

Effet des antimicrobiens à titre de facteurs de croissance chez le porc de statut conventionnel en période de croissance-finition

Rapport

Juin 2011



Janie Lévesque, M. Sc., agr., consultante

Christian Klopfenstein, Ph. D., m.v., CDPO

Collaborateur

Joël Rivest, Ph. D., analyste, CDPO

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Responsable scientifique et répondant du projet : Christian Klopfenstein, m.v., Ph. D., CDPQ

Chargée de projet : Janie Lévesque, M. Sc., agronome consultante

Analyste : Joël Rivest, M. Sc., CDPQ

Collaborateurs : Elanco Santé Animale, Alpharma Santé animale, Programme d'appui aux initiatives des tables filières québécoises du cadre stratégique agricole (CSA) fédéral-provincial, la Fédération des producteurs de porcs du Québec (FPPQ) et le Programme intégré canadien de surveillance de la résistance aux antimicrobiens (PICRA)

ÉQUIPE DE RÉDACTION

Janie Lévesque, agronome consultante

Christian Klopfenstein, CDPQ

Monia Tremblay, CDPQ

SITE EXPÉRIMENTAL

Centre de recherche en sciences animales de Deschambault (CRSAD)

REMERCIEMENTS

Des remerciements sont attribués à ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à la présente étude : Mmes Sarah Fillion, Line Leblanc, Hélène Lavallée, Miriam Verville et MM. Pierre Baril, Guy Julien du CRSAD, MM. Roland Dupont et Richard Blanchette, transporteurs, Mme Monique Bérard de l'Encan électronique à la Fédération des producteurs de porcs du Québec (FPPQ), MM. Marc St-Cyr, Maurice Smith et Gérald Grenier d'Alpharma Santé Animale, Mmes Marie-Anne Paradis, Isabelle Moreau et M. Stéphane Beaudoin d'Elanco Santé Animale, M. Eric Lemieux et l'équipe d'Unicoop, MM. Robert Fillion, Richard Mailhot et Mme Monia Tremblay du CDPQ.

Des remerciements sont également attribués à toute l'équipe du Programme intégré canadien de surveillance de la résistance aux antimicrobiens (PICRA) pour la contribution à ce projet. David Léger (coordination), Louise Bellai (préparation du matériel de collecte) Danielle Daigneault (travail de Laboratoire), Michelle Tessier et Lucie Dutil (gestion des données et révision du rapport).

© **Centre de développement du porc du Québec inc.**

Dépôt légal 2011

Bibliothèque et Archives nationales du Québec

Bibliothèque et Archives Canada

ISBN 978-2-922276-17-6

RÉSUMÉ

L'utilisation des substances antibiotiques comme facteurs de croissance est une pratique remise en question par les autorités de la santé publique et les regroupements de consommateurs. L'usage des antibiotiques comme facteurs de croissance est identifié comme une pratique non judicieuse de ceux-ci.

Les objectifs de ce projet étaient de : 1) quantifier les performances zootechniques (gain moyen quotidien – GMQ, indice de conversion alimentaire – C.A., variabilité du poids des porcs et rendement de la carcasse) liées à l'utilisation de deux antibiotiques (phosphate de tylosine, salinomycine) comme facteurs de croissance chez des porcs de statut sanitaire conventionnel maintenus dans des conditions similaires à celles du terrain. 2) décrire la variation temporelle de l'antibiorésistance des bactéries commensales (*Enterococcus*, *Campylobacter*, *Escherichia coli* générique) et des pathogènes (*Salmonella*) isolés des matières fécales des porcs issus des trois traitements.

L'étude a été réalisée au Centre de recherche en sciences animales de Deschambault (CRSAD) de novembre 2007 à février 2008 dans le bâtiment appelé « Unité de testage et d'expérimentation en alimentation porcine (UTEAP) ». Trois cent vingt-quatre porcs commerciaux (162 mâles et 162 femelles) issus d'un croisement de truies hybrides (Yorkshire X Large-White) avec un verrat Duroc ont été répartis aléatoirement dans 36 parcs et assignés à trois traitements (témoins, salinomycine (25 ppm) et tylosine (22 ppm)). Les animaux sélectionnés pour cette étude étaient de statut sanitaire conventionnel (contaminés minimalement par le virus du SRRP, *Mycoplasma hyopneumoniae*, *Streptococcus suis* et *Haemophilus parasuis*). La superficie disponible pour chaque porc en engraissement a été réduite au maximum (0,69 m²/porc ou 7,5 pi²) afin d'assurer la représentativité des pratiques dans les élevages commerciaux.

Globalement chez les porcs de 26 à 113 kg, la fortification des aliments avec les antibiotiques a eu des effets bénéfiques de moins de 2 % sur le GMQ et la C.A. (effets non significatifs $p > 0,05$). Les effets bénéfiques étaient un peu plus importants (2-3 %) mais encore non significatifs ($p > 0,05$) en période de finition (82 à 113 kg). De plus, aucun effet mesurable n'a été observé sur les caractéristiques des carcasses, ni sur la variabilité du poids des porcs lors de l'envoi à l'abattage.

Un total de 70 isolats bactériens d'*Enterococcus*, de *Campylobacter*, d'*Escherichia coli* ont été détecté à la suite des quatre prélèvements d'échantillons fécaux (J1, J35, J59 et J83). Aucune *Salmonella* n'a été retrouvée dans les fèces des porcs au cours de ce projet. Des profils de résistance antimicrobienne ont été déterminés pour chaque espèce bactérienne pour un total de 32 antibiotiques différents. Trente pourcent des combinaisons isolat/antibiotique se sont avérées résistantes (311/1046 combinaisons). Le cadre expérimental de ce projet n'a pas permis de démontrer un processus de sélection de résistance durant la période de croissance-finition. Le nombre d'isolats résistants avait tendance à augmenter dans les parcs qui recevaient la tylosine, ce nombre avait tendance à diminuer dans les parcs qui recevaient la salinomycine et avait tendance à demeurer stable dans les parcs « témoins ». Les principales résistances observées chez les bactéries évaluées étaient : l'ampicilline, la lincomycine, la streptomycine, le sulfisoxazole, la tétracycline et la tylosine. Ces profils d'antibiorésistance sont similaires aux observations du volet à la ferme du Programme intégré canadien de surveillance de la résistance aux antimicrobiens (PICRA). La caractérisation de l'antibiorésistance dans ce projet suggère que les antibiotiques utilisés comme facteurs de croissance sur un seul lot sont insuffisants pour créer une pression de sélection mesurable.

Ce rapport de recherche suggère que l'utilisation des antibiotiques (phosphate de tylosine, salinomycine) comme facteurs de croissance n'améliore pas les performances de croissance de façon suffisamment importante pour justifier leur usage chez les porcs de statut sanitaire conventionnel maintenus dans des conditions similaires à celles du terrain. De plus, le rapport démontre que les porcs sont porteurs de certaines bactéries résistantes aux antibiotiques, mais il suggère que l'usage des antibiotiques comme facteurs de croissance dans un seul lot ne crée pas une pression suffisante pour sélectionner des souches résistantes.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	I
INTRODUCTION	1
OBJECTIFS DU PROJET	3
MATÉRIEL ET MÉTHODES	3
Dispositif expérimental.....	3
Animaux.....	4
Logements et conditions d'élevages.....	5
Traitements alimentaires.....	6
Régimes alimentaires.....	7
Collecte de matières fécales (antibiorésistance).....	9
Recherche et caractérisation des bactéries.....	10
Estimation de l'antibiorésistance.....	10
Mesures des performances zootechniques.....	10
Traitement curatif aux antibiotiques.....	11
Volet économique.....	11
Analyse statistique.....	11
RÉSULTATS ET DISCUSSION	12
Description générale.....	12
Utilisation des antibiotiques.....	13
Conformité des aliments.....	15
Consommation d'aliments et d'eau.....	17
Performances zootechniques.....	22
Caractéristiques des carcasses.....	25
Homogénéité des poids (analyse de variance).....	27
Antibiorésistance.....	28
VOLET ÉCONOMIQUE	34
Bénéfice attendu comparativement au prix des aliments.....	35
Coûts du facteur de croissance comparativement aux effets zootechniques.....	36

Cas pratique.....	39
CONCLUSION	40
RÉFÉRENCES.....	41
ANNEXE 1 Critères de sélection des animaux	42
ANNEXE 2 Spécifications nutritionnelles utilisées pour des porcs de 25 à 115 kg	43
ANNEXE 3 Description des antibiotiques testés sur les différents isolats des bactéries isolées dans les matières fécales	44

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Liste des principaux antimicrobiens utilisés comme facteur de croissance chez le porc à l'engraissement au Québec	2
Tableau 2	Estimation de la puissance du plan expérimental pour détecter des améliorations du gain moyen quotidien (GMQ) et de la conversion alimentaire (C.A.) entre 2 et 5 % (test de Dunnett unilatéral avec $\alpha=0,05$).....	4
Tableau 3	Normes d'utilisation des antibiotiques chez le porc pour des allégations comme facteurs de croissance ¹	7
Tableau 4	Composition des aliments (tels que servis)	8
Tableau 5	Médicaments utilisés lors des traitements curatifs	14
Tableau 6	Causes des traitements individuels	14
Tableau 7	Quantité d'antibiotiques reçue et coût par porc	15
Tableau 8	Teneurs en antibiotiques mesurées dans les aliments	16
Tableau 9	Ingestion des aliments et de leurs composantes ¹	19
Tableau 10	Consommation quotidienne en eau ¹	21
Tableau 11	Performances zootechniques des porcs ¹	24
Tableau 12	Épaisseurs de muscle et de gras de la carcasse des porcs vivants et données d'abattage ¹	26
Tableau 13	Description du nombre d'isolats des bactéries sentinelles retrouvées dans les fèces lors des divers prélèvements	28
Tableau 14	Description du rapport du nombre d'antibiotiques testés et résistants (résistants/testés (%)) pour chaque bactérie sentinelle retrouvées dans les fèces lors des prélèvements.....	29
Tableau 15	Résistance des isolats de la bactérie <i>Esherichia.coli</i> aux différents antibiotiques (rouge = résistant; vert = sensible; orange = sensible et résistant)	30
Tableau 16	Résistance des isolats de la bactérie <i>Enterococcus</i> aux différents antibiotiques (rouge = résistant; vert = sensible; orange = sensible et résistant)	31
Tableau 17	Résistance des isolats de la bactérie <i>Campylobacter</i> aux différents antibiotiques (rouge = résistant; vert = sensible; orange = sensible et résistant)	33
Tableau 18	Retour sur l'investissement (bénéfice-coût) pour un facteur de croissance coûtant 3,00 \$ par tonne.....	36
Tableau 19	Coût maximal pour tirer profit de l'utilisation d'un facteur de croissance.....	38
Tableau 20	Prix des aliments (modèles ASRA et FPPQ, base des données de 2006).....	39
Tableau 21	Prix des aliments pour 2011 (estimation du CDPQ)	39

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Variation de la température dans les deux salles de la section d'engraissement	5
Figure 2	Variation de l'humidité relative dans les deux sections d'engraissement du bâtiment	6
Figure 3	Consommation alimentaire des porcs en fonction de leur poids	18
Figure 4	Distribution du poids des porcs au poids moyen de 96 kg (A : témoin; B : Tylosine; C : Salinomycine)	27
Figure 5	Relation entre le retour sur l'investissement (rapport gain \$ / coût \$) de l'utilisation d'un facteur de croissance en fonction du prix de la moulée (\$/tonne) et de l'amélioration de l'indice de conversion alimentaire (%). Dans ce modèle, le coût du facteur de croissance a été fixé à 3 \$ par tonne et on ne donne aucune valeur économique à l'amélioration du gain moyen quotidien.	35
Figure 6	Relation entre le coût maximal du facteur de croissance (\$/tonne) par rapport à l'amélioration attendue de l'indice de conversion alimentaire (%) et du prix de la moulée sans additif (\$/tonne). Dans ce modèle, on ne comptabilise aucun impact économique associé à l'amélioration du gain moyen quotidien. ...	37

INTRODUCTION

L'utilisation des substances antibiotiques comme facteur de croissance est une pratique remise en question par les autorités en santé publique et les regroupements de consommateurs. L'usage des antibiotiques comme facteur de croissance est identifié comme une pratique non judicieuse de ceux-ci. Les membres de la Table filière porcine du Québec se questionnent également sur la pertinence du maintien de cette stratégie, compte tenu de la mauvaise image associée à cette pratique. Un éventuel retrait des antibiotiques « facteurs de croissance » et un usage prudent et judicieux des molécules disponibles font partie des recommandations des plans stratégiques des années 2001-2005 et 2005-2009 de la Table filière porcine du Québec.

Un concept qui domine les discussions tant au Québec, au sein du comité du programme québécois d'assurance qualité (PQAQ), que dans les organisations nationales, avec le programme intégré canadien de surveillance de la résistance aux antimicrobiens (PICRA), et internationales comme l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE). À leur avis, les antibiotiques les plus importants pour la santé humaine devraient être utilisés plus judicieusement chez les animaux, particulièrement ceux qui sont les plus importants pour la médecine humaine.

Une classification des antibiotiques est proposée par différentes organisations de santé publique (voir tableau 1). Cette classification est fonction de l'importance des antibiotiques utilisés en médecine humaine (efficacité du médicament, spectre d'activité, peu ou pas d'antimicrobiens de remplacement). Par contre, l'utilisation des antimicrobiens en médecine vétérinaire et l'impact de cette utilisation sur la médecine humaine ne sont pas pris en considération dans cette classification. Cette dernière suggère donc que l'usage des antibiotiques virginiamycine (classe I), tylosine (classe II) et bacitracine (classe II) à la ferme serait moins judicieux que l'usage de la salinomycine (classe IV) pour obtenir des effets comme promoteurs de croissance (tableau 1).

L'utilisation d'un antibiotique comme facteur de croissance chez le porc en croissance-finition permettrait selon certaines sources : 1) d'améliorer le gain moyen quotidien (GMQ); 2) d'améliorer l'indice de conversion alimentaire (C.A. – rapport aliments/gain); 3) de réduire la variabilité des poids en fin d'engraissement; 4) de réduire les rejets de lisier pour chaque kg de porc produit; 5) et dans certaines situations, de réduire la morbidité et la mortalité. Toutefois, l'ampleur des effets bénéfiques attendus dépendrait de : 1) du statut sanitaire des animaux; 2) de la densité animale; 3) de l'âge des animaux et 4) de l'antibiotique utilisé. L'information du terrain et celle de la littérature (Épidémio-Qualité inc., 2004) suggèrent que l'utilisation d'antibiotique comme facteur de croissance (toutes molécules confondues) ait plus d'effets dans les populations de statut sanitaire « conventionnel » que dans les populations de porcs « assainies » et que les impacts seraient plus importants chez les animaux en bas âge (pouponnière en début d'engraissement - 20 à 65 kg) que chez les animaux plus âgés (finition - 65 kg et plus). Les effets seraient également plus importants lorsque la densité animale dans les parcs est élevée (7-8 pi² par porc)¹.

¹ Opinion dominante chez plusieurs intervenants du « terrain » au Québec)

L'amélioration des performances zootechniques (GMQ et CA) expliquée par l'utilisation des antibiotiques comme facteur de croissance pourraient théoriquement atteindre 3 à 6 % chez le porc assaini et plus de 10 % chez le porc de statut sanitaire conventionnel (Méta-analyse Épidémio-Qualité, 2004). Ces performances historiques sont questionnées par la plupart des intervenants du terrain. On considère généralement que l'amélioration des performances zootechniques attendues serait plutôt de l'ordre de 1 à 2 % chez les porcs assainis et de 3 à 5 % chez les porcs de statut conventionnel (positifs en regard du SRRP, du mycoplasme, etc.).

Tableau 1 Liste des principaux antimicrobiens utilisés comme facteur de croissance chez le porc à l'engraissement au Québec

Antimicrobien	Classe d'antibiotique	Catégorie ¹	Utilisation comme facteur de croissance (% prescriptions) ²	Dosage (ppm) ³	NSM ⁵
Virginiamycine	streptogramine	I	0,8	11	10.11
Tylosine	macrolide	II	74,4	44 - début 22 - croissance. 11 - finition	10.10
Bacitracine	bacitracine	III	14,9	33 ⁴	10.20
Salinomycine	Ionophore	IV	7,4	25	10.13
Bambermycine ⁶	flavophospholipols	IV	2,5	S.O	10.12

¹ Classification des antibiotiques selon leur importance en médecine humaine. Santé Canada. Site de Santé Canada. [En ligne]. http://www.hc-sc.gc.ca/dhp-mpps/consultation/vet/consultations/amr_ram_hum-med_f.html (page consultée le 20 juin 2011)

² Intensité d'utilisation des antibiotiques comme facteur de croissance dans 188 lots de porcs issus de 65 fermes porcines québécoises (Épidémio-Qualité inc., 2006)

³ Dosage recommandé et homologué (g/tonne) au Canada en ce qui a trait aux facteurs de croissance

⁴ Cette molécule est homologuée en fonction d'un dosage de 4,4 ppm au Canada (voir NSM 10.2) mais elle est utilisée selon le dosage permis par les normes américaines, soit 33 ppm.

⁵ Numéro de référence des Notices sur les substances médicamenteuses – NSM de Santé Canada. Site de l'Agence canadienne d'inspection des aliments. [En ligne]. <http://www.inspection.gc.ca/francais/anima/feebet/mib/mibtocf.shtml> (page consultée le 13 mars 2008)

⁶ La Bambermycine est un antibiotique de la famille des flavophospholipols. Cet antibiotique est homologué au Canada comme facteur de croissance chez la volaille mais pas chez le porc. De plus, il est occasionnellement prescrit chez le porc pour le contrôle des salmonelles. Il est également homologué dans plusieurs pays pour son effet de facteur de croissance.

Selon les résultats d'une enquête effectuée par la compagnie Épidémio-Qualité (2006), les antibiotiques en croissance-finition au Québec seraient principalement utilisés pour des raisons préventive et curative. La part représentée par l'utilisation des facteurs de croissance chez les porcs serait faible (1,6 g / 37 g de produit actif; 5 % des antibiotiques offerts). Toutefois, plus de la moitié des lots enquêtés (53 %, 91/173) ont reçu un antibiotique comme facteur de croissance dans au moins un des aliments en période d'engraissement. La tylosine serait l'antibiotique le plus couramment utilisé comme facteur de croissance alors que la salinomycine serait moins utilisée (tableau 1).

Cette étude sera complémentaire à toutes les autres démarches entreprises par la Table filière porcine du Québec pour documenter et bien comprendre les tenants et aboutissants du dossier « Facteurs de croissance » (Revue de littérature et méta-analyse sur l'impact du retrait des antibiotiques facteurs de croissance, 2004; Étude sur l'usage actuel des antibiotiques en production porcine au Québec dans le groupe croissance finition, 2006). Cette étude permettra également de comparer l'impact de deux antimicrobiens utilisés comme facteur de croissance sur le développement de la résistance chez des bactéries commensales et pathogènes des porcs. Finalement, ces éléments d'information vont permettre de développer des stratégies d'utilisation plus judicieuse des antibiotiques au Québec pour les allégations de facteurs de croissance.

OBJECTIFS DU PROJET

1. Quantifier l'effet zootechnique (GMQ, C.A., variabilité du poids des porcs et rendement de carcasse) de l'utilisation de deux antimicrobiens, le phosphate de tylosine et la salinomycine (Tableau 1), comme facteurs de croissance chez des porcs de statut sanitaire **conventionnel** maintenus dans des conditions similaires à celles des élevages commerciaux
2. Décrire la variation temporelle de l'antibiorésistance des bactéries commensales (*Enterococcus.spp*, *Campylobacter.spp*, *Escherichia coli* générique) et pathogènes (*Salmonella.spp*) isolés des matières fécales des porcs issus des trois traitements.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Dispositif expérimental

L'étude a été réalisée au Centre de recherche en sciences animales de Deschambault (CRSAD) de novembre 2007 à février 2008 dans le bâtiment appelé « Unité de testage et d'expérimentation en alimentation porcine (UTEAP) ». Trois cent vingt-quatre porcs commerciaux (162 mâles et 162 femelles) issus d'un croisement de truies hybrides (Yorkshire X Large-White) avec un verrat Duroc ont été répartis dans 36 parcs ayant un espace de 0,69 m²/porc ou 7,5 pi² par porc dans les deux salles d'engraissement du bâtiment UTEAP.

Après avoir été pesés, les porcs de chaque sexe ont été classés en six catégories de poids et répartis aléatoirement entre les trois traitements (A, B et C). La répartition des porcs a été effectuée afin d'obtenir une homogénéité de variance (homoscédasticité) et des moyennes de poids similaires dans chaque traitement. Le tableau 2 montre que la puissance du plan expérimental était faible pour des améliorations de 2 % de gain moyen quotidien, mais, qu'elle était adéquate pour des améliorations attendues qui sont de l'ordre de 3 à 5 %.

Les responsables de la gestion des animaux ne connaissaient pas le traitement correspondant à chaque lettre (A, B, et C). Les animaux du groupe « A » étaient les témoins, ceux du groupe « B » recevaient la tylosine et ceux du groupe « C » recevaient la salinomycine.

Tableau 2 Estimation de la puissance du plan expérimental pour détecter des améliorations du gain moyen quotidien (GMQ) et de la conversion alimentaire (C.A.) entre 2 et 5 % (test de Dunnett unilatéral avec alpha=0,05)

Amélioration	Puissance du plan expérimental pour le GMQ ¹	Puissance du plan expérimental pour la C.A. ²
2 %	36 %	> 36 %
3 %	66 %	> 66 %
4 %	89 %	> 89 %
5 %	97 %	> 97 %

¹ Puissance requise pour détecter une différence pour le gain moyen quotidien entre un des deux traitements et le témoin.

² Puissance requise pour détecter une différence pour la conversion alimentaire entre un des deux traitements et le témoin

Animaux

Les porcelets utilisés pour ce projet de recherche ont été sélectionnés selon des critères suivants : 1) ils devaient provenir d'un élevage commercial de statut sanitaire conventionnel et 2) l'éleveur fournissant les porcelets devaient considérer que l'utilisation des antibiotiques à titre de facteurs de croissance en engraissement est efficace (voir Annexe 1).

Le statut sanitaire des porcelets sélectionnés était considéré conventionnel puisque les élevages étaient contaminés par le virus du SRRP, par la bactérie responsable de la pneumonie enzootique (*Mycoplasma Hyopneupmoniae*), par les bactéries *Streptococcus Suis* et *Haemophilus parasuis*.

Les porcelets provenaient tous d'une seule pouponnière (Ferme Martin Deslandes SENC, 1676 11^e rang, Saint-Valérien). Une journée avant leur arrivée au bâtiment UTEAP à Deschambault (J0), les porcelets ont été sélectionnés directement à la ferme d'origine après avoir été pesés, identifiés et attestés être en bonne santé. Parmi les animaux disponibles, 324 porcs ont été retenus pour la réalisation de l'essai en engraissement et, de ce nombre, il y avait 162 mâles castrés et 162 femelles. Les porcelets sélectionnés avaient un poids moyen de 26,6 ± 5,3 kg.

À l'arrivée au bâtiment UTEAP (J0), les porcs ont été pesés à nouveau et répartis par groupe de 9 à l'intérieur des 36 parcs des deux salles d'engraissement. La répartition a été effectuée d'après le poids et le sexe des porcs et selon un dispositif complètement aléatoire. De cette façon, douze unités expérimentales (6 parcs de femelles et 6 parcs de mâles castrés) par traitement ont été créées.

Logements et conditions d'élevages

Dans la section d'engraissement, chacun des parcs a été aménagé de sorte à loger neuf porcs. Dans la section d'engraissement, chacun des parcs ont été aménagés de sorte à loger neuf porcs à la fois. Les parcs assuraient un espace de 0,69 m² par porc (7,5 pi²), étaient munis d'un plancher en caillebotis intégral en béton et d'une zone centrale où le plancher était plein. Un abreuvoir économiseur d'eau (Drik-O-mat®, Farmweld, IL, USA) et deux trémies sèches étaient disponibles pour les porcs. La ventilation était de type mécanique et des entrées d'air, jumelées à un conduit de recirculation, ont assuré le contrôle de la qualité de l'air dans les deux salles d'engraissement. La section d'engraissement était ventilée avec des contrôleurs électroniques. Ces contrôleurs actionnent les ventilateurs, le système de chauffage et les entrées d'air à l'aide de sondes de température et d'humidité. La consigne de température variait selon le poids des porcs. Le débit de ventilation minimum était ajusté pour fournir une bonne qualité d'air surtout par temps froid. La consommation quotidienne en eau des porcs a été mesurée grâce à l'installation de compteurs d'eau (Lecomte, modèle LR, Saint-Hyacinthe, QC) dans chacun des parcs. La consommation en eau pour l'ensemble des porcs d'une même salle, a également été enregistrée à l'aide d'un compteur d'eau (ABB Water Meter inc., modèle C-700M3, Ocala, FL, USA) qui était installé sur chaque conduite de chaque salle d'engraissement.

La température et le taux d'humidité à l'intérieur du bâtiment ont également été enregistrées en cours d'essais. La température et l'humidité enregistrées pendant la période expérimentale ont été en moyenne de 19,9 °C et de 63,0 %, respectivement. Elles ont toutefois varié tout au long de l'essai entre 15,5 et 22,9°C pour la température et, entre 38,0 et 86,0 %, pour l'humidité (figures 1 et 2).

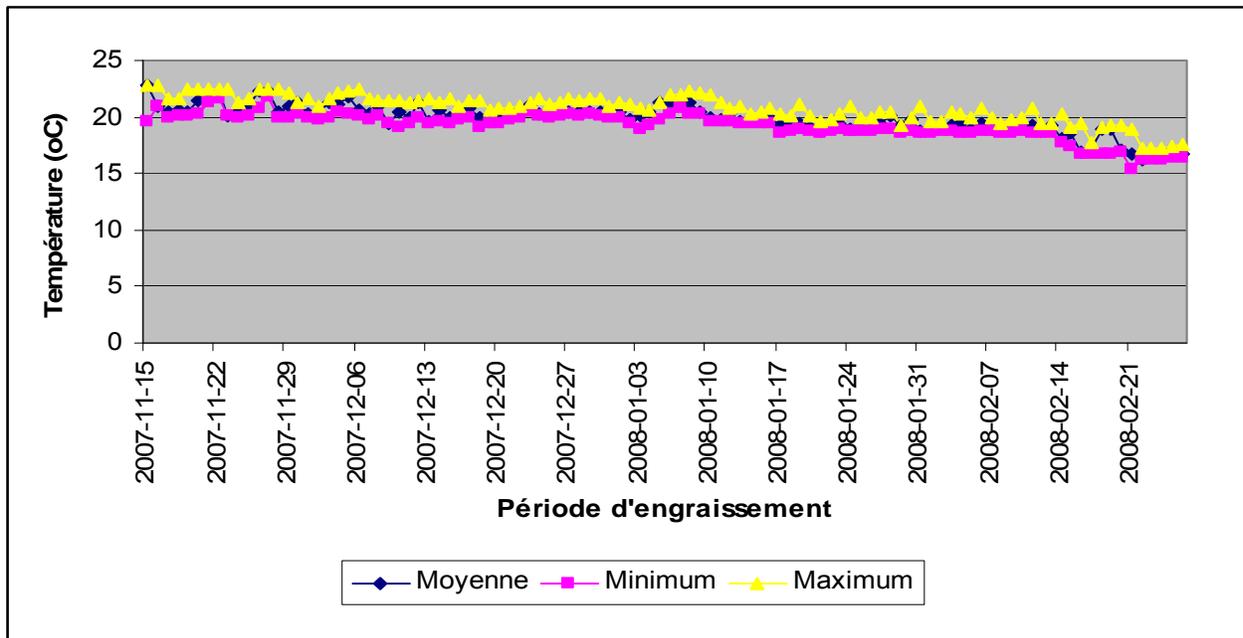


Figure 1 Variation de la température dans les deux salles de la section d'engraissement

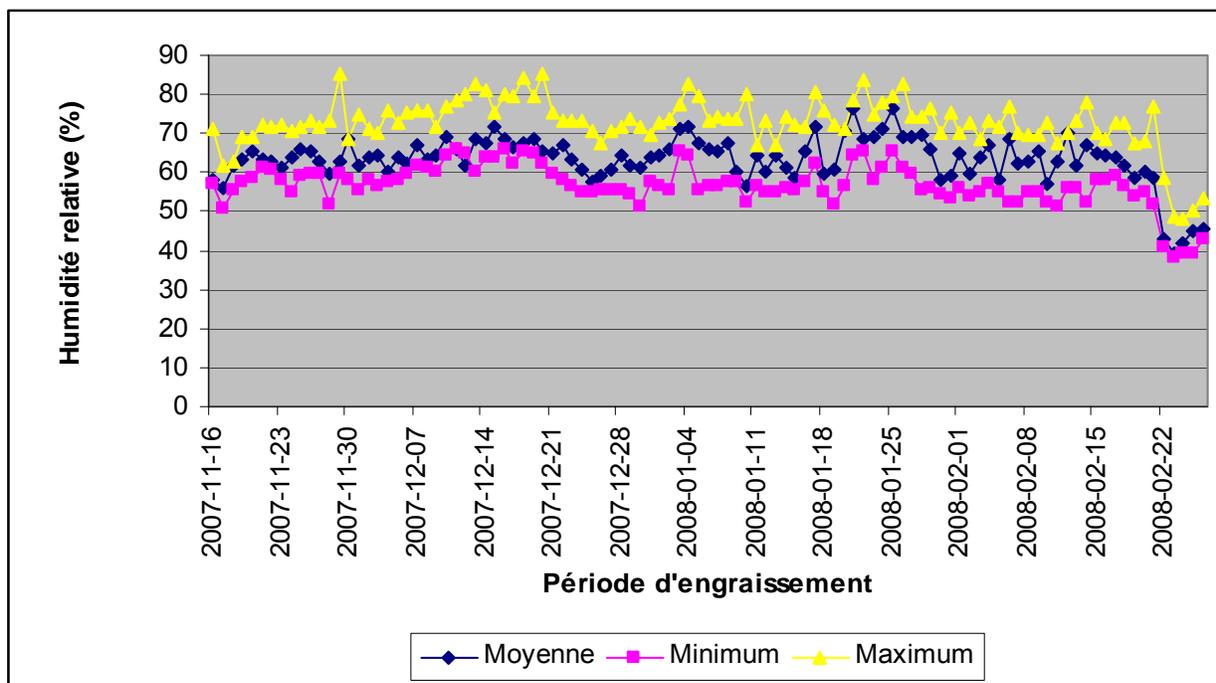


Figure 2 Variation de l'humidité relative dans les deux sections d'engraissement du bâtiment

Traitements alimentaires

Le dispositif expérimental prévoit l'évaluation de trois traitements alimentaires pour vérifier les effets de l'ajout ou non de facteurs de croissance antibiotiques (phosphate de tylosine et salinomycine) au régime des porcs à l'engraissement. Puisque l'essai vise l'évaluation des impacts des antibiotiques comme facteurs de croissance, une partie des porcs a reçu du phosphate de tylosine (Tylan10, Élanco Santé Animale, Greenfield, IN, USA) alors qu'une autre partie des animaux recevait de la salinomycine (Bio-Cox 120G, Alpharma inc., Van Buren, Arkansas, États-Unis) dans leurs aliments aux taux respectifs de 22 et 25 ppm tout au long de la période d'engraissement (27 à 113 kg de poids vif). Quant à l'aliment « témoin », aucun antibiotique n'y a été incorporé durant toute l'expérimentation. Au tableau 3, on retrouve les normes d'utilisation canadienne pour ces deux antibiotiques selon des allégations comme facteurs de croissance. Ces normes représentent les homologations obtenues par les fabricants pour usage chez le porc au Canada. L'utilisation de la salinomycine (25 ppm) dans ce projet est conforme à la norme enregistrée au Canada (tableau 3). Toutefois, l'utilisation de la tylosine (22 ppm tout au long de la croissance) est légèrement différente de la norme (concentration décroissante – tableau 3). Les concentrations utilisées lors de cette étude correspondent plutôt aux teneurs utilisées couramment sur le terrain (Épidémiologie-Qualité, 2006). Une utilisation légèrement différente de la norme homologuée est permise au Canada, mais elle doit se faire sur prescription du vétérinaire².

² Au Québec, tous les antibiotiques doivent être prescrits par un vétérinaire. Dans la majorité des autres provinces, la prescription est requise seulement lorsque le producteur utilise un antibiotique en dérogation aux instructions de l'étiquette.

Tableau 3 Normes d'utilisation des antibiotiques chez le porc pour des allégations comme facteurs de croissance¹

Antibiotique	NSM ²	Allégations	Dosages recommandés
Phosphate de tylosine	# 10.10	Pour aider à stimuler la croissance et à améliorer la conversion alimentaire	44, 22 et 11 ppm pour les aliments en début, en croissance et en finition respectivement
Salinomycine	# 10.13	Pour augmenter le taux de gain de poids chez les porcs en croissance et en finition	25 ppm pour les aliments en début, en croissance et en finition respectivement

¹ Agence canadienne d'inspection des aliments. Site de l'Agence canadienne d'inspection des aliments. [En ligne]. <http://www.inspection.gc.ca/français/anima/feebet/mib/mibtoctf.shtml> (page consultée le 20 juin 2011)

² Numéro de référence des Notices sur les substances médicamenteuses – NSM de Santé Canada

Les teneurs en phosphate de tylosine et en salinomycine ont été mesurées dans les laboratoires respectifs recommandés par les compagnies pharmaceutiques affiliées à cette étude. La méthode pour quantifier les concentrations en phosphate de tylosine dans les aliments est une technique appelée « plate assay method » alors que les teneurs en salinomycine ont été évaluées par chromatographie avec un appareil à chromatographie en phase liquide à haute performance (HPLC). Selon les normes de l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA), les niveaux obtenus devaient se situer dans une plage de $\pm 25\%$ par rapport aux valeurs attendues, soit entre 16,50 et 27,50 ppm pour le phosphate de tylosine dont la valeur cible était de 22 ppm et entre 18,75 et 31,25 ppm pour la salinomycine dont la valeur attendue était de 25 ppm. Selon les méthodes de laboratoire utilisées, les seuils de détection pour la détermination des teneurs en tylosine et salinomycine étaient respectivement de 4,0 et 2,2 ppm.

Régimes alimentaires

Des régimes à base de maïs, de blé et de tourteau de soya ont été offerts aux animaux durant la période expérimentale, soit de 26,6 à 112,7 kg de poids vif (tableau 4). Les spécifications nutritionnelles utilisées pour concevoir les aliments ont été celles des tables d'alimentation des porcs du CDPQ (2005; annexe 1). La formulation a été effectuée sur la base de l'énergie nette et des acides aminés digestibles et les aliments conçus devaient être iso-caloriques, iso-protéiques et iso-lipidiques. Un programme alimentaire en trois phases (I : 27 à 53 kg; II : 53 à 82 kg; III : 82 à 113 kg) a été établi.

La fabrication d'aliments en comprimés a été réalisée à quatre moments différents à la meunerie de la Coopérative agricole Unicoop (Saint-Anselme, QC), soit pour les aliments de début, ceux de la croissance et les aliments de finition. Cependant, la fabrication de l'aliment de finition (82 à 113 kg) a été effectuée à deux dates différentes à cause du volume important à entreposer. Des échantillons d'aliments ont été prélevés à la meunerie immédiatement après la fabrication, soit à des intervalles réguliers durant la vidange du mélangeur qui s'effectuait en 150 secondes. Ces échantillons, de texture farineuse, prélevés avant la mise en cubes, étaient immédiatement acheminés à un laboratoire afin de vérifier leur conformité. Les concentrations nutritives (protéine brute, énergie digestible calculée, matière grasse, calcium, phosphore et sodium) ainsi que les teneurs en antibiotiques (phosphate de tylosine et salinomycine) devaient se rapprocher de ce qui était visé et les teneurs en nutriments devaient être similaires d'un traitement à l'autre. Si les aliments n'étaient pas conformes, une nouvelle fabrication devait être envisagée, ce qui ne fut pas le cas.

Afin de pouvoir différencier les trois aliments entre eux et s'assurer que les animaux reçoivent les bons traitements, des traceurs (F-Microtracer^M, San Francisco, Californie, États-Unis) de couleurs différentes ont été incorporés aux aliments au taux de 35 g par tonne lors de leur fabrication.

L'eau et les aliments ont été offerts à volonté durant toute la période expérimentale. Durant cette dernière, des échantillons de chacun des aliments en comprimés ont été prélevés chaque semaine, combinés après plusieurs échantillonnages et acheminés encore une fois dans différents laboratoires aux fins d'analyses chimiques.

Les teneurs en nutriments (protéines brutes, acides aminés totaux, matières grasses, NDF, minéraux, etc.) et en antibiotiques (phosphate de tylosine et salinomycine) ont été mesurées dans tous les échantillons d'aliments composites (tableau 4). Cette façon de faire nous a permis d'estimer plus précisément la consommation des porcs en nutriments et en antibiotique tout au long de l'expérience.

Tableau 4 Composition des aliments (tels que servis)

Ingrédients (kg/t)	DÉBUT (27 À 53 KG)			CROISSANCE (53 À 82 KG)			FINITION (82 À 113 KG) ¹		
	Traitements			Traitements			Traitements		
	Témoin	Tylan	Salino.	Témoin	Tylan	Salino.	Témoin	Tylan	Salino.
Maïs	547,98	546,98	547,77	612,65	611,65	612,44	684,85	683,85	684,64
Tourteau de soya	252,86	252,86	252,86	190,84	190,84	190,84	130,82	130,82	130,82
Blé	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00
Gras	11,48	11,48	11,48	10,22	10,22	10,22	-	-	-
L-Lysine HCl	1,97	1,97	1,97	1,95	1,95	1,95	1,88	1,88	1,88
DL-Méthionine	0,20	0,20	0,20	0,06	0,06	0,06	-	-	-
L-Thréonine	0,29	0,29	0,29	0,08	0,08	0,08	-	-	-
Pierre à chaux	13,29	13,29	13,29	12,71	12,71	12,71	12,04	12,04	12,04
Phosphate monodicalcique	10,41	10,41	10,41	9,92	9,92	9,92	8,39	8,39	8,39
Sel	5,03	5,03	5,03	5,08	5,08	5,08	5,53	5,53	5,53
Prémélange de vitamines et de minéraux mineurs ²	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Chlorure de choline	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
Antimoissure ³	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Traceur ⁴	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
Tylan 10 ⁵	-	1,00	-	-	1,00	-	-	1,00	-
Bio-Cox 120 G ⁶	-	-	0,208	-	-	0,208	-	-	0,208
Concentration nutritive⁷									
Matière sèche (%)	87,61	87,30	87,60	87,92	88,31	87,69	86,69	86,95	86,77
Protéine brute (%)	19,90	19,99	19,99	16,53	16,66	16,53	13,73	13,60	13,77
Lysine brute (dig.) (%) ⁸	1,13 (1,02)	1,14 (1,03)	1,13 (1,02)	0,94 (0,86)	0,92 (0,83)	0,93 (0,84)	0,78 (0,69)	0,78 (0,69)	0,76 (0,68)
Méthionine brute (dig.) (%) ⁸	0,29 (0,26)	0,30 (0,27)	0,30 (0,27)	0,26 (0,23)	0,25 (0,22)	0,24 (0,21)	0,22 (0,20)	0,22 (0,20)	0,22 (0,20)
Méth.+cystine brute (dig.) (%) ⁸	0,60 (0,54)	0,61 (0,55)	0,61 (0,55)	0,53 (0,48)	0,52 (0,47)	0,51 (0,46)	0,47 (0,42)	0,46 (0,41)	0,45 (0,41)

Tableau 4 Composition des aliments (suite)

Concentration nutritive ⁷	DÉBUT (27 À 53 KG)			CROISSANCE (53 À 82 KG)			FINITION (82 À 113 KG) ¹		
	Traitements			Traitements			Traitements		
	Témoin	Tylan	Salino.	Témoin	Tylan	Salino.	Témoin	Tylan	Salino
Matière sèche (%)	87,61	87,30	87,60	87,92	88,31	87,69	86,69	86,95	86,77
Protéine brute (%)	19,90	19,99	19,99	16,53	16,66	16,53	13,73	13,60	13,77
Lysine brute (dig.) (%) ⁸	1,13 (1,02)	1,14 (1,03)	1,13 (1,02)	0,94 (0,86)	0,92 (0,83)	0,93 (0,84)	0,78 (0,69)	0,78 (0,69)	0,76 (0,68)
Méthionine brute (dig.) (%) ⁸	0,29 (0,26)	0,30 (0,27)	0,30 (0,27)	0,26 (0,23)	0,25 (0,22)	0,24 (0,21)	0,22 (0,20)	0,22 (0,20)	0,22 (0,20)
Méth. + cystine brute (dig.) (%) ⁸	0,60 (0,54)	0,61 (0,55)	0,61 (0,55)	0,53 (0,48)	0,52 (0,47)	0,51 (0,46)	0,47 (0,42)	0,46 (0,41)	0,45 (0,41)
Thréonine brute (dig.) (%) ⁸	0,71 (0,62)	0,73 (0,64)	0,72 (0,63)	0,58 (0,51)	0,59 (0,51)	0,58 (0,50)	0,50 (0,42)	0,50 (0,42)	0,50 (0,42)
Tryptophane brut (dig.) (%) ⁸	0,22 (0,20)	0,22 (0,20)	0,22 (0,20)	0,19 (0,17)	0,18 (0,16)	0,18 (0,16)	0,14 (0,12)	0,16 (0,13)	0,15 (0,13)
Matière grasse (%)	2,93	2,31	2,98	3,14	3,07	2,98	2,55	2,43	2,48
NDF (%)	7,99	8,05	8,06	8,35	8,15	8,09	9,07	8,91	9,15
Cendres (%)	5,19	5,09	5,26	4,68	4,68	4,52	3,96	4,15	4,28
Calcium (%)	0,96	0,85	0,85	0,79	0,76	0,77	0,61	0,62	0,60
Phosphore total (%)	0,58	0,52	0,54	0,52	0,52	0,49	0,45	0,44	0,44
Sodium (%)	0,21	0,18	0,19	0,19	0,18	0,18	0,18	0,17	0,18
Cuivre (ppm) ⁹	130,48	105,58	120,91	91,52	94,74	77,54	101,99	96,79	80,14
Zinc (ppm) ⁹	217,70	196,00	214,18	140,67	124,08	125,84	107,50	117,82	106,10
Énergie nette (EN; kcal/kg) ¹⁰	2399	2397	2400	2438	2435	2431	2439	2437	2439
Ratio lysine dig. / EN	4,25	4,30	4,25	3,53	3,41	3,46	2,83	2,83	2,79
Granulométrie (µm)	681,46	680,88	681,34	585,07	584,51	584,95	623,49	622,96	623,38
Durabilité du comprimé (%)	95,80	95,50	95,00	92,10	94,00	91,90	93,20	93,75	93,50

¹ Valeurs moyennes résultant d'analyses effectuées sur des échantillons prélevés lors de deux fabrications

² Proportion variable des gammes Physio et Prestige (La Coop fédérée, Saint-Romuald, Québec) selon le stade physiologique des animaux. Fournissent dans les périodes respectives de début et de croissance-finition, 10 000 et 8 000 UI/kg de vitamine A, 1 000 et 800 UI/kg de vitamine D, 30 et 24 UI/kg de vitamine E. Les autres vitamines et minéraux mineurs n'ont pas été divulgués par le fournisseur.

³ Myco CURB® (Agri-Marketing Corp., Mont Saint-Hilaire, Québec)

⁴ 22 g de phosphate de tylosine par kg (Élanco Santé Animale, Greenfield, IN, États-Unis)

⁵ 120 g de salinomycine par kg (Alpharma inc., Van Buren, Arkansas, États-Unis)

⁶ F-Microtracer[™] (Micro-Tracers inc., San Francisco, Californie, États-Unis)

⁷ Valeurs obtenues à la suite des analyses chimiques, excepté pour l'énergie nette et digestible

⁸ Acides aminés bruts analysés en laboratoire (digestibles entre parenthèses). Les acides aminés digestibles ont été calculés en considérant les acides aminés bruts analysés et les facteurs de conversion proposés par le système de formulation utilisant les tables des matières premières du CDPQ (2004)

⁹ Apports provenant des ingrédients et du prémélange de vitamines et de minéraux mineurs

¹⁰ Établie selon les tables des matières premières du CDPQ (2004) et à partir du rapport de fabrication

Collecte de matières fécales (antibiorésistance)

Un parc de mâle et un parc de femelle par traitement ont été sélectionnés de façon aléatoire pour servir de sentinelles pour les études d'antibiorésistance sur les bactéries commensales et pathogènes présentes dans les matières fécales (Tylosine : parcs 5.15 et 65.75, Salinomycine : parcs 66.76 et 2.12 et témoins : parcs 43.53 et 46.56).

Des échantillons de matières fécales ont été prélevés dans les parcs sélectionnés à quatre reprises durant l'essai (à l'entrée – 15 novembre 2007, aux deux changements de moulées (19 décembre 2007 et 17 janvier 2008) et à la première sortie pour l'abattoir (5 février 2008).

Le prélèvement a été effectué avec du matériel stérile (bocal et cuillère). L'échantillon de matières fécales a été prélevé directement sur le plancher avec la cuillère (pleine à ras bord) puis, transféré dans le bocal. L'opération a été répétée jusqu'à ce que le bocal contienne deux à trois prélèvements du même parc. Autant que possible, les prélèvements se faisaient à différents endroits du parc. Les échantillons issus des parcs mâles et femelles étaient jumelés, mélangés avec un bâton stérile afin d'homogénéiser le tout.

Après le prélèvement, les échantillons étaient acheminés dans une glacière (à 4°C) au laboratoire de l'Agence de la santé publique du Canada (ASPC) de Saint-Hyacinthe.

Recherche et caractérisation des bactéries

Le laboratoire de l'ASPC procédait à la recherche d'isolats des bactéries commensales (*Enterococcus*, *Escherichia coli* générique, *Campylobacter*.) et des pathogènes (*Salmonella*.) ciblés par le projet. Pour chaque prélèvement, le laboratoire essayait d'obtenir trois isolats d'*Enterococcus*, trois isolats d'*Escherichia coli*, un isolat de *Campylobacter* et un isolat de *Salmonella*.

Estimation de l'antibiorésistance

Pour chaque isolat, le laboratoire de l'ASPC vérifiait le seuil de résistance (Concentration moyenne inhibitrice) des bactéries cibles en regard d'un profil d'antibiotiques (voir Annexe 3).

- *Enterobactéries Escherichia coli* et *Salmonella*, 15 antibiotiques
- *Enterococcus*, 17 antibiotiques
- *Campylobacter*, 9 antibiotiques

Pour chaque isolat et chaque antibiotique, on obtient une concentration moyenne inhibitrice (CMI) et un statut (Sensible, Intermédiaire et Résistant).

Mesures des performances zootechniques

Durant toute la période d'engraissement, le poids des animaux et les quantités d'aliments offertes et refusées ont été mesurés pour établir les gains de poids, les courbes de croissance, les consommations alimentaires et les taux de conversion alimentaire des porcs. Tous les porcs ont été pesés individuellement au début de l'essai, à chaque changement d'aliment, au moment de la première sortie pour l'abattage et juste avant l'expédition pour l'abattoir. Les régimes expérimentaux ont été offerts aux porcs dès le jour de leur entrée au bâtiment UTEAP, soit après les avoir pesés et assignés aux différents parcs et traitements alimentaires. La consommation alimentaire a été mesurée pour chacun des parcs (neuf porcs / parc). Les quantités d'aliments offertes étaient mesurées chaque jour et les refus dans la trémie étaient pesés lors du changement d'aliment, à la fin de l'expérimentation ou lorsque l'aliment était souillé par l'urine ou des fèces. Finalement, les consommations en eau ont été mesurées chaque jour pour chacun des parcs grâce aux compteurs d'eau individuels (Lecomte, modèle LR, Saint-Hyacinthe, QC) et les épaisseurs de gras et de muscle ont été évaluées sur les porcs vivants vers 100 kg de poids vif. Ces mesures ont été prises au niveau de la troisième et de la quatrième avant-dernière côte avec un appareil à ultrasons (UltraScan 50, Novéko, Montréal, Canada).

Lorsque les porcs atteignaient le poids du marché (115 kg), ils étaient acheminés à l'abattoir A. Trahan Transformation (Yamachiche, QC) après un jeûne minimal de 16 h afin d'être abattus, pesés et classifiés. Les neuf porcs d'un même parc étaient acheminés à l'abattoir conjointement, i.e., lorsque le poids total du parc était d'environ 1 035 kg; l'unité expérimentale étant le parc. Les abattages se sont échelonnés sur quatre semaines. Les données relatives au rendement de carcasse ont été récupérées par l'encan électronique par parc (poids chaud de la carcasse, épaisseurs de gras et de muscle mesurées au site de classification avec une sonde invasive, rendement en viande maigre, indice de classement, prix obtenu, etc.); le tatouage effectué au moment de l'abattage étant le même pour l'ensemble des porcs d'un même parc.

Traitement curatif aux antibiotiques

La supplémentation des aliments avec un antibiotique pour les allégations de facteurs de croissance n'est pas considérée comme un traitement préventif et/ou curatif. La présence des antibiotiques comme facteurs de croissance n'a pas modifié les recommandations de traitement en cas de maladies. C'est pourquoi, des traitements curatifs étaient recommandés par le vétérinaire et administrés seulement au besoin (cas par cas). Lorsqu'un animal nécessitait un traitement médicamenteux sur une période prolongée, il était retiré de l'essai.

Volet économique

La partie économique visait à évaluer le retour sur l'investissement ainsi que le bénéfice pour différents contextes de prix des facteurs de croissance et des aliments pour des améliorations variables de la conversion alimentaire.

Analyse statistique

L'analyse statistique a été effectuée à l'aide de l'analyse de variance selon un dispositif complètement aléatoire. Les analyses de variance ont été réalisées à l'aide de la procédure « MIXED » de SAS (1999). La plupart des différences entre un traitement donné et le témoin ont été évaluées à partir d'un test de Dunnett unilatéral avec un seuil de signification établi à 0,05 (tylosine > témoin et salinomycine > témoin). Pour les variables concernant les consommations de nutriments, l'analyse effectuée fut plutôt un test bilatéral (tylosine vs témoin et salinomycine vs témoin).

Le modèle de base pour la réalisation des analyses statistiques a été le suivant :

$$y_{ijkl} := \mu + T_i + S_j + (TS)_{ij} + c_k + \beta X_{ijkl} + \varepsilon_{ijkl}$$

y_{ijkl} : est l'observation faite sur le parc l de la salle k du sexe j et du traitement alimentaire i

μ : est un paramètre de référence

T_i : est l'effet fixe du traitement alimentaire (i=1, 2, 3)

S_j : est l'effet fixe associé au sexe (j=1, 2)

$(TS)_{ij}$: est l'interaction entre le traitement alimentaire et le sexe

c_k : est l'effet aléatoire de la chambre (k=1, 2)

β : est le coefficient de régression de y sur la covariable X

X_{ijkl} : est la valeur moyenne de la covariable du parc l de la chambre k du sexe j et du traitement alimentaire i

ε_{ijkl} : est l'erreur résiduelle du parc l de la chambre k du sexe j et du traitement alimentaire i

Pour les performances de croissance, la covariable considérée fut le poids moyen au début de l'essai alors que pour les données d'abattage, la covariable fut le poids vif avant l'abattage. L'effet de la covariable, ainsi que l'effet de chaque interaction entre la covariable et les facteurs « sexe » et « traitement » ont été testés; un effet spécifique fut inclus seulement lorsque l'effet était significatif.

Lorsqu'une interaction significative était présente entre la salle et l'un des facteurs suivants : sexe, traitement ou interaction sexe x traitement, cette dernière était incluse dans le modèle et considérée comme un effet aléatoire.

Pour chaque analyse, une vérification des résidus a été faite afin de respecter l'hypothèse de base de l'analyse de variance, soit la normalité et l'homogénéité des résidus. Une analyse sur les rangs a également été réalisée pour vérifier l'impact des données extrêmes. L'effet du traitement sur la variance du poids (homogénéité) à la dernière pesée commune fut évalué à l'aide d'un test de Levene.

Les données de développement de l'antibiorésistance ont été analysées globalement, car, le nombre d'isolats testés par prélèvement était trop peu nombreux. Pour chaque bactérie, un indice d'antibiorésistance globale a été estimé par le nombre moyen de résistances par souche testée. Finalement, un minimum de trois isolats devait être évalué à chaque prélèvement pour décider si la bactérie devait être considérée comme résistante ou sensible.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Description générale

Trois cent trente-deux porcelets sont arrivés à la station UTEAP (huit de plus que prévu). Ces porcelets supplémentaires ont permis d'ajuster les lots. Trois cent vingt-quatre (324) porcs (162 mâles et 162 femelles) avec un poids moyen de $26,6 \pm 5,3$ kg ont débuté ce projet de recherche (J0). Cinq porcelets sont morts durant la période de croissance ($5/332 = 1,5\%$), dont trois ont été envoyés au Laboratoire d'expertise en pathologie animale de la ville de Québec (LEPAQ) pour caractériser un problème sanitaire et les deux autres sont morts de cause inconnue. Trois d'entre eux recevaient le traitement contenant de la salinomycine, le quatrième recevait le traitement contenant de la tylosine et le dernier était un porcelet en surplus.

Étant donné que les antibiotiques « facteurs de croissance » ont des effets plus importants dans les élevages avec des problèmes infectieux (Épidémiologie-Qualité, 2004) et lorsque la densité animale est élevée (opinion dominante chez plusieurs intervenants du « terrain » au Québec), il a été convenu de ne pas utiliser dans cet essai des porcs assainis, mais plutôt des animaux de statut sanitaire conventionnel et de les placer dans des conditions de densité animale élevée ($0,69 \text{ m}^2$ par porc – $7,5 \text{ pi}^2$). Les porcelets de ce projet de recherche étaient minimalement contaminés par le virus du SRRP, par la bactérie responsable de la pneumonie enzootique (*Mycoplasma hyopneumoniae*), par les bactéries *Streptococcus suis* et *Haemophilus parasuis*.

Les animaux de ce projet de recherche ont eu certains problèmes de santé associés à la circulation du virus du SRRP et à des infections bactériennes secondaires (*Haemophilus parasuis* et *Streptococcus suis*). Les signes cliniques (fièvre, prostration) ont débuté 14 jours après le début du projet (J14). Tous les animaux ont reçu un traitement de pénicilline V par voie orale dans l'eau de boisson durant cinq jours. De plus, les animaux les plus affectés ont reçu un traitement injectable (tulathromycine).

Les premiers porcs sont partis vers l'abattoir au J88 et les derniers sont partis au J104. Le poids vif moyen des porcs envoyés à l'abattoir était de 112 ± 9 kg.

Utilisation des antibiotiques

Outre, l'application du traitement dans l'eau durant la crise sanitaire, aucune médication curative de groupe n'a été appliquée durant l'expérimentation. Seuls les porcs qui présentaient des signes cliniques de maladie ont été traités avec des antibiotiques injectables (tableau 5). Les principales causes de traitements sont rapportées au tableau 6). Finalement, la quantité d'antibiotique et le coût par porc est résumée au tableau 7.

Les traitements médicamenteux curatifs étaient justifiés principalement pour des problèmes locomoteurs. En effet, 93 % (89/96 animaux) des porcs traités souffraient de ce problème (maux de pattes, boiteries, patte enflée) (tableau 6). Au total, 96 porcs sur 324 (30 %) animaux ont été traités pour les raisons spécifiées au tableau 6. Le nombre de porcs traités et d'unités expérimentales représentées a été assez similaire d'un traitement curatif à l'autre ainsi que le nombre moyen de porcs traités par unité expérimentale (tableau 6).

Les porcs recevant la tylosine et la salinomycine, selon des allégations comme facteur de croissance, recevaient ces antibiotiques de façon continue pendant toute la période expérimentale. À remarquer que les porcs de ce projet n'ont pas souffert d'entérite hémorragique. La tylosine, aux dosages utilisés dans ce projet, est reconnue pour traiter ce problème de santé alors que la salinomycine serait moins efficace.

Les porcs soumis aux traitements contenant du phosphate de tylosine ont consommé chacun un total 4,49 gramme de cet antibiotique durant toute la période expérimentale alors que les animaux ayant consommé les aliments contenant la salinomycine ont consommé chacun un total de 5,90 gramme de cet antibiotique (tableau 7). Les coûts d'utilisation de la tylosine et de la salinomycine dans les aliments (aux dosages respectifs de 22 et 25 ppm) étaient respectivement de 1,00 \$ et 0,32 \$ par porc, pour toute la période d'engraissement.

Lorsque les antibiotiques étaient administrés pour des raisons curatives, la quantité reçue par porc était supérieure à celle reçue comme facteur de croissance. Les coûts des antibiotiques pour des allégations curatives étaient également plus élevés que les coûts des facteurs de croissance (tableau 7).

Tableau 5 Médicaments utilisés lors des traitements curatifs

Voie	produit actif	Concentration du médicament (mg/ml)	Posologie (ml/kg de poids)	Durée (j)	Médication active reçue (mg/kg de poids)	Coûts (\$/kg)
Eau	Pénicilline -V potassium		333 mg/litre eau	5	1 582 mg / litre d'eau	0,02
Injection	Tulathromycine ²	100	0,03	1	2,5	0,10
Injection	Ketoprofen ³	100	0,03	3	10,0	0,14
Injection	Pénicilline ⁴	300	0,10	3	90,0	0,02
Injection	Triméthoprim-sulfaméthoxazole ⁵	100	0,10	3	3,0	0,05
Injection	Ceftiofur ⁶	50	0,15	3 ⁷	30,0	1,18

¹ Pen-V-K® est un produit magistral; ² Draxxin® par Pfizer; ³ Anafen® par Merial; ⁴ Depocillin® par Intervet; ⁵ Borgal® par Hoechst; ⁶ Excenel® par Pfizer; ⁷ 2 fois par jour la première journée et 1 fois par jour les jours subséquents

Tableau 6 Causes des traitements individuels

Cause de traitements ¹	Témoin	Tylan	Salinomycine	Nombre total de porcs
Problèmes locomoteurs	31	27	31	89
Problèmes respiratoires	2	0	1	3
Autres conditions	1	1	2	4
Nombre total de sujets traités	34	28	34	96
Nombre d'unités expérimentales représentées ²	11	11	12	34
Nombre moyen de porcs traités par unité expérimentale ²	2,8	2,5	2,6	2,6

¹ Un sujet peut avoir été traité à plusieurs reprises pour la même cause.

² L'unité expérimentale est représentée par le parc.

Tableau 7 Quantité d'antibiotiques reçue et coût par porc

Période	À titre de facteur de croissance (g antibiotique / porc) ¹			À titre curatif (g antibiotique / porc traité) ²		
	Témoin	Tylosine	Salino	Témoin	Tylosine	Salino
Début	0	1,10	1,49	11,17	12,27	12,22
Croissance	0	1,41	1,94	8,07	8,33	8,55
Finition	0	1,98	2,47	0	0	0
Total	0	4,49	5,90	19,24	20,60	20,77
Coût total (\$/porc)	0	1,00 \$	0,32 \$	0,72 \$	0,81 \$	0,91 \$

¹ Considère la consommation en phosphate de tylosine et en salinomycine d'après les performances obtenues et les concentrations de ces deux antibiotiques retrouvées dans les aliments et mesurées en laboratoire

² Considère les traitements antibiotiques appliqués à titre curatif dans l'eau et administrés par injection. Les produits suivants ayant été utilisés : Pen-V-K®; Draxxin®; Depocillin®; Borgal®; Excenel®

Conformité des aliments

Les teneurs en phosphate de tylosine et en salinomycine ont été mesurées dans les laboratoires respectifs recommandés par les compagnies pharmaceutiques affiliées à cet essai (tableau 8).

L'incorporation des antibiotiques (phosphate de tylosine et salinomycine) dans les aliments des porcs a été réalisée de façon conforme. Selon les résultats de laboratoire obtenus, 92,0 % du phosphate de tylosine incorporé aux aliments a été retrouvé dans les moulées des porcs alors que 108,6 % de la salinomycine a été retracée dans les aliments des animaux, ce qui est excellent dans les deux cas. Aucune contamination croisée n'a été détectée entre les groupes témoin, tylosine et salinomycine.

Tableau 8 Teneurs en antibiotiques mesurées dans les aliments

	Phosphate de tylosine - ppm (% du niveau revendiqué) ¹											
	Début (27-53 kg)			Croissance (53-82 kg)			Finition #1 (82-113 kg) ²			Finition #2 (82-113 kg) ²		
	Témoin	Tylan	Salino	Témoin	Tylan	Salino	Témoin	Tylan	Salino	Témoin	Tylan	Salino
Niveau revendiqué	0	22,0	0	0	22,0	0	0	22,0	0	0	22,0	0
Échantillons prélevés à la meunerie ³	< 4	18,1 (82,3)	< 4	< 4	26,0 (118,2)	< 4	< 4	17,9 (81,4)	< 4	< 4	25,8 (117,3)	< 4
Échantillons composites issus de prélèvements effectués durant la phase animale ⁴	< 4	24,0 (109,1)	< 4	< 4	14,0 (63,6)	< 4	< 4	18,6 (84,5)	< 4	< 4	17,6 (80,0)	< 4
Moyenne	-	21,1 (95,7)	-	-	20,0 (90,9)	-	-	18,3 (83,0)	-	-	21,7 (98,6)	-
	Salinomycine - ppm (% du niveau revendiqué) ⁵											
Niveau revendiqué	0	0	25,0	0	0	25,0	0	0	25,0	0	0	25,0
Échantillons prélevés à la meunerie ³	< 2,2	< 2,2	31,20 (124,6)	< 2,2	< 2,2	29,5 (118,0)	< 2,2	< 2,2	25,0 (100)	< 2,2	< 2,2	29,4 (117,6)
Échantillons composites issus de prélèvements effectués durant la phase animale ⁴	< 2,2	< 2,2	25,7 (102,8)	< 2,2	< 2,2	24,2 (96,8)	< 2,2	< 2,2	26,6 (106,4)	< 2,2	< 2,2	25,3 (101,2)
Moyenne	-	-	28,5 (113,8)	-	-	26,9 (107,4)	-	-	25,8 (103,2)	-	-	27,4 (109,4)

1 Seuil de détection supérieur à 4 ppm

2 Même recette (finition #1 et #2) fabriquée à des dates différentes

3 Prélèvements à intervalles réguliers pendant la vidange du mélangeur immédiatement après la fabrication

4 Échantillons composites formés à la suite des échantillonnages effectués la même journée de la semaine durant les semaines d'expérimentation

5 Seuil de détection supérieur à 2,2 ppm

Consommation d'aliments et d'eau

Les consommations d'aliments et d'eau sont présentées aux tableaux 9 et 10. Peu importe le traitement appliqué, les porcs ingèrent les mêmes quantités d'aliments par jour sur une base humide ou sèche (tableau 9). Globalement, on peut considérer que la consommation de nutriments est assez similaire entre les trois traitements. Il fallait viser, lors de la fabrication des aliments, à obtenir des moulées dont la concentration nutritive et la teneur en antibiotique se rapprochent des spécifications désirées et s'assurer également que les teneurs en protéines, acides aminés, énergie et matières grasses étaient similaires d'un traitement à l'autre pour les trois traitements. Malgré le faible écart obtenu entre les aliments pour la teneur en matière grasse, ceci a entraîné des différences significatives entre les traitements quant à l'ingestion de ce nutriment. Dans la période au cours de laquelle ils pesaient de 27 à 113 kg (poids vif), les porcs « témoins » auraient ingéré plus de matières grasses que le groupe « tylosine » et « salinomycine » (tableau 9). Par phase alimentaire, on peut constater que les porcs « témoins » ingèrent parfois plus de matières grasses que les animaux des deux autres traitements alors que d'autres fois c'est par rapport à un seul des deux traitements. Ainsi, malgré les quelques effets significatifs observés, pour ce qui est de l'ingestion de nutriments, nous considérons que ces différences entre traitements ne sont pas assez grandes pour avoir influencé différemment les performances zootechniques des porcs.

Puisque les mâles castrés consomment plus d'aliments par jour que les femelles, l'ingestion d'aliments est également plus élevée pour les mâles. Cet effet est significatif pour la durée totale de l'expérimentation ainsi que pour chacune des périodes alimentaires (tableau 10). L'effet du sexe de l'animal sur l'ingestion a également été observé lors de la réalisation d'épreuves en station liées à la génétique (Rivest *et al.*, 2006).

Les porcs boivent les mêmes quantités d'eau dans une journée au cours de la période pendant laquelle ils pèsent entre 27 et 113 kg de poids vif, peu importe le traitement appliqué, et le scénario est le même pour chacune des périodes alimentaires (tableau 10). Les castrats consomment plus d'eau quotidiennement que les femelles et ceci est attribuable à leur plus forte consommation d'aliment. D'ailleurs, les données de consommation en eau obtenues sont similaires à ce qui a déjà été observé dans d'autres études réalisées dans le même bâtiment (Guimont *et al.*, 2005). Ainsi, ces résultats nous indiquent que la consommation en eau des porcs était normale et puisqu'elle était équivalente d'un traitement à l'autre, les animaux de chaque groupe n'ont donc pas été influencés différemment lors de leur croissance.

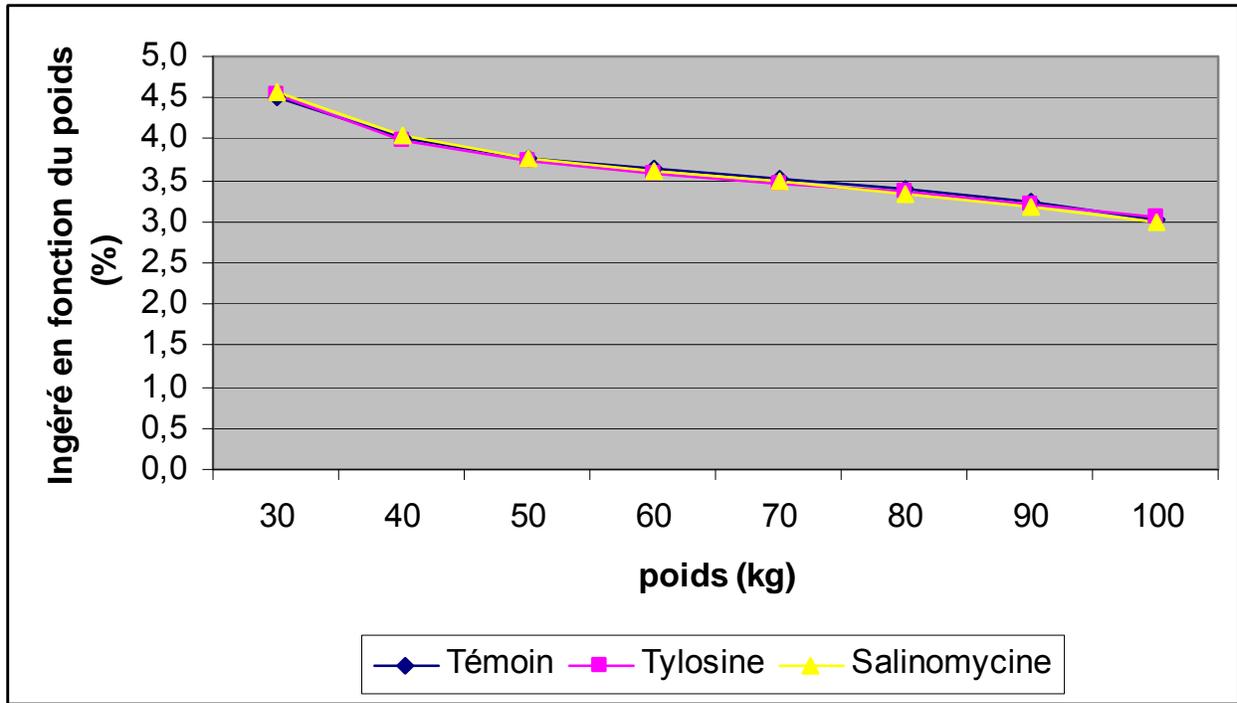


Figure 3 Consommation alimentaire des porcs en fonction de leur poids

Tableau 9 Ingestion des aliments et de leurs composantes¹

Période I (27-53 kg)	Traitements				Sexe		Probabilités ($P=0,05$) ³			
	Témoin	Tylan	Salinomycine	Erreur-type ²	Femelle	Castrat	Tylan vs Témoin	Salino. vs Témoin	Sexe	Sexe*trt
Aliment ingéré (kg TQS/porc·j) ³	1,56	1,57	1,58	0,02	1,52	1,63	0,51	0,34	<0,0001	0,09
Matière sèche (kg/porc·j)	1,37	1,37	1,39	0,02	1,33	1,42	0,97	0,66	<0,0001	0,09
Protéine brute (g/porc·j)	310,60	314,20	316,60	4,20	302,80	324,90	0,77	0,50	<0,0001	0,09
Matière grasse (g/porc·j)	45,73	36,32	47,21	0,60	41,61	44,57	<0,0001	0,13	<0,0001	0,06
Lysine digestible (g/porc·j)	15,92	16,19	16,16	0,2	15,52	16,66	0,58	0,66	<0,0001	0,09
Énergie nette (kcal/porc·j)	3 745,50	3 772,70	3 801,30	50,80	3 640,20	3 906,20	0,90	0,66	<0,0001	0,09
Période II (53 - 82 kg)										
Aliment ingéré (kg TQS/porc·j) ³	2,42	2,35	2,40	0,03	2,20	2,59	0,99	0,84	<0,0001	0,23
Matière sèche (kg/porc·j)	2,13	2,08	2,11	0,03	1,93	2,28	0,27	0,73	<0,0001	0,22
Protéine brute (g/porc·j)	400,70	392,00	397,00	4,90	364,10	429,00	0,36	0,82	<0,0001	0,23
Matière grasse (g/porc·j)	76,11	72,24	71,57	0,90	67,29	79,32	0,01	0,003	<0,0001	0,15
Lysine digestible (g/porc·j)	20,85	19,53	20,18	0,3	18,53	21,84	0,002	0,12	<0,0001	0,19
Énergie nette (kcal/porc·j)	5 911,90	5 738,80	5 858,10	72,50	5 359,00	6 313,60	0,18	0,82	<0,0001	0,23

Période III (82-113 kg)	Traitements				Sexe		Probabilités ($P=0,05$) ³			
	Témoin	Tylan	Salinomycine	Erreur-type ²	Femelle	Castrat	Traitements		Sexe	Sexe*trt
							Tylan vs Témoin	Salino. vs Témoin		
Aliment ingéré (kg TQS/porc·j) ³	2,98	3,02	2,94	0,03	2,79	3,17	0,29	0,92	<,0001	0,72
Matière sèche (kg/porc·j)	2,58	2,63	2,55	0,03	2,42	2,75	0,44	0,62	<,0001	0,73
Protéine brute (g/porc·j)	409,00	411,30	404,20	4,70	382,00	434,40	0,92	0,70	<,0001	0,72
Matière grasse (g/porc·j)	75,97	73,49	72,80	0,90	69,33	78,85	0,09	0,03	<,0001	0,62
Lysine digestible (g/porc·j)	20,56	20,87	19,96	0,2	19,15	21,78	0,56	0,15	<,0001	0,70
Énergie nette (kcal/porc·j)	7 226,20	7 376,40	7 160,00	84,50	6 801,10	7 734,00	0,56	0,58	<,0001	0,72
Global (27 - 113 kg)										
Aliment ingéré (kg TQS/porc·j) ³	2,30	2,31	2,29	0,02	2,18	2,43	0,56	0,85	<,0001	0,13
Matière sèche (kg/porc·j)	2,01	2,02	2,00	0,02	1,90	2,12	0,90	0,77	<,0001	0,13
Protéine brute (g/porc·j)	372,10	371,90	371,00	3,30	349,80	393,50	1,00	0,96	<,0001	0,13
Matière grasse (g/porc·j)	65,43	60,23	63,35	0,60	59,30	66,70	<,0001	0,02	<,0001	0,09
Lysine digestible (g/porc·j)	19,04	18,84	18,69	0,2	17,74	19,97	0,64	0,27	<,0001	0,11
Énergie nette (kcal/porc·j)	5 597,00	5 614,20	5 558,00	47,60	5 287,90	5891,60	0,95	0,79	<,0001	0,13

¹ Moyennes ajustées; ² Erreur type de la moyenne; ³ Test bilatéral où la comparaison est faite de sorte à différencier le témoin par rapport à chacun des traitements dans un sens comme dans un autre

Tableau 10 Consommation quotidienne en eau¹

	Traitements				Sexe		Probabilités ($P=0,05$) ³			
	Témoïn	Tylan	Salinomycine	Erreur-type ²	Femelle	Castrat	Traitements		Sexe	Sexe*trt
							Tylan > Témoïn	Salino > Témoïn		
27-53 kg	4,43	4,14	4,05	0,12	4,09	4,32	0,99	1,00	0,11	0,47
53-82 kg	6,42	6,29	6,24	0,18	5,85	6,78	0,84	0,89	<,0001	0,28
82-113 kg	6,87	6,79	6,57	0,34	6,35	7,14	0,77	0,94	0,002	0,50
Global (27-113 kg)	5,87	5,72	5,58	0,19	5,44	6,00	0,89	0,97	0,004	0,32

¹ Moyennes ajustées; ² erreurs type des moyennes ³ test unilatéral

Performances zootechniques

Les performances zootechniques observées tout au long de la période expérimentale sont présentées au tableau 11. L'addition du phosphate de tylosine et de la salinomycine dans les aliments des porcs en croissance, aux taux respectifs de 22 et 25 ppm tout au long de l'engraissement, n'améliore pas statistiquement les performances zootechniques des animaux (GMQ, C.A., aliment ingéré). La consommation alimentaire exprimée en fonction du poids est la même, peu importe le traitement (figure 3). Les différences numériques entre les traitements et le témoin ne sont pas élevées pour le GMQ global (<1 %) mais des écarts numériques plus importants apparaissent pour la C.A globale entre le groupe « salinomycine » et le groupe « témoin » (1,6 % ou 0,04 point) (tableau 12). Telle que déjà mentionnée (tableau 2), la puissance du plan expérimental était faible pour détecter des améliorations de 2 % du GMQ, mais était élevée pour des gains de 3 à 5 %. Donc, pour détecter des améliorations de moins de 1 % du GMQ, on peut dire que la puissance était faible. Quoique pour une amélioration de 2 %, la puissance pour la C.A. était supérieure, on suppose qu'elle n'était pas suffisante pour détecter un gain numérique de 1,6 %.

En période III (82 à 113 kg), quoique non significatives, les différences numériques sont de 3,5 % pour le GMQ entre le groupe « tylosine » et « témoin » et, de 3,3 %, pour la C.A. entre le groupe « salinomycine » et « témoin ». Ainsi, que ce soit à l'intérieur d'une période donnée (27 à 53 kg, 53 à 82 kg ou 82 à 113 kg) ou globalement (27 à 113 kg), aucune différence significative n'apparaît si on compare les traitements antibiotiques au groupe « témoin » selon un test statistique unilatéral. Même en excluant les porcs ayant dû être traités durant l'essai, aucune différence statistique n'est apparue entre les traitements pour les performances zootechniques.

À la lumière des résultats obtenus, il est surprenant qu'aucun effet des facteurs de croissance antibiotiques n'apparaisse significatif pour le GMQ et la C.A, même dans un contexte où les porcs avaient un statut sanitaire conventionnel et qu'ils étaient gardés dans un espace où la densité animale était élevée. Lors d'une étude antérieure dans le même bâtiment, un gain de 1 à 2 % du GMQ et de la C.A. a été obtenu avec des porcs assainis qui consommaient du phosphate de tylosine (32 ppm en moyenne) pendant toute la période d'engraissement (Lévesque *et al.*, 2007). De plus, l'effet du facteur de croissance pour ce qui est du GMQ et de la C.A. a commencé à se faire sentir en finition seulement. Quoique non significatives, des différences numériques plus importantes entre les traitements pour le GMQ et la C.A. du présent essai ont commencé à apparaître également en finition. Les possibilités de gain pour le GMQ et la C.A. avec l'utilisation des facteurs de croissance sont normalement fortes en période de début et moindre en finition (Dr Maurice Smith, responsable technique vétérinaire chez Alpha, communication personnelle, mai 2008), ce qui n'a pas été observé dans le cadre de la présente étude, ni de celle réalisée auparavant. La méta-analyse réalisée par l'équipe Épidémio-Qualité (2004) suggère également une amélioration de la C.A. et du GMQ (2 à 3 %) avec l'utilisation du phosphate de tylosine (11 à 55 ppm et parfois non déterminé) de même que pour la salinomycine (4 à 6 %) (25 à 60 ppm et parfois non déterminé) dans les troupeaux assainis. L'impact des facteurs de croissance antibiotiques serait, en moyenne, supérieur de 10 % dans les troupeaux avec problème infectieux comparativement aux élevages sans problème infectieux (Épidémio-Qualité inc., 2004).

Un effet de sexe est presque omniprésent tout au long de la période expérimentale sauf pour la période III (82 à 113 kg) au cours de laquelle on retrouve plutôt une interaction significative entre le sexe et le traitement pour la C.A. alors que le GMQ est le même, peu importe le sexe de l'animal. Ainsi, on peut dire de façon quasi générale, que les mâles castrés ont une croissance plus rapide que les femelles (+8 % ou 73 g/j) entre 27 et 113 kg, une ingestion quotidienne d'aliments supérieure (+11 % ou 0,25 kg/j) et une moins bonne conversion alimentaire (-2,7 % ou 0,07 point). Ces effets sont d'ailleurs en accord avec ceux observés lors d'épreuves en station liées à la génétique (Rivest *et al.*, 2006). Durant la période III (82 à 113 kg), l'interaction significative sexe X traitement pour la C.A. nous révèle que les castrats et les femelles ne se comportent pas de la même façon entre le groupe « témoin » et les autres traitements. Les castrats convertissent moins bien les aliments en kg de gain, peu importe le traitement mais l'amplitude entre les castrats et les femelles est plus grande pour le groupe « témoin » par rapport aux autres traitements (tableau 12).

Tableau 11 Performances zootechniques des porcs¹

Période I (27-53 kg) ²	Traitements				Sexe		Probabilités (P=0,05)		Sexe	Sexe*trt
	Témoin	Tylan	Salinomycine	Erreur-type ²	Femelle	Castrat	Traitements ³			
							Tylan > Témoin	Salino > Témoin		
GMQ (g/j)	789,08	786,15	802,79	13,16	772,78	812,57	0,73	0,36	0,01	0,52
C.A.	1,98	2,00	1,97	0,02	1,96	2,00	0,92	0,60	0,03	0,35
Aliment ingéré (kg/porc.j) ²	1,56	1,57	1,58	0,02	1,52	1,63	0,51	0,34	0,0001	0,09
Période II (53-82 kg)										
GMQ (g/j)	971,11	950,77	964,63	13,85	897,08	1027,26	0,95	0,80	<,0001	0,56
C.A.	2,49	2,47	2,49	0,04	2,45	2,52	0,43	0,64	0,03	0,17
Aliment ingéré (kg/porc.j) ²	2,42	2,35	2,40	0,03	2,20	2,59	0,99	0,84	<,0001	0,23
Période III (82-113 kg)										
GMQ (g/j)	954,45	987,99	971,08	21,81	937,33	1005,01	0,11	0,34	0,31	0,53
C.A.	3,13	3,07	3,02	0,07	2,97	3,17	0,43	0,29	0,22	0,05
Aliment ingéré (kg/porc.j) ²	2,98	3,02	2,94	0,03	2,79	3,17	0,29	0,92	<,0001	0,72
Global (27-113 kg)										
GMQ (g/j)	903,37	906,52	910,00	8,00	870,12	943,14	0,55	0,42	<,0001	0,91
C.A.	2,55	2,55	2,51	0,02	2,50	2,57	0,64	0,15	0,002	0,13
Aliment ingéré (kg/porc.j) ²	2,30	2,31	2,29	0,02	2,18	2,43	0,56	0,85	<,0001	0,13

¹ Moyennes ajustées; ² Erreur-type des moyennes ; ³ Test unilatéral où Témoin > Tylan et Témoin > Salinomycine dans le cas de la conversion alimentaire

Caractéristiques des carcasses

Les épaisseurs de gras dorsal et de muscle ont été mesurées à la ferme vers 96 kg de poids vif. C'est à partir d'une technologie différente de celle employée en abattoir que cette évaluation a été faite. Il s'agit de mesures prises avec un appareil à ultrasons au niveau de la troisième et quatrième avant-dernières côtes, alors qu'en abattoir, on utilise plutôt une sonde invasive pour mesurer le gras dorsal et le muscle au même site. Aucune différence significative n'a été observée entre le groupe « témoin » et les deux traitements antibiotiques pour les épaisseurs de gras et de muscle au poids de 96 kg (tableau 12). Seul l'effet du sexe ressort, les castrats étant plus gras que les femelles (+3,0 mm). Cet effet a d'ailleurs été observé lors des épreuves en station (Rivest *et al.*, 2006). À l'abattage (poids vif de 113 kg), les mesures prises avec une sonde invasive indiquent les mêmes conclusions. Les carcasses issues des porcs « témoins », « tylosine » et « salinomycine » détiennent des épaisseurs similaires en gras dorsal et en muscle et celles des castrats sont plus grasses (+4,0 mm) que celles des femelles (tableau 12). Par conséquent, on obtient un rendement en viande maigre similaire entre les traitements alors qu'il est plus faible pour les castrats que celui des femelles (-1,8 %). L'épaisseur de gras des carcasses compte pour beaucoup dans l'équation de prédiction du rendement en viande maigre. Par contre, une interaction sexe X traitement tend à être significative pour ce paramètre ($P=0,08$). En effet, les porcs mâles et femelles du traitement « tylosine » ont tendance à ne pas se comporter comme ceux des autres traitements.

Parmi les porcs abattus, 76 % se situaient dans la bonne strate de poids de la grille de classement. Puisque le parc était l'unité expérimentale, tous les porcs du même parc devaient être abattus simultanément. Malgré que la plupart des porcs détenait le bon poids du marché, certains ne l'avaient pas atteint ou l'avait tout simplement dépassé. Par conséquent, l'indice de classement a été faussé. Pour contrer ce biais, nous avons considéré, dans les analyses, seulement les porcs dans la bonne strate de poids pour analyser l'indice de classement. L'indice est donc égal entre les différents traitements, les castrats ont un moins bon indice que les femelles (-1,3) et une interaction sexe X traitement qui a tendance à ressortir ($P=0,06$). Ceci signifie que les porcs mâles et femelles du traitement « tylosine » ont tendance à se comporter différemment de ceux des autres traitements. Le poids de la carcasse est le même entre les traitements et les sexes, mais le rendement de carcasse a tendance à être plus élevé pour le traitement « tylosine » par rapport au témoin (+0,57 %) ($P=0,08$) (tableau 12). Le rendement de carcasse est le rapport entre le poids de la carcasse éviscérée et le poids vif de l'animal. Les porcs ont été pesés le jour précédant l'abattage et tôt le matin afin que les estomacs ne soient pas remplis d'eau et de nourriture. Par contre, il n'y a pas de garantie qu'ils étaient totalement à jeun lors de la pesée. Le poids vif peut donc avoir été influencé par le poids d'aliment et d'eau dans l'estomac et ceci peut avoir eu des conséquences sur le rendement de carcasse.

À la lumière des résultats obtenus dans cet essai, le phosphate de tylosine (22 ppm) et la salinomycine (25 ppm), consommés de façon continue entre 27 et 113 kg de poids comme facteur de croissance, n'ont pas amélioré de façon significative les performances zootechniques des porcs (GMQ, C.A., ingéré), ni les données de carcasse (poids de la carcasse, rendement en viande maigre, indice de classement, etc.).

Tableau 12 Épaisseurs de muscle et de gras de la carcasse des porcs vivants et données d'abattage¹

	Traitements			Erreur-type ²	Sexe		Probabilités ($P=0,05$)			
	Témoin	Tylan	Salinomycine		Femelle	Castrat	Traitements		Sexe	Sexe*trt
							Tylan > Témoin	Salino. > Témoin		
Épaisseur de gras à 96 kg de poids vif (mm) ³	12,26	12,66	12,87	0,31	11,12	14,08	0,31	0,17	0,0002	0,68
Épaisseur de muscle à 96 kg de poids vif (mm) ³	61,34	62,06	61,74	0,47	61,89	61,53	0,23	0,41	0,52	0,18
Poids chaud de la carcasse (kg)	92,50	93,09	92,73	0,26	92,67	92,88	0,11	0,40	0,49	0,24
Rendement de la carcasse (%)	81,69	82,26	81,93	0,23	81,87	82,05	0,08	0,35	0,50	0,36
Épaisseur de gras à l'abattoir (mm) ⁴	15,53	15,75	16,31	0,55	13,85	17,88	0,54	0,26	<,0001	0,11
Épaisseur de muscle à l'abattoir (mm) ⁴	59,69	63,14	60,19	1,71	60,69	61,32	0,15	0,57	0,75	0,42
Rendement en viande maigre de la carcasse (%) ⁵	61,74	61,72	61,37	0,20	62,51	60,71	0,67	0,96	<,0001	0,08
Indice de classement ⁵	111,47	112,06	111,64	0,27	112,38	111,07	0,12	0,48	0,0003	0,06

¹ Moyennes ajustées ; ² erreur-type des moyennes ; ³ mesurées sur des porcs vivants avec un appareil à ultrasons; ⁴ mesurées en abattoir avec une sonde invasive ; ⁴ Estimé à partir d'une équation de prédiction. Source : Fédération des producteurs de porcs du Québec. [En ligne]. <http://www.fppq.upa.qc.ca/documents/producteurs/gestdap-guide-technique.pdf> (page consultée le 23 avril 2008) ⁵ Valeurs obtenues à partir des porcs dans la bonne strate de poids (76 %)

Homogénéité des poids (analyse de variance)

L'utilisation des antibiotiques à titre de facteurs de croissance aurait pour effet de réduire la variabilité des poids en fin d'engraissement. Selon le test statistique réalisé avec les données de cet essai, les poids des porcs soumis au traitement « tylosine » auraient tendance à être plus homogènes que celui des autres traitements ($P = 0,08$). La variance étant de 42,4 pour le traitement « tylosine » alors qu'elle serait respectivement de 58,4 et 62,2 pour le groupe « témoin » et le groupe « salinomycine » (figure 4).

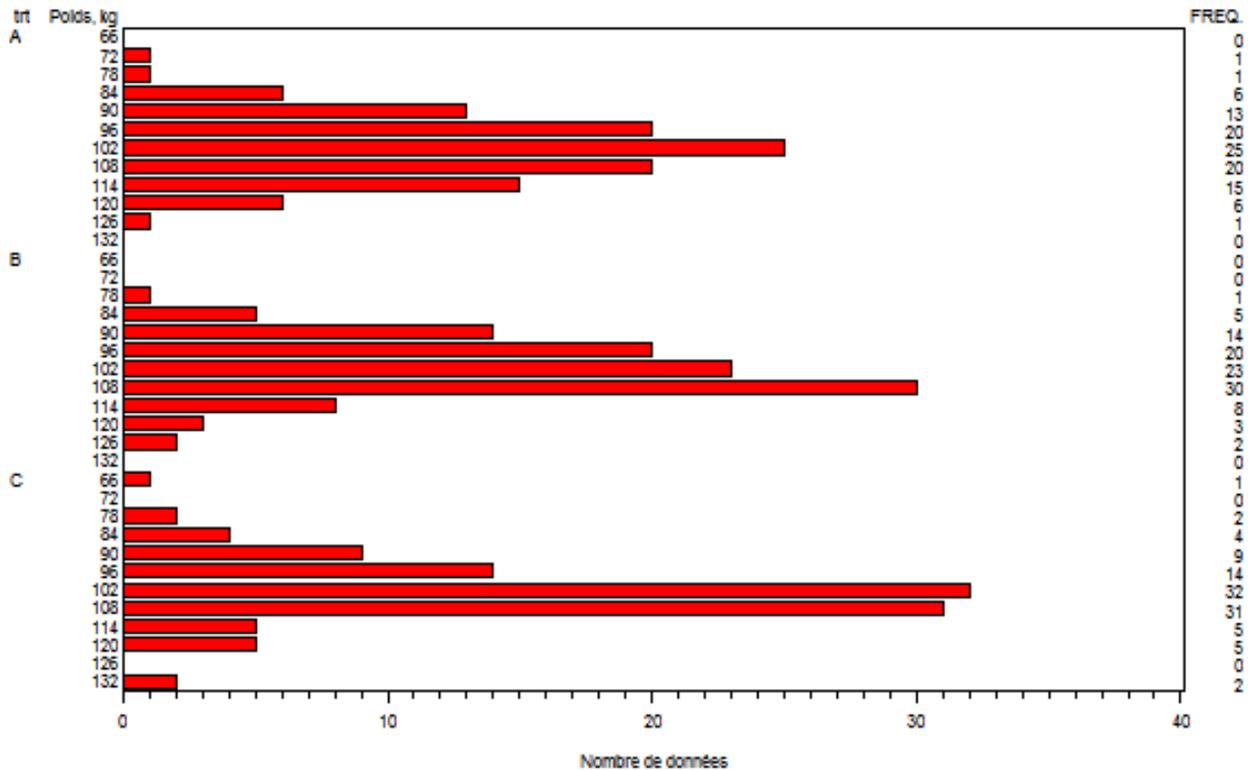


Figure 4 Distribution du poids des porcs au poids moyen de 96 kg (A : témoin; B : Tylosine; C : Salinomycine)

Antibiorésistance

Des échantillons de fèces ont été prélevés directement sur le plancher dans deux parcs par traitement à quatre reprises durant l'essai (J1, J35, J59 et J83). Un total de 70 isolats des bactéries *Enterococcus*, *Campylobacter*, *Escherichia coli* ont été cultivés en laboratoire. Le tableau 13 montre le nombre d'isolats des bactéries sentinelles retrouvées dans les divers prélèvements de matières fécales. Aucune *Salmonella* n'a été détectée dans les fèces des animaux de ce projet.

Tableau 13 Description du nombre d'isolats des bactéries sentinelles retrouvées dans les fèces lors des divers prélèvements

Bactérie	Traitement	J1	J35	J59	J83	Total
<i>Escherichia coli</i>	Tylan	3	3	3	3	12
	Salinomycine	3	3	3	3	12
	Témoins	3	3	3	3	12
<i>Enterococcus</i>	Tylan	3	1	3	3	10
	Salinomycine	2	0	3	2	7
	Témoins	2	0	3	3	8
<i>Campylobacter</i>	Tylan	0	1	1	1	3
	Salinomycine	0	1	0	1	2
	Témoins	1	1	1	1	4
<i>Salmonella</i>	Tylan	0	0	0	0	0
	Salinomycine	0	0	0	0	0
	Témoins	0	0	0	0	0
Total		17	13	20	20	70

L'antibiorésistance de chaque isolat a été déterminé pour divers antibiotiques: 15 antibiotiques pour *Escherichia coli* générique; 17 antibiotiques pour *Enterococcus* et 9 antibiotique pour *Campylobacter* (voir Annexe 3). Pour chaque isolat, le laboratoire de l'ASPC vérifiait le degré de résistance (Concentration moyenne inhibitrice - CMI) des bactéries cibles en regard de chaque antibiotique. Finalement, la CMI permettait de catégoriser chaque isolat comme 'Sensible', 'Intermédiaire' ou 'Résistant' à l'antibiotique.

Trente pourcent des combinaisons isolat/antibiotique évaluées se sont avérées résistantes (311 /1046 30 %) voir détails aux tableaux 14 à 17). Le développement de l'antibiorésistance durant la période d'engraissement a été analysé globalement car, le nombre d'isolat testé par prélèvement était insuffisant. Le tableau 14 présente le nombre d'isolats résistants rapporté par bactérie ciblée. Le nombre d'isolat résistant avait tendance à augmenter dans les parcs qui recevaient la tylosine, à diminuer dans les parcs qui recevaient la salinomycine et à demeurer stable dans les parcs « témoins ». La méthodologie de cette partie de l'étude n'était pas suffisamment robuste pour vérifier si ces observations sont statistiquement valables.

Les principales résistances observées chez les bactéries évaluées sont rapportées aux tableaux 15 à 17. Les principales résistances observées sont : l'ampicilline, la lincomycine, la streptomycine, le sulfisoxazole, la tétracycline, la tylosine. Ces profils de résistance sont similaires à ceux rapportés par la composante de surveillance à la ferme du Programme intégré canadien de surveillance de la résistance aux antimicrobiens (PICRA).

Tableau 14 Description du rapport du nombre d'antibiotiques testés et résistants (résistants/testés (%)) pour chaque bactérie sentinelle retrouvées dans les fèces lors des prélèvements

Bactérie	Traitement	Tests/isolat ¹	Jour 1	Jour 35	Jour 59	Jour 83
<i>Escherichia coli</i>	Tylan	15	9/45 (20 %)	10/45 (22 %)	11/45 (24 %)	12/45 (27 %)
	Salinomycine	15	13/45 (29 %)	10/45 (22 %)	6/45 (13 %)	7/45 (16 %)
	Témoins	15	10/45 (22 %)	16/45 (36 %)	9/45 (20 %)	10/45 (22 %)
<i>Enterococcus</i>	Tylan	17	19/51 (37 %)	6/17 (35 %)	24/51 (47 %)	24/51 (47 %)
	Salinomycine	17	20/34 (59 %)	0/0 (0 %)	17/51 (33 %)	14/34 (41 %)
	Témoins	17	15/34 (44 %)	0/0 (0 %)	24/51 (47 %)	24/51 (47 %)
<i>Campylobacter</i>	Tylan	9	0/0 (0 %)	1/9 (11 %)	5/9 (56 %)	5/9 (56 %)
	Salinomycine	9	0/0 (0 %)	4/9 (44 %)	0/0 (0 %)	3/9 (33 %)
	Témoins	9	5/9 (56 %)	4/9 (44 %)	3/9 (33 %)	3/9 (33 %)
Bactéries (toutes)	Tylan	S.O.	28/96 (29 %)	17/71 (24 %)	40/105 (38 %)	41/105 (39 %)
	Salinomycine	S.O.	33/79 (42 %)	14/54 (26 %)	23/96 (24 %)	24/88 (27 %)
	Témoins	S.O.	30/88 (34 %)	20/54 (37 %)	36/105 (34 %)	37/105 (35 %)

S.O. Sans objet

¹ Nombre d'antibiotiques testés pour chaque isolat

Tableau 15 Résistance des isolats de la bactérie *Escherichia coli* aux différents antibiotiques (rouge = résistant; vert = sensible; orange = sensible et résistant)

Antibiotique	Traitement	Jour 1	Jour 35	Jour 59	Jour 83	Total
Amikacine	Tylan	0/3 ¹	0/3	0/3	0/3	0/12
Amikacine	Salinomycine	0/3	0/3	0/3	0/3	0/12
Amikacine	Témoins	0/3	0/3	0/3	0/3	0/12
Amoxicilline	Tylan	0/3	0/3	0/3	0/3	0/12
Amoxicilline	Salinomycine	0/3	0/3	0/3	0/3	0/12
Amoxicilline	Témoins	0/3	0/3	0/3	0/3	0/12
Ampicilline	Tylan	0/3	1/3	1/3	1/3	3/12
Ampicilline	Salinomycine	0/3	3/3	0/3	1/3	4/12
Ampicilline	Témoins	1/3	3/3	1/3	1/3	6/12
Céfoxitine	Tylan	0/3	0/3	0/3	0/3	0/12
Céfoxitine	Salinomycine	0/3	0/3	0/3	0/3	0/12
Céfoxitine	Témoins	0/3	0/3	0/3	0/3	0/12
Ceftiofur	Tylan	0/3	0/3	0/3	0/3	0/12
Ceftiofur	Salinomycine	0/3	0/3	0/3	0/3	0/12
Ceftiofur	Témoins	0/3	0/3	0/3	0/3	0/12
Ceftriaxone	Tylan	0/3	0/3	0/3	0/3	0/12
Ceftriaxone	Salinomycine	0/3	0/3	0/3	0/3	0/12
Ceftriaxone	Témoins	0/3	0/3	0/3	0/3	0/12
Chloramphénicol	Tylan	0/3	2/3	0/3	1/3	3/12
Chloramphénicol	Salinomycine	0/3	0/3	0/3	1/3	1/12
Chloramphénicol	Témoins	0/3	3/3	0/3	1/3	4/12
Ciprofloxacine	Tylan	0/3	0/3	0/3	0/3	0/12
Ciprofloxacine	Salinomycine	0/3	0/3	0/3	0/3	0/12
Ciprofloxacine	Témoins	0/3	0/3	0/3	0/3	0/12
Gentamicine	Tylan	0/3	0/3	0/3	0/3	0/12
Gentamicine	Salinomycine	0/3	0/3	0/3	0/3	0/12
Gentamicine	Témoins	1/3	0/3	1/3	0/3	2/12
Kanamycine	Tylan	0/3	2/3	1/3	0/3	3/12
Kanamycine	Salinomycine	2/3	0/3	0/3	0/3	2/12
Kanamycine	Témoins	0/3	2/3	1/3	0/3	3/12
Acide nalidixique	Tylan	0/3	0/3	0/3	0/3	0/12
Acide nalidixique	Salinomycine	0/3	0/3	0/3	0/3	0/12
Acide nalidixique	Témoins	0/3	0/3	0/3	0/3	0/12
Streptomycine	Tylan	1/3	0/3	3/3	2/3	6/12
Streptomycine	Salinomycine	3/3	2/3	0/3	1/3	6/12
Streptomycine	Témoins	1/3	2/3	1/3	2/3	6/12
Sulfisoxazole	Tylan	3/3	2/3	2/3	3/3	10/12
Sulfisoxazole	Salinomycine	3/3	1/3	2/3	1/3	7/12
Sulfisoxazole	Témoins	2/3	3/3	2/3	2/3	9/12
Tétracycline	Tylan	3/3	3/3	3/3	3/3	12/12
Tétracycline	Salinomycine	3/3	3/3	2/3	3/3	11/12
Tétracycline	Témoins	3/3	3/3	3/3	3/3	12/12
Triméthoprime-sulfaméthoxazole	Tylan	2/3	0/3	1/3	2/3	5/12
Triméthoprime-sulfaméthoxazole	Salinomycine	2/3	1/3	2/3	0/3	5/12
Triméthoprime-sulfaméthoxazole	Témoins	2/3	0/3	0/3	1/3	3/12

¹ Isolats résistants/isolats totaux

Tableau 16 Résistance des isolats de la bactérie *Enterococcus* aux différents antibiotiques (rouge = résistant; vert = sensible; orange = sensible et résistant)

Antibiotique	Traitement	Jour 1	Jour 35	Jour 59	Jour 83	Total
Chloramphénicol	Tylan	0/3	0/1	3/3	3/3	6/10
Chloramphénicol	Salinomycine	2/2	0/0	0/3	0/2	2/7
Chloramphénicol	Témoins	0/2	0/0	2/3	3/3	5/8
Ciprofloxacine	Tylan	0/3	0/1	0/3	0/3	0/10
Ciprofloxacine	Salinomycine	2/2	0/0	0/3	0/2	2/7
Ciprofloxacine	Témoins	0/2	0/0	1/3	0/3	1/8
Daptomycine	Tylan	0/3	0/1	0/3	0/3	0/10
Daptomycine	Salinomycine	0/2	0/0	0/3	0/2	0/7
Daptomycine	Témoins	0/2	0/0	0/3	0/3	0/8
Érythromycine	Tylan	3/3	1/1	3/3	3/3	10/10
Érythromycine	Salinomycine	2/2	0/0	2/3	2/2	6/7
Érythromycine	Témoins	2/2	0/0	3/3	3/3	8/8
Flavomycine	Tylan	0/3	0/1	0/3	0/3	0/10
Flavomycine	Salinomycine	0/2	0/0	3/3	1/2	4/7
Flavomycine	Témoins	0/2	0/0	0/3	0/3	0/8
Gentamicine	Tylan	0/3	0/1	0/3	0/3	0/10
Gentamicine	Salinomycine	2/2	0/0	0/3	0/2	2/7
Gentamicine	Témoins	1/2	0/0	0/3	0/3	1/8
Kanamycine	Tylan	2/3	0/1	3/3	3/3	8/10
Kanamycine	Salinomycine	2/2	0/0	0/3	1/2	3/7
Kanamycine	Témoins	2/2	0/0	3/3	3/3	8/8
Lincomycine	Tylan	3/3	1/1	0/0	0/0	4/4
Lincomycine	Salinomycine	0/0	0/0	3/3	1/1	4/4
Lincomycine	Témoins	1/1	0/0	0/0	0/0	1/1
Linézolid	Tylan	0/3	0/1	0/3	0/3	0/10
Linézolid	Salinomycine	0/2	0/0	0/3	0/2	0/7
Linézolid	Témoins	0/2	0/0	0/3	0/3	0/8
Nitrofurantoïne	Tylan	0/3	1/1	0/3	0/3	1/10
Nitrofurantoïne	Salinomycine	0/2	0/0	0/3	0/2	0/7
Nitrofurantoïne	Témoins	0/2	0/0	0/3	0/3	0/8
Pénicilline	Tylan	0/3	0/1	0/3	0/3	0/10
Penicilline	Salinomycine	0/2	0/0	1/3	0/2	1/7
Pénicilline	Témoins	0/2	0/0	0/3	0/3	0/8
Quinupristine-dalfopristine	Tylan	2/3	0/1	0/0	0/0	2/4
Quinupristine-dalfopristine	Salinomycine	0/0	0/0	2/3	1/1	3/4
Quinupristine-dalfopristine	Témoins	1/1	0/0	0/0	0/0	1/1
Streptomycine	Tylan	3/3	1/1	3/3	3/3	10/10
Streptomycine	Salinomycine	2/2	0/0	2/3	2/2	6/7
Streptomycine	Témoins	2/2	0/0	3/3	3/3	8/8
Tétracycline	Tylan	3/3	1/1	3/3	3/3	10/10
Tétracycline	Salinomycine	2/2	0/0	2/3	2/2	6/7
Tétracycline	Témoins	2/2	0/0	3/3	3/3	8/8
Tigécycline	Tylan	0/3	0/1	0/3	0/3	0/10
Tigécycline	Salinomycine	0/2	0/0	0/3	0/2	0/7
Tigécycline	Témoins	0/2	0/0	0/3	0/3	0/8

Tylosin	Tylan	3/3	1/1	3/3	3/3	10/10
Antibiotique	Traitement	Jour 1	Jour 35	Jour 59	Jour 83	Total
Tylosin	Salinomycine	2/2	0/0	2/3	2/2	6/7
Tylosin	Témoins	2/2	0/0	3/3	3/3	8/8
Vancomycin	Tylan	0/3	0/1	0/3	0/3	0/10
Vancomycin	Salinomycine	0/2	0/0	0/3	0/2	0/7
Vancomycin	Témoins	0/2	0/0	0/3	0/3	0/8

Tableau 17 Résistance des isolats de la bactérie *Campylobacter* aux différents antibiotiques (rouge = résistant; vert = sensible; orange = sensible et résistant)

Antibiotique	Traitement	Jour 1	Jour 35	Jour 59	Jour 83	Total
Azithromycine	Tylan	0/0 ¹	0/1	1/1	1/1	2/3
Azithromycine	Salinomycine	0/0	1/1	0/0	0/1	1/2
Azithromycine	Témoins	1/1	1/1	0/1	0/1	2/4
Ciprofloxacine	Tylan	0/0	0/1	0/1	0/1	0/3
Ciprofloxacine	Salinomycine	0/0	0/1	0/0	1/1	1/2
Ciprofloxacine	Témoins	0/1	0/1	1/1	1/1	2/4
Clindamycine	Tylan	0/0	0/1	1/1	1/1	2/3
Clindamycine	Salinomycine	0/0	0/1	0/0	0/1	0/2
Clindamycine	Témoins	1/1	0/1	0/1	0/1	1/4
Érythromycine	Tylan	0/0	0/1	1/1	1/1	2/3
Érythromycine	Salinomycine	0/0	1/1	0/0	0/1	1/2
Érythromycine	Témoins	1/1	1/1	0/1	0/1	2/4
Florfénicol	Tylan	0/0	0/1	0/1	0/1	0/3
Florfénicol	Salinomycine	0/0	0/1	0/0	0/1	0/2
Florfénicol	Témoins	0/1	0/1	0/1	0/1	0/4
Gentamicine	Tylan	0/0	0/1	0/1	0/1	0/3
Gentamicine	Salinomycine	0/0	0/1	0/0	0/1	0/2
Gentamicine	Témoins	0/1	0/1	0/1	0/1	0/4
Acide nalidixique	Tylan	0/0	0/1	0/1	0/1	0/3
Acide nalidixique	Salinomycine	0/0	0/1	0/0	1/1	1/2
Acide nalidixique	Témoins	0/1	0/1	1/1	1/1	2/4
Télithromycine	Tylan	0/0	0/1	1/1	1/1	2/3
Télithromycine	Salinomycine	0/0	1/1	0/0	0/1	1/2
Télithromycine	Témoins	1/1	1/1	0/1	0/1	2/4
Tétracycline	Tylan	0/0	1/1	1/1	1/1	3/3
Tétracycline	Salinomycine	0/0	1/1	0/0	1/1	2/2
Tétracycline	Témoins	1/1	1/1	1/1	1/1	4/4

¹ Isolats résistants/isolats totaux

VOLET ÉCONOMIQUE

À la lumière des résultats obtenus dans cette étude, le phosphate de tylosine (22 ppm) et le salinomycine (25 ppm), utilisés entre 27 et 113 kg de poids comme facteurs de croissance, n'ont pas amélioré de façon significative le GMQ, la C.A., ni le poids de la carcasse, le rendement en viande maigre ainsi que le revenu de vente des porcs. Il est toutefois possible que les facteurs de croissance utilisés dans ce projet soient quand même efficaces mais avec des effets moindres que ceux prévus par le protocole (moins de 3 %).

Il est possible de simuler les impacts économiques de l'utilisation des antibiotiques « facteurs de croissance » avec des modèles théoriques. L'impact économique de l'utilisation des antibiotiques à titre de facteurs de croissance dépend principalement de quatre critères :

- Prix des aliments (fourchette de 200 à 300 \$ la tonne)
 - Ce paramètre varie beaucoup avec le type de moulée (moulée « début » est plus chère que la moulée « finition »), d'un producteur à l'autre (moulée commerciale, moulée fabriquée à la ferme, etc.) et avec le prix des matières premières (augmentation importante du prix des matières premières en 2007);
- Impact zootechnique (fourchette de 1-5 %)
 - Tel que décrit plus haut, l'effet zootechnique attendu varie entre les troupeaux. Les facteurs qui expliquent cette variation ne sont pas tous connus;
- Type d'élevage (rotation p/r tout plein-tout vide)
 - Les effets bénéfiques associés à l'amélioration du GMQ sont plus faciles à rentabiliser dans un élevage en rotation que dans un élevage en tout plein-tout vide;
 - Dans les élevages en rotation, l'amélioration du GMQ donne différentes options au producteur : 1) produire plus d'animaux pour la même superficie de bâtiment, 2) produire le même nombre d'animaux avec un poids d'abattage plus élevé tout en conservant la même densité animale; 3) produire le même nombre de porcs du même poids d'abattage avec une plus grande superficie disponible par animal. Ces trois options peuvent se traduire par des gains monétaires pour le producteur qui élève des porcs en rotation;
 - Dans les élevages en tout plein-tout vide, on planifie généralement la production de trois lots par année. L'amélioration du gain moyen quotidien ne se traduit pas nécessairement par des gains monétaires pour ce genre de production;
- Coûts des facteurs de croissance (fourchette de 1,50 – 10 \$ par tonne)
 - La fortification des aliments avec un antibiotique à titre de facteurs de croissance coûte de 1,50 à 10 \$ la tonne. Ce coût représente essentiellement les frais associés à l'achat de l'antibiotique. Le coût des antibiotiques est très stable. En effet, les estimations obtenues en 2004 et en 2007 par le CDPQ suggèrent que les prix n'ont presque pas changé en trois ans.

Bénéfice attendu comparativement au prix des aliments

La première simulation montre le bénéfice attendu de la part du producteur par rapport au coût des aliments (\$ par tonne) et de l'amélioration attendue.

La figure 5 et le tableau 18 montrent que l'utilisation d'un facteur de croissance est plus facile à justifier quand le prix des aliments est élevé, lorsque le prix du facteur de croissance est faible et lorsque l'effet zootechnique est important.

D'un point de vue économique, on peut dire que l'usage des facteurs de croissance est plus facile à justifier lorsque le prix des aliments augmente. Les tendances du marché suggèrent une augmentation du prix des aliments pour le bétail. Cette tendance du marché favorisera l'usage des antibiotiques à titre de facteurs de croissance chez nos compétiteurs dans le reste du Canada et aux États-Unis.

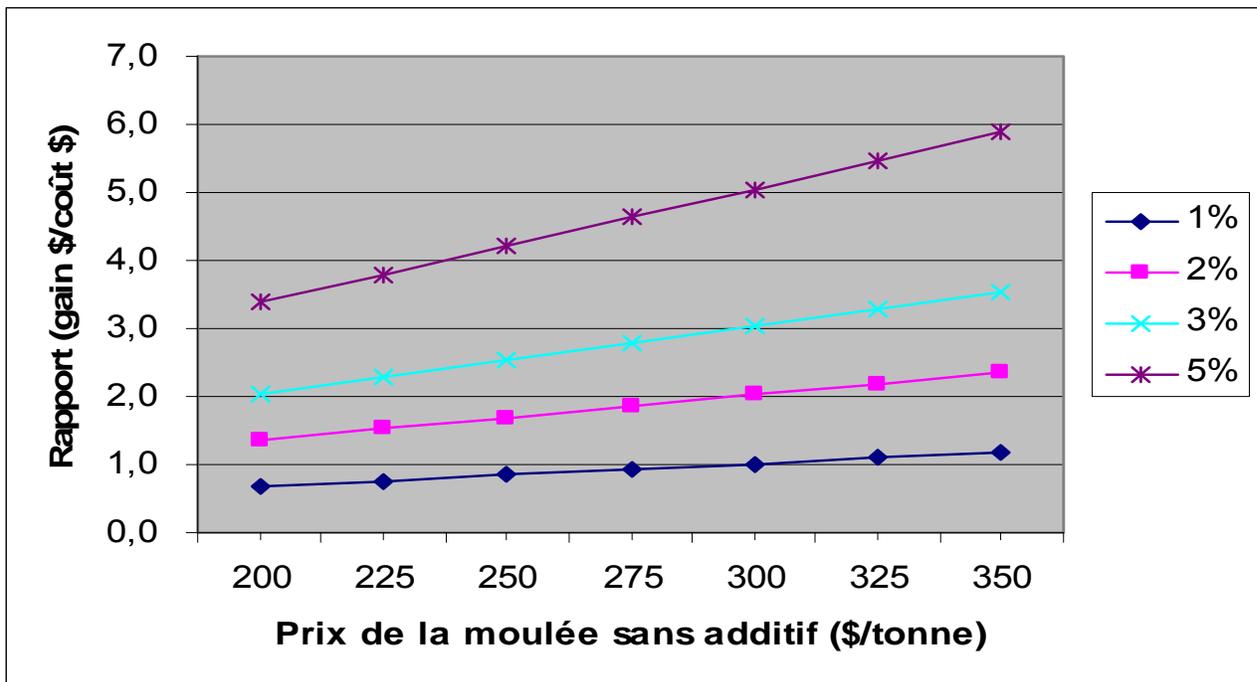


Figure 5 Relation entre le retour sur l'investissement (rapport gain \$ / coût \$) de l'utilisation d'un facteur de croissance en fonction du prix de la moulée (\$/tonne) et de l'amélioration de l'indice de conversion alimentaire (%). Dans ce modèle, le coût du facteur de croissance a été fixé à 3 \$ par tonne et on ne donne aucune valeur économique à l'amélioration du gain moyen quotidien.

Tableau 18 Retour sur l'investissement (bénéfice-coût) pour un facteur de croissance coûtant 3,00 \$ par tonne

Prix de l'aliment (\$/tonne)	Amélioration de la C.A.			
	1 %	2 %	3 %	5 %
200	0,7	1,35	2,03	3,38
225	0,8	1,52	2,28	3,80
250	0,8	1,69	2,53	4,22
275	0,9	1,85	2,78	4,63
300	1,0	2,02	3,03	5,05
325	1,1	2,19	3,28	5,47
350	1,2	2,35	3,53	5,88

Coûts du facteur de croissance comparativement aux effets zootechniques

La deuxième simulation montre que la relation entre le coût du facteur de croissance et l'amélioration attendue avec différents prix des aliments.

La figure 6 et le tableau 19 démontrent quel doit être le coût maximum payé par le producteur pour un facteur de croissance antibiotique. Cette évaluation tient compte de l'amélioration de la C.A., du coût des aliments et ne considère pas les gains possibles pour le GMQ. Par exemple, si le contexte de prix des ingrédients fait en sorte que les aliments à offrir en engraissement coûtent 300 \$ par tonne et que l'amélioration observée de la C.A. des porcs est de 1 % lorsqu'un antibiotique facteur de croissance est incorporé aux aliments. Alors, l'antibiotique utilisé à titre de facteur de croissance ne devrait pas coûter plus de 3 \$ par tonne d'aliment. En d'autres mots, si le coût de l'antibiotique a coûté 3 \$ par tonne d'aliment, l'amélioration de la C.A. devrait être au-delà de 0,75 à 1,5 % dans un contexte de prix variant entre 200 et 350 \$ par tonne d'aliment (zone ombragée du tableau 16) pour que le producteur puisse retirer un bénéfice (le facteur de croissance est payé et il bénéficie d'un retour sur l'investissement).

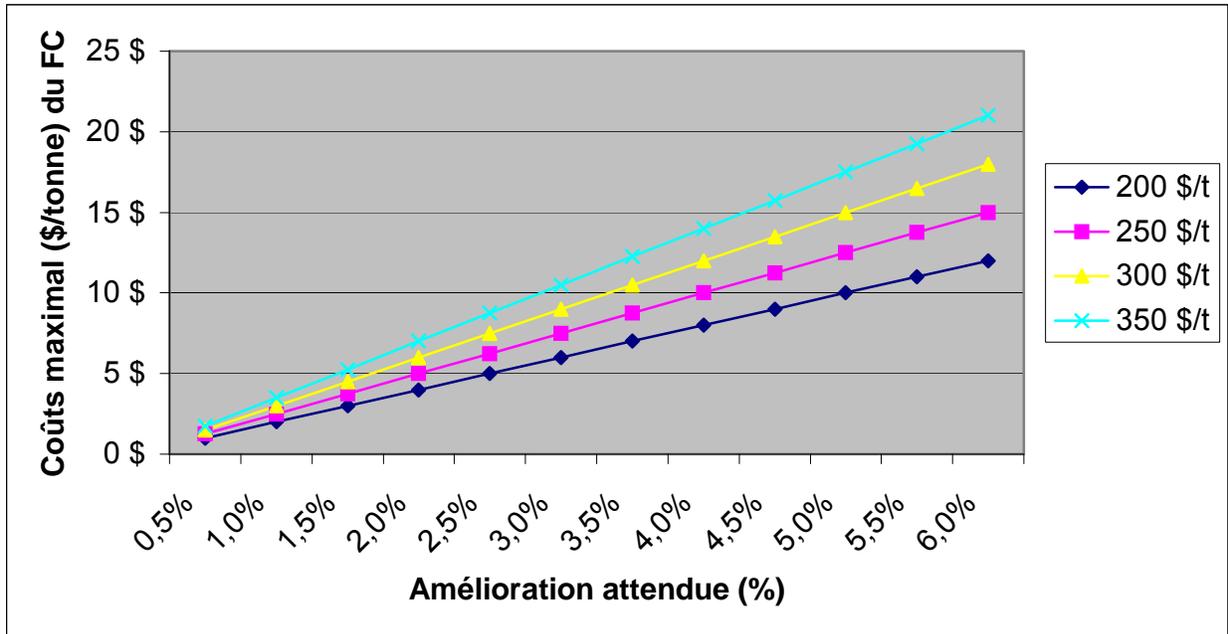


Figure 6 Relation entre le coût maximal du facteur de croissance (\$/tonne) par rapport à l'amélioration attendue de l'indice de conversion alimentaire (%) et du prix de la moulée sans additif (\$/tonne). Dans ce modèle, on ne comptabilise aucun impact économique associé à l'amélioration du gain moyen quotidien.

Tableau 19 Coût maximal pour tirer profit de l'utilisation d'un facteur de croissance

Amélioration attendue de la conversion alimentaire (%)	Prix de la moulée (\$/tonne)			
	200 \$/t	250 \$/t	300 \$/t	350 \$/t
0,25 %	0,50	0,63	0,75	0,88
0,50 %	1,00	1,25	1,50	1,75
0,75 %	1,50	1,88	2,25	2,63
1,00 %	2,00	2,50	3,00	3,50
1,25 %	2,50	3,13	3,75	4,38
1,50 %	3,00	3,75	4,50	5,25
1,75 %	3,50	4,38	5,25	6,13
2,00 %	4,00	5,00	6,00	7,00
2,25 %	4,50	5,63	6,75	7,88
2,50 %	5,00	6,25	7,50	8,75
2,75 %	5,50	6,88	8,25	9,63
3,00 %	6,00	7,50	9,00	10,50
3,25 %	6,50	8,13	9,75	11,38
3,50 %	7,00	8,75	10,50	12,25
3,75 %	7,50	9,38	11,25	13,13
4,00 %	8,00	10,00	12,00	14,00
4,25 %	8,50	10,63	12,75	14,88
4,50 %	9,00	11,25	13,50	15,75
4,75 %	9,50	11,88	14,25	16,63
5,00 %	10,00	12,50	15,00	17,50

Cas pratique

Le prix des aliments proposé par les modèles ASRA et FPPQ est basé sur le coût des ingrédients (tableau 20). Il faudrait rajouter un coût supplémentaire variant entre 35 et 40 \$/tonne (basé sur nos connaissances du terrain) et qui tient compte de la fabrication, du transport, de l'escompte sur le volume, etc.

Tableau 20 Prix des aliments (modèles ASRA et FPPQ, base des données de 2006)

Type de moulée	Poids (kg)	C.A.	Aliment consommé (kg)	\$/TM
Début	25 à 50	2,06	51,58	201,69
Croissance	50 à 75	2,52	62,93	194,21
Finition	75 à 110	3,10	108,66	188,14

En considérant l'augmentation du prix du maïs observé en 2007 (1^{er} janvier au 24 septembre), le prix des aliments a augmenté de 19 % comparativement à 2006. Le tableau 21 indique les estimations de prix pour 2007.

Tableau 21 Prix des aliments pour 2011 (estimation du CDPQ)

Type de moulée	\$/TM ¹	
	min	max
Début	282	288
Croissance	273	279
Finition	265	271

¹ Il faut rajouter un coût supplémentaire variant entre 35 et 40 \$/tonne (basé sur nos connaissances du terrain) et qui tient compte de la fabrication, du transport, de l'escompte sur le volume, etc.

Pour déterminer l'amélioration requise de la C.A. pour payer le facteur de croissance :

En utilisant les données de consommation totale des porcs par période alimentaire (tableau 20), le coût des aliments (tableau 21) ainsi que le coût du facteur de croissance (ex. : 3 \$ par tonne), on peut déterminer quelle doit être l'amélioration requise pour que ça génère un bénéfice. Voici comment le calculer :

$$[1 - (((\text{ingéré total par porc} \times \text{\$/T aliment}) / (\text{\$/T aliment} + \text{\$/T antibiotique})) / \text{ingéré total})] \times 100$$

Pour déterminer le bénéfice par porc :

Voici comment le calculer :

$$[(\text{ingéré total par porc} \times (\$/T \text{ aliment}/1\ 000)) - (\text{ingéré total par porc} \times (100 - \% \text{ amélioration attendue de la C.A.}) \times (\$/T \text{ aliment} + \$/T \text{ antibiotique})/1\ 000)]$$

	Début	Croissance	Finition
Quantité totale d'aliment ingérée par porc (kg)	52	63	109
Coût du facteur de croissance antibiotique (\$/T d'aliment)	3	3	3
Coût des aliments (\$/T)	325	316	308
Amélioration de la C.A. à obtenir pour payer le facteur de croissance (%)	0,91	0,94	0,96
Bénéfice si l'amélioration de la C.A. est de 1 % (\$/ porc)	0,01	0,01	0,01
Bénéfice si l'amélioration de la C.A. est de 2 % (\$/ porc)	0,19	0,21	0,35

Ainsi, s'il en coûte 3 \$ par tonne au producteur pour utiliser un facteur de croissance de façon continue en engraissement, la conversion doit être améliorée d'au moins 0,91, 0,94 et 0,96 % en période de début, de croissance et de finition pour que le produit soit payé. Pour faire un bénéfice, l'amélioration de la C.A. doit être plus grande (au-delà de 1 %).

CONCLUSION

Ce rapport de recherche suggère que l'utilisation des antibiotiques (phosphate de tylosine, salinomycine) comme facteurs de croissance n'améliore pas les performances de croissance de façon suffisamment importante pour justifier leur usage chez les porcs de statut sanitaire conventionnel maintenus dans des conditions similaires à celles du terrain. De plus, le rapport montre que les porcs sont porteurs de certaines bactéries résistantes aux antibiotiques, mais il suggère que l'usage des antibiotiques comme facteurs de croissance dans un seul lot ne crée pas une pression suffisante pour sélectionner des souches résistantes.

RÉFÉRENCES

- Centre de développement du porc du Québec inc. (CDPQ). 2004. Tables des matières premières. Québec : CDPQ, 31 p.
- Centre de développement du porc du Québec inc. (CDPQ). 2005. Tables d'alimentation des porcs : spécifications en vigueur au 31 décembre 2004. Québec : CDPQ, 16 p.
- Épidémio-Qualité inc. 2004. Évaluation des impacts d'un arrêt de l'utilisation des antibiotiques comme facteurs de croissance dans le secteur porcin et des alternatives à ceux-ci. Québec : Centre de développement du porc du Québec inc., 124 p.
- Épidémio-Qualité inc. 2006. Étude sur l'usage actuel des antibiotiques en production porcine au Québec dans le groupe croissance-finition : évaluation de l'utilisation des facteurs de croissance. Québec : Centre de développement du porc du Québec inc., 75 p.
- Guimont, H., Turgeon, M.J., Pouliot, F., Godbout, S. et R. Leblanc. 2005. Abreuvoirs économiseurs d'eau pour porcs en engraissement. Comparaison de la consommation d'eau et des performances zootechniques de différents types d'abreuvoirs utilisés au Québec : rapport final. Québec : Centre de développement du porc du Québec inc., 67 p.
- Lévesque, J., Klopfenstein, C. et J. Rivest. 2007. Effet d'un antimicrobien à titre de facteurs de croissance chez le porc, de statut sanitaire assaini, en période de croissance-finition. Québec : Centre de développement du porc du Québec inc., 24 p.
- Rivest, J., Fortin, F., Fillion, R., Klopfenstein, C. et L. Riendeau. 2006. Évaluation de lignées terminales : Duroc, P76, PIC 337, Vivanda 300. Québec : Centre de développement du porc du Québec inc., 29 p.
- SAS Institute Inc. 1999. SAS (Version 8.0), [Logiciel]. Cary, NC: SAS Institute Inc.

ANNEXE 1 Critères de sélection des animaux

Des critères spécifiques ont été définis pour la sélection des animaux de ce projet. Les animaux utilisés devaient provenir d'une pouponnière multisources avec **un statut sanitaire conventionnel bien contrôlé**. De plus, les animaux devaient provenir d'un réseau ou l'on considère que **l'utilisation des antibiotiques à titre de facteurs de croissance en engraissement est efficace**.

Statut sanitaire conventionnel signifie :

- Animaux positifs (contaminés) au Syndrome reproducteur et respiratoire porcin (SRRP), au *Mycoplasma hyopneumoniae* et d'autres maladies;

Statut sanitaire bien contrôlé signifie :

- Animaux qui sont reconnus pour bien performer en engraissement (moins de 5 % de mortalité);
- Les porcelets devront avoir été vaccinés pour le Circovirus porcin;
- La vaccination pour le *Mycoplasma hyopneumoniae* est optionnelle.

Facteurs de croissance antibiotique efficace signifie :

L'efficacité attendue de l'usage des antibiotiques à titre de facteurs de croissance se situe entre 1 et 5 % tant pour le gain moyen quotidien que pour la conversion alimentaire. Dans le cadre de ce projet, on voulait sélectionner des animaux qui sont reconnus pour bien répondre à la fortification des aliments par les antibiotiques au dosage de facteurs de croissance (réponse attendue entre 3 et 5 %).

Le fournisseur de porcelets a dû fournir une attestation signée concernant le statut sanitaire des animaux et les performances attendues en engraissement.

ANNEXE 2 Spécifications nutritionnelles utilisées pour des porcs de 25 à 115 kg

	Période alimentaire		
	Début	Croissance	Finition
Énergie nette (kcal/ kg)	2 400	2 439	2 440
Protéine brute (%)	18,00	14,88	12,20
Lysine digestible (%)	0,98	0,83	0,68
Méthionine digestible (%)	0,29	0,25	0,20
Méth. + cystine digestible (%)	0,59	0,50	0,41
Thréonine digestible (%)	0,64	0,54	0,44
Tryptophane digestible (%)	0,19	0,16	0,13
Calcium (%)	0,80	0,75	0,68
Phosphore digestible (%)	0,33	0,28	0,25
Sodium (%)	0,20	0,20	0,20
Ratio lysine dig./EN	4,08	3,40	2,79

ANNEXE 3 Description des antibiotiques testés sur les différents isolats des bactéries isolées dans les matières fécales

No	Antibiotique	Genre	Étendue des CMI		Critères pour caractériser la résistance		Résistant
			Min	Max	Sensible	Intermédiaire	
1	Azithromycin	Campylobacter	0,015	64	≤ 2	4	≥ 8
2	Ciprofloxacin	Campylobacter	0,015	64	≤ 1	2	≥ 8
3	Clindamycin	Campylobacter	0,03	16	≤ 2	4	≥ 8
4	Erythromycin	Campylobacter	0,03	64	≤ 8	16	≥ 8
5	Florfenicol	Campylobacter	0,03	64	≤ 4	.	≥ 8
6	Gentamicin	Campylobacter	0,12	32	≤ 2	4	≥ 8
7	Nalidixic acid	Campylobacter	4	64	≤ 16	32	≥ 8
8	Telithromycin	Campylobacter	0,015	8	≤ 4	8	≥ 8
9	Tetracycline	Campylobacter	0,06	64	≤ 4	8	≥ 8
1	Chloramphenicol	Enterococcus	2	32	≤ 8	16	≥ 8
2	Ciprofloxacin	Enterococcus	0,12	4	≤ 1	2	≥ 8
3	Daptomycin	Enterococcus	0,5	16	≤ 4	.	≥ 8
4	Erythromycin	Enterococcus	0,5	8	≤ 0,5	1	≥ 8
5	Flavomycin	Enterococcus	1	16	≤ 8	16	≥ 8
6	Gentamicin	Enterococcus	128	1024	≤ 500	.	≥ 8
7	Kanamycin	Enterococcus	128	1024	≤ 512	.	≥ 8
8	Lincomycin	Enterococcus	1	32	≤ 2	4	≥ 8
9	Linezolid	Enterococcus	0,5	8	≤ 2	4	≥ 8
10	Nitrofurantoin	Enterococcus	2	64	≤ 32	64	≥ 8
11	Penicillin	Enterococcus	0,5	16	≤ 8	.	≥ 8
12	Quinupristin-dalfopristin	Enterococcus	1	32	≤ 1	2	≥ 8
13	Streptomycin	Enterococcus	512	2048	≤ 1000	.	≥ 8
14	Tetracycline	Enterococcus	4	32	≤ 4	8	≥ 8
15	Tigecycline	Enterococcus	0,015	0,5	≤ 0,25	0,5	≥ 8
16	Tylosin	Enterococcus	0,25	32	≤ 8	16	≥ 8
17	Vancomycin	Enterococcus	0,5	32	≤ 4	8	≥ 8
1	Amikacin	Escherichia	0,5	32	≤ 16	32	≥ 8
2	Amoxicillin	Escherichia	1	32	≤ 8	16	≥ 8
3	Ampicillin	Escherichia	1	32	≤ 8	16	≥ 8
4	Cefoxitin	Escherichia	0,5	32	≤ 8	16	≥ 8
5	Ceftiofur	Escherichia	0,25	8	≤ 2	4	≥ 8
6	Ceftriaxone	Escherichia	0,25	64	≤ 8	16	≥ 8
7	Chloramphenicol	Escherichia	2	32	≤ 8	16	≥ 8
8	Ciprofloxacin	Escherichia	0,015	4	≤ 1	2	≥ 8
9	Clavulanic acid	Escherichia	0,5	16	≤ 4	8	≥ 8
10	Gentamicin	Escherichia	0,25	16	≤ 4	8	≥ 8
11	Kanamycin	Escherichia	8	64	≤ 16	32	≥ 8
12	Nalidixic acid	Escherichia	0,5	32	≤ 16	.	≥ 8
13	Streptomycin	Escherichia	32	64	≤ 32	.	≥ 8
14	Sulfamethoxazole	Escherichia	2,38	76	≤ 38	.	≥ 8
15	Sulfisoxazole	Escherichia	16	512	≤ 256	.	≥ 8
16	Tetracycline	Escherichia	4	32	≤ 4	8	≥ 8
17	Trimethoprim Sulfamethoxazole	Escherichia	0,12	4	≤ 2	.	≥ 8