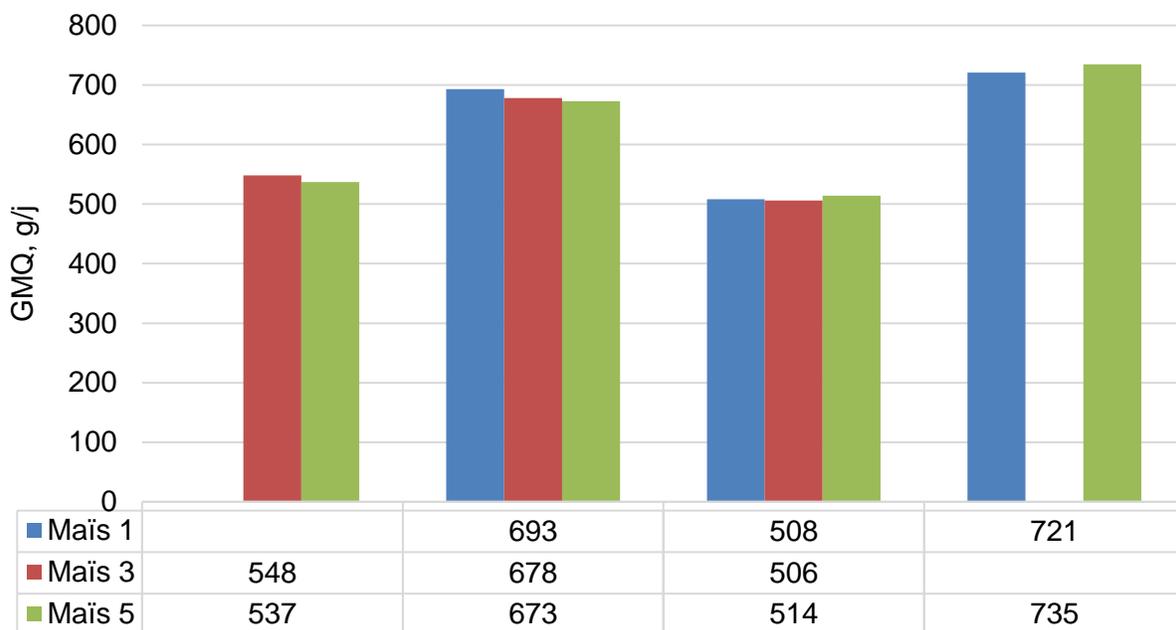


Figure 2 Gain moyen quotidien (g/j) en fonction du grade de maïs et de l'essai en pouponnière

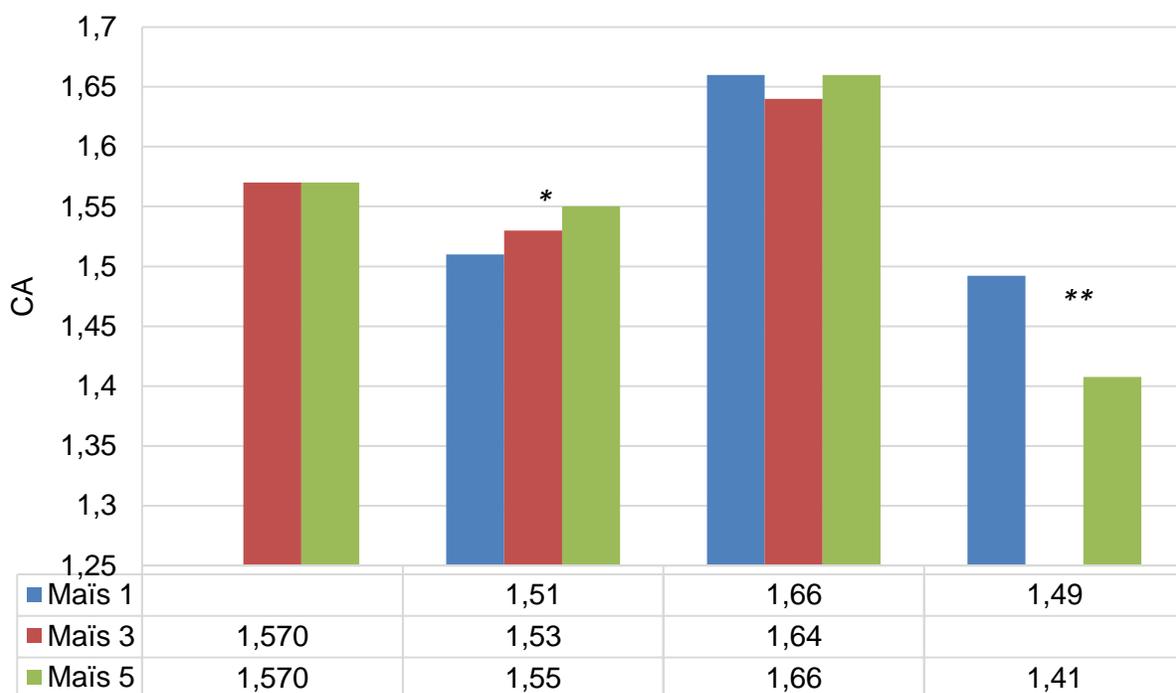


Figure 3 Conversion alimentaire en fonction du grade de maïs et de l'essai en pouponnière

## 5 Essai digestibilité

### 5.1 Méthodologie

Lors de l'activité 2, les maïs utilisés pour la fabrication des moulées ont été conservés afin de réaliser des essais visant à mesurer la digestibilité de ces différents lots de maïs. Le protocole consiste à donner ces maïs en mono-ingrédients avec seulement l'ajout d'un premix minéraux et vitamine et d'un marqueur indigeste. Pour ce faire des porcs avec des canules iléales permettant de récolter le digesta de l'intestin ont été utilisés tel que classiquement utilisé pour la formulation des aliments (ex. : NRC, 2012). L'essai a été conduit à l'animalerie du Pavillon des Services de l'Université Laval. Ils étaient au nombre de 8 et recevaient un des 8 maïs pendant 5 jours dans un dispositif en carré latin. La méthode consiste à collecter des digesta iléaux et des fèces les deux derniers jours de chaque période pour analyser les nutriments disparus pour estimer la digestibilité de chacun des maïs. A la fin de l'essai, les digesta et les fèces collectés ont été lyophilisés et moulus. Les aliments et les digesta ont été analysés pour leur teneur en célite (cendres insolubles marqueur digestible), acides aminés et protéine (PB) pour calculer la digestibilité iléale apparente (AID). Les aliments et les fèces ont été analysés pour leur teneur en célite, matière sèche (MS), énergie brute (EB) et fibres NDF et ADF pour analyser la digestibilité totale apparente (ATTD). Les données ont été analysées en carré latin avec le porc et la période en effet aléatoire et soit le maïs individuel ou le grade en effet fixe à l'aide de la procédure mixte de Minitab.

### 5.2 Résultats

Les résultats de composition des maïs montrent un poids spécifique qui diminue en intracompagnie avec le grade tel qu'attendu (Tableau 8). Les CCFM augmentent dans les grades 5 sauf pour la compagnie C. Les autres paramètres mesurés sont similaires entre les maïs. Les analyses de mycotoxines montrent des teneurs de 1,5 et 2,0 ppm dans les deux maïs de grade 1 conjointement à des teneurs de Zéaralénone et T2 HT2 au-delà du seuil de détection. Cette dernière mycotoxine est présente dans la majeure partie des maïs.

Les résultats ne montrent pas de différence en termes de ATTD ADF entre les maïs au sein des différentes compagnies (Tableau 9). Pour la compagnie A qui a testé un grade 3 et 5, le grade 5 est plus élevé en AID CP et ATTD MS, EB, NDF, ADF et énergie digestible (g/kg;  $P < 0.001$ ). De même les résultats de la compagnie B, qui a testé des grades 1, 3 et 5, montrent que le grade 5 est plus élevé en termes de ATTD MS, EB, ADF et énergie digestible par rapport aux grades 1 et 3 qui sont plus faibles et équivalents ( $P < 0.001$ ). Enfin, les résultats de la compagnie C montrent une ATTD NDF plus élevée dans le grade 1 que le 5 et que le 3, alors que l'énergie digestible (kg/kg) est plus élevée dans le grade 1 conjointement à une protéine digestible plus faible ( $P < 0.001$ ).

Lorsqu'analysés en fonction du grade (Tableau 10) les résultats montrent une digestibilité iléale plus faible dans les grades 1 que les 3 et 5 qui sont similaires ( $P < 0.001$ ). Les digestibilités totales de la MS, de l'EB des fibres ADF et NDF et de l'énergie et de la protéine digestible sont maximales dans le grade 5 ( $P < 0.001$ ) et minimales dans le grade 3 sauf pour la protéine digestible qui plus faible dans le grade 1.

Tableau 8 Analyse de la composition nutritionnelle chimique des maïs utilisés lors des essais de pouponnière

Paramètres	Essai A		Essai B			Essai C		
	Grade 3	Grade 5	Grade 1	Grade 3	Grade 5	Grade 1	Grade 3	Grade 5
Poids spécifique	66,10	58,60	69,30	66,20	59,10	71,90	66,20	60,80
CCFM	1,50	11,80	4,30	2,10	6,30	2,50	9,20	4,00
Énergie kcal/kg	3834	3813	3836	3848	3853	3803	3828	3787
PB, %	7,04	7,35	6,62	6,71	6,25	6,47	6,97	6,56
MS, %	88,71	89,57	89,19	88,32	89,24	86,10	87,21	86,32
ME Swine_1, kcal/kg	3221	3124	3295	3246	3241	3292	3254	3161
NDF, %	7,71	6,82	7,64	7,44	6,69	8,32	7,13	7,78
ADF, %	3,69	3,07	3,24	3,30	3,06	4,26	3,55	3,87
Total NSP, %	6,51	6,66	8,11	6,50	6,97	7,25	6,44	6,91
Insoluble NSP, %	5,84	5,89	7,16	5,89	6,23	6,44	5,76	6,21
Soluble NSP, %	0,666	0,763	0,945	0,614	0,743	0,812	0,687	0,700
Total A+X, %	3,89	4,65	4,28	4,28	4,03	3,95	3,66	4,28
Insoluble A+X, %	3,41	4,10	3,81	3,80	3,61	3,61	3,34	3,82
Total A:X, %	0,76	0,72	0,76	0,76	0,78	0,79	0,78	0,73
Insoluble A:X, %	0,78	0,71	0,77	0,78	0,80	0,78	0,78	0,74
Total Glucose, %	1,93	2,66	2,01	2,07	2,04	1,63	1,92	2,29
Vomitoxine, ppm	0,00	0,00	<b>2,94</b>	0,00	0,00	<b>1,57</b>	0,00	0,00
Zéaralénone, ppm	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,16	0,10	0,00
T2 HT2, ppm	0,12	0,00	0,30	0,17	0,15	0,09	0,17	0,24

**Tableau 9** Coefficient de digestibilité obtenu pour les différents maïs chez les porcs en croissance

Paramètres	Essai A		Essai B			Essai C			SEM	Valeur P
	Grade 3	Grade 5	Grade 1	Grade 3	Grade 5	Grade 1	Grade 3	Grade 5		
<b>Digestibilité iléale apparente, %</b>										
Protéine	69,9 <sup>ab</sup>	71,0 <sup>ab</sup>	76,3 <sup>a</sup>	70,8 <sup>ab</sup>	73,8 <sup>ab</sup>	64,5 <sup>b</sup>	70,6 <sup>ab</sup>	66,5 <sup>ab</sup>	5,0	<0.001
Lysine	85,6 <sup>a</sup>	84,8 <sup>a</sup>	73,0 <sup>a</sup>	77,0 <sup>a</sup>	84,5 <sup>a</sup>	58,0 <sup>b</sup>	75,6 <sup>a</sup>	72,3 <sup>a</sup>	5,2	<0.001
<b>Digestibilité iléale, g/kg</b>										
Lysine	2,05 <sup>a</sup>	2,09 <sup>a</sup>	1,69 <sup>b</sup>	1,80 <sup>ab</sup>	1,90 <sup>ab</sup>	1,33 <sup>c</sup>	1,80 <sup>ab</sup>	1,67 <sup>b</sup>	0,12	<0.001
<b>Digestibilité totale apparente, %</b>										
Matière sèche	86,7 <sup>c</sup>	90,9 <sup>ab</sup>	88,6 <sup>c</sup>	88,0 <sup>c</sup>	92,0 <sup>a</sup>	88,7 <sup>bc</sup>	87,4 <sup>c</sup>	88,2 <sup>bc</sup>	4,0	<0.001
Énergie brute	86,4 <sup>c</sup>	91,2 <sup>ab</sup>	88,7 <sup>c</sup>	88,5 <sup>c</sup>	92,2 <sup>a</sup>	89,6 <sup>bc</sup>	88,2 <sup>c</sup>	88,7 <sup>bc</sup>	0,5	<0.001
NDF	21,6 <sup>de</sup>	44,6 <sup>b</sup>	38,9 <sup>bc</sup>	22,5 <sup>de</sup>	56,5 <sup>a</sup>	39,9 <sup>b</sup>	16,5 <sup>e</sup>	29,0 <sup>cd</sup>	3,2	<0.001
ADF	-5,8	17,4	14,6	-10,9	32,7	1,2	-45,4	-24,4	21,1	0,005
Énergie digestible, kcal/kg	3303 <sup>d</sup>	3514 <sup>a</sup>	3401 <sup>bc</sup>	3358 <sup>cd</sup>	3536 <sup>a</sup>	3480 <sup>ab</sup>	3371 <sup>c</sup>	3393 <sup>c</sup>	20,4	<0.001
Protéine digestible, g/kg	4,96 <sup>ab</sup>	5,58 <sup>a</sup>	4,93 <sup>b</sup>	4,89 <sup>b</sup>	5,08 <sup>ab</sup>	3,87 <sup>c</sup>	4,99 <sup>ab</sup>	4,74 <sup>a</sup>	0,28	<0.001

**Tableau 10** Coefficient de digestibilité obtenu pour les différents maïs chez les porcs en croissance selon leur grade

Paramètres	Grade 1	Grade 3	Grade 5	SEM	Valeur P
<b>Digestibilité iléale apparente, %</b>					
Protéine	64,9 <sup>b</sup>	71,7 <sup>a</sup>	74,7 <sup>a</sup>	5,6	0,004
Lysine	65,5 <sup>b</sup>	79,0 <sup>a</sup>	80,5 <sup>a</sup>	7,7	<0,001
<b>Digestibilité iléale apparente, g/kg</b>					
Lysine	1,50 <sup>b</sup>	1,87 <sup>a</sup>	1,88 <sup>a</sup>	0,204	0,001
<b>Digestibilité totale apparente, %</b>					
Matière sèche	88,7	87,5	90,5	1,2	<0,001
Énergie brute	89,2 <sup>ab</sup>	87,8 <sup>b</sup>	90,8 <sup>a</sup>	1,3	<0,001
NDF	39,5	19,9	44,3	8,2	<0,001
ADF	11,0	-22,5	12,9	24,5	0,014
Énergie digestible, kcal/kg	3435	3348	3485	54	<0,001
Protéine digestible, g/kg	4,40	4,94	5,13	0,44	<0,001

### 5.3 Discussion

Les résultats ne montrent pas de digestibilité des nutriments plus faibles dans les maïs de grade plus élevé. Au contraire, le maïs gradé 1 de la compagnie C est de loin le plus faible en énergie digestible et les grades 5 présentent une énergie plus digestible. Cette dernière est bien corrélée avec celle de la fibre NDF (Figure 4). Ainsi, plus les fibres sont dégradées, plus l'énergie est digestible, ce qui avait précédemment été montré. Néanmoins, aucun critère mesuré sur les maïs ne permet de prédire la digestibilité des nutriments.

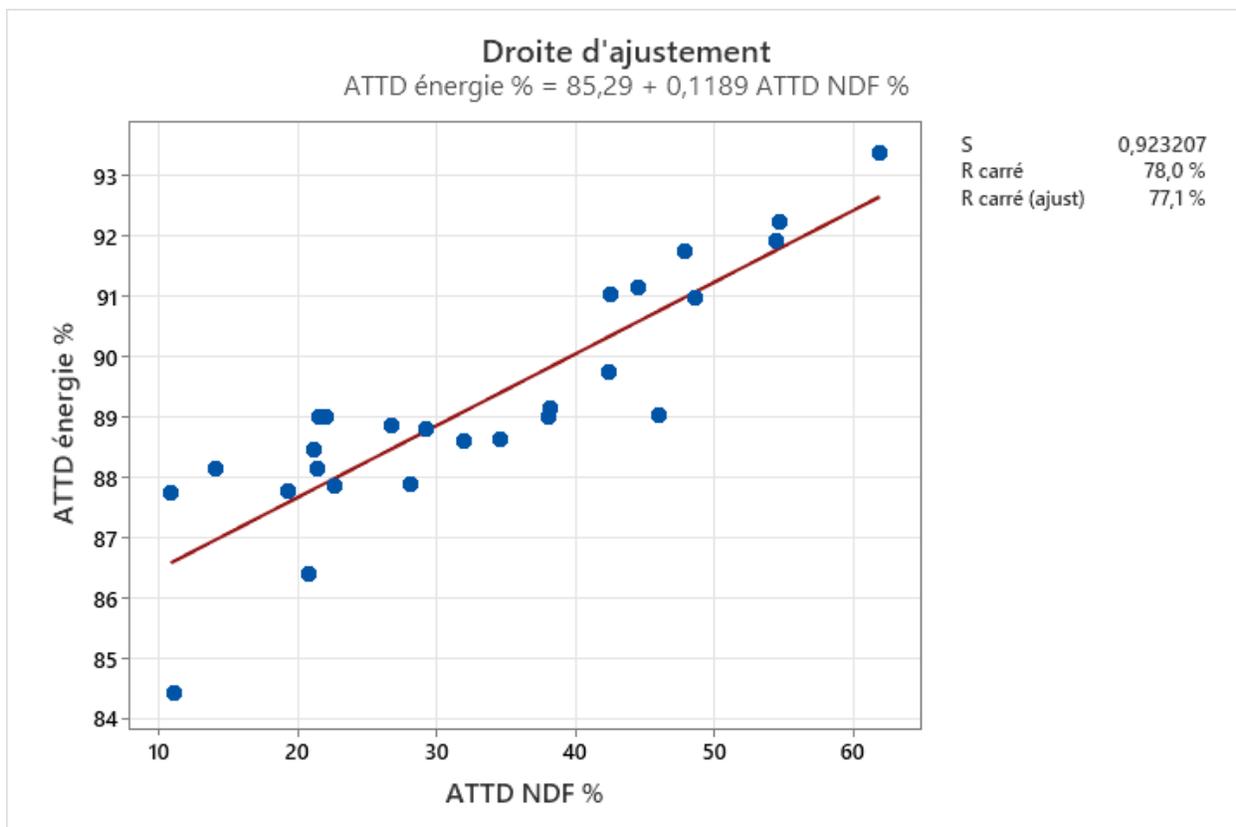


Figure 4 Relation entre la digestibilité totale apparente de l'énergie et de la fibre NDF

## 6 Conclusion

Les analyses de laboratoire des échantillons de maïs ont montré que le poids spécifique diminue des grades 1 à 5 puis à échantillon, le contraire étant observé pour les CCFM tel qu'attendu. L'énergie était plus faible dans les maïs classés échantillons conjointement à une fibre ADF plus élevée. Les analyses ont d'ailleurs également montré qu'aucun paramètre autre que le poids spécifique, les CCFM et la fibre brute ne permettent de discriminer les grades 1 à 5.

Les résultats des 4 essais de pouponnière ont permis de montrer encore une fois le défi d'utilisation des maïs de grades variables. En effet, les résultats ont différé entre les essais, allant d'aucune différence significative, à des effets contradictoires significatifs. Sommairement, il semble néanmoins que les maïs de grade plus élevé n'ont pas autant d'effet négatif qu'attendu, ce qui en soi est un résultat intéressant dans un contexte où la disponibilité de maïs de meilleure qualité serait plus rare.

Les essais de digestibilité n'ont pas montré de digestibilité des nutriments plus faibles dans les maïs de grade plus élevé. Au contraire, le maïs gradé 1 issu de l'essai C est de loin le plus faible en énergie digestible et les grades 5 présentent une énergie plus digestible. Cette dernière est bien corrélée avec celle de la fibre NDF. Néanmoins, aucun critère mesuré sur les maïs ne permet de prédire la digestibilité des nutriments.

## 7 Perspectives

D'autres analyses de laboratoire seront testées sur les maïs conservés tel que le profil NSP par analyse chimique. De plus, la digestibilité des acides aminés de l'essai avec porcs canulés est toujours en cours en raison des retards dans les analyses dus à la COVID-19. Néanmoins, ce sujet est toujours d'intérêt pour la filière porcine avec les aléas climatiques actuels et nous travaillons déjà sur une suite à donner à cette première étape.





Centre de développement du porc du Québec inc.  
Place de la Cité, tour Belle Cour  
2590, boulevard Laurier, bureau 450  
Québec (Québec) G1V 4M6

☎ 418 650-2440 • 📠 418 650-1626

[cdpq@cdpq.ca](mailto:cdpq@cdpq.ca) • [www.cdpq.ca](http://www.cdpq.ca)

 @cdpqinc

