

# Impact de différents modes d'apport alimentaire de sélénium sur le statut en sélénium plasmatique chez le bovin

J.F. CABARAUX (1), J.L. HORNICK(1), L. ISTASSE(1), I. DUFRASNE(2)

(1) Service de Nutrition, Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Liège, Bât. B43, B4000 Liège, Belgique

(2) Station Expérimentale, Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Liège, Bât. B39, B4000 Liège, Belgique

**RESUME** - Douze génisses ont été réparties en quatre lots de trois animaux. Elles ont reçu pendant un mois une ration composée d'ensilage d'herbe, d'orge et de pulpes de betterave séchées et dépourvue ou enrichie d'un supplément en sélénium. Le sélénium était soit apporté par de l'herbe et de l'orge produits avec des engrais enrichis en sélénium, soit par des levures cultivées avec du sélénium, soit par de la sélénite. Les génisses ont ensuite reçu une alimentation sans supplémentation en sélénium. Trois prises de sang ont été réalisées au début et à la fin de la supplémentation puis un mois après la fin de la supplémentation en sélénium.

Par rapport au groupe "témoin", les trois groupes supplémentés en sélénium ont présenté des concentrations en sélénium significativement plus élevées à la fois dans le plasma et dans les globules rouges (mesurée par l'activité de la glutathion peroxydase). Ces dernières étaient toujours élevées un mois après la fin de la distribution des rations enrichies avec les différents types d'apports en sélénium.

## Effect of different dietary supplements of selenium on selenium status in cattle

J.F. CABARAUX (1), J.L. HORNICK (1), L. ISTASSE (1), I. DUFRASNE (2)

(1) Service de Nutrition, Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Liège, Bât. B43, B4000 Liège, Belgique

**SUMMARY** - Twelve heifers were divided into four groups of three animals. During one month, they were offered a diet made of grass silage, barley and sugar beet pulp, and enriched or not in selenium. The selenium was provided either by grass and barley produced with selenium-supplemented fertiliser or by yeast produced with selenium or by selenite. All heifers were then offered the same basal diet without selenium for a month. Blood samples were collected at the beginning and at the end of the selenium supplementation treatment and one month thereafter. The three selenium-supplemented groups as compared to the control group significantly increased the selenium concentrations both in plasma and in red blood cells (measured by the glutathion peroxidase activity). Selenium concentrations in red blood cells were still high one month after cessation of dietary treatments using the different types of selenium supplement.

## INTRODUCTION

Le sélénium (Se) est un oligo-élément qui exerce différentes propriétés biologiques importantes chez les animaux et les hommes. En plus de ses activités anti-oxydantes bien connues en tant que cofacteur de la glutathion peroxydase (GPx), le Se intervient dans le métabolisme général. En effet, la conversion de l'hormone thyroïdienne T4 en T3 est catalysée par une sélénoenzyme. En outre, il agit également dans la prévention des cancers, dans la spermatogenèse et dans l'immunité (Combs, 2001 ; Whanger, 2004). Or, les sols belges étant pauvres en Se, il existe beaucoup de sub-carences ou de carences notamment chez les herbivores. Celles-ci provoquent non seulement une diminution de l'état de santé général de l'animal et de ses performances, mais limitent également la teneur en Se dans les produits (viande, lait). Il en résulte que les besoins en Se chez l'homme ne sont pas couverts par les apports alimentaires classiques. Supplémenter en Se les rations des animaux permettrait d'améliorer leur état de santé et d'augmenter le niveau d'apport en Se pour le consommateur. L'apport alimentaire des ruminants en Se peut être réalisé soit sous forme minérale, soit sous forme organique. Le Se est nécessaire à la synthèse des sélénoprotéines qui nécessitent impérativement du Se pour le fonctionnement de leur site actif (ex : GPx). Cet oligo-élément est également associé à des composés ayant des propriétés spécifiques de prévention de pathologies telles que certains cancers ou de dysfonctionnements rénaux.

L'élément Se présente des propriétés physico-chimiques proches de celles du soufre. Il est transformé en Se organique en se substituant au soufre dans les acides aminés soufrés (méthionine et cystéine) afin de former des composés analogues séléniés (sélénométhionine et sélénocystéine). Cette substitution a lieu uniquement dans les

micro-organismes (levures) et les plantes. La sélénométhionine présente comme avantage supplémentaire la possibilité d'être stockée par les animaux sous forme de protéines corporelles. En effet, l'organisme utilisera la sélénométhionine présente dans les aliments comme il aurait utilisé la méthionine pour la synthèse protéique

Cet essai a pour but d'étudier les effets sur les taux circulants de Se (plasma, globules rouges) de trois formes de présentation du Se dans l'alimentation de bovins : une forme d'origine minérale (sélénite) et deux formes d'origine organique (levures ou aliments produits sur des terres fertilisées avec des engrais enrichis en sélénium).

## 1. MATERIEL ET METHODES

### 1.1. ANIMAUX

L'essai a été réalisé à la Station Expérimentale de la Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université de Liège. Douze génisses de race Blanc-Bleu Belge (âge : 1,5-2,5 ans ; poids vif moyen : 547 kg) ont été réparties de manière homogène en quatre groupes sur la base de l'âge et du poids. Elles ont été logées sur des stalles à métabolisme afin de pouvoir mesurer quotidiennement les ingestions et les refus. Les animaux ont été installés sur ces stalles une semaine avant le début de l'essai afin de les habituer à leur nouveau logement et d'effectuer une transition alimentaire.

### 1.2. RATION DISTRIBUEE DURANT L'ESSAI

Durant toute la période, les animaux ont reçu une ration composée d'ensilage d'herbe (56 % de la matière sèche - MS-), d'escourgeon (22 %) et de pulpes de betterave séchées (22 %). Les quantités distribuées ont été calculées initialement sur la base du poids des animaux, puis ajustées en fonction des refus. Les génisses ont consommé en moyenne 1,8 kg de MS par 100 kg de poids vif.

### 1.3. PRODUCTION DES ALIMENTS

L'ensilage d'herbe et l'escourgeon ont été produits en stations expérimentales à l'aide d'une fumure enrichie ou non en Se sous forme de sélénate. Les pulpes de betterave séchées ont été achetées à une sucrerie belge.

#### 1.3.1. Conduite de la prairie pour la production d'ensilage d'herbe enrichi en sélénium

Des prairies permanentes de la Station Expérimentale de la Faculté de Médecine Vétérinaire ont reçu une fumure enrichie ou non en Se pour la réalisation de chaque coupe d'herbe. Les applications d'engrais ont été effectuées en même temps dans les parcelles "témoin" et "engrais Se".

La première application a eu lieu le 08 avril 2003. Il s'agissait d'un engrais composé dont la formule était 15 % d'azote, 7 % de phosphore et 20 % de potassium. Chaque hectare recevait 500 kg d'engrais soit, 75 kg d'azote, 35 kg de phosphore et 100 kg de potassium. L'engrais enrichi avait une teneur en Se de 7,5 ppm de sorte que 3,75 g de Se ont été répartis par ha. La première coupe a été réalisée le 26 mai 2003. La deuxième application d'engrais contenant 21 % d'azote a eu lieu le 06 juin 2003. Chaque hectare recevait 300 kg d'engrais soit 63 kg d'azote. L'engrais enrichi avait une teneur en Se de 15 ppm permettant un apport de 4,5 g de Se par ha. La deuxième coupe a été effectuée le 21 juillet 2003. Seul l'ensilage de la première coupe a été utilisé dans le cadre de cet essai.

#### 1.3.2. Enrichissement de l'escourgeon en sélénium

Cette partie de l'essai a été réalisée au Centre de Recherches Agronomiques de Strée au cours de la campagne 2003. Une terre d'escourgeon a été divisée en deux parcelles. Trois applications d'engrais azoté ont été effectuées en même temps dans les parcelles "témoin" et "engrais Se". La parcelle "engrais Se" a reçu du Se lors des applications 2 et 3.

Lors de la première application, chaque hectare recevait 150 kg d'engrais à 27 % d'azote soit 40 kg d'azote. Pour la deuxième application, 300 kg d'engrais à 25 % d'azote ont été répartis par ha soit 75 kg d'azote. L'engrais enrichi présentait une teneur en Se de 50 ppm de sorte que 15 g de Se ont été apportés par ha. La troisième application a été réalisée avec un engrais azoté à 25 % d'azote. Chaque hectare recevait 200 kg d'engrais soit 50 kg d'azote. L'engrais enrichi présentait une teneur en Se de 50 ppm apportant 10 g de Se par ha.

#### 1.4. DIFFÉRENTES FORMES DE SUPPLÉMENTATION EN SELENIUM

Les teneurs en Se des aliments sont présentées dans le tableau 1. Dans le groupe "témoin", l'herbe et l'escourgeon distribués avaient été produits sur des terres fertilisées avec des engrais ne contenant pas de Se. Cette ration contenait

0,071 mg Se / kg MS. Dans le groupe "engrais Se", l'ensilage d'herbe et l'escourgeon distribués avaient été cultivés sur des terres fertilisées avec des engrais contenant de Se. Cette ration contenait 0,219 mg Se / kg MS. La ration du groupe "levure" comprend les mêmes aliments que ceux du groupe "témoin". La quantité de levures a été calculée pour apporter 0,149 mg Se / kg MS, soit la différence entre les teneurs en Se des rations "témoin" et "engrais Se". Il s'agit de levures (Sel-Plex®, Alltech, France) permettant une supplémentation en Se organique. Les animaux du groupe "minéral" ont également reçu les mêmes aliments que ceux du groupe "témoin". Dans ce groupe, la différence de 0,149 mg Se / kg MS a été comblée par une supplémentation en Se minéral sous forme de sélénite de sodium (Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>) (Dox-al®, Orffa, Belgique).

La supplémentation en ces différentes formes de Se a duré un mois. Les génisses ont ensuite été regroupées en stabulation libre où elles ont toutes reçu une ration (non supplémentée en Se) contenant des aliments cultivés sur des terres fertilisées avec des engrais ne contenant pas de Se.

#### 1.5. MESURES

Des prises de sang (20cc) ont été réalisées sur deux tubes héparinés le premier jour et le dernier jour de la supplémentation et un mois après la fin de la supplémentation pour visualiser les effets des diverses formes de présentation de Se. Un tube a été centrifugé pour l'obtention du plasma. Celui-ci a servi à déterminer la concentration plasmatique en Se (Se-Pl) par spectrométrie de masse couplée à une torche à plasma sur les échantillons prélevés en début et en fin de supplémentation. La gamme d'étalonnage s'étendait entre 23 et 200 µg / l. L'AUTRE tube n'a pas été centrifugé et a été envoyé dans un laboratoire extérieur. Il a permis d'obtenir la teneur en Se dans les globules rouges (Se-GPx) par mesure de l'activité de la GPx sur les échantillons des trois prélèvements en suivant une méthode adaptée de celle décrite par Paglia et Valentine (1967).

#### 1.6. TRAITEMENT STATISTIQUE

Les données obtenues en fin de supplémentation et un mois après la fin ont été analysées par ANOVA I en utilisant les valeurs de début d'essai comme facteur de covariance afin d'éliminer les différences existantes initialement.

Les comparaisons de données entre périodes ont été effectuées à l'aide d'un test de T apparié.

## 2. RÉSULTATS

### 2.1. ALIMENTS

La composition chimique des constituants majeurs des aliments est donnée dans le tableau 1.

**Tableau 1** : composition chimique des constituants entrant dans la composition des rations

	Ensilage d'herbe "témoin"	Escourgeon "témoin"	Ensilage d'herbe "engrais Se"	Escourgeon "engrais Se"	Pulpe de betterave séchée
Matière Sèche (%)	28,7	86,9	29,6	88,2	90,2
Protéines Brutes (g / kg MS)	156	101	144	115	103
Fibre ADF (g / kg MS)	463	56	448	67	206
Calcium (g / kg MS)	6,5	0,9	7,5	0,8	12,0
Phosphore (g / kg MS)	3,5	3,5	4,2	3,1	1,2
Sélénium (mg / kg MS)	0,07	0,03	0,23	0,30	0,11

**Tableau 2** : influence de la forme de supplémentation en sélénium sur les paramètres sanguins en sélénium chez les génisses

Groupes	Se-Pl (µg / l)		Se-GPx (µg / l)		1 mois après la fin supplémentation
	Début supplémentation	Fin supplémentation	Début supplémentation	Fin supplémentation	
Témoin		41,02 <sup>a</sup> ± 1,88		32,57 <sup>AA</sup> ± 2,36	24,32 <sup>Ab</sup> ± 2,60
Engrais Se	36,92	70,45 <sup>b</sup> ± 1,88	32,33	38,72 <sup>abA</sup> ± 2,09	36,46 <sup>Ba</sup> ± 2,30
Levure		90,57 <sup>c</sup> ± 1,87		42,32 <sup>Ba</sup> ± 2,16	45,42 <sup>Ca</sup> ± 2,37
Minéral		79,63 <sup>d</sup> ± 1,87		41,05 <sup>Ba</sup> ± 2,09	41,80 <sup>BcA</sup> ± 2,30
Statistiques					
P<F		0,001		0,096	0,004
Écart type résiduel		1,22		1,36	1,49

<sup>a, b, c, d</sup> : les données dans une même colonne avec des lettres différentes en exposant sont significativement différentes à (P<0,05) ;

<sup>A, B</sup> : les données sur une même ligne avec des lettres différentes en exposant sont significativement différentes à (P<0,05) ;

Se-Pl : sélénium mesuré dans le plasma ; Se-GPx : sélénium estimé par la mesure de l'activité de la glutathion peroxydase dans les globules rouges.

L'enrichissement en Se des fumures n'a pas influencé la composition chimique de l'ensilage d'herbe et de l'escourgeon. Par contre, la supplémentation en Se par les engrais a triplé la concentration en Se dans l'ensilage d'herbe (0,23 vs. 0,07 mg / kg MS) et augmenté d'un facteur 10 la teneur en Se dans l'escourgeon (0,30 vs. 0,03 mg / kg MS) par rapport aux aliments produits sans Se.

## 2.2 DONNEES SANGUINES

Les concentrations en Se sont présentées dans le tableau 2. Dans le groupe "témoin", la teneur en Se-Pl à la fin de l'essai était proche de celle observée au début (36,9 vs. 41,0 µg / l). Dans les groupes supplémentés, c'est le groupe "levure" qui a significativement les teneurs en Se-Pl les plus élevées (90,6 µg / l) et le groupe "engrais Se", les teneurs les plus faibles (70,5 µg / l), le groupe "minéral" présentant des valeurs intermédiaires (79,6 µg / l).

Les teneurs en Se-GPx dans le groupe témoin ont été semblables lors des deux premières prises de sang. (32,3 vs. 32,6 µg / l). Par contre, cette concentration a été plus faible lors de la prise de sang réalisée un mois après la fin de la supplémentation (24,3 µg / l). Lors de la deuxième prise de sang, les teneurs en Se-GPx ont augmenté dans les trois groupes supplémentés, les différences entre ces trois groupes n'étant néanmoins pas significatives. Un mois après la fin de la supplémentation, les trois groupes supplémentés ont montré des teneurs en Se-GPx significativement supérieures à celles du groupe témoin. Par ailleurs, ces teneurs dans les groupes supplémentés n'ont pas varié significativement entre les prises de sang 2 et 3 (en moyenne, 40,7 et 41,2 µg / l respectivement).

## 3. DISCUSSION

Il n'y a apparemment pas d'unanimité pour ce qui concerne le niveau des apports recommandés en Se chez les ruminants. D'après Gueguen *et al.* (1988) et ARC (1990) des teneurs de 0,1 mg Se / kg MS seraient suffisantes. A l'opposé, NRC (2001) recommande un apport en Se dans la ration de 0,3 mg / kg MS. L'ENSILAGE d'herbe et l'escourgeon produits avec des engrais classiques (sans Se) ont présenté des teneurs très faibles lorsqu'on les compare aux valeurs mentionnées ci-dessus. Cette situation semble assez fréquente en Belgique de sorte que l'on peut considérer que les fourrages et les céréales produites sont sub-carencés ou carencés en Se. La concentration de 0,11 mg / kg MS dans les pulpes séchées est à considérer également comme faible de sorte que globalement, la concentration en

Se dans la ration témoin n'a été que 0,071 mg / kg MS. L'UTILISATION de fourrages et de céréales produits avec des engrais enrichis en Se a permis une élévation de la teneur de la ration en Se pour atteindre 0,22 mg / kg MS. Bien que toujours inférieure à la valeur recommandée par le NRC (2001), cette valeur a été utilisée pour calculer la supplémentation en Se organique (levures) ou en Se minéral (sélénite).

La pauvreté des sols belges en Se explique les faibles séléniémies rencontrées habituellement dans les troupeaux bovins non supplémentés, principalement lors du pâturage. Chez les bovins, le seuil plasmatique en dessous duquel l'animal peut être considéré comme carencé est de 70 µg / l. Les animaux en début d'essai sont donc carencés puisque la séléniémie plasmatique moyenne était de 36,9 µg / l. Après un mois de supplémentation, bien que les valeurs observées soient significativement différentes, les trois formes de supplémentation ont permis aux génisses de retrouver une séléniémie plasmatique normale. La plus faible valeur de séléniémie observée dans le groupe "engrais Se" est probablement due au fait que les différentes variétés de plantes qui composent la prairie ne métabolisent pas toutes de la même façon le sélénium. A titre d'exemple, *Lolium perenne* concentre mieux le Se (0,146 vs 0,029 mg / kg MS) que *Plantago lanceolata* (0,025 vs 0,024 mg / kg MS) quand ils sont produits avec des engrais enrichis en Se (de Behr *et al.*, 2003). L'ensilage, provenant d'un silo-tranchée, était constitué d'herbes issues de différentes parties d'une même prairie et de prairies différentes. Cette situation a donc probablement augmenté l'hétérogénéité des apports en Se par les aliments produits avec des engrais enrichis en Se. Les apports en Se ont été néanmoins suffisants dans le groupe "engrais Se" puisqu'une séléniémie plasmatique de nouveau normale est obtenue après un mois de supplémentation (Tableau 2).

Pour ce qui concerne le Se-GPx, les teneurs étaient augmentées après un mois de supplémentation, les différences entre les trois groupes supplémentés n'étant pas significativement différentes. Ces teneurs étaient toujours élevées un mois après la fin de la complémentation indiquant une "rémanence" des effets de la supplémentation. La relativement longue demi-vie (60 jours) des globules rouges peut expliquer ce phénomène, la GPx étant synthétisée en même temps que les érythrocytes. Le dosage de la Se-GPx dans les globules rouges permet donc d'obtenir une image du statut en Se de l'animal au moment de la synthèse des globules.

L'enrichissement de la ration en Se a été réalisé en suivant deux approches fondamentalement différentes 1) l'amélioration des teneurs en Se dans les aliments, 2) l'ajout d'un supplément à base de Se. L'utilisation d'engrais enrichis en Se permet la production de fourrages pour le bétail mais également de céréales pour l'homme et l'animal. Il s'agit d'un enrichissement des aliments en Se en suivant l'axe "sol – plante – animal – produits animaux" destinés à l'alimentation de l'homme. Il est à remarquer que l'épandage du Se est réalisé à raison de quelques grammes par hectare, cette application de Se devant être réalisée à chaque application nouvelle d'une fumure pour les prairies et avec les fractions azotées terminales pour les céréales. L'ajout d'un supplément à une ration contenant des aliments déficitaires en Se nécessite une complémentation journalière à des doses bien déterminées. Cette approche apparaît moins sécurisante avec le risque de surdosage accidentel en Se.

## CONCLUSION

L'utilisation d'engrais enrichis en sélénium lors de la fertilisation des prairies et des terres de culture permet donc

bien d'augmenter les concentrations en Se dans les aliments et dans le sang des génisses consommant ces aliments. Cet enrichissement des engrais devrait être systématique dans les régions dont le sol est carencé en Se, afin d'ajuster les teneurs en Se de tous les aliments à minimum 0,1 voire 0,2 mg / kg MS, destinés aussi bien aux animaux qu'à l'homme.

*Ce travail a bénéficié du soutien financier de la Direction Générale de l'Agriculture du Ministère de la Région Wallonne de Belgique*

**ARC, 1990.** CAB International, Royaume-Uni, 1-351

**Combs G.F. Jr., 2001.** Br. J. Nutr., 85, 517-547

**de Behr V., Coenen M., Hambuckers A., Cabaraux J.F., Kamphues J., Istasse L., Dufrasne I. 2003.** In: Proceedings of 7th Conference of the Eur. Soc. Vet. and Comp. Nutr., Hanover, (All.) 3-4 October 2003, 88

**Gueguen L., Lamand M., Meschy F., 1988.** Alimentation des bovins, ovins et caprins, INRA, France, 95-111

**NRC, 2001.** Nutrient requirements of dairy cattle, 7th revised edition, Nat. Acad. Press, USA, 1-381

**Paglia D.E., Valentine W.N., 1967.** J. Lab. Clin. Med. 70, 158-169

**Whanger P.D., 2004.** Br. J. Nutr., 91, 11-28