

**Évaluation de différents modes d'apport
de sélénium pour rencontrer le niveau
sanguin minimum requis chez les
agneaux à partir du sevrage**

Projet N° 465-09-010319

Réalisé par :
Centre d'expertise en production ovine du Québec
dans le cadre du programme
Recherche appliquée et innovation technologique du CDAQ

Rapport Final

Couvrant la période entre juin 2001 et septembre 2002

Rédigé par :
Marie Vachon, agr.,
responsable en recherche

9 septembre 2002

Table des matières

1. RÉSUMÉ DU PROJET.....	6
2. DESCRIPTION DU PROJET.....	7
2.1 Problématique.....	7
2.2 Objectif général.....	8
2.3 Objectifs spécifiques.....	8
2.4 Méthodologie.....	8
2.5 Étapes et échéances.....	18
3. RÉSULTATS.....	21
3.1 Résultats obtenus et discussions.....	21
3.2 Synthèse des résultats.....	50
3.3 Impact.....	51
4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....	53
5. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	54
5.1 Références Citées.....	54
Annexe 1 Rations alimentaires	
Annexe 2 Recettes des moulées	
Annexe 3 Analyses des aliments	

Liste des tableaux

Tableau 1. Description des blocs.....	10
Tableau 2. Activités réalisées.....	18
Tableau 2. Activités réalisées (suite).....	19
Tableau 3. Activités à venir.....	20
Tableau 4. Distribution des agneaux selon leur niveau de sélénium sérique mesuré au 1 ^{er} jour du projet.....	22
Tableau 5. Distribution des agneaux selon leur niveau de sélénium sérique mesuré au 28 ^{ème} jour du projet.....	23
Tableau 6. Distribution des agneaux selon leur niveau de sélénium sérique mesuré au 48 ^{ème} jour du projet.....	27
Tableau 7. Conditions présentes et nombre d'agneaux affectés lors du démarrage du projet.....	43
Tableau 8. Coûts totaux d'engraissement moyen par agneau en fonction des traitements.....	49
Tableau 9. Coûts des différentes moulées utilisées.....	49

Liste des figures

Figure 1. Taux de sélénium sérique mesuré au jour 1 en fonction des traitements	22
Figure 2. Taux de sélénium sérique mesuré au jour 28 en fonction des traitements	24
Figure 3. Taux de sélénium sérique mesuré au jour 48 pour les traitements : témoin ; avec une injection de sélénium au jour 1 ; avec une injection de sélénium aux jours 1 et 28 et avec supplémentation alimentaire de sélénium inorganique	25
Figure 4. Taux de sélénium sérique mesuré au jour 48 pour les traitements avec une injection de sélénium aux jours 1 et 28, avec une injection de sélénium au jour 1 et une supplémentation alimentaire de sélénium organique et avec une injection de sélénium au jour 1 et une supplémentation alimentaire de sélénium inorganique.....	26
Figure 5. Taux de glutathion peroxydase sérique mesuré au jour 1 en fonction des traitements .	28
Figure 6. Taux de glutathion peroxydase sérique mesuré au jour 28 en fonction des traitements	29
Figure 7. Taux de glutathion peroxydase sérique mesuré au jour 48 en fonction des traitements	30
Figure 8. Taux de sélénium hépatique pour le traitement témoin et les traitements avec supplémentation de sélénium.....	31
Figure 9. Taux de sélénium hépatique pour les traitements comportant seulement des injections de sélénium et les traitements avec supplémentation alimentaire de sélénium ou avec injection de sélénium et supplémentation alimentaire de sélénium.....	32
Figure 10. Taux de sélénium hépatique pour les traitements avec supplémentation alimentaire de sélénium et les traitements avec injection de sélénium au jour 1 et supplémentation alimentaire de sélénium	33
Figure 11. Taux de sélénium hépatique pour les traitements comportant seulement des injections de sélénium et les traitements avec seulement une supplémentation alimentaire de sélénium.....	34
Figure 12. Taux de sélénium hépatique pour le traitement avec supplémentation alimentaire de sélénium organique et celui avec supplémentation alimentaire de sélénium inorganique	35
Figure 13. Gain moyen quotidien en fonction des sexes	36
Figure 14. Gain moyen quotidien pour le traitement témoin et les traitements avec supplémentation de sélénium.....	37
Figure 15. Gain moyen quotidien pour les traitements comportant seulement des injections de sélénium et les traitements avec supplémentation de sélénium alimentaire avec ou sans injection de sélénium au jour 1	38
Figure 16. Gain moyen quotidien pour les traitements comportant seulement une supplémentation alimentaire de sélénium et les traitements comportant une injection et une supplémentation alimentaire de sélénium.....	39
Figure 17. Gain moyen quotidien pour le traitement avec une supplémentation alimentaire de sélénium organique et le traitement avec une supplémentation alimentaire de sélénium inorganique	40
Figure 18. Efficacité alimentaire en fonction des sexes.....	41
Figure 19. Efficacité alimentaire en fonction des traitements.....	42
Figure 20. Coûts totaux d'engraissement en fonction des sexes.....	45
Figure 21. Coûts totaux d'engraissement pour le traitement témoin et les traitements avec supplémentation de sélénium.....	46

Liste des figures

- Figure 22. Coûts totaux d'engraissement entre les traitements comportant uniquement des injections de sélénium et les traitements avec supplémentation alimentaire de sélénium avec ou sans injection de sélénium au jour 1..... 47
- Figure 23. Coûts totaux d'engraissement pour les traitements comportant uniquement une supplémentation alimentaire de sélénium et ceux comportant une injection de sélénium et une supplémentation alimentaire de sélénium 48

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce projet a été possible grâce à la collaboration de plusieurs organismes et intervenants. Nous tenons à remercier le Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec, le Groupe Dynaco coopérative agroalimentaire, Dre Denise Bélanger, Dr Gaston Rioux et Dre Michelle Gauvin. Nous tenons également à remercier toute autre personne qui a contribué à la réalisation de ce projet.

1. RÉSUMÉ DU PROJET

La régie généralement appliquée dans les troupeaux ovins ne semble pas permettre de combler les besoins en sélénium des agneaux suite au sevrage. En effet, des prélèvements sanguins effectués, par le Dr Gaston Rioux dmv, chez des agneaux entrant à la Station d'épreuve des béliers de race pure de St-Narcisse de Rimouski, ont démontré que tous les agneaux échantillonnés à ce moment étaient déficients en sélénium (Rioux, 2001). Cette situation soulève des questionnements auxquels aucune recherche n'a encore répondu. Le présent projet avait donc pour but d'évaluer différents modes de régie afin de rencontrer les besoins en sélénium des agneaux. Comme le sélénium contribuerait au bon fonctionnement du système immunitaire (Tunner et Flinch, 1991), le fait de combler les besoins en cet élément a eu un impact sur la survie, l'état de santé, la croissance et le développement des agneaux lourds et des agnelles de remplacement.

Ce projet inclus les étapes suivantes :

- La préparation de la phase expérimentale ;
- L'expérimentation et la prise de données ;
- La compilation des données ;
- L'analyse des résultats ;
- La diffusion des résultats.

2. DESCRIPTION DU PROJET

2.1 Problématique

Situation actuelle

Le sélénium est un élément minéral mineur. C'est un antioxydant qui, tout comme la vitamine E, a comme rôle majeur de maintenir l'intégrité des cellules de l'animal (Cinq-Mars, 2000).

Il est connu qu'une carence en sélénium entraîne la dystrophie musculaire chez les jeunes agneaux et des troubles de reproduction chez les brebis (McDowell, 1992). À l'inverse, un niveau adéquat de sélénium et de vitamine E améliorerait l'efficacité du système immunitaire et contribuerait à diminuer les problèmes de santé chez les animaux stressés (Tunner et Flinch, 1991).

Les sols du Québec sont généralement déficients en sélénium. Alors, les compagnies d'aliments incluent cet élément dans les mélanges de minéraux, les suppléments et les moulées destinés aux ovins. De plus, afin de prévenir la dystrophie musculaire chez les jeunes agneaux, les producteurs ovins donnent habituellement une injection de vitamine E et de sélénium à la naissance. Ils fournissent également un supplément de sélénium et de vitamine E aux brebis, avant l'accouplement et en fin de gestation, dans le but de prévenir les problèmes de reproduction et d'obtenir des agneaux plus résistants et plus vigoureux. Malgré ces pratiques, il semble que les besoins en sélénium des agneaux sevrés ne soient pas comblés. En effet, des prélèvements sanguins effectués, par le Dr Gaston Rioux dmv, chez des agneaux entrant à la Station d'épreuve des béliers de race pure de St-Narcisse de Rimouski, ont démontré que tous les agneaux échantillonnés à ce moment étaient déficients en sélénium (Rioux, 2001).

Cette situation soulève des questionnements sur la régie à fournir aux agneaux, d'autant plus que les animaux amenés à la station d'épreuve des béliers de race pure proviennent de plusieurs troupeaux répartis dans toute la province. La déficience en sélénium pourrait donc être généralisée à la majorité des agneaux québécois sevrés.

De plus, l'analyse de groupe provinciale en production ovine de 1998 nous informe que le pourcentage de mortalité chez les agneaux lourds (entre le sevrage et la mise en marché) est de 2,7% pour le « groupe moyenne » (Boies 1999). La mortalité après le sevrage représente 14% de la mortalité globale (entre la naissance et la mise en marché) qui est de 19% pour ce groupe (Boies 1999). Cette proportion est élevée étant donné que les animaux ont depuis longtemps traversé la période péri- et néonatale qui présente le plus grand risque de mortalité. C'est la maladie qui semble être la principale cause de mortalité durant l'engraissement. Comme le sélénium contribuerait au bon fonctionnement du système immunitaire, il apparaît qu'en comblant les besoins en cet élément, le taux de mortalité durant l'engraissement pourrait diminuer. De plus, l'état de santé et les performances de croissance pourraient s'améliorer.

La mortalité des agneaux lourds a pour effet de diminuer le nombre d'agneaux réchappés par brebis à un moment où une grande partie des frais a déjà été engagée pour l'engraissement. L'impact économique de la mortalité à ce stade de production est donc important. Par exemple, si l'on diminue le pourcentage de mortalité de seulement 1 %, sur l'entreprise moyenne de

l'analyse de groupe provinciale en production ovine de 1998 (Boies, 1999) qui commercialise 224 agneaux lourds par année à un prix moyen de 135,87\$, on augmenterait les revenus de 304,35 \$.

Les effets de l'amélioration du fonctionnement du système immunitaire sur les performances de croissance sont difficilement chiffrables. Par contre, il est évident qu'un animal en santé a plus de chance de bien performer, d'atteindre le poids d'abattage plus rapidement et donc d'engendrer des coûts d'engraissement moindres.

Situation désirée

Nous désirons améliorer les connaissances quant à la régie à appliquer aux agneaux lourds et aux agnelles de remplacement, concernant le sélénium, afin d'optimiser leur état de santé, leur croissance et leur développement.

2.2 Objectif général

Vérifier la faisabilité et la rentabilité potentielle de modes d'apport de sélénium permettant de combler les besoins des agneaux lourds et des agnelles de remplacement, à partir du sevrage, dans le but d'améliorer les connaissances sur la régie des ovins.

2.3 Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques de départ étaient les suivants :

- Optimiser l'efficacité du système immunitaire des agneaux lourds et des agnelles de remplacement afin d'améliorer leur taux de survie et leur performance de croissance ;
- Diminuer l'utilisation de médicaments durant la croissance des agneaux ;
- Favoriser l'approche préventive afin de conserver et d'améliorer la confiance des consommateurs envers la production ovine ;
- Rationaliser les coûts de production des agneaux lourds et des agnelles de remplacement.

Ces objectifs étaient réalistes et pertinents au départ et le sont toujours. Ils sont par contre difficilement quantifiables dans certains cas. Dans la section résultats, vous trouverez dans quelle mesure ils ont été atteints.

2.4 Méthodologie

Voici l'approche méthodologique qui a permis de découvrir la régie à appliquer afin de combler les besoins en sélénium des agneaux lourds et des agnelles de remplacement. Le protocole a été validé par Madame Denise Bélanger, Ph. D., professeure à la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal.

2.4.1 Préparation de l'expérimentation

La préparation de la phase expérimentale a comporté deux étapes, soit la confirmation des ententes pour les analyses de laboratoire et la préparation des animaux potentiellement retenus pour le projet.

a) Confirmation des ententes pour les analyses de laboratoires

La Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal a été retenue pour effectuer les analyses de laboratoire nécessaires à la réalisation de ce projet.

b) Préparation des animaux potentiellement retenus pour le projet

Tous les agneaux nécessaires au projet provenaient de l'élevage de la Ferme du CEPOQ à La Pocatière. La régie appliquée à ces agneaux entre la naissance et le sevrage a donc été uniforme et conforme à celle généralement appliquée par les producteurs. Elle a comporté la prise du colostrum, la désinfection du nombril, l'identification, la pesée, la caudectomie (ablation d'une partie de la queue) et l'injection de 0,25 ml de vitamine E et de Sélénium (Dystocel) à la naissance ainsi que l'accès, à la dérobée, à de la moulée début agneaux commerciale peu après la naissance. Des registres concernant ces agneaux ont également été tenus (date de naissance, identification de la mère, problèmes de santé, etc.). De plus, les mères des agneaux ont également été soumises à une régie uniforme, correspondant à ce qui est généralement effectué dans les élevages ovins. Cette régie comporte une injection de 1 ml de sélénium et de vitamine E (Dystocel) par 50 kilogrammes de poids vif un mois avant l'accouplement et une autre un mois avant la mise bas.

2.4.2 Expérimentation et prise de données

La phase expérimentale de ce projet s'est déroulée à la Ferme du CEPOQ à La Pocatière. Quelques modifications au niveau des installations et l'achat de quelques équipements ont été nécessaires au déroulement de ce projet.

L'expérimentation et la prise de données ont comporté plusieurs étapes : la sélection des animaux ; la répartition des agneaux dans les parquets ; l'élaboration des rations alimentaires ; les analyses d'aliments ; les prélèvements sanguins et leur analyse ; les prélèvements hépatiques chez les mâles abattus et leur analyse ; la tenue des registres de santé ; la mesure de la prise alimentaire et la pesée des animaux. Le détail de chacun de ces éléments, la description des traitements et la durée de la phase expérimentale sont présentés ci-dessous.

a) Sélection des animaux

Le projet a regroupé 52 agneaux de race Dorset en bonne santé, 27 mâles et 25 femelles. Il avait été prévu que 56 agneaux, 28 mâles et 28 femelles, participeraient à ce projet. Cependant, un des mâles a dû être retiré à cause d'une omphalite (infection du nombril) détectée lors du premier examen vétérinaire. Quant aux femelles, seulement 25 sujets parmi ceux préparés pour le projet démontraient assez d'uniformité au niveau du poids et de l'âge pour y participer. Les Docteurs Denise Bélanger et Jean-Paul Laforest nous ont confirmé que ce changement du nombre d'agneaux impliqués dans le projet n'affectait pas le dispositif expérimental et la réalisation du projet.

Selon le protocole de départ, les agneaux devaient peser au minimum 20 kg, être âgés entre 50 et 65 jours et avoir démontré un gain moyen quotidien d'au moins 250g/jour depuis leur naissance. Afin de rassembler les agneaux nécessaires au projet, les critères de sélection ont dû être revus. Lors du démarrage du projet, les agneaux sélectionnés pesaient au moins 17,5 kg, ils étaient âgés entre 49 et 79 jours et avaient démontré un gain moyen quotidien d'au moins 190 g/jour.

b) Répartition des animaux

Deux blocs ont été employés afin que les moyennes d'âge et de poids des agneaux soient plus uniformes lors du début des traitements. Pour le premier bloc, les traitements ont débuté le 15 août 2001 alors que pour le deuxième bloc, ils ont débutés le 23 août 2001.

Chacun des blocs comprenait trois ou quatre répétitions de chacun des sept traitements mis à l'essai, soit une ou deux répétitions par sexe. Le premier bloc comptait 27 unités expérimentales alors que le deuxième en comptait 25. L'unité expérimentale était un agneau, mâle ou femelle, gardé dans un parquet individuel de 1,2 m par 1,77 m.

Le tableau 1 contient la description des blocs.

Tableau 1. Description des blocs

Paramètres	Bloc 1	Bloc 2
# unités expérimentales	27	25
# mâles	14	13
# femelles	13	12
# répétitions /traitement	A : 4 B : 4 C : 4 D : 4 E : 4 F : 3 (1 femelle) G : 4	A : 4 B : 4 C : 3 (1 femelle) D : 4 E : 3 (1 mâle) F : 4 G : 3 (1 femelle)

c) Description des traitements

Cette section présente les sept traitements mis à l'essai. Pour l'ensemble du projet, sept ou huit animaux, trois ou quatre mâles et trois ou quatre femelles, ont été soumis à chacun des traitements.

Traitement A : Traitement témoin

- 8 agneaux, 4 mâles et 4 femelles, répartis en 8 parquets ;
- Aucune supplémentation en sélénium. La moulée croissance servie alloue une consommation d'environ 0,4 mg de sélénium par jour par agneau (la quantité maximale permise par AAC est de 0,7 mg/jour (Cinq-Mars 2000)).

Traitement B : Supplémentation de sélénium intramusculaire au jour 1

- 8 agneaux, 4 mâles et 4 femelles, répartis en 8 parquets ;
- Injection de 1,5 mg de sélénium et 68 UI de vitamine E, le premier jour du projet.
C'est à dire une injection de 0,5 ml d'un supplément (Dystocel) contenant 3 mg de sélénium/ml et 136 UI de vitamine E/ml.

Traitement C : Supplémentation de sélénium intramusculaire aux jours 1 et 28

- 7 agneaux, 4 mâles et 3 femelles, répartis en 7 parquets ;
- Injection de 1,5 mg de sélénium et 68 UI de vitamine E, au premier jour du projet et injection de 2,25 mg de sélénium et 102 UI de vitamine E, au 28^{ème} jour du projet.

C'est à dire une injection, le premier jour du projet, de 0,5 ml d'un supplément (Dystocel) contenant 3 mg de sélénium/ml et 136 UI de vitamine E/ml et une deuxième injection, le 28^{ème} jour du projet, de 0,75 ml du même supplément.

Traitement D : Supplémentation de sélénium inorganique alimentaire

- 8 agneaux, 4 mâles et 4 femelles, répartis en 8 parquets ;
- Ajout 468 mg de sélénium inorganique et 29 250 UI de vitamine E par tonne de moulée croissance. Ce taux d'incorporation alloue une consommation d'environ 1,14 mg de sélénium par jour par agneau. Comme la quantité maximale permise par AAC est de 0,7 mg/jour (Cinq-Mars 2000), une prescription vétérinaire est nécessaire. La moulée a été servie à volonté durant tout le traitement.

C'est à dire l'ajout de 3,9 kg d'un supplément (Sevit 120), contenant 120 mg de sélénium inorganique / kg et 7500 UI de vitamine E / kg par tonne de moulée croissance.

Traitement E : Supplémentation de sélénium organique alimentaire

- 7 agneaux, 3 mâles et 4 femelles, répartis en 7 parquets ;
- Ajout de 235 mg de sélénium organique et 18 800 UI de vitamine E par tonne de moulée croissance. Le taux d'incorporation dans la moulée du sélénium organique est environ deux fois inférieur à celui du sélénium inorganique car le sélénium organique est environ deux fois plus absorbable que l'inorganique (Jetté 2001). Ce taux d'incorporation alloue une consommation d'environ 0,8 mg de sélénium par jour par agneau. Comme la quantité maximale permise par AAC est de 0,7 mg/jour (Cinq-Mars 2000), une prescription vétérinaire est nécessaire. La moulée a été servie à volonté durant tout le traitement.

C'est à dire l'ajout de 2,35 kg d'un supplément (Selenor), contenant 100 mg de sélénium organique / kg et 8000 UI de vitamine E / kg, par tonne de moulée croissance.

Traitement F : Supplémentation de sélénium intramusculaire au jour 1 et inorganique alimentaire

- 7 agneaux, 4 mâles et 3 femelles, répartis en 7 parquets ;
- Injection de 1,5 mg de sélénium et 68 UI de vitamine E, le premier jour du projet et ajout 468 mg de sélénium inorganique et 29 250 UI de vitamine E par tonne de moulée croissance. Ce taux d'incorporation alloue une consommation d'environ 1,14 mg de sélénium par jour par agneau. Comme la quantité maximale permise par AAC est de 0,7 mg/jour (Cinq-Mars 2000), une prescription vétérinaire est nécessaire. La moulée a été servie à volonté durant tout le traitement.

C'est à dire une injection de 0,5 ml d'un supplément (Dystocel) contenant 3 mg de sélénium/ml et 136 UI de vitamine E/ml au premier jour du projet et l'ajout de 3,9 kg d'un supplément (Sevit 120), contenant 120 mg de sélénium inorganique / kg et 7500 UI de vitamine E / kg par tonne de moulée croissance.

Traitement G : Supplémentation de sélénium intramusculaire au jour 1 du projet et organique alimentaire

- 7 agneaux, 4 mâles et 3 femelles, répartis en 7 parquets ;
- Injection de 1,5 mg de sélénium et 68 UI de vitamine E, le premier jour du projet et ajout de 235 mg de sélénium organique et 18 800 UI de vitamine E par tonne de moulée croissance. Le taux d'incorporation dans la moulée du sélénium organique est environ deux fois inférieur à celui du sélénium inorganique car le sélénium organique est environ deux fois plus absorbable que l'inorganique (Jetté 2001). Ce taux d'incorporation alloue une consommation d'environ 0,8 mg de sélénium par jour par agneau. Comme la quantité maximale permise par AAC est de 0,7 mg/jour (Cinq-Mars 2000), une prescription vétérinaire est nécessaire. La moulée a été servie à volonté durant tout le traitement.

C'est à dire une injection de 0,5 ml d'un supplément (Dystocel) contenant 3 mg de sélénium/ml et 136 UI de vitamine E/ml au premier jour du projet et l'ajout de 2,35 kg d'un supplément (Selenor), contenant 100 mg de sélénium organique / kg et 8000 UI de vitamine E / kg, par tonne de moulée croissance.

d) Rations alimentaires

Les rations alimentaires ont été calculées, à l'aide du logiciel Oviration, pour des agneaux à croissance rapide. Lors de l'élaboration des rations, la proportion des fourrages de la ration a été fixée à 15% de la consommation volontaire de matière sèche (CVMS) alors que celle des concentrés a été fixée à 85% de la CVMS. Les rations élaborées se trouvent à l'annexe 1 de ce document.

Trois types de moulée croissance ont été utilisés dans le cadre de ce projet : la moulée témoin, la moulée enrichie de sélénium inorganique et celle enrichie de sélénium organique. Comme les suppléments de sélénium sont ajoutés à faible dose, la composition des trois types de moulée est très semblable. Les recettes et les prix des trois moulées se trouvent à l'annexe 2 de ce document.

Les fourrages et les concentrés ont été servis à volonté tout au long du projet. Les agneaux avaient aussi accès à des blocs de minéraux en tout temps. Ces blocs contenaient 25 mg de sélénium par kg mais les agneaux n'en ont pas consommé du tout.

Afin de minimiser le stress lors du démarrage du projet, les agneaux ont commencé à consommer la moulée croissance témoin avant leur sevrage. Dès le démarrage du projet, les agneaux des traitements D et F ont débuté la consommation de la moulée enrichie de sélénium inorganique alors que ceux des traitements E et G ont reçu celle enrichie de sélénium organique.

Il avait été prévu que les agneaux consomment de la moulée début durant la première semaine du projet. Par contre, afin de débiter les traitements dès le démarrage du projet et de ne pas multiplier les types de moulée, il était plus pratique de procéder tel que nous l'avons fait.

e) Analyses des aliments

Tous les aliments servis aux animaux ont été échantillonnés et analysés. Les analyses ont été effectuées au laboratoire de la Coopérative fédérée de Québec. Les résultats des analyses de fourrage et de moulée se trouvent à l'annexe 3 de ce document. Les analyses des suppléments de sélénium organique et inorganique sont également disponibles à l'annexe 3.

f) Prélèvements et analyses sanguines

Tous les traitements mis à l'essai ont comporté des prélèvements sanguins. Ces prélèvements, de 10 ml de sang, ont été effectués chez tous les animaux aux 1^{er}, 28^{ème} et 48^{ème} jours du projet, par le Dr Gaston Rioux. Pour les traitements impliquant des injections de vitamine E et de sélénium, les prélèvements sanguins ont été effectués avant ces injections.

À l'origine, nous devions tenir compte du poids des agneaux pour déterminer le moment des prélèvements sanguins. Comme les agneaux ont des niveaux de croissance variables et que les prélèvements devaient être effectués à temps fixe depuis le début de l'expérience pour tous les agneaux, nous avons fixé les dates des prélèvements selon la croissance moyenne de l'ensemble des animaux.

Les analyses du sérum sanguin ont été effectuées par la Faculté de médecine vétérinaire.

g) Prélèvement et analyses hépatiques chez les mâles

Au moment de l'abattage des mâles, un morceau de chacun des foies a été conservé afin d'analyser la concentration de sélénium dans ce tissu. Il est à noter que le foie d'un des agneaux n'a pu être échantillonné à l'abattoir à cause d'un problème d'identification.

L'analyse des tissus hépatiques a été effectuée par l'entremise des laboratoires de la Faculté de médecine vétérinaire.

h) Registres de santé

Des données relatives à l'état de santé des agneaux ont été notées tout au long du projet. En effet, au moment des prélèvements sanguins, le Dr Rioux a effectué un examen physique (prise de la température, auscultation et palpation) des agneaux a été effectué à l'aveugle (i.e. sans qu'il connaisse le traitement fourni à l'animal). De plus, les bergers ont observé quotidiennement l'état de santé (état général, toux, fièvre, etc.) des agneaux et ont noté les traitements curatifs prodigués aux animaux. Finalement, comme à l'habitude, le vétérinaire de l'abattoir a signalé les problèmes de santé observés sur les carcasses. Ces dernières observations sont disponibles uniquement pour les mâles, étant donné qu'eux seuls ont été abattus. Toutes ces données ont été inscrites dans un registre de santé spécifique au projet. Nous devons utiliser le registre de santé du logiciel Ovissey, par contre sa forme ne convenait pas aux besoins du projet.

i) Mesure de la prise alimentaire

Les quantités d'aliments servies et refusées quotidiennement ont été compilées afin de connaître la consommation des agneaux.

j) Pesée des agneaux

Les agneaux ont été pesés au début et à la fin du projet ainsi qu'à chaque semaine, le mercredi à la même heure.

k) Durée de la phase expérimentale

La phase expérimentale a été d'une durée totale de 12 semaines.

La sortie des agneaux du projet pouvait s'effectuer après la dernière visite vétérinaire, dès que leur poids vif atteignait 45 kg. Pour éviter qu'il y ait de trop grands écarts au niveau du temps passé sous expérimentation, des dates limites de sortie ont été fixées. Les mâles devaient être retirés du projet dans les 2 semaines suivant la dernière visite vétérinaire. Les femelles, quant à elles, disposaient de 3 semaines après la dernière visite vétérinaire. Certains agneaux ont donc été retirés du projet avant d'atteindre 45 kg de poids vif.

2.4.3 Compilation des données

Les données prises au cours de la phase expérimentale et celles obtenues par les analyses de laboratoire ont été compilées dans le but de déterminer :

- le niveau de sélénium sérique ;
- le niveau de glutathion peroxydase ;
- le niveau de sélénium dans le foie ;
- le gain moyen quotidien (gmq) ;
- l'efficacité alimentaire ;
- l'état de santé ;
- les coûts totaux d'engraissement.

Ces paramètres ont été déterminés pour chacun des agneaux ainsi que pour chacun des modes d'apport en sélénium mis à l'essai.

2.4.4 Analyse des résultats

Les données ont été analysées et interprétées dans le but de déterminer les modes d'apport de sélénium qui permettent de mieux combler les besoins des agneaux lourds et des agnelles de remplacement, à partir du sevrage, tout en tenant compte des performances, de l'état de santé et des coûts.

L'analyse des données se répartit en quatre sections soit une première section sur les niveaux de sélénium, une seconde sur l'état de santé des animaux, une troisième sur les performances des agneaux et une dernière sur les coûts.

La section sur les niveaux de sélénium inclut trois paramètres :

- Sélénium sérique
Ce paramètre a été mesuré aux jours 1, 28 et 48 du projet afin de connaître le niveau de sélénium contenu dans le sérum sanguin des agneaux.

Il est à noter que pour les données des jours 1 et 28, une donnée extrême a été retirée lors de l'analyse. Pour le jour 1, nous croyons que l'animal du traitement « supplémentation de sélénium intramusculaire au jour 1 et organique alimentaire » dont la donnée a été retirée, aurait reçu l'injection avant que l'échantillon de sang soit prélevé. Au jour 28, nous croyons que la même chose s'est produite mais cette fois pour un animal du traitement « supplémentation de sélénium intramusculaire aux jours 1 et 28 ».

- Glutathion peroxydase
Ce paramètre a été mesuré aux jours 1, 28 et 48 du projet afin de connaître le niveau de l'enzyme glutathion peroxydase contenue dans le sérum sanguin des agneaux. L'enzyme glutathion peroxydase contient du sélénium.

- Sélénium hépatique
Ce paramètre a été mesuré, chez les mâles seulement, au moment de l'abattage afin de connaître la teneur en sélénium des tissus du foie.

La section sur les performances fait état de deux paramètres soit :

- Gain moyen quotidien
Le gain moyen quotidien a été mesuré entre le sevrage et la fin de projet.
- Efficacité alimentaire
L'efficacité alimentaire est le rapport du gain de poids sur la quantité d'aliment ingérée, elle mesure les performances de l'animal quant à la transformation des aliments en chair.

La section sur l'état de santé comprend les observations notées par le vétérinaire lors des examens physiques des agneaux, par les bergers et lors de l'abattage.

La dernière section sur les coûts contient les coûts totaux d'engraissement. Ces coûts ont été calculés comme suit :

Coûts des fourrages
+
Coûts de la moulée spécifique au traitement
+
Coûts des injections de Dystocel selon les traitements
+
Coûts fixes d'engraissement
<hr/>
Coûts totaux d'engraissement

Le détail de chacun des éléments suit :

Coûts des fourrages

Les coûts des fourrages sont tirés des données du Comité de références économiques en agriculture du Québec, Groupe Géagri inc.

- Foin sec en balles rectangulaires entreposées pêle-mêle : 160,40 \$/tonne MS (Agdex 732/821j)

Coûts de la moulée spécifique au traitement

Les coûts de moulée sont ceux payés dans le cadre du projet soit :

- Moulée témoin 367,50 \$ / tonne
- Moulée avec sélénium organique 371,50 \$ / tonne
- Moulée avec sélénium inorganique 369,75 \$ / tonne

Il est à noter que les moulées ont été bâties afin d'obtenir des coûts /tonne presque équivalents. Comme le sélénium organique est environ 2 fois plus absorbable que l'inorganique, on en a incorporé environ 2 fois moins par tonne de moulée. Par contre, le sélénium organique est

environ deux fois plus dispendieux que le sélénium inorganique. C'est donc dire que les moulées coûtaient le même prix mais elles ne contenaient pas la même quantité de sélénium. En effet, à la moulée avec sélénium inorganique, on avait ajouté 468 mg de sélénium inorganique par tonne alors qu'à la moulée supplémentée en sélénium organique, on avait ajouté 235 mg de sélénium organique par tonne.

Coûts des injections de Dystocel selon les traitements

Les coûts des injections sont ceux payés dans le cadre du projet soit :

- Dystocel 0,1925 \$ / ml

Coûts fixes d'engraissement

Les coûts fixes d'engraissement sont tirés de l'expérience de Morriscal, 1998. Ils comprennent la dépréciation et l'entretien des installations, la main d'œuvre ainsi que les taux d'intérêts. Ils sont établis à 0,05 \$ US par tête soit 0,08 \$ (9 mai 2002 www.bloomberg.com/markets/fxc.htm).

2.4.5 Analyses statistiques

Cette expérience était de type factoriel 7 X 2. Elle comportait 7 traitements appliqués sur 2 sexes. Le dispositif expérimental utilisé est le plan en blocs complets aléatoires. Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel S.A.S 8.2 (SAS Institute 2002). Pour tous les paramètres, sauf le sélénium sérique, l'analyse de variance (GLM) a été utilisée. Lorsque le modèle identifiait des différences significatives, des contrastes établis a priori ont été effectués. Les contrastes étaient les suivants : A vs BCDEFG ; BC vs DEFG ; DE vs FG ; B vs C ; D vs E ; F vs G. A posteriori, lorsque des contrastes supplémentaires ont été jugés intéressants, le critère de Scheffé a été utilisé pour déterminer les différences significatives. Pour le sélénium sérique, l'analyse de covariance a été effectuée. Le niveau de sélénium sérique au 1^{er} jour du projet a été utilisé comme covariable. L'utilisation d'une covariable permet d'améliorer la précision des analyses. Le seuil de probabilité utilisé est de 5%.

2.5 Étapes et échéances

2.5.1 Activités réalisées

Le tableau 2 présente le détail des activités réalisées à date.

Tableau 2. Activités réalisées

Étape	Activités	Date prévue	Date réelle	Finalité	Note
Préparation de l'expérimentation	Confirmation des ententes pour les analyses de laboratoire	mi-juin à fin juillet 2001	19 juin 2001	Faire effectuer les analyses de sang et de foie	
	Préparation des agneaux potentiellement retenus pour le projet	mi-juin à fin juillet 2001	début juin à mi-août 2001	Obtenir les agneaux les plus uniformes possibles	<ul style="list-style-type: none">- Agnelages plus étalés que prévu- Moins de femelles que de mâles

Tableau 2. Activités réalisées (suite)

Étape	Activités	Date prévue	Date réelle	Finalité	Note
Expérimentation et prise de données	Début des traitements pour le 1 ^{er} bloc	Début août	15 août 2001		
	Début des traitements pour le 2 ^{ème} bloc		23 août 2001		
	1 ^{ère} sortie d'agneaux (1 ^{er} bloc seulement)		4 octobre 2001	Obtenir le foie des mâles	
	2 ^{ème} sortie d'agneaux		11 octobre 2001	Obtenir le foie des mâles	
	3 ^{ème} sortie d'agneaux		17 octobre 2001	Obtenir le foie des mâles	Perte d'un foie à l'abattoir
	4 ^{ème} sortie d'agneaux		24 octobre 2001	Obtenir le foie des mâles	
	5 ^{ème} et dernière sortie d'agneaux	Fin décembre 2001	1er novembre 2001	Obtenir le foie des mâles	
Compilation des données	Compiler les données relatives à l'état de santé, au GMQ, à l'efficacité alimentaire, aux coûts de production et aux analyses de laboratoire	Janvier 2002	Novembre, décembre 2001 et janvier, février 2002	Analyser les données	
Analyses des résultats		Février et mars 2002	Mars à juillet 2002	Produire le rapport final	L'analyse statistique est plus complexe que prévue
Rédaction du rapport		Avril et mai 2002	Avril à août 2002	Remettre le rapport final au CDAQ au secteur ovin	

2.5.2 Activités à venir

Le tableau 3 présente les activités à venir.

Tableau 3. Activités à venir

Étape	Activités	Date prévue	Finalité	Notes
Diffusion des résultats	Communiqués de presse, conférences, session d'affiche au Symposium ovin 2002, ...	Automne 2002	Informers le secteur ovin des résultats	

3. *RÉSULTATS*

3.1 Résultats obtenus et discussions

L'objectif général de ce projet était de vérifier la faisabilité et la rentabilité potentielle de modes d'apport de sélénium permettant de combler les besoins des agneaux lourds et des agnelles de remplacement, à partir du sevrage, dans le but d'améliorer les connaissances sur la régie des ovins. Les résultats sont répartis en quatre sections : niveaux de sélénium, performances, santé et coûts.

3.1.1 Niveaux de sélénium

Cette section contient trois paramètres : le taux de sélénium sérique mesuré aux jours 0, 28 et 48 du projet ; le taux de glutathion peroxydase sérique mesuré aux jours 0, 28 et 48 du projet ainsi que le taux de sélénium hépatique mesuré uniquement chez les mâles suite à l'abattage.

a) Sélénium sérique

Le taux de sélénium contenu dans le sérum des animaux permet de connaître leur statut par rapport au sélénium.

La figure 1 illustre que lors du démarrage du projet (jour 1), c'est-à-dire avant le début des traitements, il n'y avait pas de différence significatives entre les taux de sélénium sérique des différents traitements. Le taux de sélénium sérique moyen, pour chacun des traitements, se situent dans la strate marginale, c'est à dire entre 0,08 et 0,1 ppm, ou tout juste dans la strate adéquate, c'est-à-dire entre 0,1 et 0,3 ppm. En examinant les données de plus près, on remarque que 36,5% des agneaux démontraient des taux sériques de sélénium sous la normale. Ces agneaux se retrouvaient dans tous les traitements mis à l'essai. Le tableau 4 fait état de la distribution des agneaux selon leur niveau de sélénium sérique.

Tableau 4. Distribution des agneaux selon leur niveau de sélénium sérique mesuré au 1^{er} jour du projet

Niveau de sélénium sérique	Nombre d'agneaux/ traitement							Nombre total d'agneaux
	A	B	C	D	E	F	G	
Déficient (< 0,08 ppm)	3	2	2	1	2	2	1	13
Marginal (0,08 à 0,1 ppm)	0	1	0	3	2	0	0	6
Adéquat (0,1 à 0,3 ppm)	5	5	5	4	3	5	5	32
Donnée rejetée	0	0	0	0	0	0	1	1
Total	8	8	7	8	7	7	7	52

Légende

A : témoin

C : Sélénium intramusculaire aux jours 1 et 28

E : Sélénium organique alimentaire

G : Sélénium intramusculaire au jour 1 et organique alimentaire

B : Sélénium intramusculaire au jour 1

D : Sélénium inorganique alimentaire

F : Sélénium intramusculaire au jour 1 et inorganique alimentaire

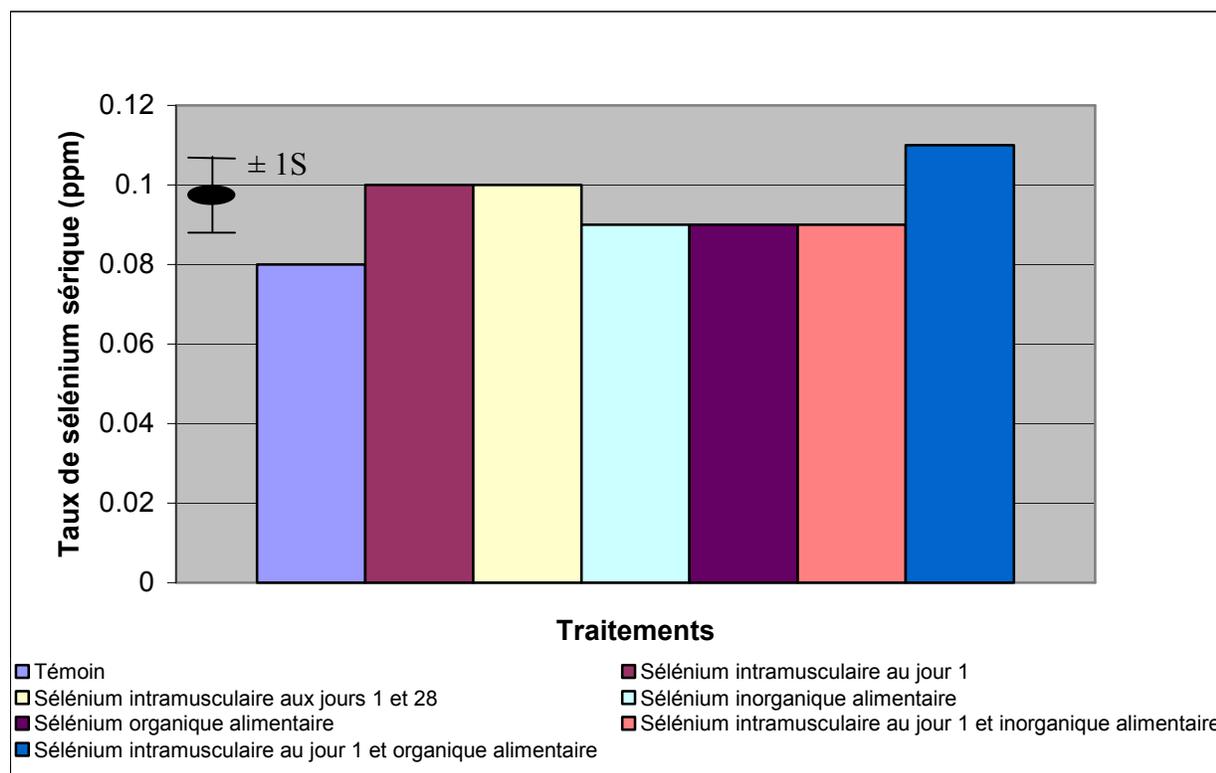


Figure 1. Taux de sélénium sérique mesuré au jour 1 en fonction des traitements

La figure 2 compare le taux de sélénium sérique mesuré au 28^{ème} jour du projet en fonction des traitements. Ce paramètre a été ajusté pour la covariable sélénium sérique mesurée au démarrage du projet. On n'observe aucun effet des traitements. Les taux de sélénium sérique moyen pour chacun des traitements se situent dans la strate adéquate, c'est à dire entre 0,1 et 0,3 ppm. En examinant de plus près les données, on remarque qu'après 28 jours de projet 13,5 % des agneaux démontraient des taux sériques de sélénium sous la normale. De ces agneaux, 42,9% étaient soumis au traitement témoin, 28,6% au traitement comportant une injection au jour 1, 14,3% au traitement comportant une injection au jour 1 et au jour 28 et 14,3% au traitement avec supplémentation alimentaire de sélénium organique. Le tableau 5 fournit la distribution des agneaux selon leur niveau de sélénium sérique.

Tableau 5. Distribution des agneaux selon leur niveau de sélénium sérique mesuré au 28^{ème} jour du projet

Niveau de sélénium sérique	Nombre d'agneaux/ traitement							Nombre total d'agneaux
	A	B	C	D	E	F	G	
Déficient (< 0,08 ppm)	0	0	0	0	0	0	0	aucun
Marginal (0,08 à 0,1 ppm)	3	2	1	0	1	0	0	7
Adéquat (0,1 à 0,3 ppm)	5	5	5	8	6	7	7	44
Donnée rejetée	0	0	1	0	0	0	0	1
Total	8	8	7	8	7	7	7	52

Légende

A : témoin

C : Sélénium intramusculaire aux jours 1 et 28

E : Sélénium organique alimentaire

G : Sélénium intramusculaire au jour 1 et organique alimentaire

B : Sélénium intramusculaire au jour 1

D : Sélénium inorganique alimentaire

F : Sélénium intramusculaire au jour 1 et inorganique alimentaire

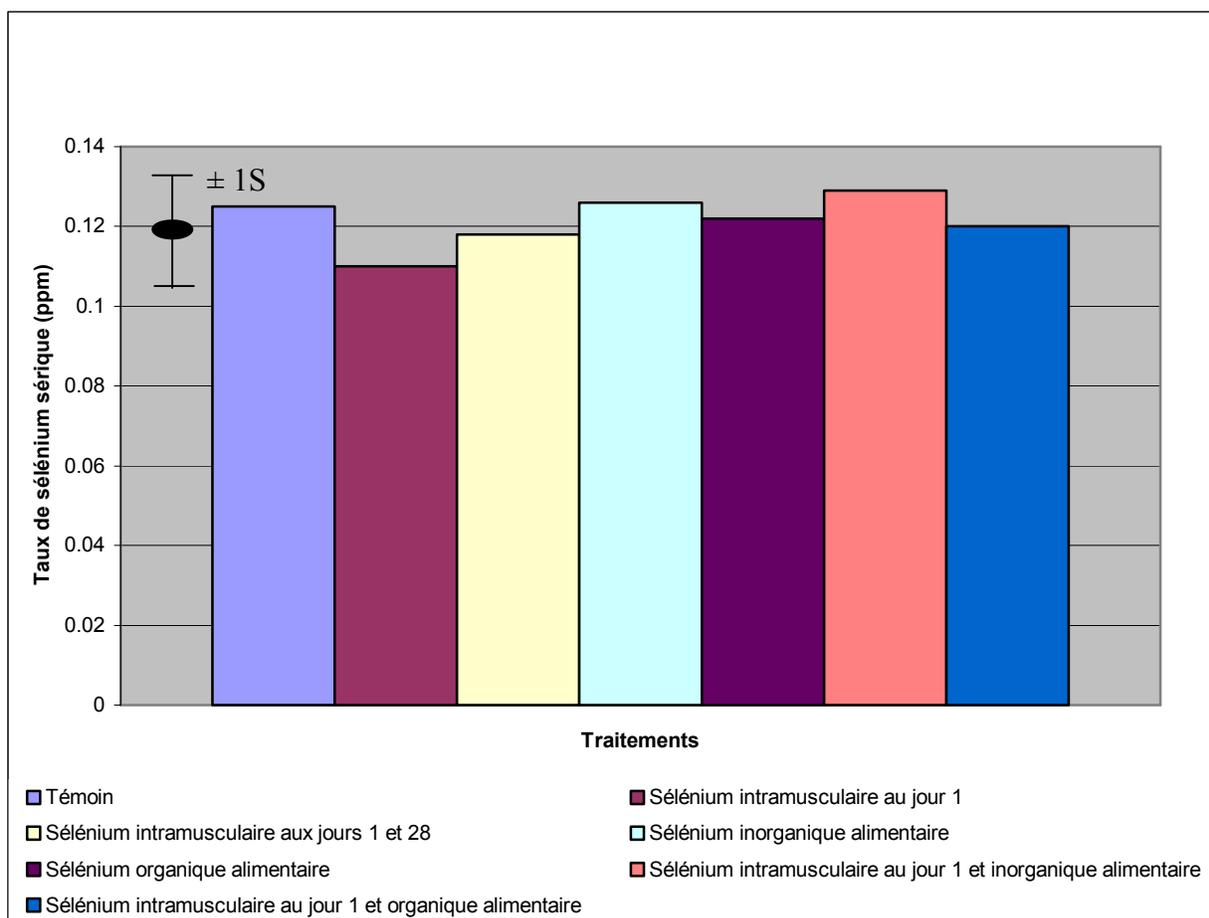


Figure 2. Taux de sélénium sérique mesuré au jour 28 en fonction des traitements

Pour le sélénium sérique mesuré au 48^{ème} jour du projet et ajusté pour la covariable sélénium sérique mesurée au jour 1, on observe des différences significatives entre les traitements. Les figures 3 et 4 illustrent ces différences. On observe, pour le traitement témoin, le traitement avec une injection de sélénium au jour 1 et le traitement avec une injection de sélénium aux jours 1 et 28, que les agneaux ont des taux de sélénium sérique plus faibles que ceux du traitement avec supplémentation inorganique alimentaire (figure 3). De plus, les agneaux du traitement avec une injection de sélénium aux jours 1 et 28 ont des taux de sélénium sérique plus faibles que les agneaux des traitements avec injection au jour 1 et supplémentation alimentaire organique ou inorganique (figure 4).

Le taux de sélénium sérique moyen pour chacun des traitements, quoi que très près de la limite inférieure, se situe dans la strate adéquate, c'est à dire entre 0,1 et 0,3 ppm. En examinant de plus près les données, on remarque, qu'après 48 jours de projet 5,8 % des agneaux démontraient des taux sériques de sélénium sous la normale. 66,6% de ces agneaux étaient soumis au traitement

témoin et 33,3% au traitement avec une injection de sélénium aux jours 1 et 28. Le tableau 6 fournit la distribution des agneaux selon leur niveau de sélénium sérique.

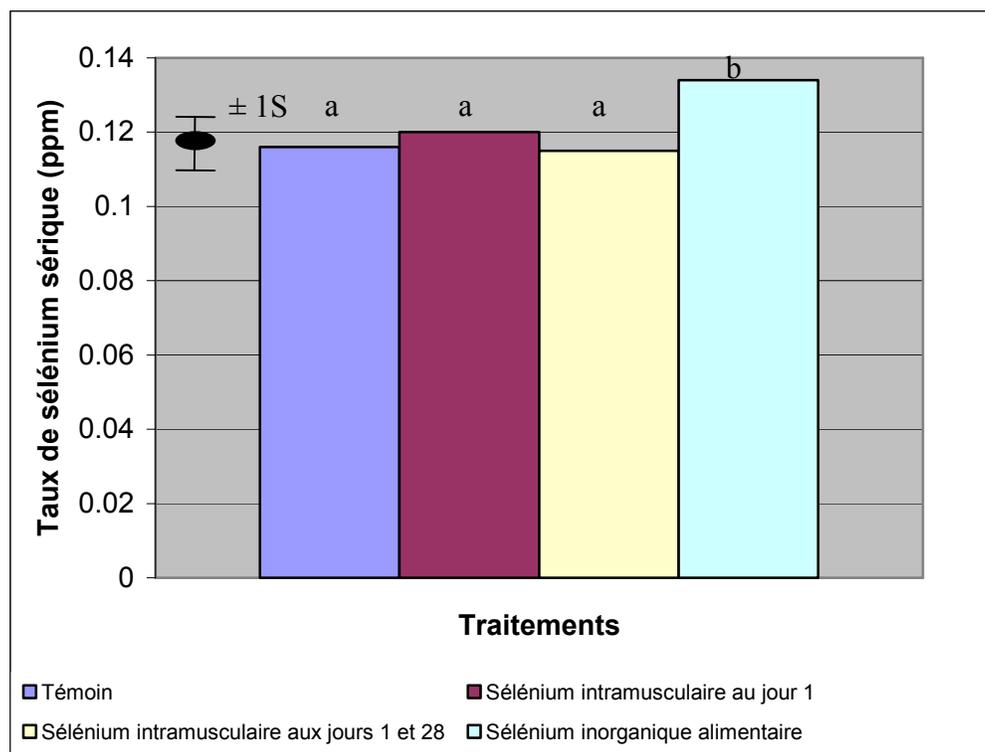


Figure 3. Taux de sélénium sérique mesuré au jour 48 pour les traitements : témoin ; avec une injection de sélénium au jour 1 ; avec une injection de sélénium aux jours 1 et 28 et avec supplémentation alimentaire de sélénium inorganique (Les colonnes identifiées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%).

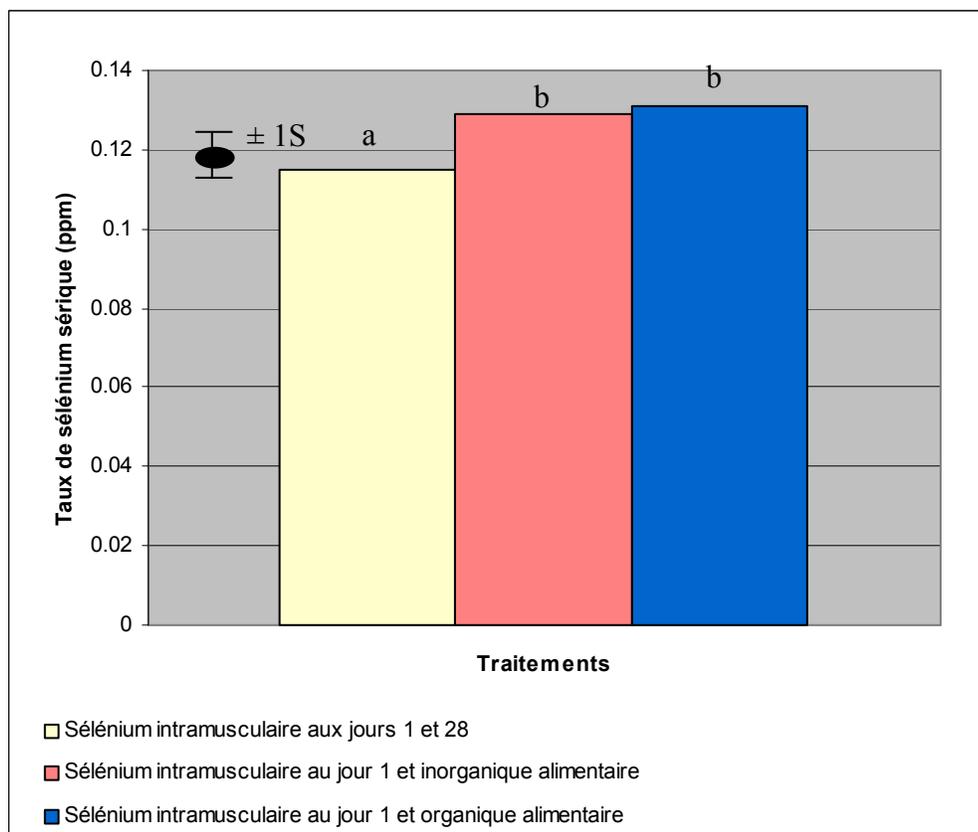


Figure 4. Taux de sélénium sérique mesuré au jour 48 pour les traitements avec une injection de sélénium aux jours 1 et 28, avec une injection de sélénium au jour 1 et une supplémentation alimentaire de sélénium organique et avec une injection de sélénium au jour 1 et une supplémentation alimentaire de sélénium inorganique (Les colonnes identifiées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%).

Tableau 6. Distribution des agneaux selon leur niveau de sélénium sérique mesuré au 48^{ème} jour du projet

Niveau de sélénium sérique	Nombre d'agneaux/ traitement							Nombre total d'agneaux
	A	B	C	D	E	F	G	
Déficient (< 0,08 ppm)	1	0	0	0	0	0	0	1
Marginal (0,08 à 0,1 ppm)	1	0	1	0	0	0	0	2
Adéquat (0,1 à 0,3 ppm)	6	8	6	8	7	7	7	49
Donnée rejetée	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	8	8	7	8	7	7	7	52

Légende

A : témoin

C : Sélénium intramusculaire aux jours 1 et 28

E : Sélénium organique alimentaire

G : Sélénium intramusculaire au jour 1 et organique alimentaire

B : Sélénium intramusculaire au jour 1

D : Sélénium inorganique alimentaire

F : Sélénium intramusculaire au jour 1 et inorganique alimentaire

Les taux de sélénium sérique mesurés tout au long du projet démontrent que certains agneaux ne recevaient pas assez de sélénium. Une fois le projet démarré, ces agneaux se retrouvaient surtout dans le traitement témoin, ce qui était prévisible, et dans les traitements où le sélénium était donné par injection. Afin d'optimiser le fonctionnement du système immunitaire de ces agneaux et d'éviter la maladie du muscle blanc, qui peut se loger sur le cœur des agneaux et être mortelle, il nous apparaît important de compléter les agneaux en sélénium via l'alimentation ou via une injection et l'alimentation.

b) Glutathion peroxydase sérique

Le taux de glutathion peroxydase contenu dans le sérum des animaux permet de connaître leur statut par rapport au sélénium, particulièrement lorsqu'ils sont déficients en cet élément (Rioux 2002).

Au jour 1, avant le début des traitements, les agneaux de tous les traitements ont des taux sériques de glutathion peroxydase équivalents. La figure 5 illustre ces données. Les taux moyens de glutathion peroxydase sont supérieurs à la normale (245 à 405 U/L) du laboratoire de Biochimie de la Faculté de médecine vétérinaire (Brunet Sicotte, 2002) pour l'ensemble des traitements. Ils sont également supérieurs aux résultats obtenus pour les brebis dans l'étude « Évaluation du statut sanitaire des troupeaux ovins du Bas-St-Laurent et de l'Estrie » (Bélanger et al. 2001). Le stress subi par les agneaux lors du démarrage du projet et dû au fait qu'ils se retrouvaient en parquet individuel pourrait expliquer les forts taux de glutathion peroxydase.

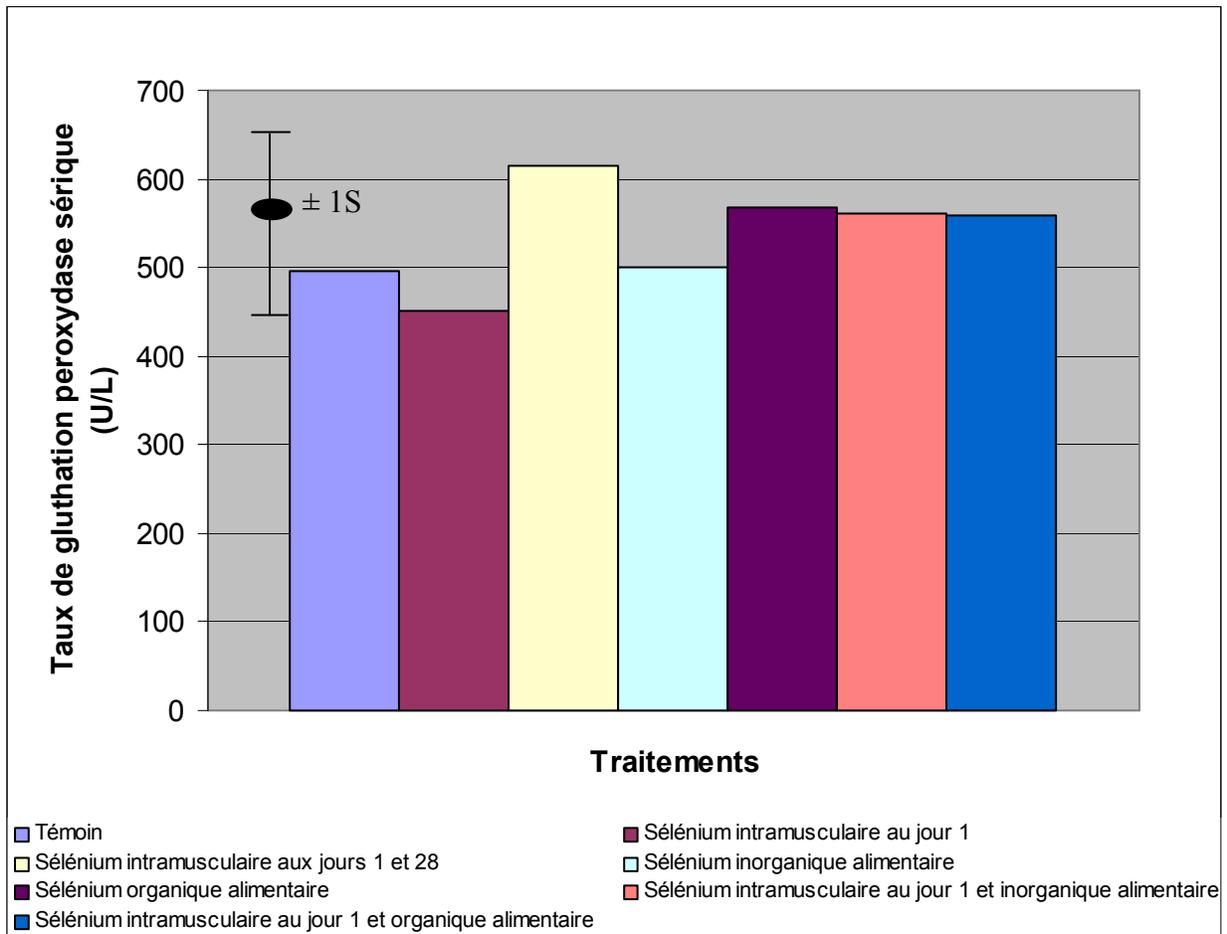


Figure 5. Taux de glutathion peroxydase sérique mesuré au jour 1 en fonction des traitements

La figure 6 démontre qu'au jour 28 du projet, il n'y avait pas de différence entre les taux de glutathion peroxydase des agneaux soumis aux différents traitements. Encore à ce moment, les taux sériques de l'enzyme glutathion peroxydase sont supérieurs à la normale. Nous croyons que ces taux élevés sont dus au stress des agneaux.

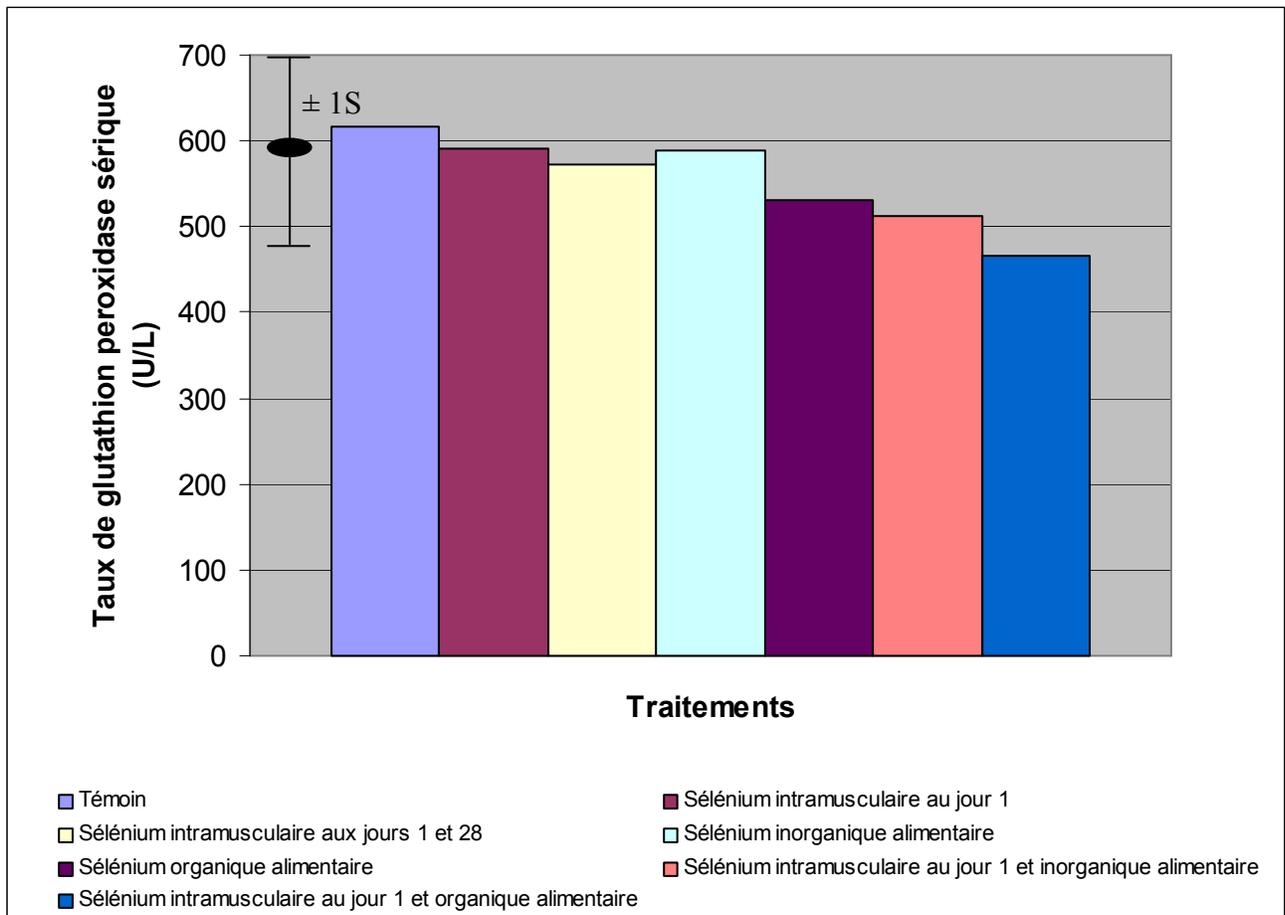


Figure 6. Taux de glutathion peroxydase sérique mesuré au jour 28 en fonction des traitements

Au 48^{ème} jour du projet, les taux de glutathion peroxydase sériques sont encore une fois équivalents d'un traitement à l'autre. Ils sont aussi supérieurs à la normale et à notre avis le stress en serait la cause. La figure 7 illustre ces données.

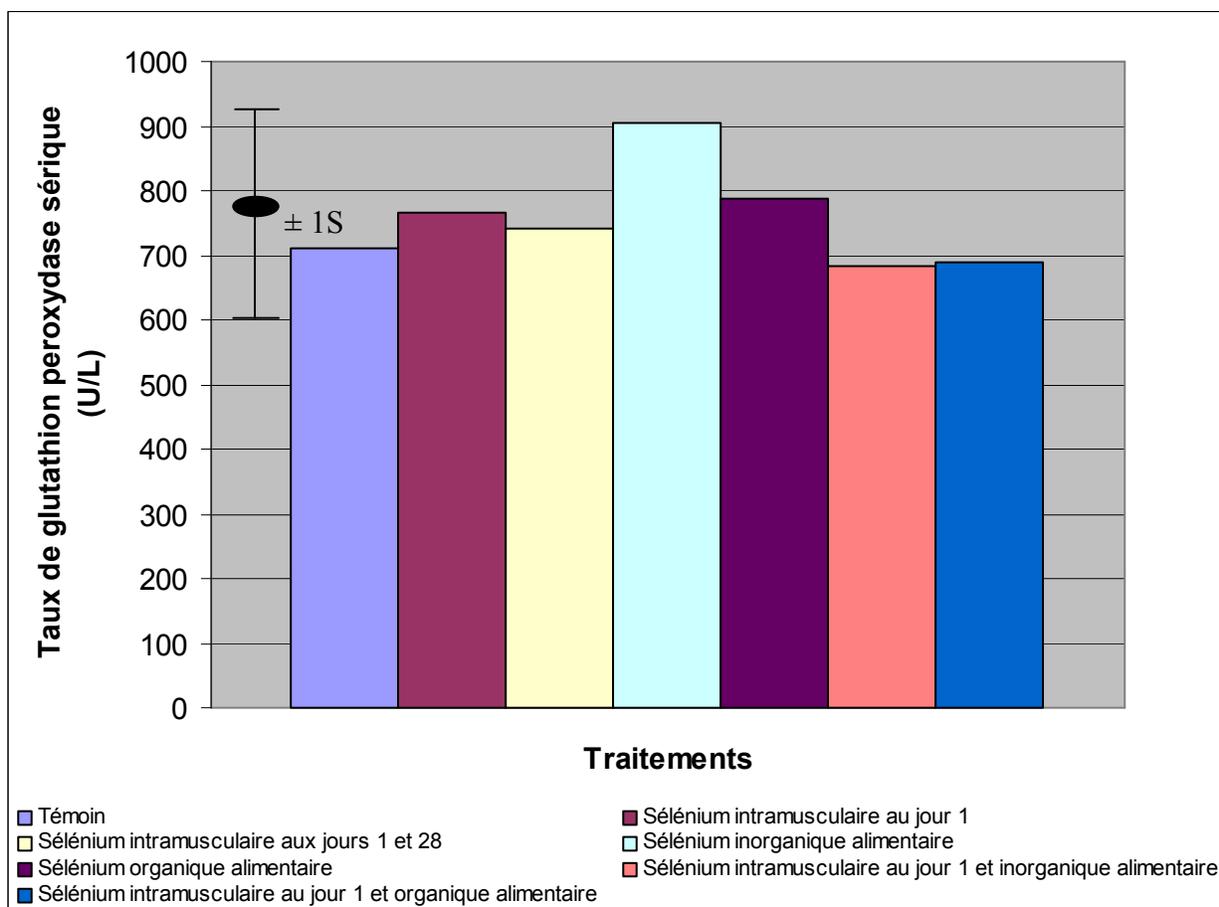


Figure 7. Taux de glutathion peroxydase sérique mesuré au jour 48 en fonction des traitements

Les niveaux de glutathion peroxydase mesurés au cours du projet ne nous permettent pas de tirer de conclusion sur l'effet des traitements.

c) Sélénium hépatique

Le taux de sélénium contenu dans le foie des animaux est un indicateur du niveau de leur réserve pour cet élément.

La figure 8 illustre le taux de sélénium mesuré dans le foie des agneaux mâles, au moment de l'abattage. Le niveau adéquat de sélénium dans le foie se situe entre 0,25 et 1,50 ppm. Il est important de noter que le niveau moyen de sélénium hépatique pour chacun des traitements, de même que pour chacun des agneaux, est adéquat. On remarque que la supplémentation en sélénium permet d'augmenter significativement le niveau de cet élément dans le foie. Comme le sélénium est emmagasiné dans certains tissus, dont le foie, et utilisé par l'animal en cas de besoin, il est donc avantageux d'avoir un niveau de sélénium hépatique supérieur. Il est à noter que les niveaux toxiques de sélénium dans le foie se situent entre 15 et 30 ppm.

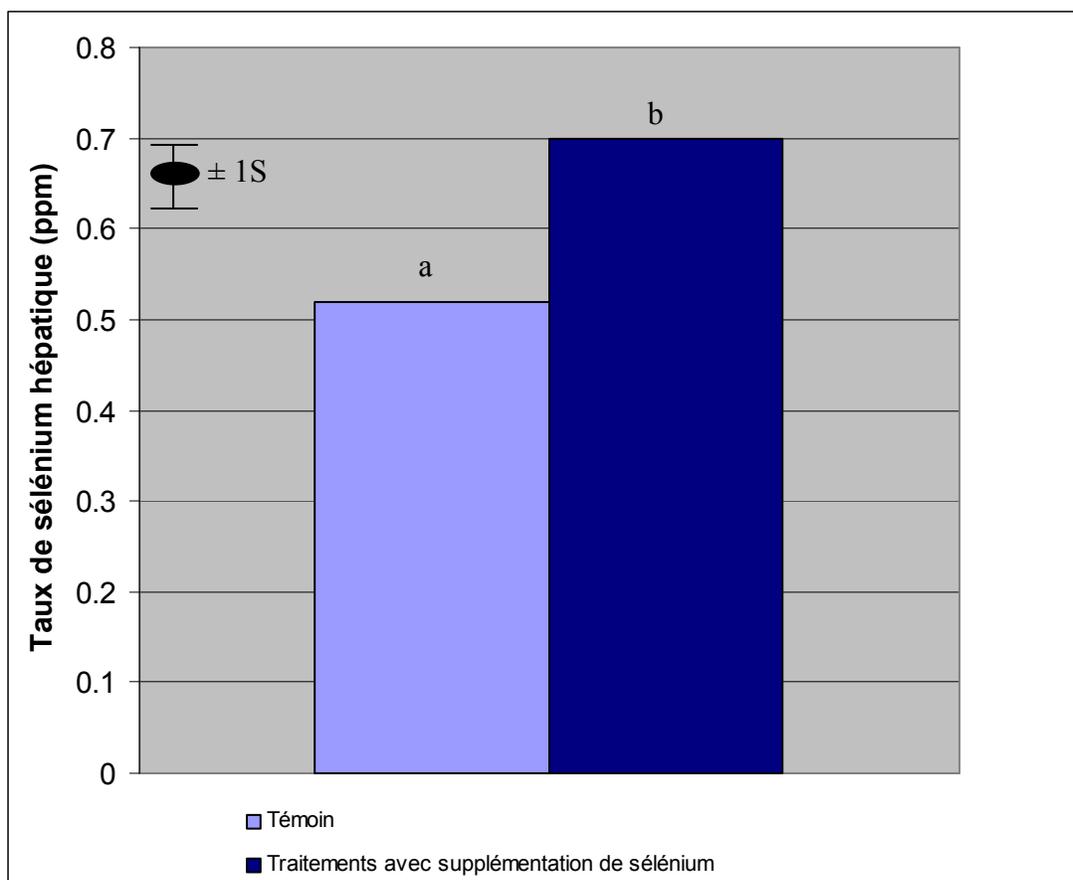


Figure 8. Taux de sélénium hépatique pour le traitement témoin et les traitements avec supplémentation de sélénium (Les colonnes identifiées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%)

Parmi les types de supplémentation en sélénium évalués, ceux comportant un supplément de sélénium dans l'alimentation permettent d'emmagasiner plus de sélénium dans le foie que ceux comprenant seulement du sélénium intramusculaire. La figure 9 montre que les niveaux de sélénium hépatique des agneaux des traitements avec injection au jour 1 et avec injection aux jours 1 et 28 sont inférieurs à ceux des agneaux des traitements avec supplémentation alimentaire organique ou inorganique ainsi qu'à ceux avec injection au jour 1 et supplémentation alimentaire organique ou inorganique.

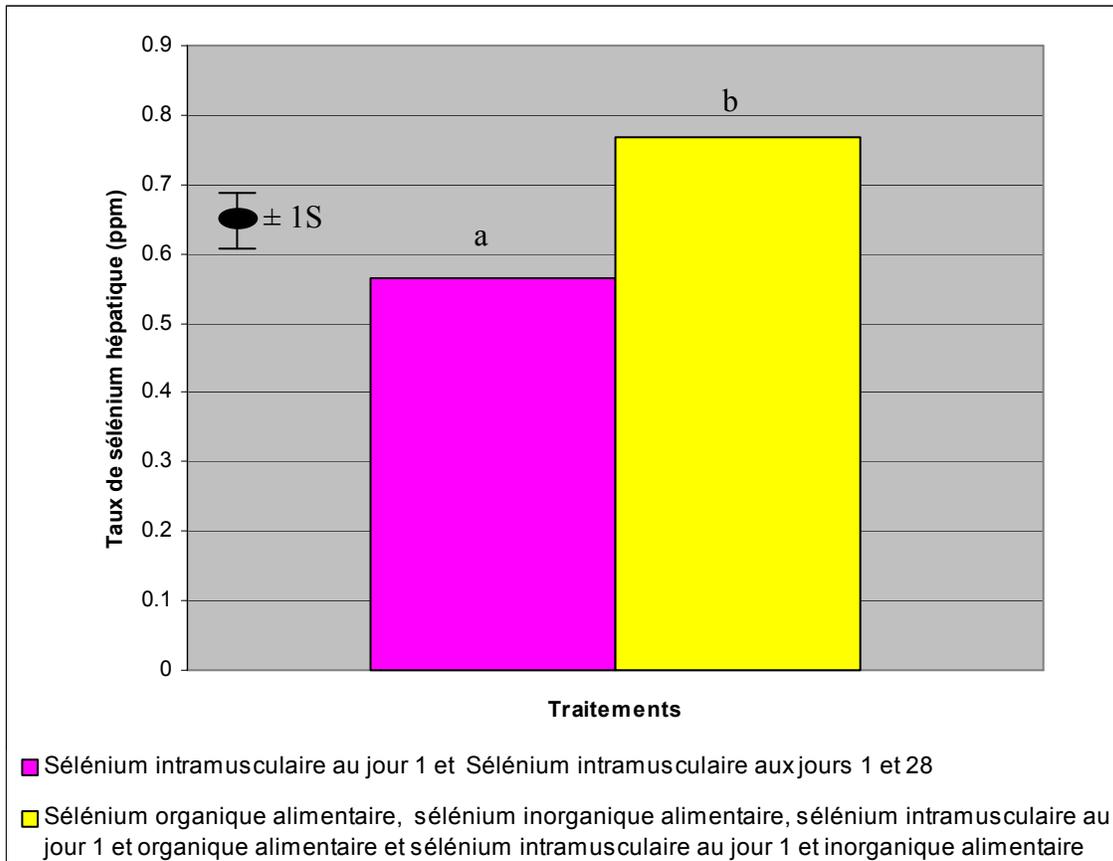


Figure 9. Taux de sélénium hépatique pour les traitements comportant seulement des injections de sélénium et les traitements avec supplémentation alimentaire de sélénium ou avec injection de sélénium et supplémentation alimentaire de sélénium (Les colonnes identifiées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%)

En comparant les taux de sélénium hépatique des traitements avec supplémentation alimentaire de sélénium seulement avec ceux avec injection de sélénium au jour 1 et supplémentation alimentaire de sélénium, on remarque qu'il n'y a pas de différence. Il n'y a donc pas avantage à donner une injection de sélénium aux agneaux en plus de la supplémentation alimentaire. La figure 10 illustre ces données.

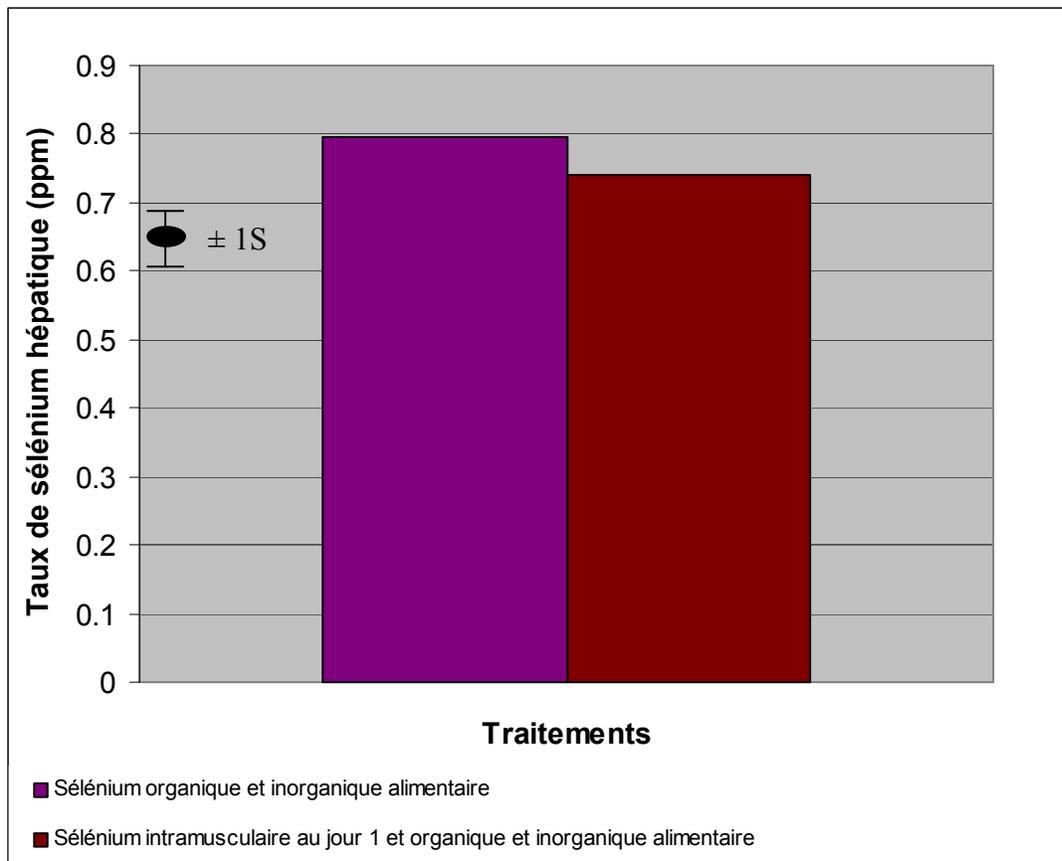


Figure 10. Taux de sélénium hépatique pour les traitements avec supplémentation alimentaire de sélénium et les traitements avec injection de sélénium au jour 1 et supplémentation alimentaire de sélénium

En comparant les traitements avec injection au jour 1 et aux jours 1 et 28 à ceux avec supplémentation alimentaire organique et inorganique, on remarque que les taux de sélénium hépatique des agneaux ayant reçu des injections de sélénium sont inférieurs à ceux des agneaux ayant reçus du sélénium dans leur alimentation. La figure 11 illustre ces données. Alors, si on désire supplémenter les agneaux en sélénium, selon les résultats du présent projet, ce sont les traitements avec supplémentation alimentaire qui sont les plus intéressants en ce qui a trait à l'augmentation du sélénium hépatique.

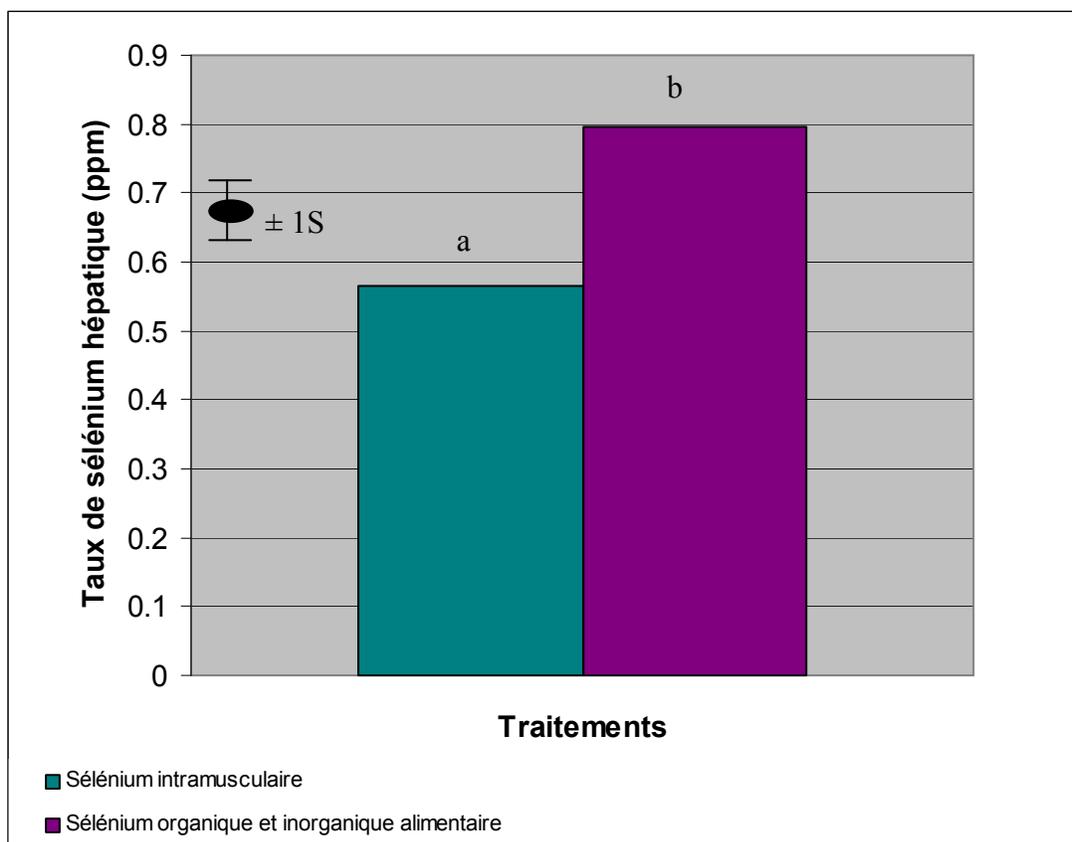


Figure 11. Taux de sélénium hépatique pour les traitements comportant seulement des injections de sélénium et les traitements avec seulement une supplémentation alimentaire de sélénium (Les colonnes identifiées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%)

Les traitements avec supplémentation alimentaire de sélénium comportaient deux types de sélénium, soit du sélénium organique et du sélénium inorganique. La figure 12 montre qu'au niveau du taux de sélénium hépatique, il n'existe aucune différence significative entre les deux formes de sélénium. Cette expérience ne permet pas de conclure, par rapport au taux de sélénium hépatique, qu'une ou l'autre des formes de sélénium alimentaire mises à l'essai, inorganique et organique, est plus intéressante.

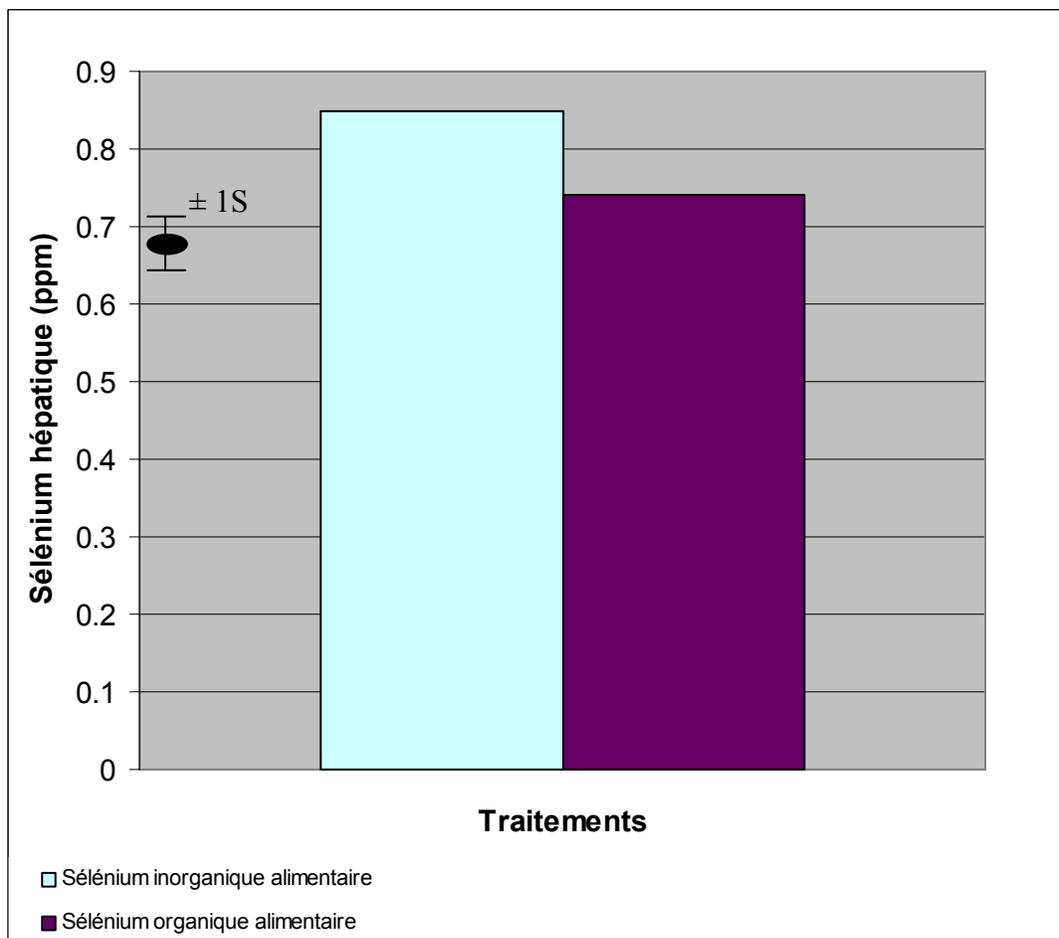


Figure 12. Taux de sélénium hépatique pour le traitement avec supplémentation alimentaire de sélénium organique et celui avec supplémentation alimentaire de sélénium inorganique

3.1.2 Performances

Cette section rapporte les résultats obtenus sur deux paramètres de performance soit le gain moyen quotidien et l'efficacité alimentaire. Le gain moyen quotidien mesure les performances d'engraissement alors que l'efficacité alimentaire mesure la capacité à transformer les aliments en gain de poids.

a) Gain moyen quotidien

On observe des différences importantes entre les sexes pour le gain moyen quotidien. En effet, comme le montre la figure 13, les mâles performant mieux que les femelles, et ce, peu importe le traitement. Les mâles ont démontré en moyenne un gain moyen quotidien de 410 g/j alors que les

femelles ont obtenu en moyenne un gain moyen quotidien de 340 g/j. Nous nous attendions à observer ces différences entre les sexes.

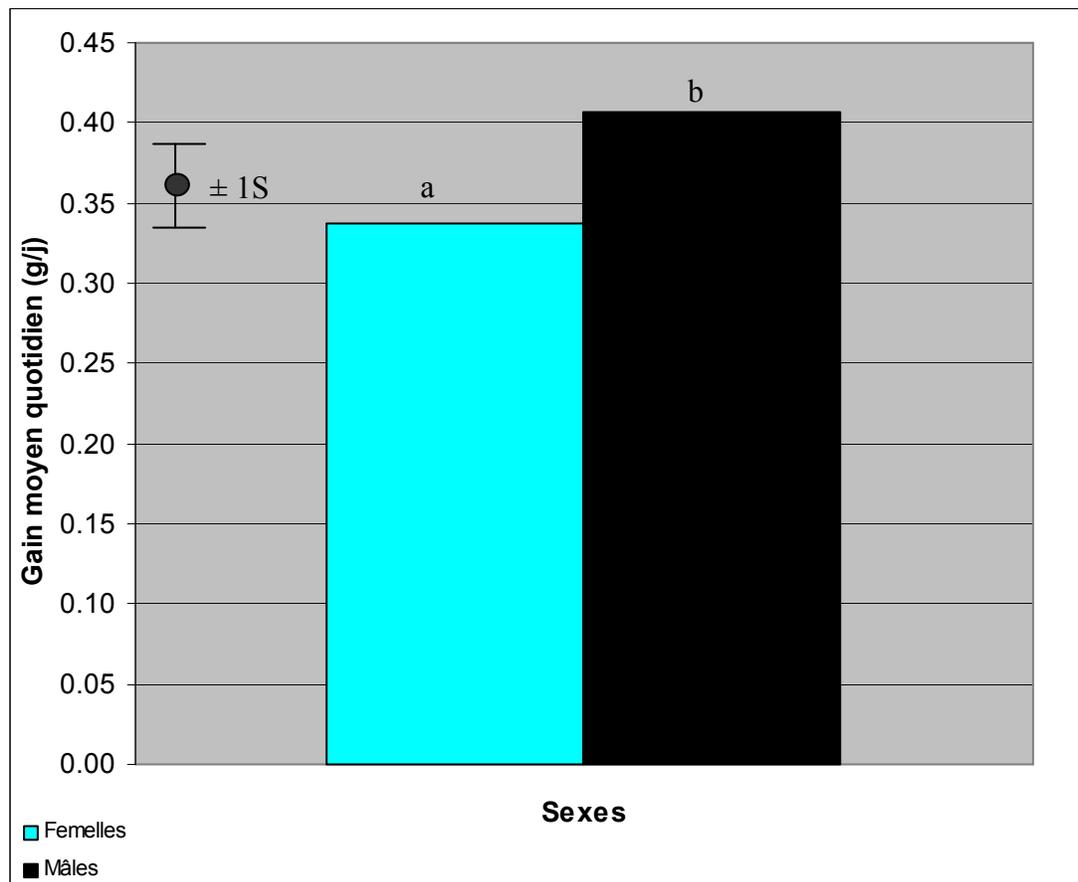


Figure 13. Gain moyen quotidien en fonction des sexes (Les colonnes identifiées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%)

Par rapport au traitement témoin, l'ensemble des supplémentations en sélénium ne permet pas d'obtenir un meilleur gain moyen quotidien. En effet, on n'observe pas de différence significative entre le traitement témoin et les traitements avec supplémentation en sélénium. La figure 14 illustre ces données.

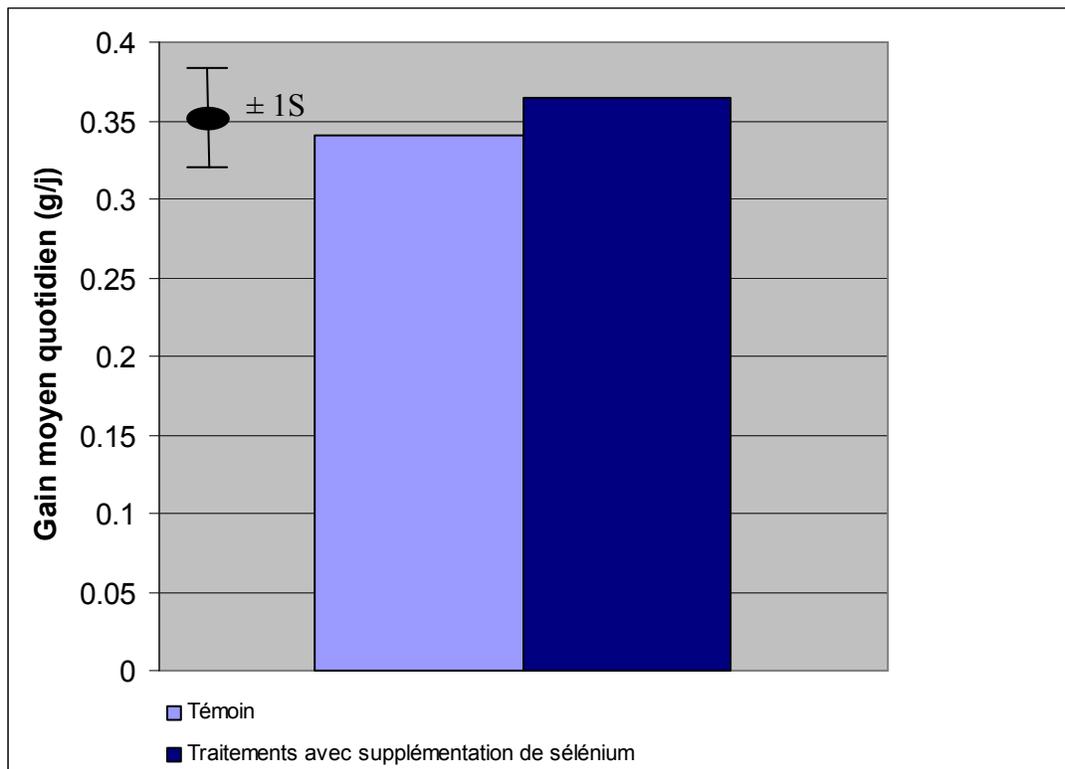


Figure 14. Gain moyen quotidien pour le traitement témoin et les traitements avec supplémentation de sélénium

En comparant les traitements avec supplémentation de sélénium entre eux, on remarque que les traitements où le sélénium est servi dans l'alimentation permettent d'obtenir des gains moyens quotidiens de 38g/j supérieurs à ceux obtenus avec les traitements où le sélénium est donné uniquement par injection. Ces données sont illustrées par la figure 15.

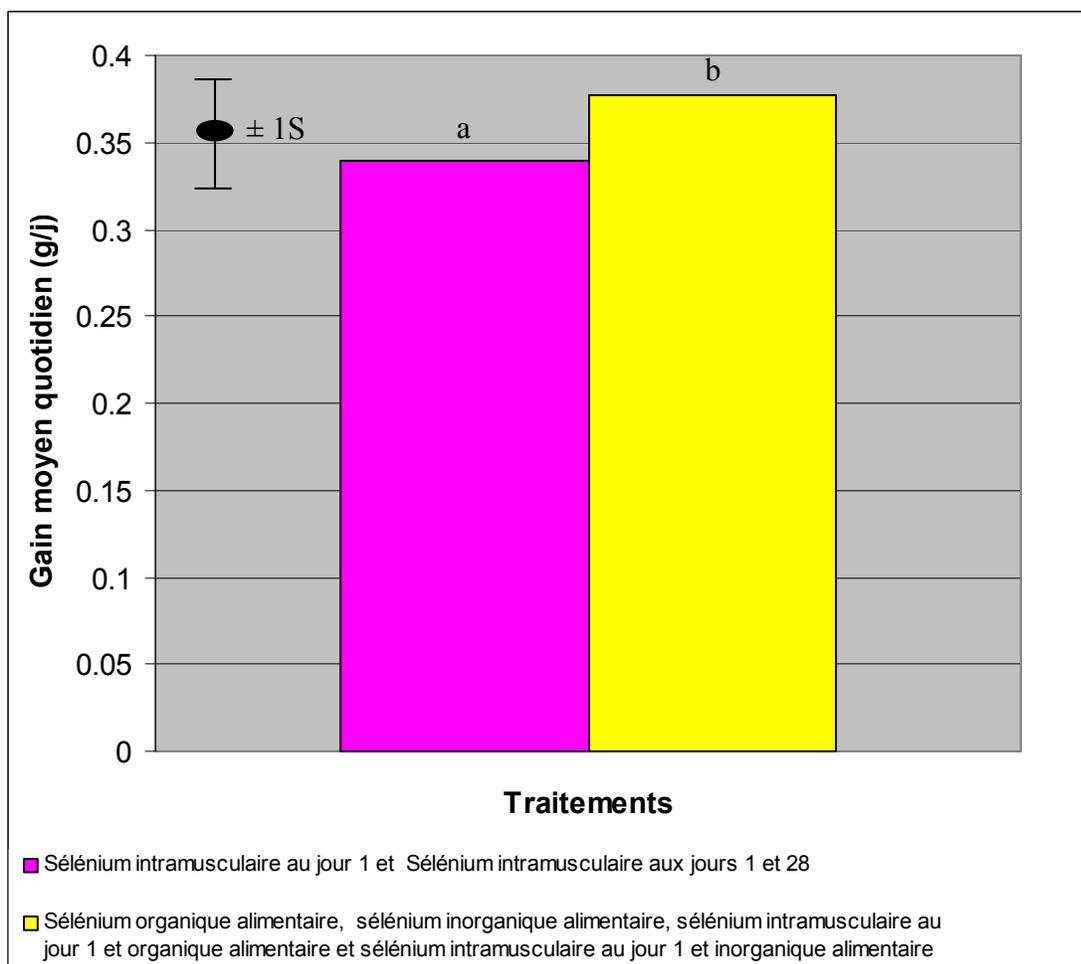


Figure 15. Gain moyen quotidien pour les traitements comportant seulement des injections de sélénium et les traitements avec supplémentation de sélénium alimentaire avec ou sans injection de sélénium au jour 1 (Les colonnes identifiées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%)

Tout comme on l'a observé pour le sélénium hépatique, il n'y a pas avantage, au niveau du gain moyen quotidien, à donner une injection de sélénium en plus de la supplémentation dans la moulée. En effet, on observe pas de différence significative entre les gains moyens quotidiens, tel que démontré par la figure 16.

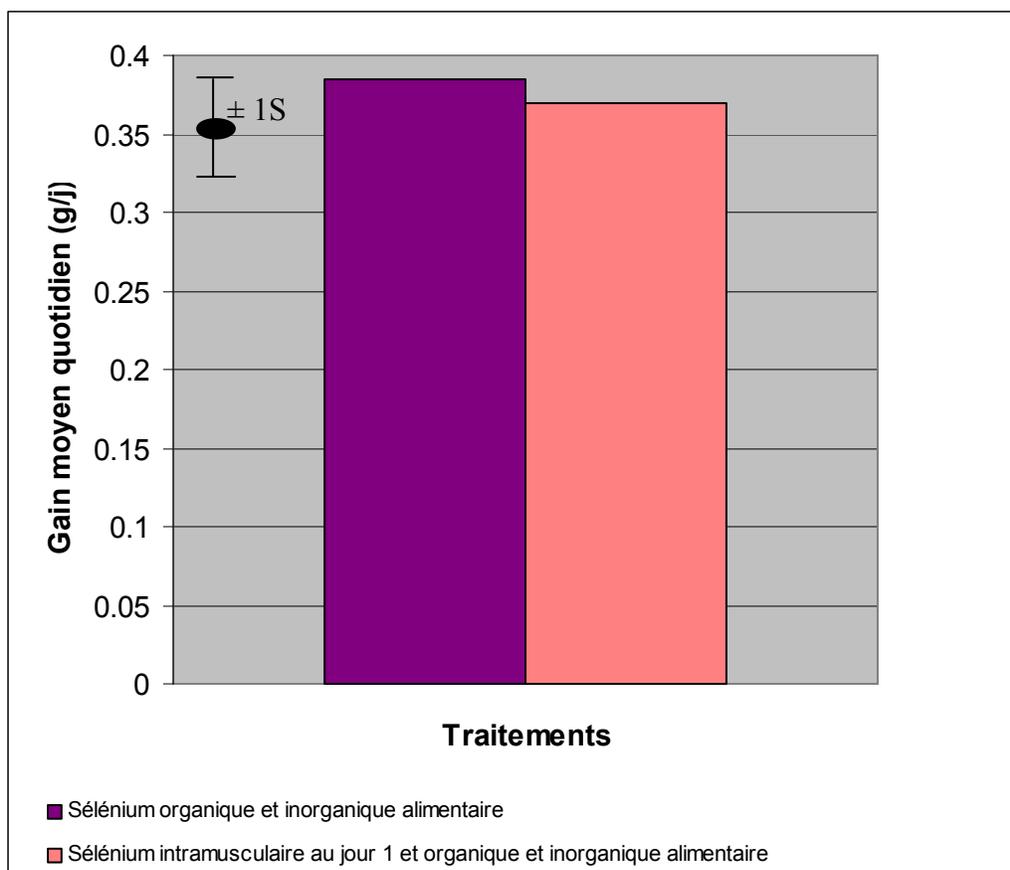


Figure 16. Gain moyen quotidien pour les traitements comportant seulement une supplémentation alimentaire de sélénium et les traitements comportant une injection et une supplémentation alimentaire de sélénium

Donc en ce qui a trait au gain moyen quotidien, la supplémentation en sélénium ne permet pas d'améliorer les performances. Par contre, si on décide de supplémenter les agneaux en sélénium, ce sont les traitements avec supplémentation dans l'alimentation seulement qui sont les plus intéressants, du moins avec les produits et aux doses utilisés dans cette étude. Tout comme dans le cas du sélénium hépatique, on n'observe aucune différence de gain moyen quotidien selon que le sélénium ajouté est de type organique ou inorganique. La figure 17 illustre ces données.

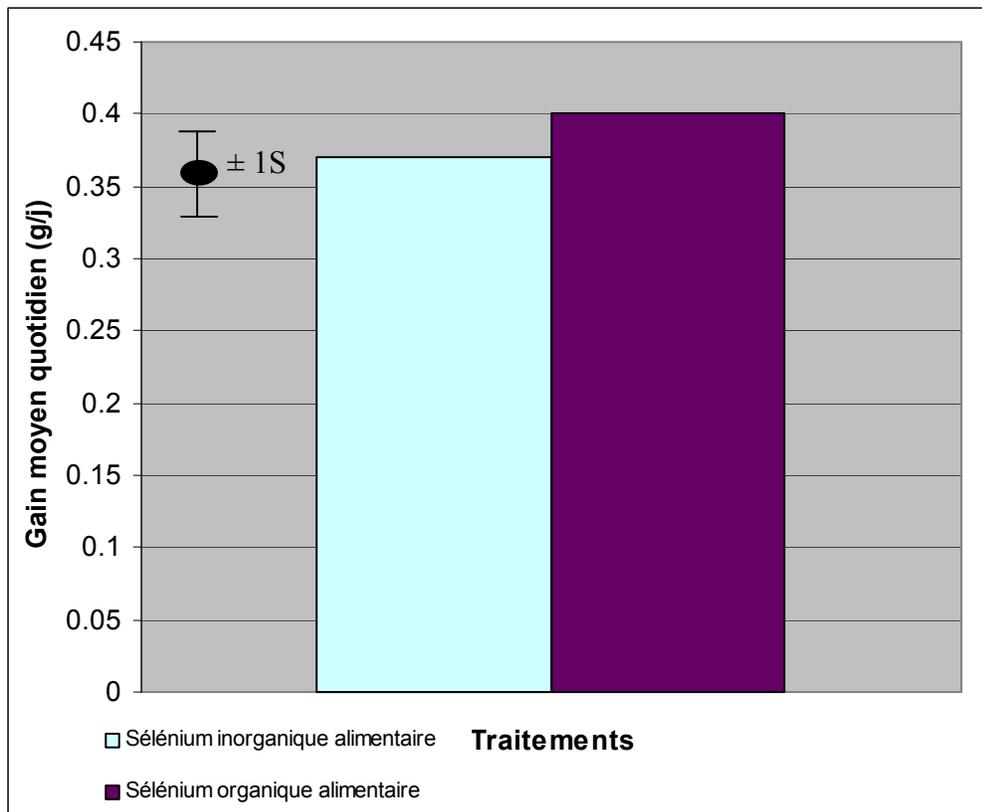


Figure 17. Gain moyen quotidien pour le traitement avec une supplémentation alimentaire de sélénium organique et le traitement avec une supplémentation alimentaire de sélénium inorganique

b) Efficacité alimentaire

Comme nous nous y attendions, les mâles ont démontré de meilleures efficacités alimentaires que les femelles et ce, peu importe le traitement. En moyenne, les femelles ont obtenu une efficacité alimentaire de 0,26 kg de gain poids/ kg d'aliment ingéré alors que les mâles ont obtenu 0,32 kg de gain poids/ kg d'aliment ingéré. La figure 18 illustre ces résultats.

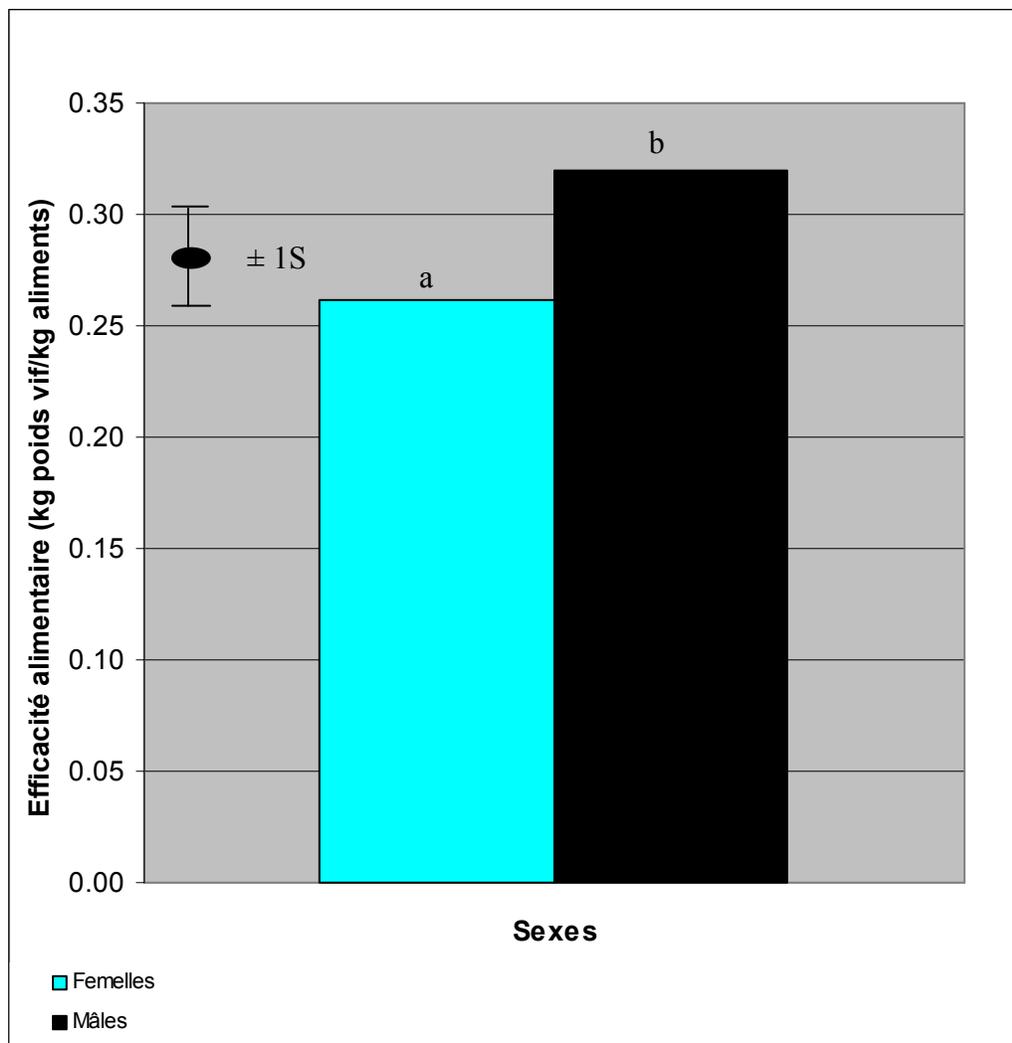


Figure 18. Efficacité alimentaire en fonction des sexes (Les colonnes identifiées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%)

En comparant les traitements entre eux, tel qu'illustré à la figure 19, on remarque qu'il n'y a pas de différence significative entre l'efficacité alimentaire obtenue pour des traitements.

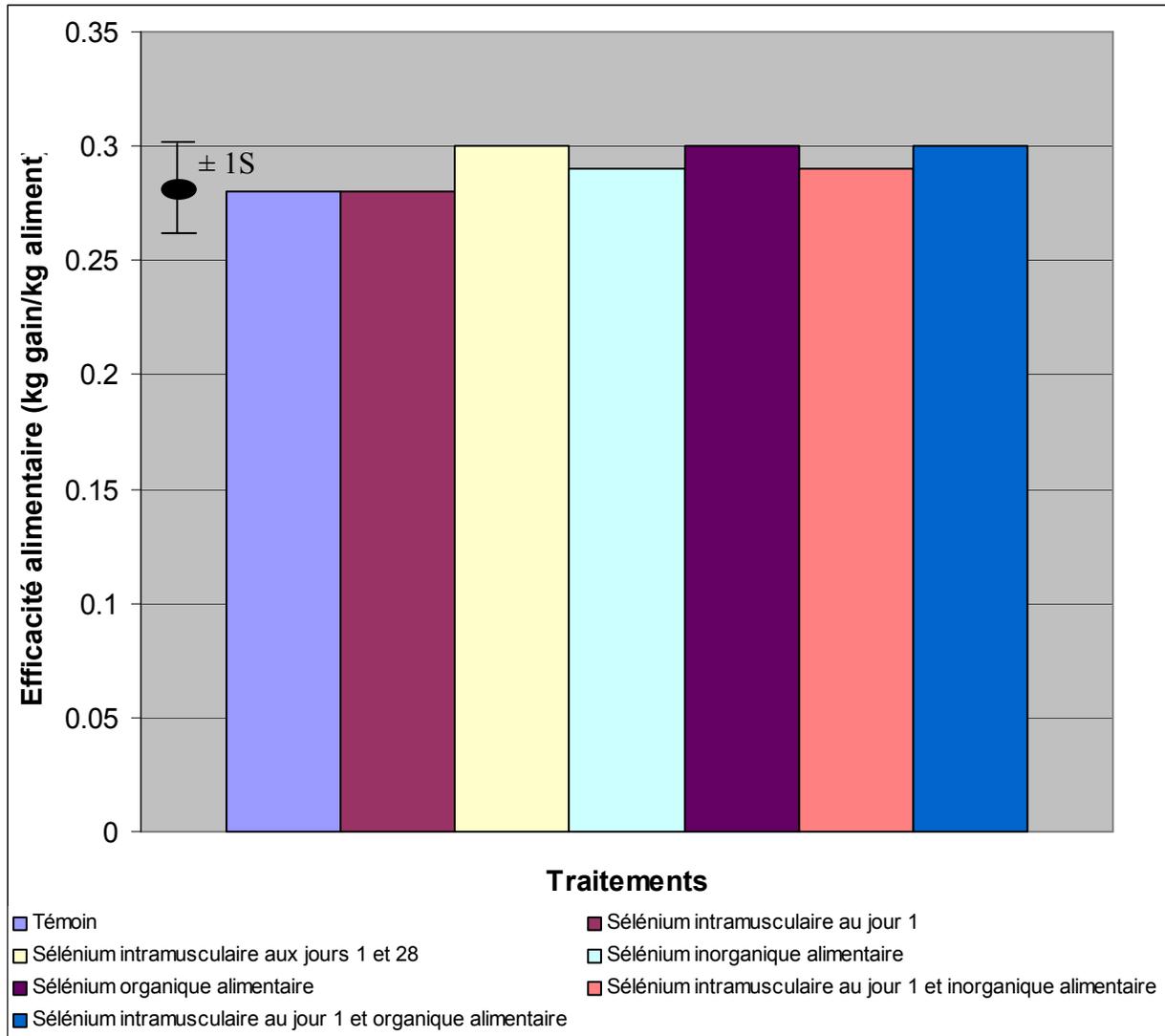


Figure 19. Efficacité alimentaire en fonction des traitements

3.1.3 Santé

Les résultats au sujet de la santé des animaux n'ont pas été analysés statistiquement. Les données récoltées en cours d'expérimentation sont des observations difficilement quantifiables. De plus, comme les agneaux n'ont pas été infectés volontairement par un pathogène, il est difficile de mesurer l'impact des différentes supplémentations en sélénium sur l'état de santé, la résistance aux maladies et l'utilisation de médicaments.

La section qui suit est donc la compilation de l'ensemble des observations recueillies sur la santé des agneaux. L'interprétation des résultats est prudente étant donné qu'aucune vérification statistique n'a été réalisée.

Lors de la première visite vétérinaire, l'examen complet de chacun des agneaux a permis de déceler la présence de problème de santé ou d'anomalie chez certains agneaux. Un des agneaux a d'ailleurs été retiré car il avait une omphalite (infection du nombril). Comme les autres conditions rencontrées étaient légères, les agneaux ont pu être inclus dans ce projet.

Le tableau 7 contient les conditions présentes lors du démarrage du projet et le nombre d'agneaux affectés par chacune d'elle.

Tableau 7. Conditions présentes et nombre d'agneaux affectés lors du démarrage du projet

Conditions	# d'agneau
Infections respiratoires (trachéite et trachéo-bronchite)	5
Prognate (mâchoire inférieure avancée)	2
Selles molles	2
Problème cardiaque	1
Blessure	1

Les infections respiratoires sont le problème de santé qui affectait le plus d'agneaux lors du démarrage du projet. Ensuite, venaient les anomalies de la mâchoire et les selles molles. Un agneau présentait un problème cardiaque. Comme ces agneaux s'étaient bien développés depuis leur naissance, nous avons jugé que ces légers problèmes n'affecteraient pas leurs performances durant le projet. Finalement, l'animal blessé était en bonne voie de guérison alors nous l'avons aussi gardé dans le projet.

Au cours du projet, seul un des agneaux présentant des problèmes de santé lors du démarrage a dû être traité avec des antibiotiques. Il présentait un problème respiratoire. Cet agneau faisait partie du traitement témoin. Par contre, nous ne pouvons tirer de conclusion quant à l'effet de la supplémentation en sélénium sur l'efficacité du système immunitaire étant donné que tous les agneaux du projet n'avaient pas subi d'infection respiratoire. D'autres agneaux ont dû être traités au cours du projet.

En effet, trois femelles ont souffert d'infection urinaire. Elles étaient soumises à des traitements différents soit les traitements « témoin », « supplémentation de sélénium intramusculaire aux jours 1 et 28 » et « supplémentation de sélénium organique alimentaire ». Ces infections n'étaient donc probablement pas associées à la supplémentation en sélénium. Selon le Dr Rioux, ces infections pourraient être dues à l'alimentation riche, particulièrement en protéine, qui aurait pu affecter le pH des conduits urinaires et les rendre propices au développement de bactéries. Un profil métabolique aurait été nécessaire afin de confirmer cette hypothèse.

Un autre agneau, celui-là du traitement « supplémentation de sélénium intramusculaire au jour 1 », a dû être traité pour un problème digestif, son rumen ne fonctionnait pas bien. Ce mauvais fonctionnement est probablement dû à une trop grande ingestion de concentrés par rapport à l'ingestion de fourrage.

De plus, un agneau du traitement « supplémentation de sélénium intramusculaire aux jours 1 et 28 » a développé une pneumonie et a dû être traité avec des antibiotiques.

Finalement, des parasites ont été trouvés dans le foie de deux agneaux à l'abattoir. Ces agneaux avaient été soumis aux traitements « supplémentation de sélénium inorganique alimentaire » et « supplémentation de sélénium intramusculaire au jour 1 et organique alimentaire ».

3.1.4 Coûts d'engraissement

De façon générale, les coûts pour engraisser les femelles sont supérieurs de 2,23 \$ à ceux pour engraisser les mâles. Nous nous attendions à ces résultats étant donné que les agnelles sont moins performantes que les mâles au niveau du gain de poids et de l'efficacité alimentaire. La figure 20 illustre ces résultats.

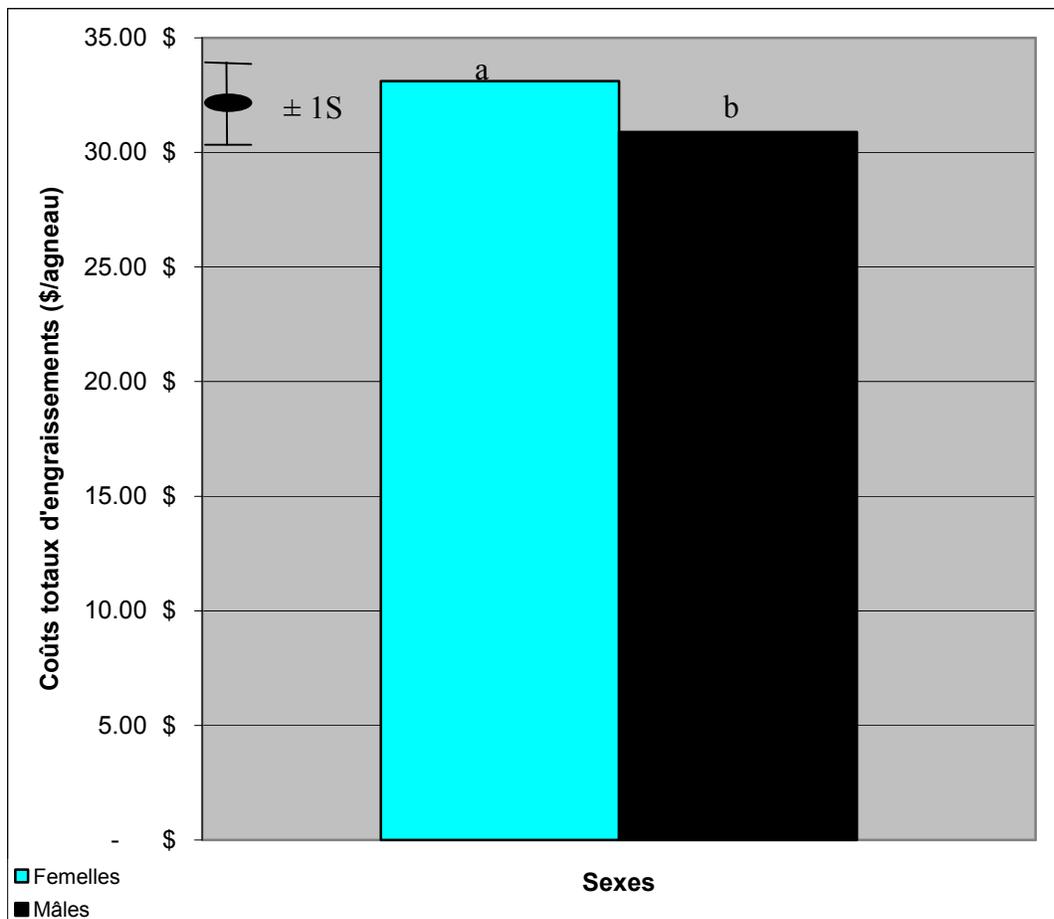


Figure 20. Coûts totaux d’engraissement en fonction des sexes (Les colonnes identifiées d’une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%)

Par rapport au traitement témoin, les différentes suppléments en sélénium n’entraînent pas d’augmentation significative des coûts totaux d’engraissement. La figure 21 illustre ces données.

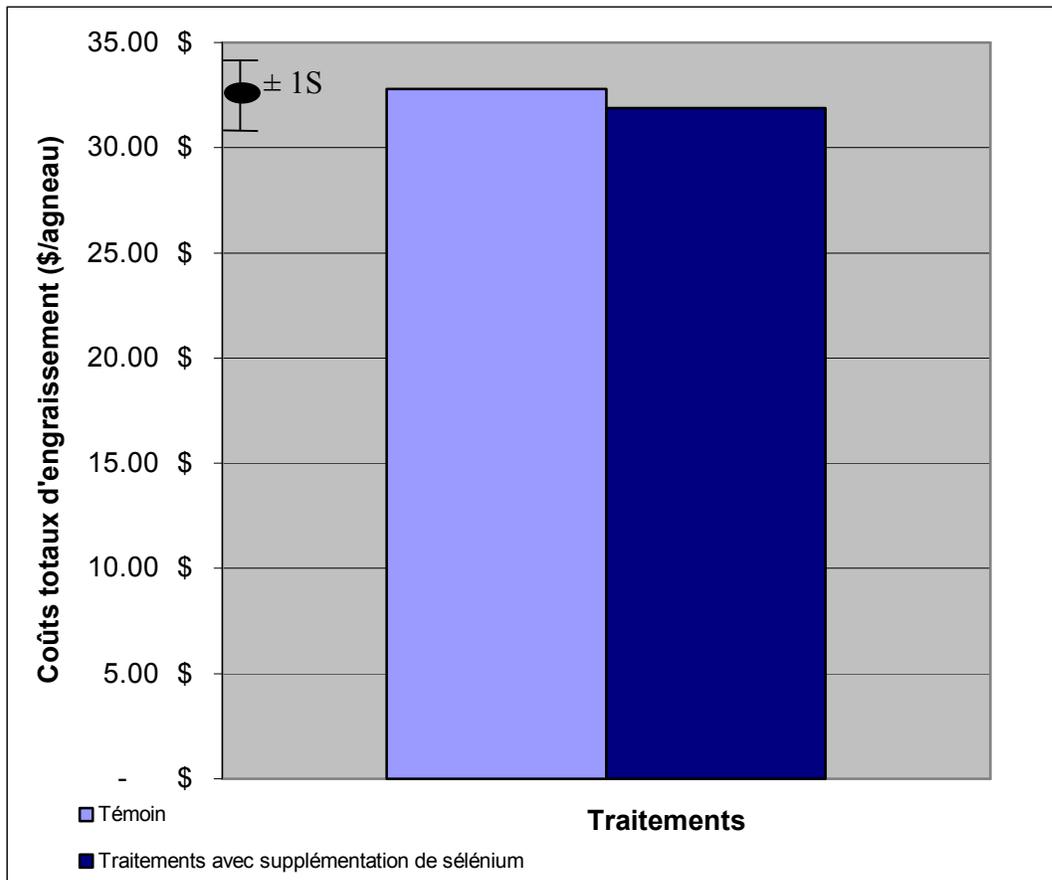


Figure 21. Coûts totaux d’engraissement pour le traitement témoin et les traitements avec supplémentation de sélénium

En comparant les modes de supplémentation entre eux, il est possible de remarquer que l’utilisation de sélénium intramusculaire seulement est moins dispendieuse que l’utilisation de sélénium dans l’alimentation ou de l’utilisation de la combinaison sélénium intramusculaire et alimentaire. Ces résultats sont illustrés à la figure 22. En comparant les traitements comprenant uniquement une supplémentation alimentaire de sélénium à ceux comportant une injection de sélénium ainsi qu’une supplémentation alimentaire de sélénium, tel qu’illustré à la figure 23, on n’observe aucune différence significative entre les coûts totaux d’engraissement.

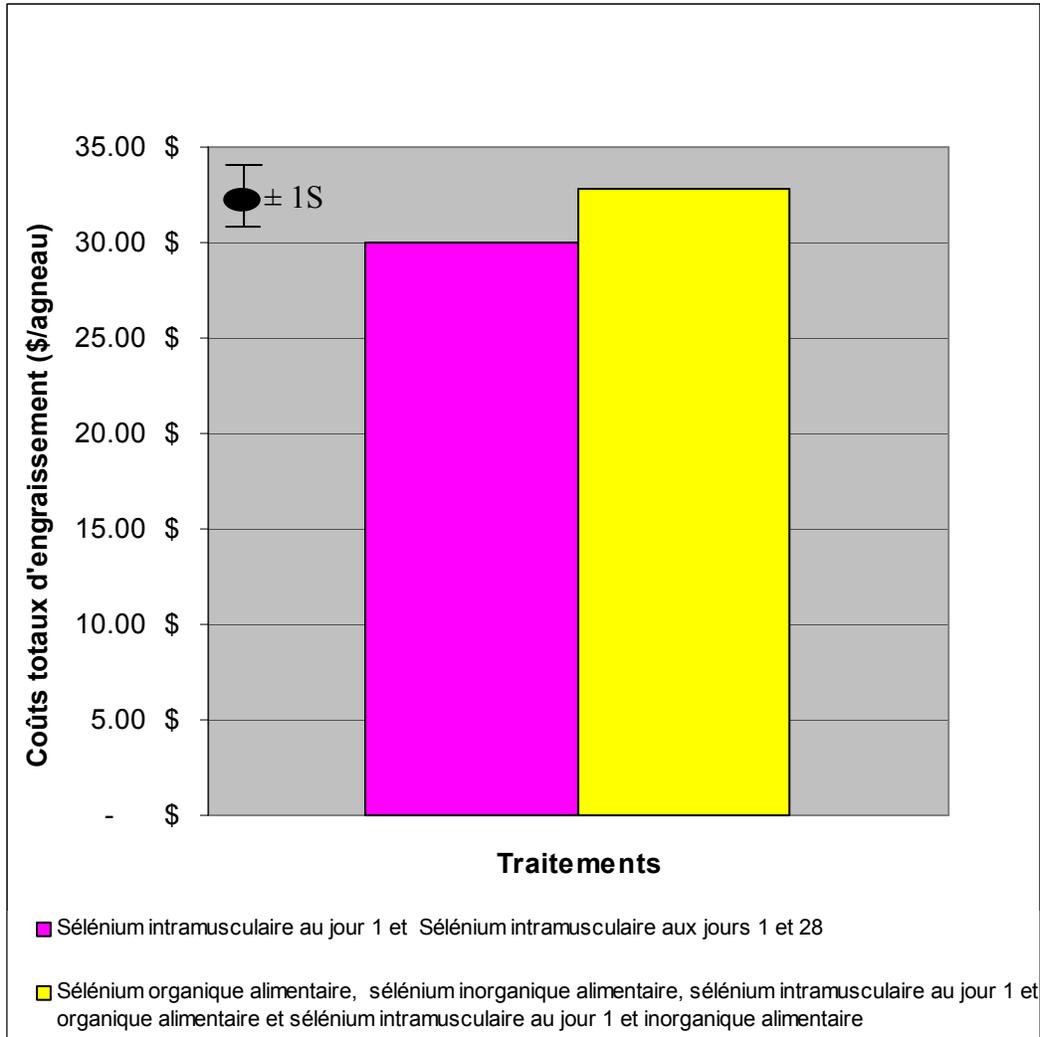


Figure 22. Coûts totaux d'engraissement entre les traitements comportant uniquement des injections de sélénium et les traitements avec supplémentation alimentaire de sélénium avec ou sans injection de sélénium au jour 1

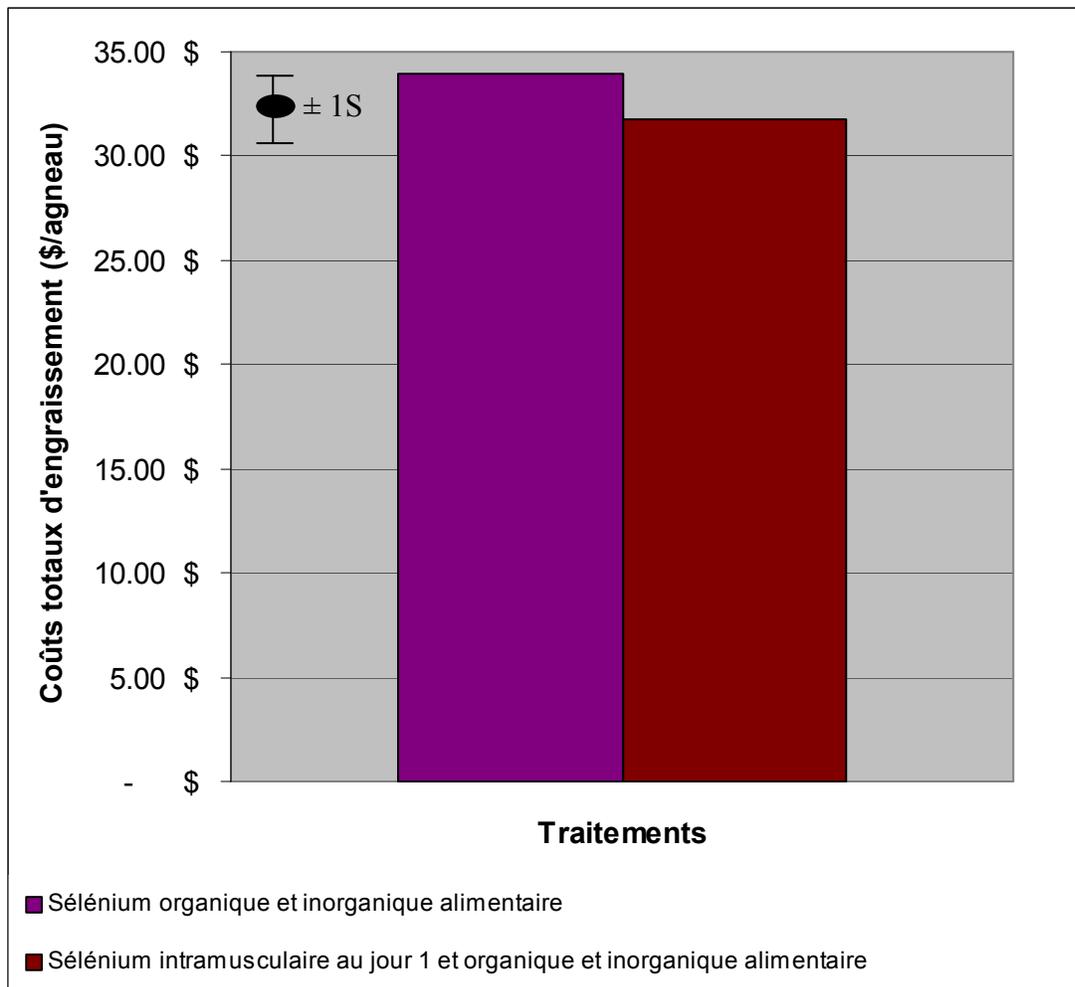


Figure 23. Coûts totaux d’engraissement pour les traitements comportant uniquement une supplémentation alimentaire de sélénium et ceux comportant une injection de sélénium et une supplémentation alimentaire de sélénium

Le tableau 8 contient les coûts totaux d’engraissement moyen par agneau pour chacun des traitements mis à l’essai.

Tableau 8. Coûts totaux d'engraissement moyen par agneau en fonction des traitements

Traitements	Coûts totaux d'engraissement moyen / agneau
Témoin	32.79 \$
Injection au jour 1	30.32 \$
Injection aux jours 1 et 28	29.67 \$
Alimentaire inorganique	33.86 \$
Alimentaire organique	33.98 \$
Alimentaire inorganique et injection au jour 1	32.40 \$
Alimentaire organique et injection au jour 1	31.05 \$

Le tableau 8 montre que ce sont les traitements avec supplémentation alimentaire de sélénium organique et inorganique qui sont les plus dispendieux. Par contre, ce sont ces traitements qui permettent l'obtention des réserves de sélénium dans le foie les plus importantes. Parmi les différents types de supplémentation essayés, ce sont également ces traitements qui ont permis d'obtenir les meilleurs gains de poids. Alors, étant donné la très faible différence de coûts totaux d'engraissement, ce sont les traitements avec supplémentation de sélénium dans l'alimentation qui nous apparaissent les plus intéressants. D'autant plus que si le supplément de sélénium est intégré à la meunerie dans la moulée complète, dans le supplément protéique ou dans les minéraux, ce sont les traitements qui présentent le moins de manipulation pour les producteurs.

Quant au choix entre les suppléments de sélénium organique et inorganique, ce projet n'a pas permis de déceler de différence entre ces deux produits pour les différents paramètres mesurés. Une très mince différence de coût peut être observée pour la moulée, tel que décrit au tableau 9. En effet la moulée additionnée de sélénium inorganique coûte 1,75\$ de moins par tonne.

Tableau 9. Coûts des différentes moulées utilisées

Type de moulée	Prix / tonne (\$/T)
Moulée témoin	367,50\$
Moulée additionnée de sélénium organique	371,50\$
Moulée additionnée de sélénium inorganique	369,75\$

Deux études impliquant des moutons ont été consultées afin d'en savoir plus sur ces deux formes de sélénium. K. M. Koenig et al. (1997) ont conclu que le sélénium inorganique était aussi disponible pour les ruminants que le sélénium organique. M.J. Rock et al. (2000) ont, quant à eux, obtenus de meilleurs résultats avec le sélénium de forme organique. Il ne semble donc pas possible pour le moment de donner l'avantage à une de ces deux formes de sélénium. Il sera donc important de suivre les publications à ce sujet afin d'en savoir plus.

3.2 Synthèse des résultats

Cette section présente dans quelle mesure les quatre objectifs spécifiques de ce projet ont été atteints.

– Taux de survie et performance de croissance

Le premier objectif était d'optimiser l'efficacité du système immunitaire des agneaux lourds et des agnelles de remplacement afin d'améliorer leur taux de survie et leur performance de croissance.

Par rapport au taux de survie, il a été de 100% pour tous les traitements. Nous ne pouvons donc pas conclure, suite au présent projet, que la supplémentation en sélénium permet d'améliorer le taux de survie des agneaux. Par contre, étant donné que nous observons des agneaux en manque de sélénium particulièrement dans le traitement témoin et les traitements où le sélénium est donné seulement par injection, la supplémentation alimentaire de sélénium devrait permettre de réduire les risques que les agneaux soient affectés de la maladie du muscle blanc, qui peut être mortelle si elle se loge sur le cœur des animaux.

Pour ce qui est des performances de croissance, par rapport au traitement témoin, la supplémentation en sélénium n'a pas permis d'améliorer le gain moyen quotidien ni l'efficacité alimentaire des agneaux. En comparant les différents modes de supplémentation entre eux, nous avons par contre pu découvrir que les modes de supplémentation comprenant du sélénium dans l'alimentation permettent d'obtenir de meilleurs gains moyens quotidiens.

– Approche préventive et diminution de l'utilisation de médicaments

Les deuxième et troisième objectifs de ce projet étaient de diminuer l'utilisation de médicaments durant la croissance des agneaux et de favoriser l'approche préventive afin de conserver et d'améliorer la confiance des consommateurs envers la production ovine.

Comme dans le cadre de ce projet les agneaux n'ont pas été infectés volontairement par une maladie, on ne peut pas conclure que la supplémentation en sélénium a permis de diminuer l'utilisation de médicament. Par contre, étant donné que la supplémentation en sélénium, particulièrement celle donnée dans l'alimentation, a permis d'augmenter le taux de sélénium hépatique, on peut croire que l'animal sera mieux outillé pour se défendre contre une maladie. En effet, le sélénium contribue au bon fonctionnement du système immunitaire. Certains tissus, comme le foie, permettent d'entreposer du sélénium, qui est rendu disponible en cas de besoin. En ce sens, l'approche préventive pourrait permettre de réduire l'utilisation de médicament durant la croissance. Comme le consommateur semble préférer l'approche préventive sans toute fois que des antibiotiques et des facteurs de croissance soient systématiquement donnés aux animaux, l'utilisation de plus de sélénium dans l'alimentation des agneaux ne devrait diminuer en rien sa confiance envers les produits ovins.

- Rationaliser les coûts de production des agneaux lourds et des agnelles de remplacement.

L'ajout de sélénium dans l'alimentation est le mode de supplémentation le plus intéressant parmi ceux mis à l'essai. En effet, il permet la meilleure augmentation du taux de sélénium hépatique et les meilleurs gains moyens quotidiens. Selon les résultats obtenus dans le cadre de ce projet, il représente une « police d'assurance » coûtant 0,32 \$ par agneau (consommation moyenne de 90 kg de moulée croissance par agneau) si le sélénium organique est utilisé et 0,20 \$ par agneau si le sélénium inorganique est utilisé. Cette police d'assurance peut permettre un meilleur fonctionnement du système immunitaire des agneaux et éviter que ceux-ci souffrent de la maladie du muscle blanc.

Nous sommes satisfaits des résultats de ce projet. En effet, ils ont permis de confirmer que certains agneaux étaient déficients en sélénium au moment du sevrage et durant l'engraissement et que la supplémentation en sélénium permet de pallier à ces manques. Le fait que le mode de supplémentation le plus intéressant soit l'ajout de sélénium dans l'alimentation nous apparaît d'autant plus intéressant qu'il n'entraîne pas de manipulation supplémentaire des agneaux.

3.3 Impact

Les résultats de ce projet démontrent que certains agneaux étaient déficients en sélénium au moment du sevrage et en cours d'engraissement. Et ce malgré qu'ils aient reçu une injection de sélénium à la naissance, que les moulées début et croissance contenaient du sélénium et qu'ils aient eu accès en tout temps à des minéraux. Comme le sélénium contribue au bon fonctionnement du système immunitaire, il nous apparaît important que les besoins des agneaux en cet élément soient comblés par l'ajout de sélénium dans l'alimentation.

C'est l'ajout de sélénium dans l'alimentation qui est le mode de supplémentation le plus intéressant. En effet, les traitements où le supplément de sélénium était ajouté dans l'alimentation ont permis d'obtenir les plus hauts taux de sélénium hépatique. Le sélénium est entreposé dans certains tissus, dont le foie, et est libéré en cas de besoin, il est donc souhaitable que les agneaux aient des réserves de sélénium. Parmi les traitements avec supplémentation en sélénium mis à l'essai, ce sont également ces traitements qui ont permis d'obtenir les meilleurs gains de poids.

Les quantités de sélénium à ajouter à l'alimentation sont minimes. Il est donc préférable que le sélénium soit ajouté lors du mélange d'une grande quantité d'aliments. À moins de posséder une moulange à la ferme, il sera alors préférable pour les producteurs que le sélénium soit ajouté à la meunerie dans la moulée croissance, dans le supplément protéique commercial ou dans le minéral destiné aux agneaux. Afin de respecter les normes d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, des prescriptions vétérinaires sont nécessaires aux producteurs désirant que leurs animaux consomment plus de 0,7 mg/jour de sélénium. Les différentes compagnies d'aliments seront informées des résultats de ce projet et contactées afin de voir les possibilités d'inclure plus de sélénium dans les aliments destinés aux agneaux.

Cette expérience n'a pas permis de déterminer qu'une des formes de sélénium, organique ou inorganique, était plus intéressante que l'autre pour rencontrer les besoins en sélénium des agneaux ou au niveau de leurs performances. Par contre, le sélénium inorganique s'est révélé moins dispendieux compte tenu des taux de sélénium ajoutés à la moulée et des suppléments de sélénium utilisés dans le cadre de ce projet.

La supplémentation en sélénium chez les agneaux et les agnelles en croissance est une approche préventive afin d'optimiser le fonctionnement du système immunitaire et de réduire les risques de maladie du muscle blanc. Cette approche pourrait permettre de diminuer l'utilisation de médicaments et de réduire le taux de mortalité durant la croissance des agneaux.

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

La réalisation du projet « Évaluation de différents modes d'apport de sélénium pour rencontrer le niveau sanguin minimum requis chez les agneaux à partir du sevrage » a confirmé qu'on rencontre des déficiences en sélénium durant l'engraissement des agneaux lourds et l'élevage des agnelles de reproduction. Ce projet démontre que c'est la supplémentation alimentaire de sélénium qui est la plus intéressante. En effet, c'est ce mode de supplémentation qui permet d'obtenir les niveaux de réserve de sélénium dans les tissus les plus élevés. Parmi les modes de suppléments mis à l'essai, c'est également l'ajout de sélénium dans l'alimentation qui a permis d'obtenir les meilleurs gains de poids. Étant donné son coût plus faible, 0,20\$ par agneau, c'est la supplémentation de sélénium inorganique alimentaire qui apparaît la plus intéressante.

La supplémentation en sélénium chez les agneaux lourds et les agnelles de remplacement nous apparaît comme une forme de police d'assurance pour optimiser le fonctionnement du système immunitaire des jeunes ovins. Cette police d'assurance pourrait permettre aux producteurs d'utiliser moins de médicament et de diminuer le taux de mortalité durant la croissance des agneaux.

Ce projet n'a pas permis d'établir de différence entre le sélénium sous forme organique et celui sous forme inorganique pour les paramètres mesurés, excepté pour le coût. Un projet se consacrant uniquement sur ce sujet permettrait de confirmer ou d'infirmer ces résultats.

Un essai comportant différents taux d'incorporation de sélénium dans la moulée apporterait aussi des informations pertinentes.

5. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

5.1 Références Citées

Bélanger, D., J. Arsenault, P. Dubreuil, C. Girard. 2001. Évaluation du statut sanitaire des troupeaux ovins du Bas-St-Laurent et de l'Estrie. 249 p.

Boies, D. 1999. Analyse de groupe provinciale en production ovine 1998. Centre d'expertise en production ovine du Québec. 60 p.

Brunet Sicotte, M. 2002. Communication personnelle.

Cinq-Mars, D. 2000. Nutrition et alimentation, minéraux. Guide production ovine. Feuille 6.70. Centre de référence en agriculture et en agroalimentaire du Québec (C.R.A.A.Q.). Bibliothèque nationale du Québec. 3 p.

Hammell, L. 1994. Notions de base en statistique. Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec (MAPAQ). 47p.

Jetté. 2001. Communication personnelle.

Koenig, K.M., L.M. Rode, R.D.H. Cohen, W.T. Buckley. 1997. Effects of diet and chemical form of selenium on selenium metabolism in sheep. *J. Ani. Sci.* 75 : 817-827.

McDowell, L.R. 1992. Minerals in animal and human nutrition. Academic Press. San Diego, Ca. p. 294-332.

Rioux, G. 2001. Communication personnelle.

Rioux, G. 2002. Communication personnelle.

Rock, M.J., R.L. Kincaid et G.E. Carstens. 2000. Effects of prenatal source and level of dietary selenium on passive immunity and thermometabolism of newborn lambs. *Small Ruminant Research* 40 : 129 - 138

SAS Institute, 2002.

Turner, R.J. et J.M. Finch. 1991. Selenium and immune response. *Proc. Nutr. Soc.* 50 :275-285