

Étude de deux formes de sélénium alimentaire administré à la vache de boucherie en période péripartum, sur le statut du sélénium, l'activité de la glutathion peroxydase et la réponse du système immunitaire de son veau

Par les D^{rs} Yvon Couture, Younès Chorfi, Nourredine Jinane et Alain Fournier

Projet financé principalement par le Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAC).

Projet réalisé au Centre de recherche en sciences animales de Deschambault de février à décembre 2009.

Mai 2011

Partenaires au financement :

Fédération des producteurs de bovins du Québec;

Centre de recherche en sciences animales de Deschambault;

La Coopérative fédérée;

La compagnie Alltech.

Rôles du sélénium (Se)

Oligoélément indispensable;

Interagit avec la vitamine E (antioxydant);

Fonction biologique via les GSH-Px;

Facteur de prévention de la dystrophie musculaire chez le jeune;

Intervient dans le métabolisme thyroïdien : $T_4 \rightarrow T_3$ (deiodinase de type 1).

Rôles du sélénium (suite)

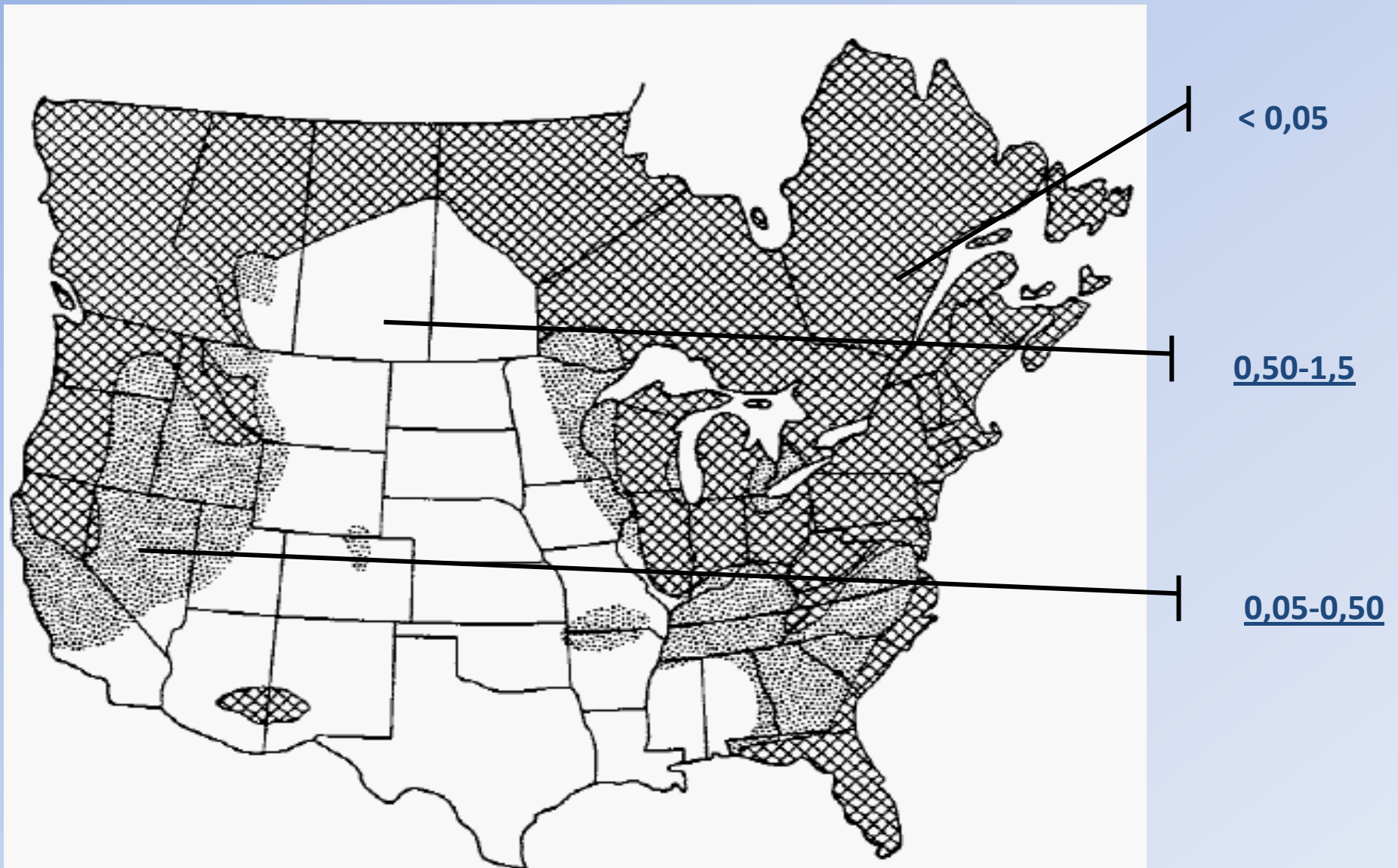
Intervient dans la rétention placentaire et la métrite (Spears et Weiss, 2008; Harrison et coll., 1984);

Avortements et infertilité (Scherzer, 2009);

Améliore la réponse immunitaire :

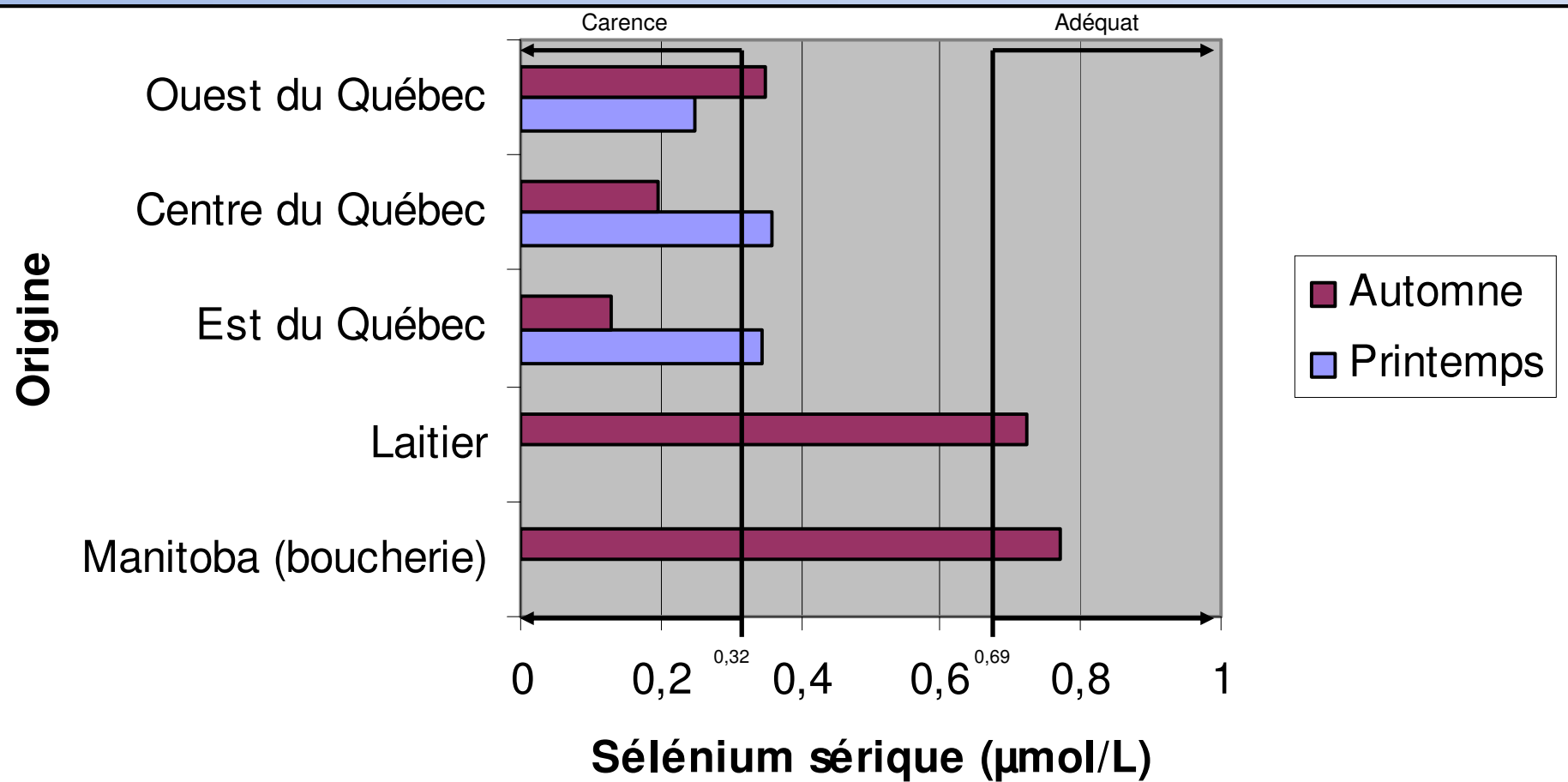
- Mammites (Spears et Weiss, 2008);
- Adhérences des neutrophiles aux pathogènes (Spears, 2000);
- Se inorganique augmente IgG colostrum et absorption IgG chez les veaux (Swecket et coll., 1995).

Concentrations en sélénium (ppm) dans les fourrages et les grains



Sélénium

Taux sériques moyens du sélénium pour les animaux des différentes régions



Situation

Le sélénium sérique est déficient chez les veaux de boucherie du Québec.

Mortalité des veaux :

- Québec : 9,8 % (AGECO, 2006);
- Nord-ouest du Québec : 16,2 % (Gabana, 1995);
- Ontario : 6,7 % (Université Guelph; ministère de l'Agriculture de l'Ontario, 2006);
- Les travaux controversés quant à l'effet du sélénium sur le système immunitaire.

Hypothèse

- La source de Se administré aux vaches en période péripartum influencerait le transfert du Se de la mère au veau par voies placentaire, colostrale et lactée.
- Celle-ci influencerait la réponse immunitaire du veau.

Objectifs

1. Évaluer la réponse immunitaire des veaux de boucherie en fournissant aux vaches du sélénium organique et inorganique (3 mg/animal/j), durant la période péripartum.
2. Évaluer l'effet du sélénium sur :
 - La phagocytose;
 - La flambée oxydative;
 - Le ratio des lymphocytes CD4/CD8.

Moyens

Sélénium sérique chez la vache et son veau;

Activité de la GSH-Px dans le sang entier chez la vache et son veau;

Sélénium dans le colostrum et le lait;

Évolution du poids des veaux.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Animaux (suite)









- Trente-huit vaches de races angus et simmental;
- Insémination avec des taureaux de race hereford.

Critères retenus pour la formation des groupes

Traitements	n	Poids moyen (kg)	Âge moyen (année)	Indice de gain moyen ⁽¹⁾
A) Se organique (3 mg/vache/j)	10	652 ± 82,3	6,1	101 ± 15,4
B) Se inorganique (3 mg/vache/j)	10	636 ± 105,3	6,2	102 ± 18,2
C) Zéro Se ajouté	18	637 ± 127	6,1	102 ± 13,3

(1) L'indice de gain moyen en présevrage des veaux des vaches inscrites au PATBQ.

Animaux (suite)

		C	
A	B	C1	C2
<p>10</p>  <p>3 mg/animal/j Se organique Alt</p> <p>↓</p>  <p>Zéro Se injecté</p>	<p>10</p>  <p>3 mg/animal/j Se inorganique Alt</p> <p>↓</p>  <p>Zéro Se injecté</p>	<p>9</p>  <p>Zéro Se Alt</p> <p>↓</p>  <p>Zéro Se injecté</p>	<p>9</p>  <p>Zéro Se Alt</p> <p>↓</p>  <p>0,087 mg/kg Se IM</p>

Alimentation

Foin à volonté;

Un kilogramme d'orge;

Cent vingt-cinq grammes de
suppléments de minéral par jour

Minéral :

- Transi-bœuf (Coop.);
- *Se organique* Sel-Plex (Alltech);
- *Se inorganique* (sélénite de Na).

Sélénium fourni aux vaches par la ration (supplément minéral, foin et orge) en mg/vache/j

Période	Supplément minéral		Foin et orge
	Organique	Inorganique	
Préexpérimentale	-	0,27	0,61
Prépériode de mises bas et période de mises bas	2,83	2,69	0,74
Postpériode de mises bas	2,57	2,72	0,86

Teneur en sélénium :

Foin : 0,037 ppm;

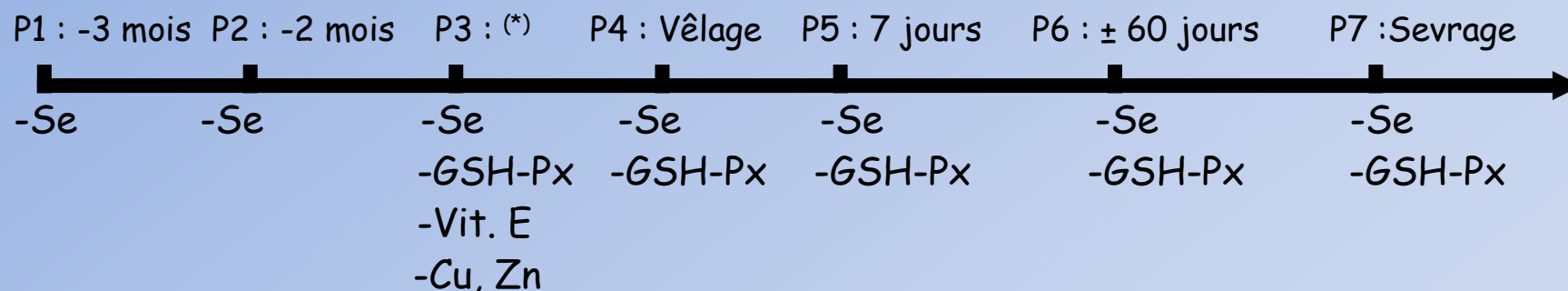
Orge : 0,016 ppm.

Alimentation des veaux

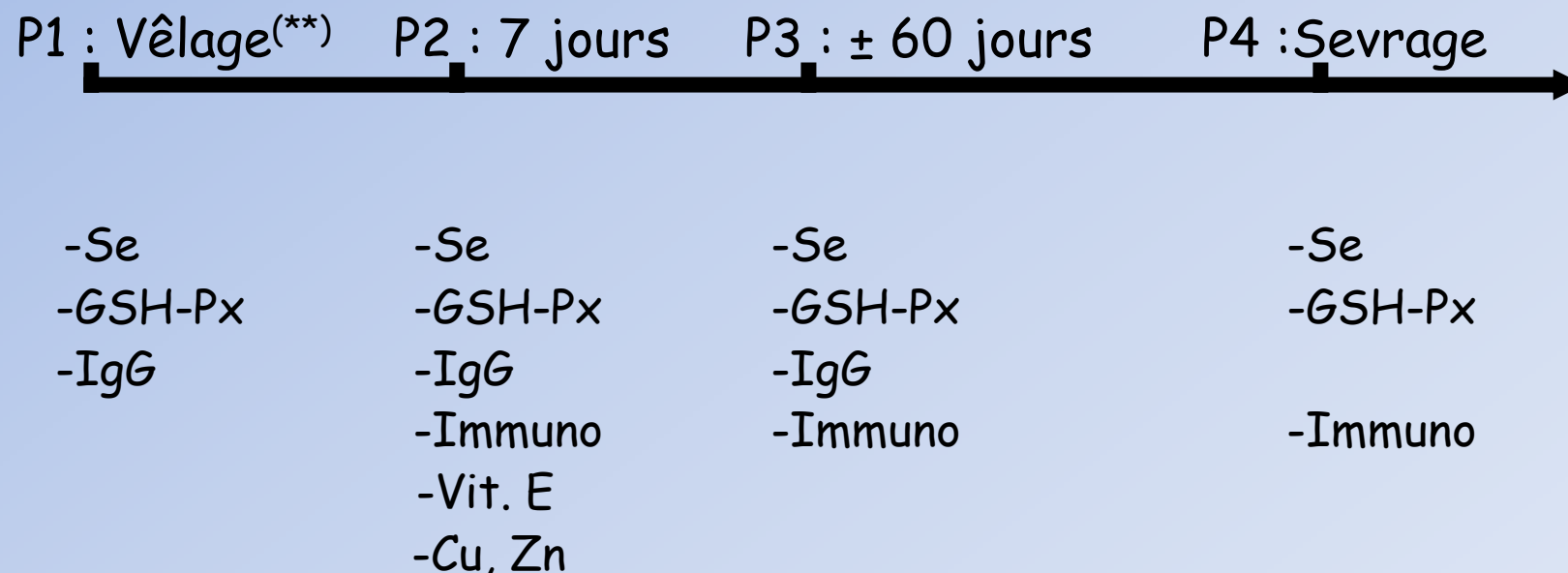
- Lait de leur mère;
- Accès au foin;
- Aucun supplément (minéraux ou grains).

Prélèvements

VACHES :



VEAUX :




(*) : 15 à 20 jours avant le vêlage; (**) : Avant la 1^{re} tétée.

Techniques de laboratoire

Dosage		Technique
Se		HPLC
GSH-Px		Méthode colorimétrique
Immunologie	Phagocytose Flambée respiratoire Ratio CD4/CD8	Cytométrie en flux
	Anticorps	Immunodiffusion radiale

Analyse statistique des résultats

- SAS, version 9,1, Cary, N.C.;
- ANOVA à mesures répétées;
- Contrastes traités avec correction de Bonferroni

Facteurs :  Prélèvement (facteur intra-sujets);
Traitement (facteur entre sujets);
Interaction prélèvement/traitement.

- La différence significative acceptée à $P < 0,05$.

RÉSULTATS

Santé

Veaux :

Aucun problème rapporté.

Vaches :

Deux vaches mortes (groupe c) :

- Une peu après la mise bas;
- Une atteinte de paratuberculose.

Tableau 6

Résultats de gestations confirmées à la suite des inséminations à période fixe, suite à un protocole de synchronisation de l'œstrus, chez les vaches du projet sélénium

Traitements	Gestations confirmées			Total
	1re insémination	2e insémination	3e insémination	
Se organique (A) (9)	3	4	1	8/9 (89 %)
Se inorganique (B) (8)	3	2	x	5/8 (63 %)
Trait Se				13/17 (76 %)
Zéro Se ajouté (C) (14)	9	2	x	11/14 (79 %)
Ensemble des traitements	15/31 (48 %)	8/16 (50 %)	1	24/31 (77 %)

() = Nombre de vaches mises à la reproduction.

Figure 1

Mesures du poids des vaches à différents temps, selon le traitement, au cours du projet

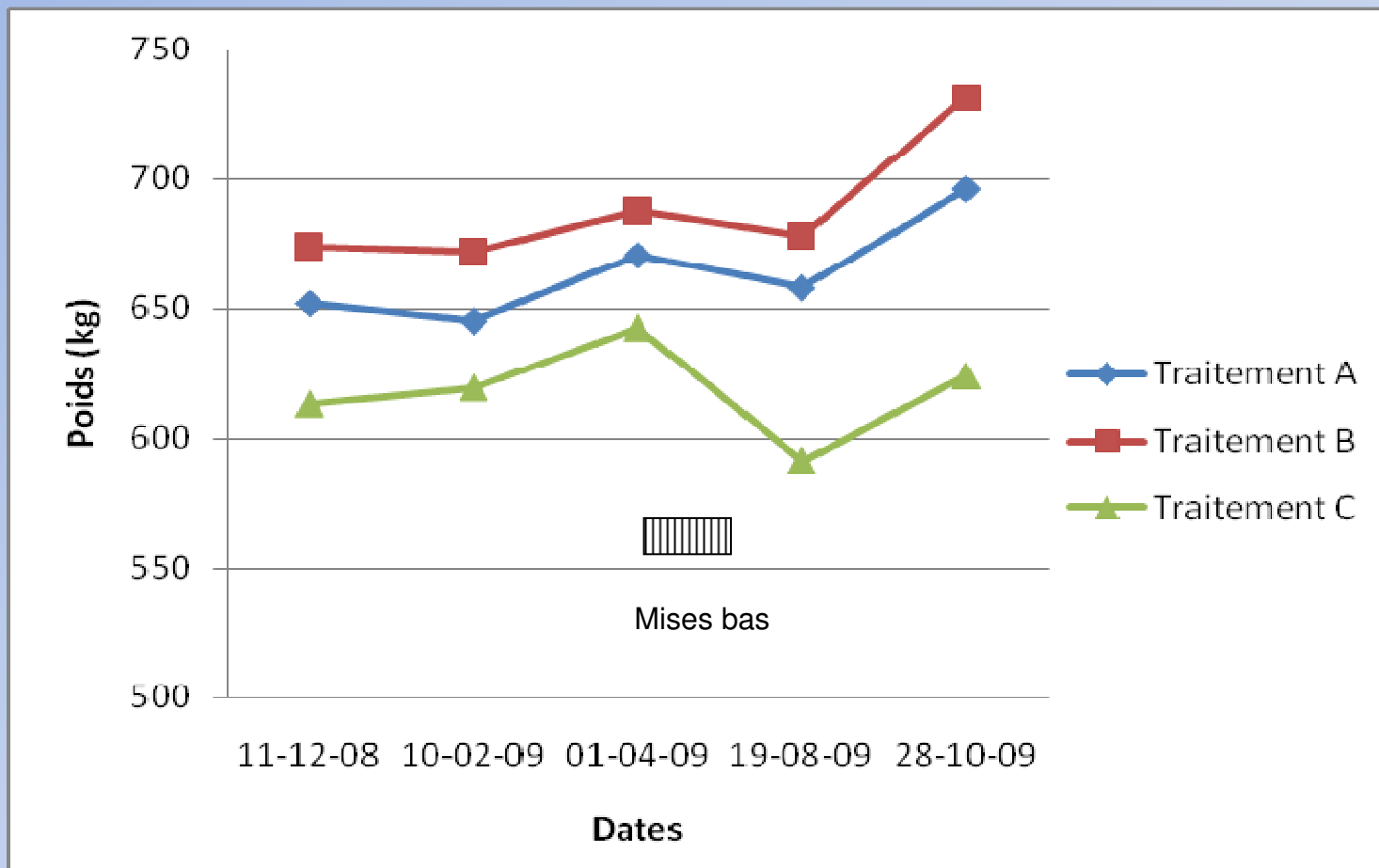


Figure 2

Mesures de la condition de chair des vaches, à différents temps, selon le traitement, au cours du projet

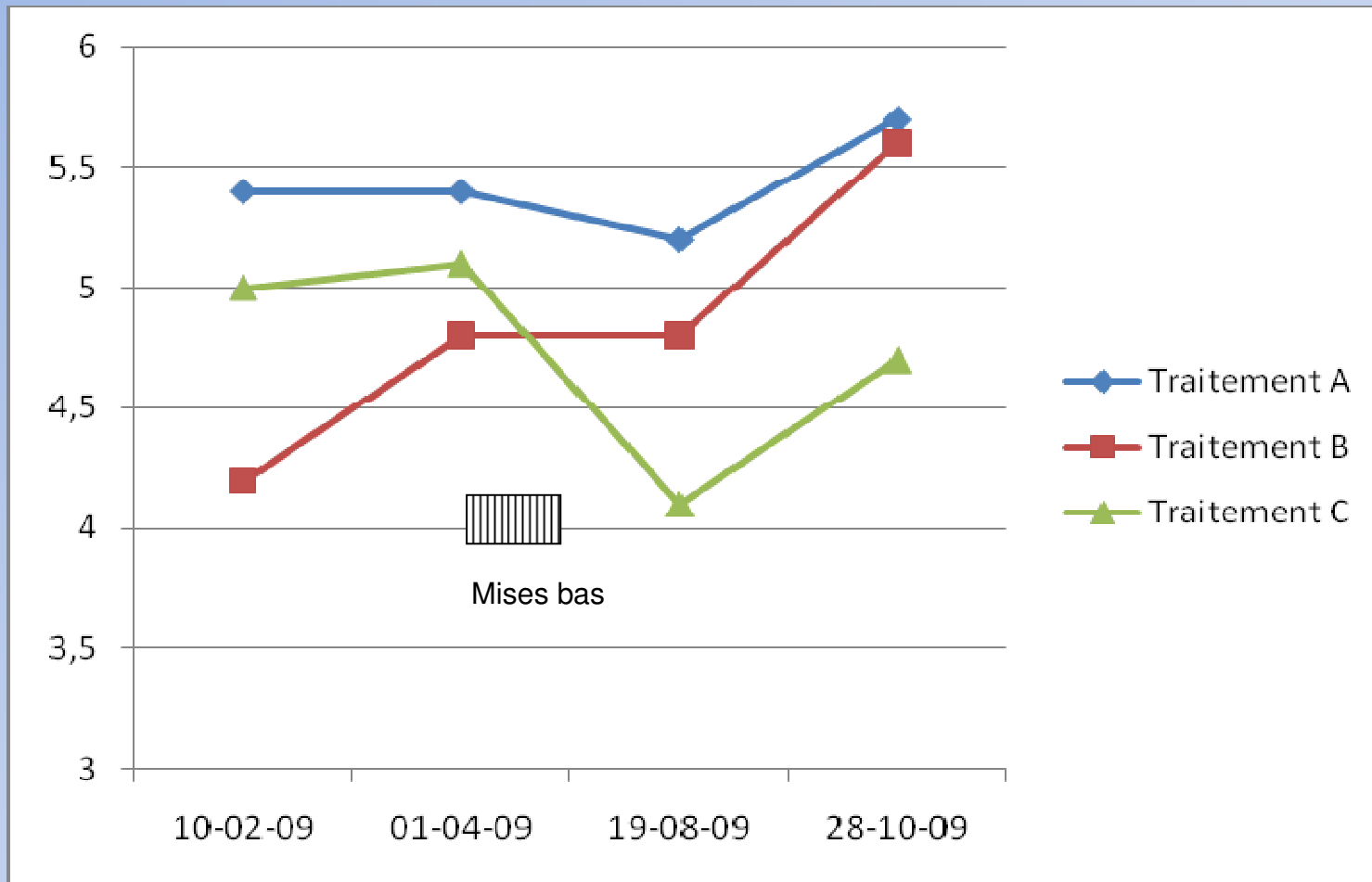


Tableau 9

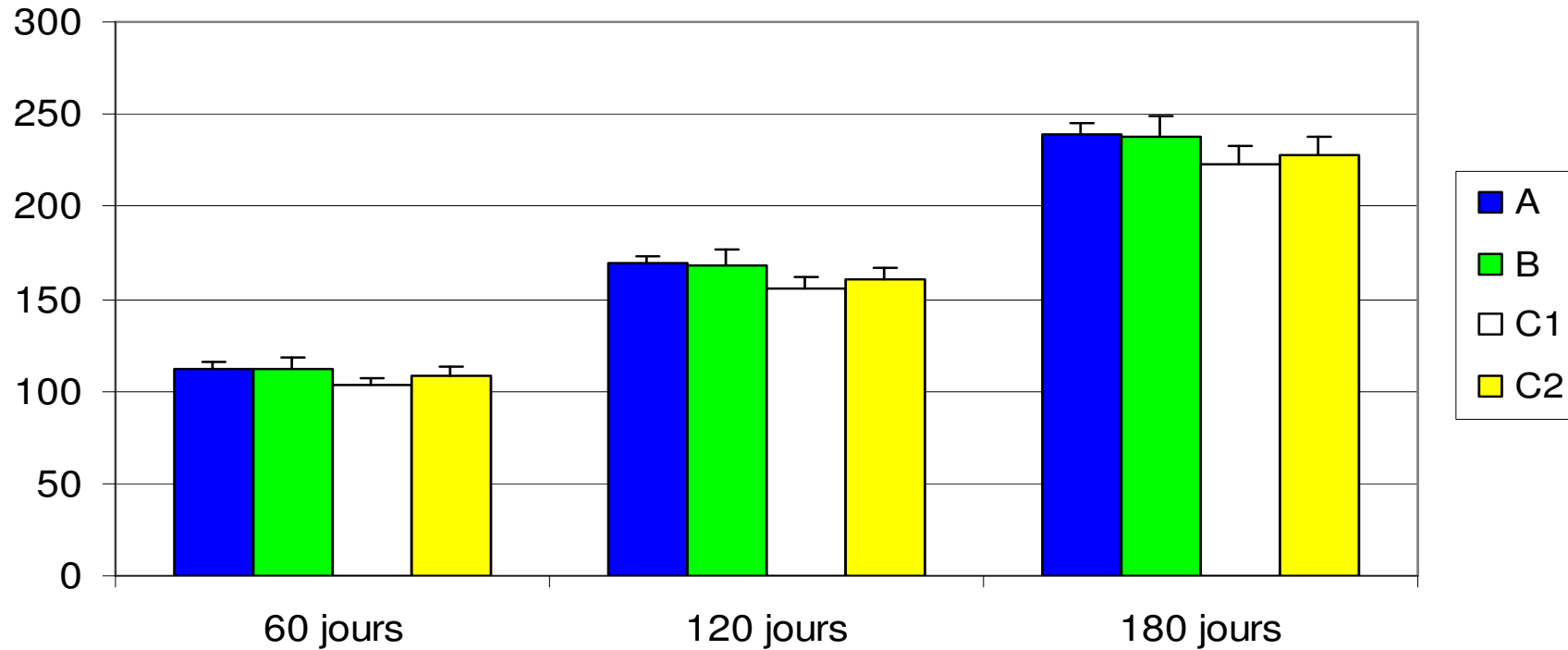
Résultats du cuivre, du zinc et de la vitamine E chez les veaux et les vaches, et de la créatine kinase chez les veaux

Groupes d'animaux et traitements	Paramètres			
	Cuivre ($\mu\text{mol/L}$)	Zinc ($\mu\text{mol/L}$)	Vitamine E ($\mu\text{g/dL}$)	Créatine kinase (U/L)
Vaches⁽¹⁾				
A	10,16 \pm 1,49	14,03 \pm 1,53	386,4	
B	11,57 \pm 2,76	13,9 \pm 1,41	417,7	
C	11,64 \pm 1,59	13,92 \pm 1,99	371,4	
Veaux⁽²⁾				
A	12,31 \pm 2,86	19,99 \pm 2,56	272,4	77,9 \pm 89,7
B	11,16 \pm 1,78	18,92 \pm 3,04	254,4	75,6 \pm 95,65
C-1	13,62 \pm 2,79	18,76 \pm 2,43	224,4	60,4 \pm 19,78
C-2	12,05 \pm 3,13	19,95 \pm 4,25	235,6	136,2 \pm 235,23

(1) Pour les vaches, ces paramètres ont été vérifiés \pm trois semaines antépartum. (2) Pour les veaux, ces paramètres ont été vérifiés à une semaine d'âge.

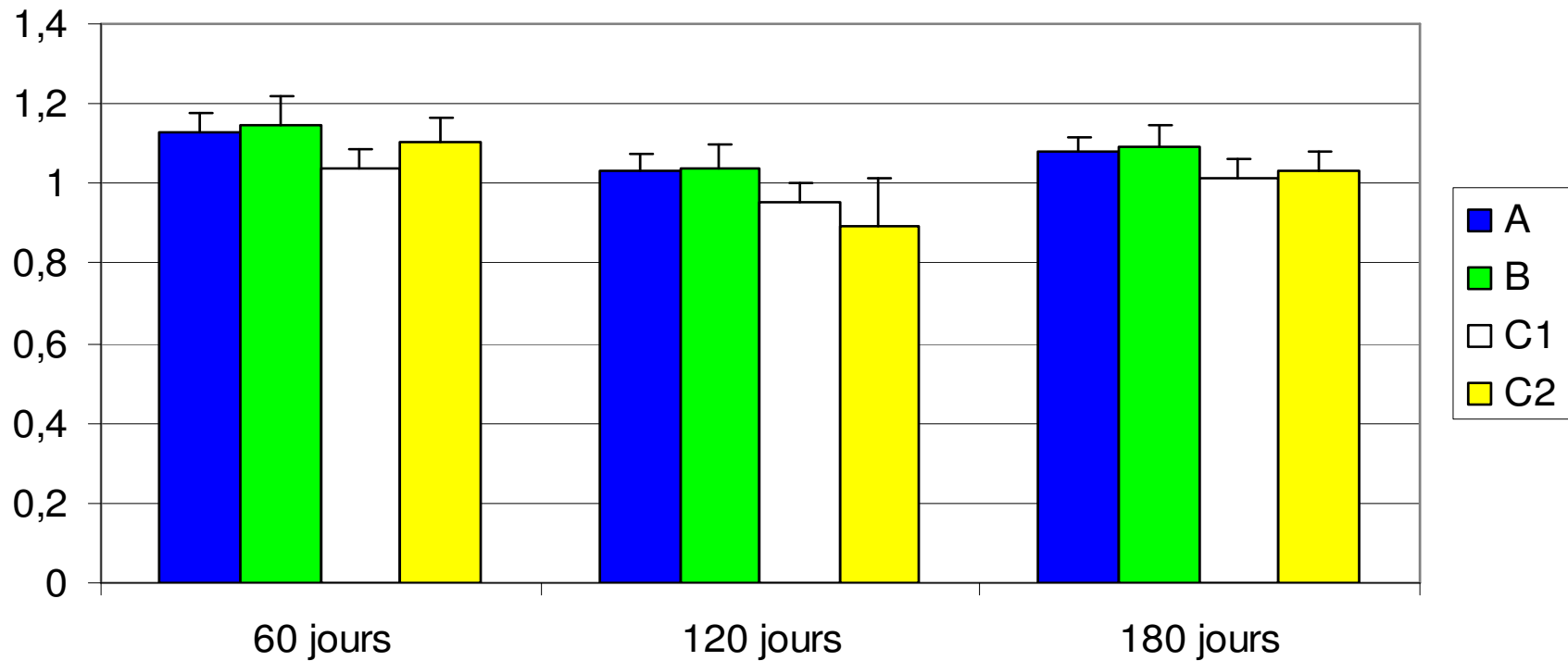
A : se organique; B : Se inorganique; C-1 : Veaux non injectés Se; C-2 : Veaux injectés se.

Poids corrigé des veaux (Kg)



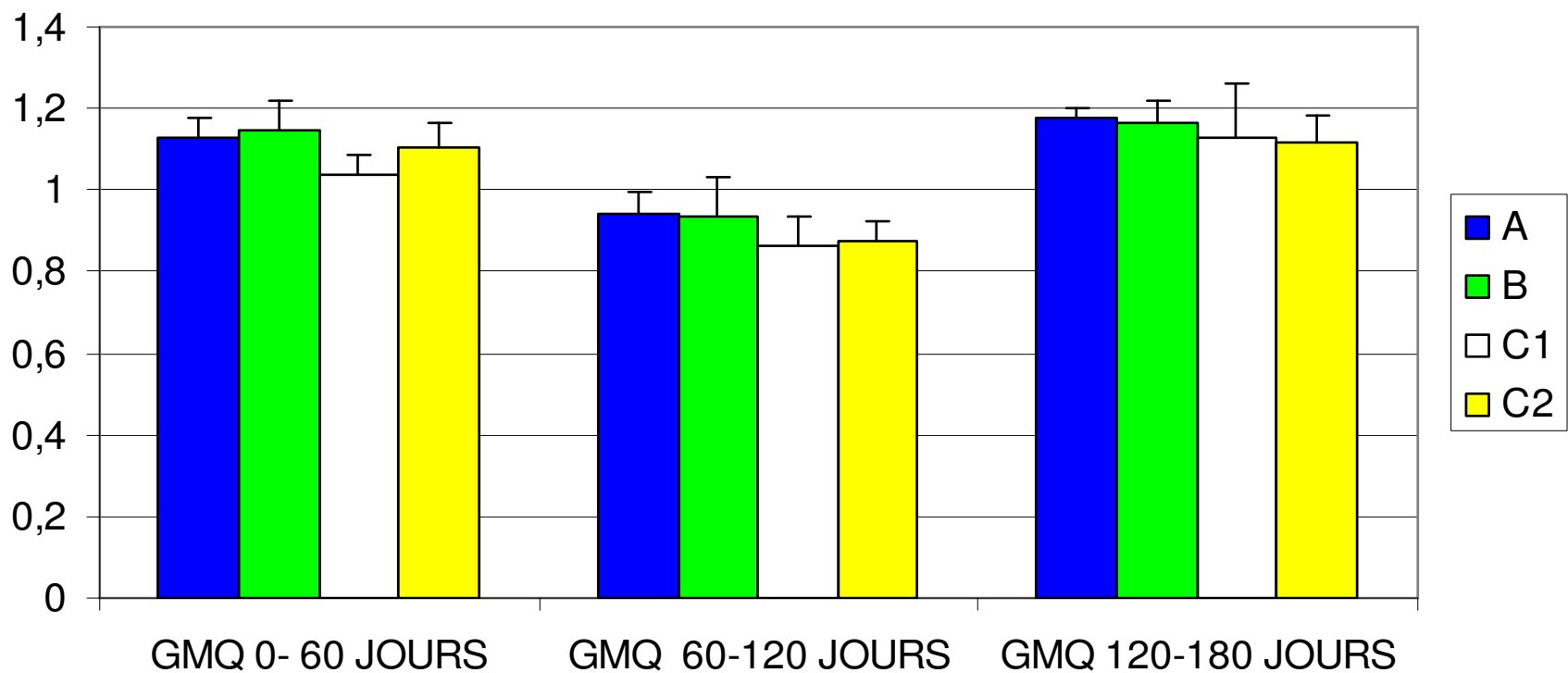
	60 jours	120 jours	180 jours
<i>P</i>	> 0,07 NS	> 0,04 NS (Bonfirroni)	> 0,16 NS

GMQ des veaux (Kg)



Pas de différence significative entre chacun des traitements $P > 0,1$.

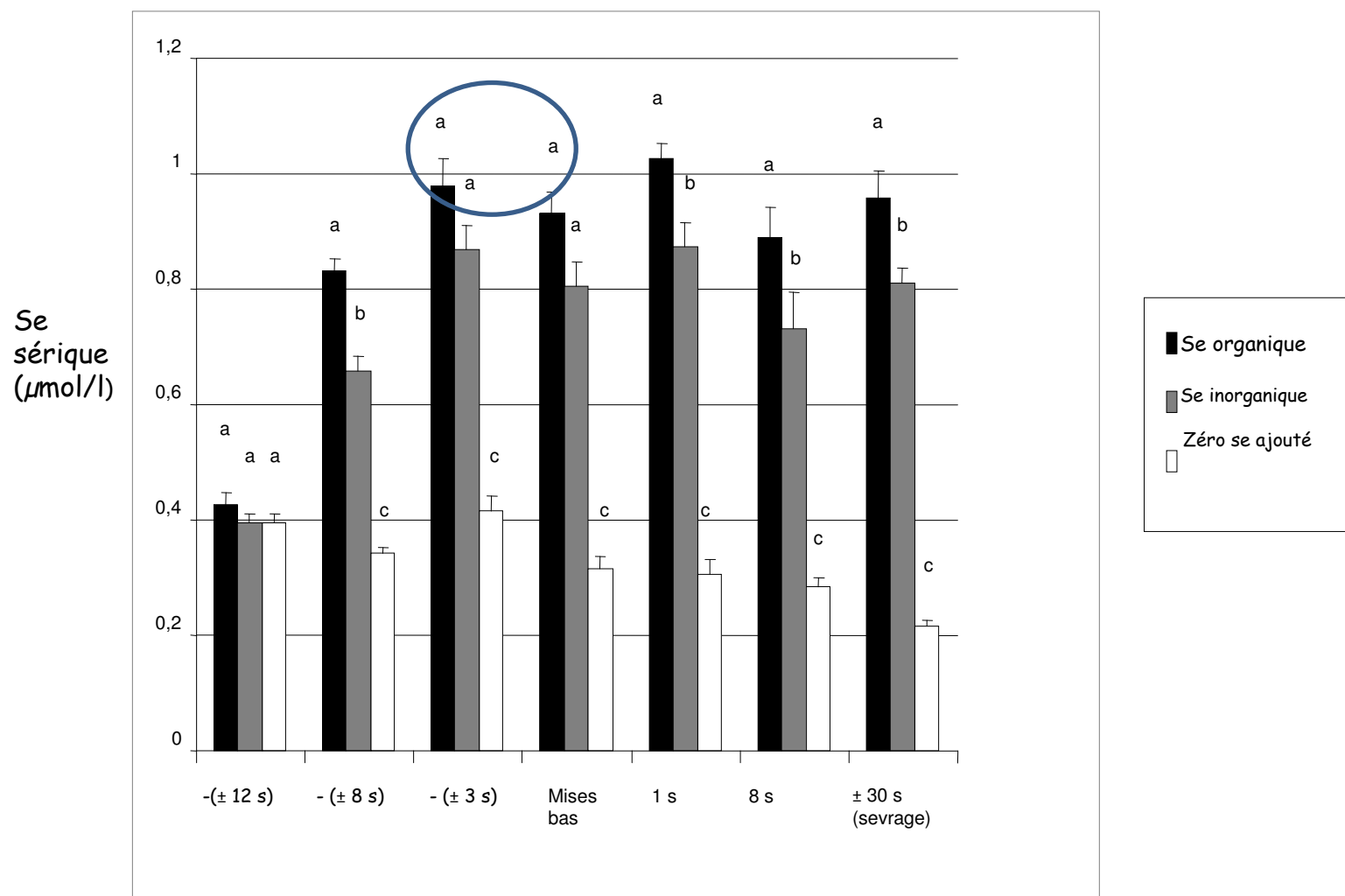
GMQ des veaux par periode (Kg)



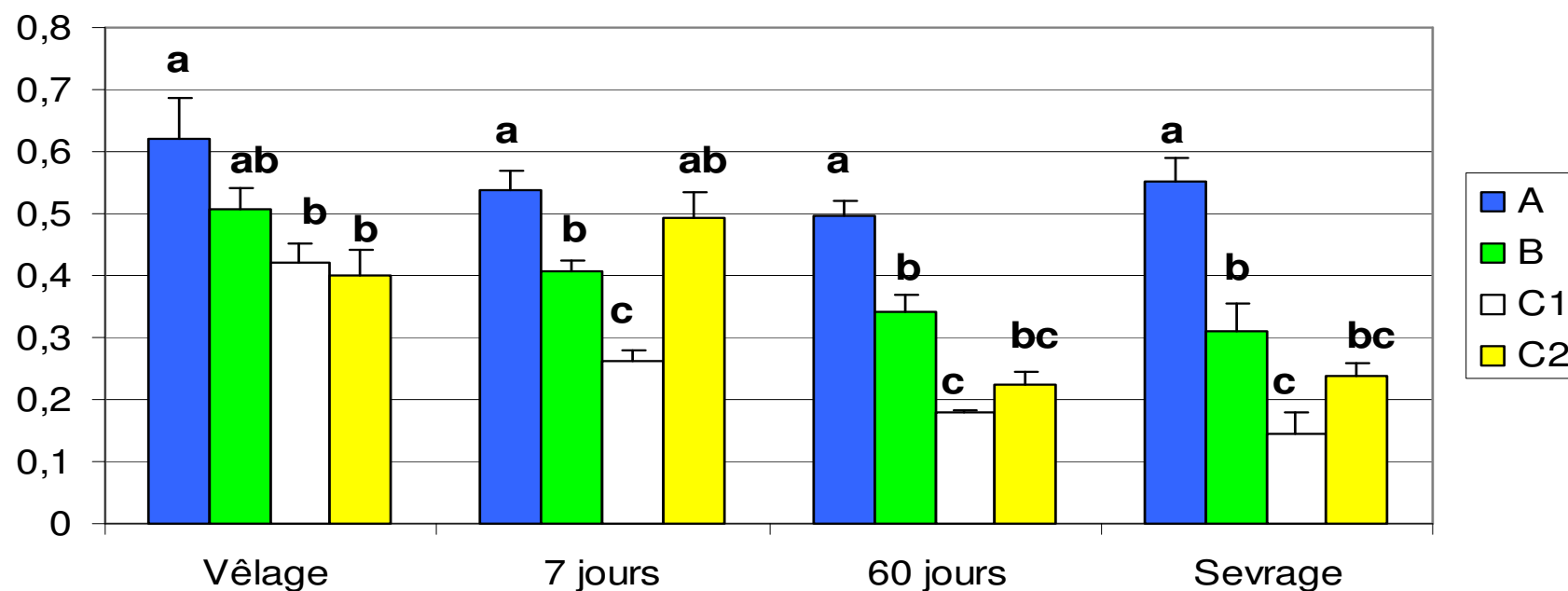
Pas de différence significative entre chacun des traitements $P > 0,1$.

Figure 4

Se sérique ($\mu\text{mol/L}$) chez les vaches

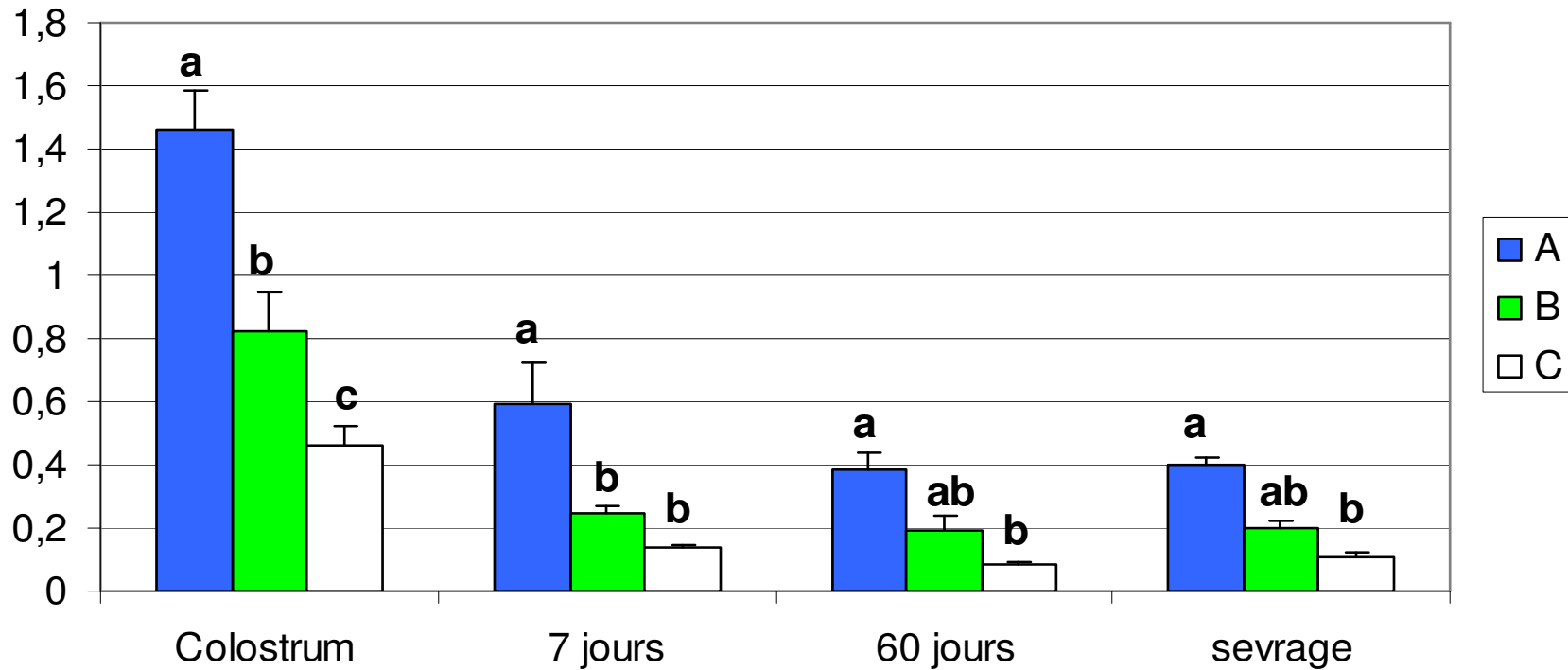


Se sérique des veaux ($\mu\text{mol/L}$)



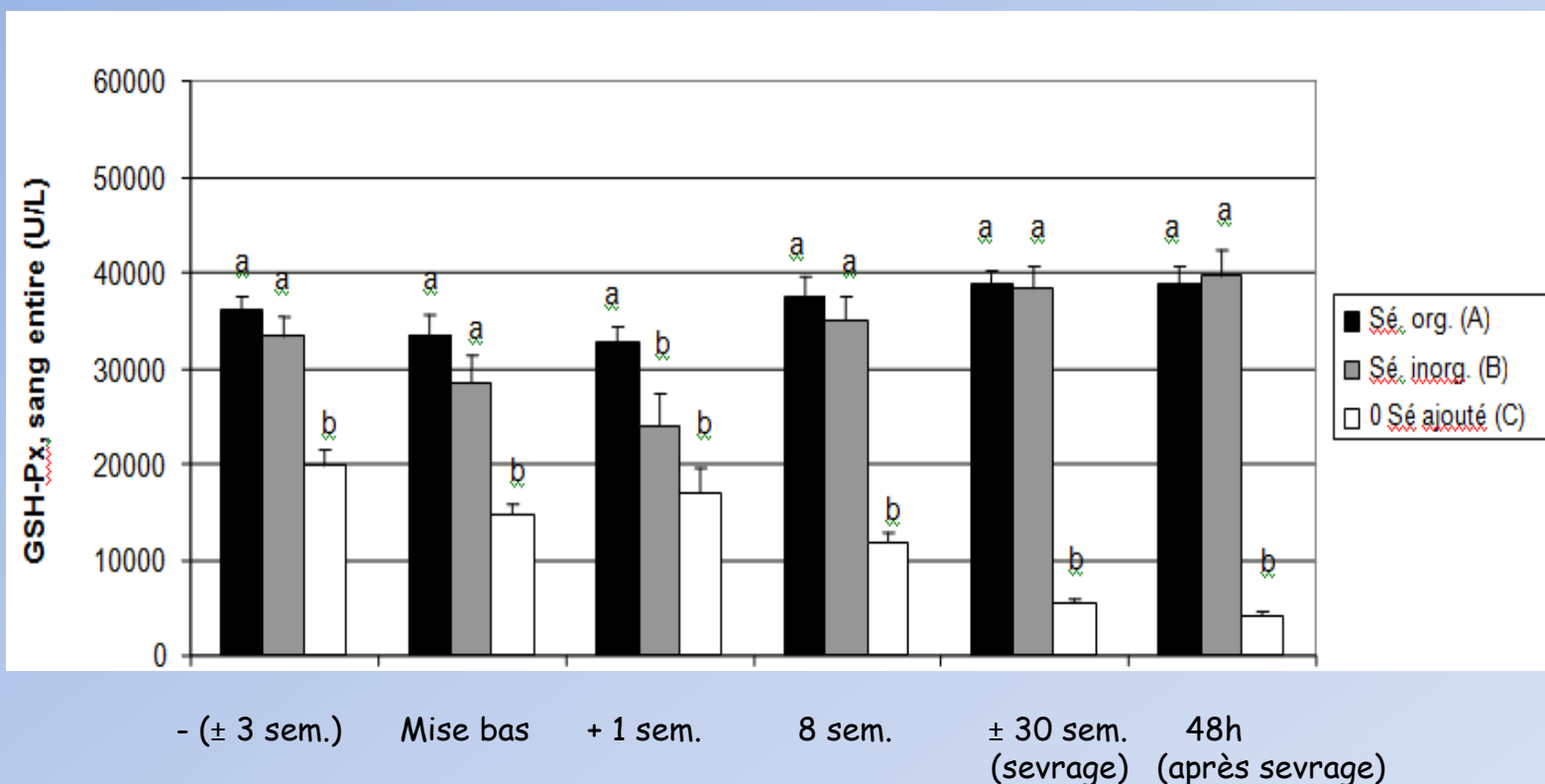
	P1	P2	P3	P4
A / B	NS Bonferroni	< 0,005	< 0,001	< 0,0001
A / C1	< .0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
A / C2	< 0,0001	NS $P = 0,28$	< 0,0001	< 0,0001
B / C1	NS $p = 0,08$	< 0,004	< 0,0001	< 0,0008
B / C2	NS $p = 0,06$	NS $P = 0,05$	NS $p = 0,05$	NS $p = 0,2$
C1 / C2	NS $P = 0,83$	< 0,0001	NS $p = 0,22$	NS $p = 0,05$

Se du colostrum et du lait ($\mu\text{mol/L}$)



	P4	P5	P6	P7
A / B	$P < 0,0001$	$P = 0,0005$	$P = 0,04 \text{ NS (Bonfirroni)}$	$P = 0,04 \text{ NS (Bonfirroni)}$
A / C	$P < 0,0001$	$P < 0,0001$	$P = 0,0004$	$P = 0,0007$
B / C	$p < 0,0001$	$P = 0,22 \text{ NS}$	$P = 0,22 \text{ NS}$	$P = 0,3 \text{ NS}$

GSH-Px (u/l) du sang entier des vaches



	P3	P4	P5	P6	P7-1	P7-2
A/B	$P = 0,36 \text{ NS}$	$P = 0,09 \text{ NS}$	$P = 0,004$	$P = 0,37 \text{ NS}$	$P = 0,85 \text{ NS}$	$P = 0,79 \text{ NS}$
A/C	$P = 0,0001$	$P = 0,0001$	$P = 0,0001$	$P = 0,0001$	$P = 0,0001$	$P = 0,0001$
B/C	$P = 0,0001$	$P = 0,0001$	$P = 0,004$	$P = 0,0001$	$P = 0,0001$	$P = 0,0001$

GSH-Px du sang entier (u/l) des veaux

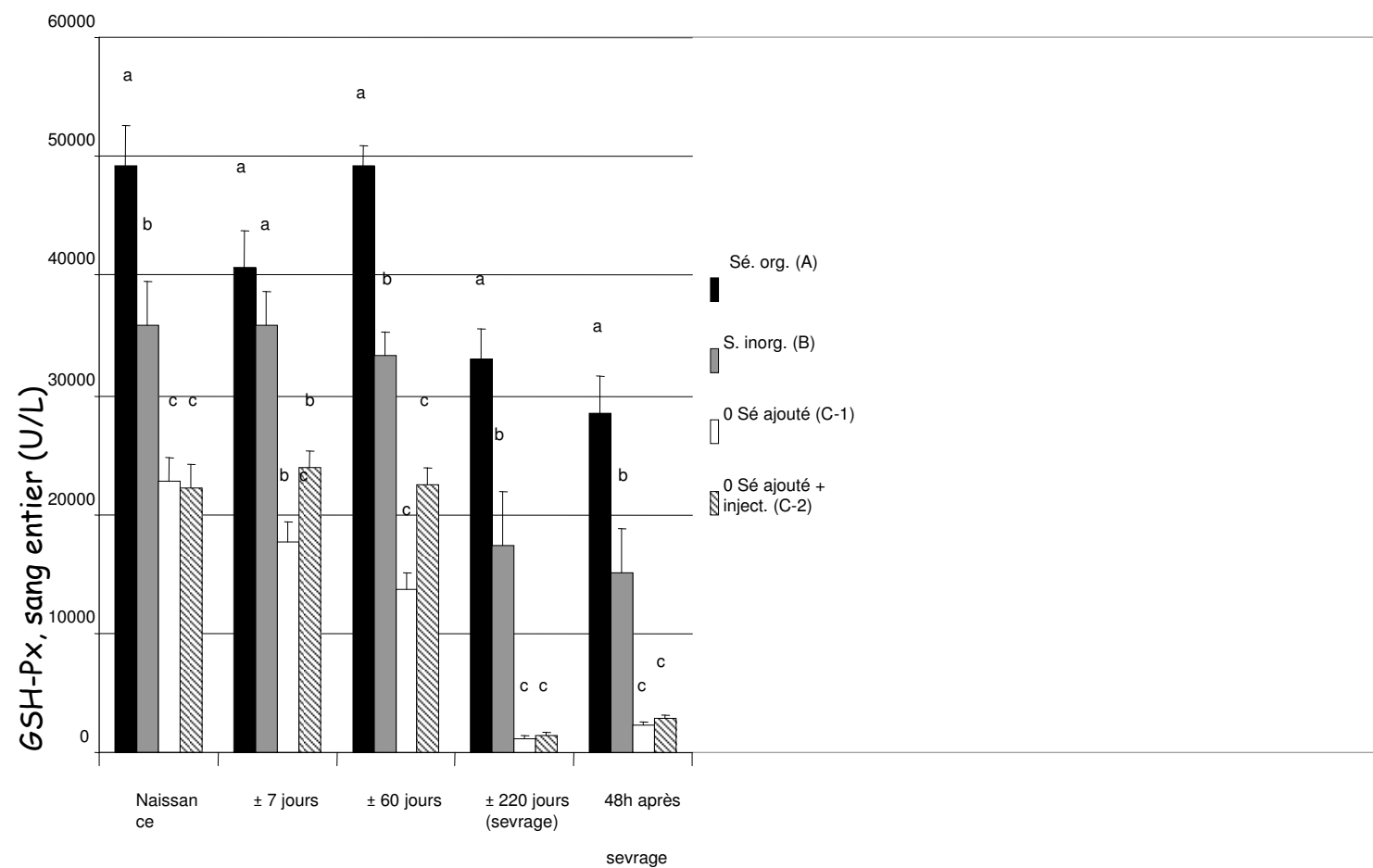
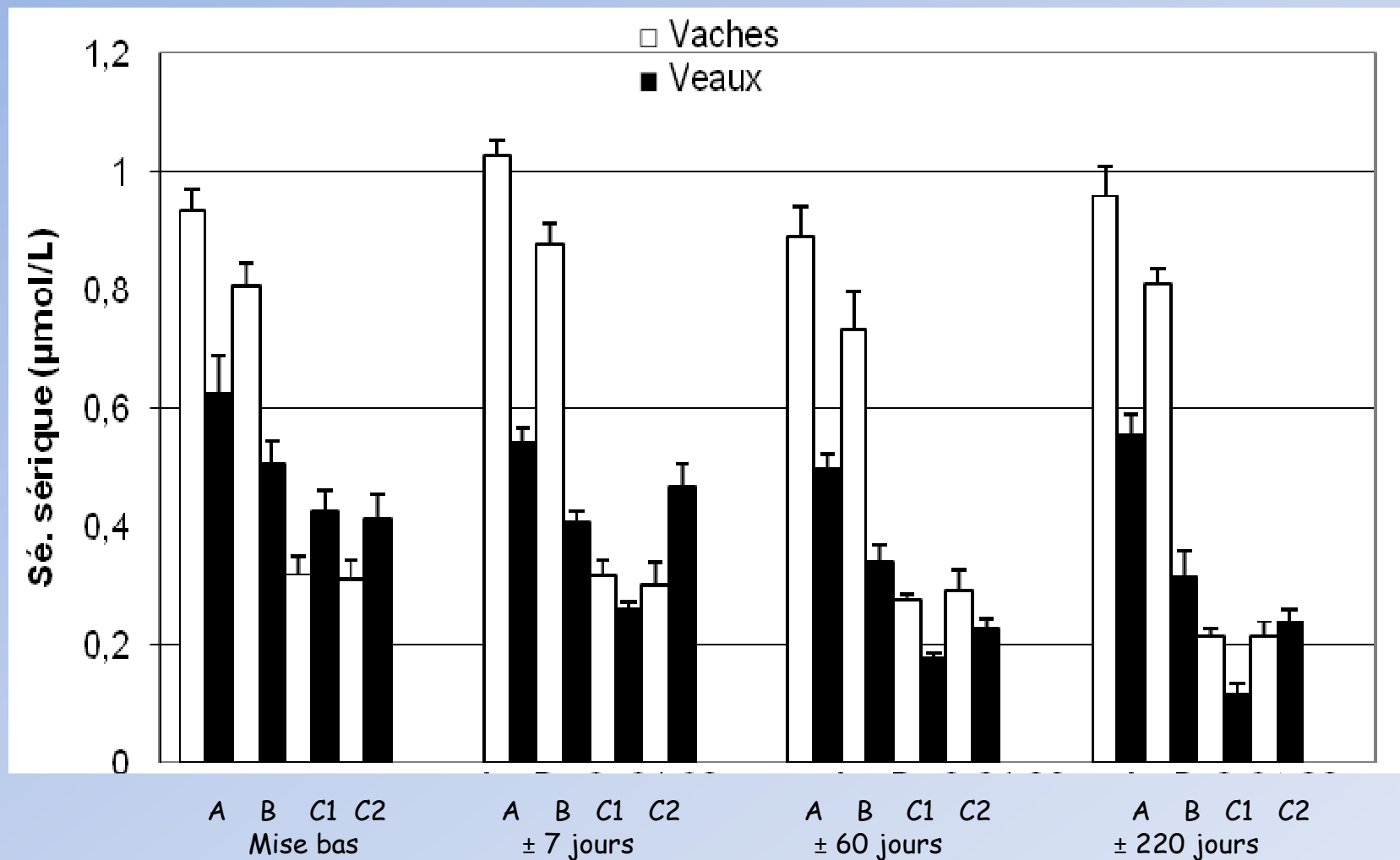


Figure 9

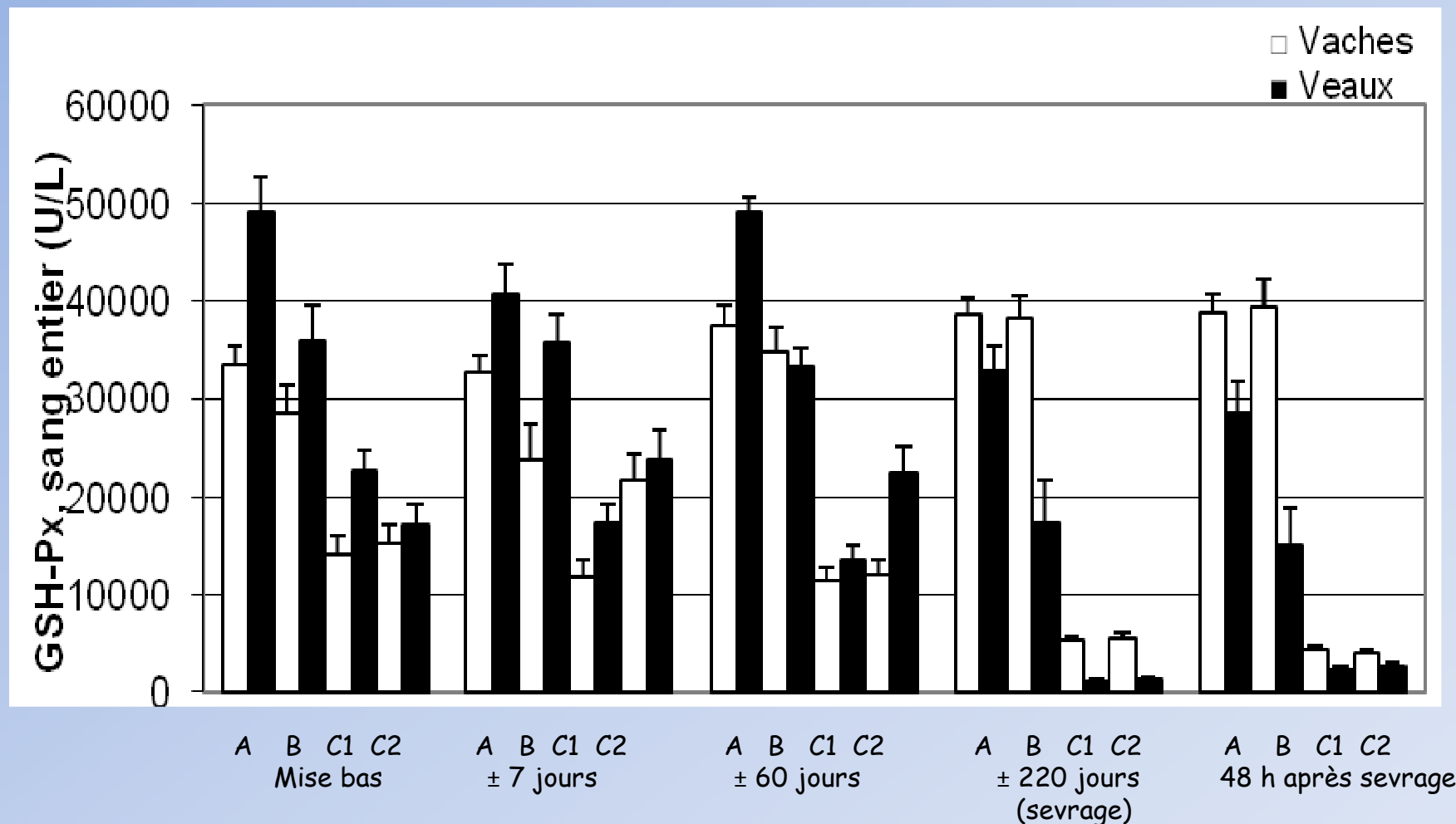
Comparaison du Se sérique ($\mu\text{mol/l}$) entre les vaches et les veaux



A : Se org.; B : Se inorg.; C : Zéro Se ajouté; C-1 : Zéro Se ajouté; C-2 : Zéro Se ajouté+injection veau.

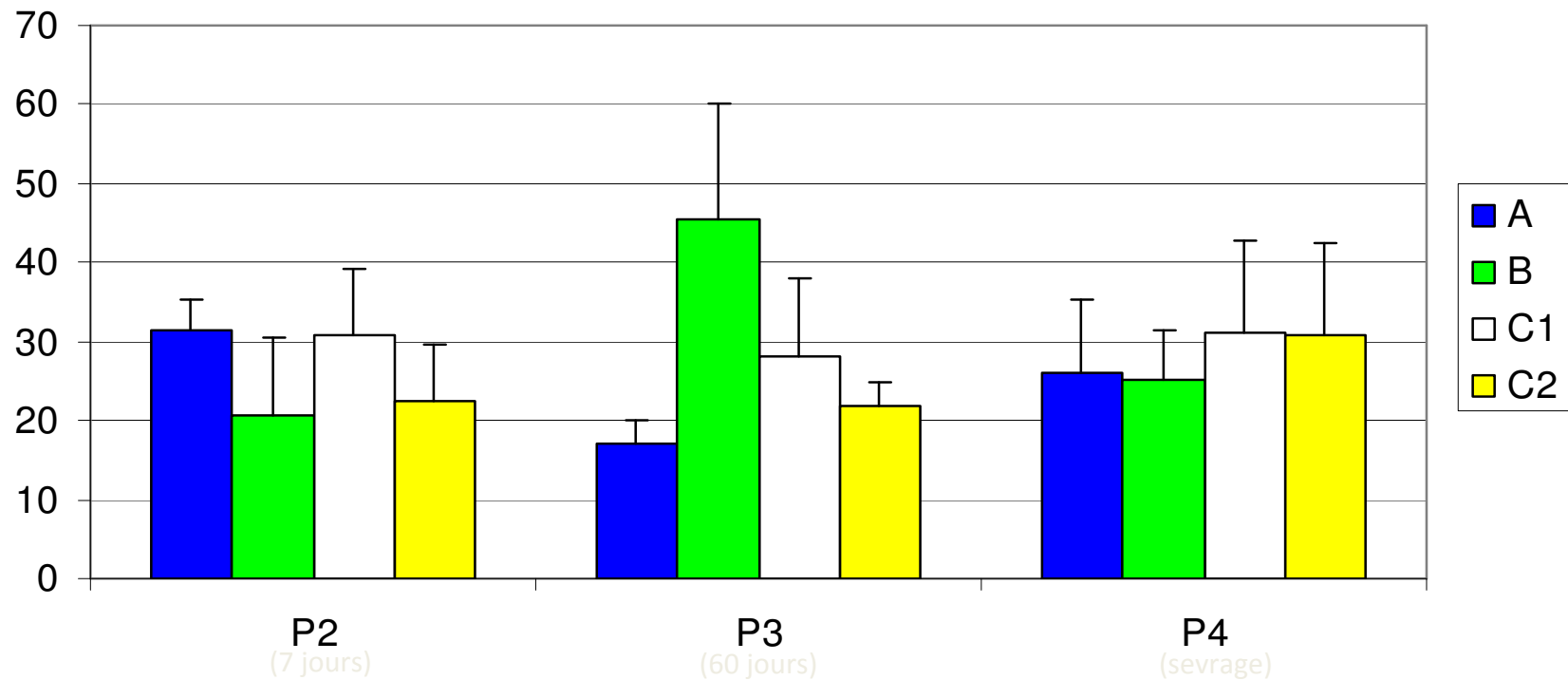
Figure 10

Comparaison de l'activité de la GSH-Px (U/l) entre les vaches et les veaux



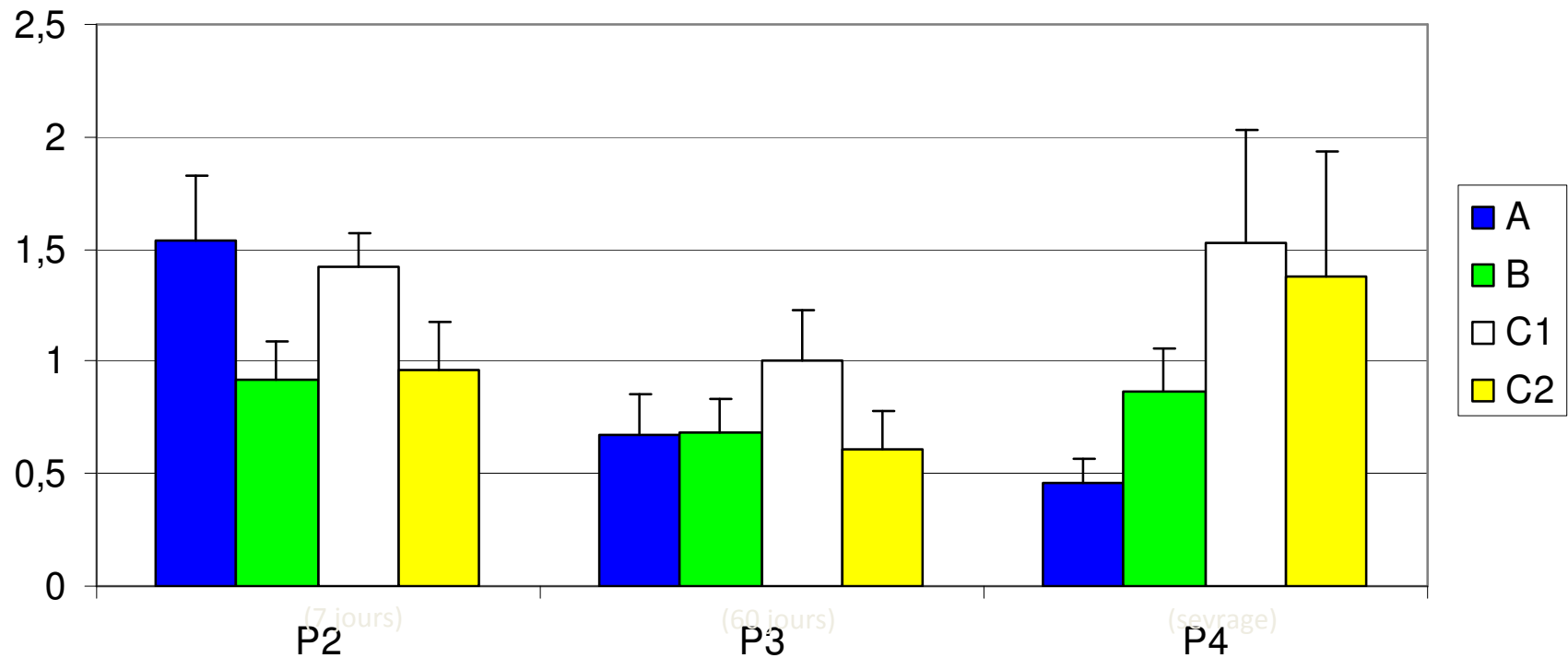
A : Se org.; B : Se inorg.; C1 : Zéro Se ajouté; C2 : Zéro Se ajouté+injection veau.

Phagocytose veaux (mV)



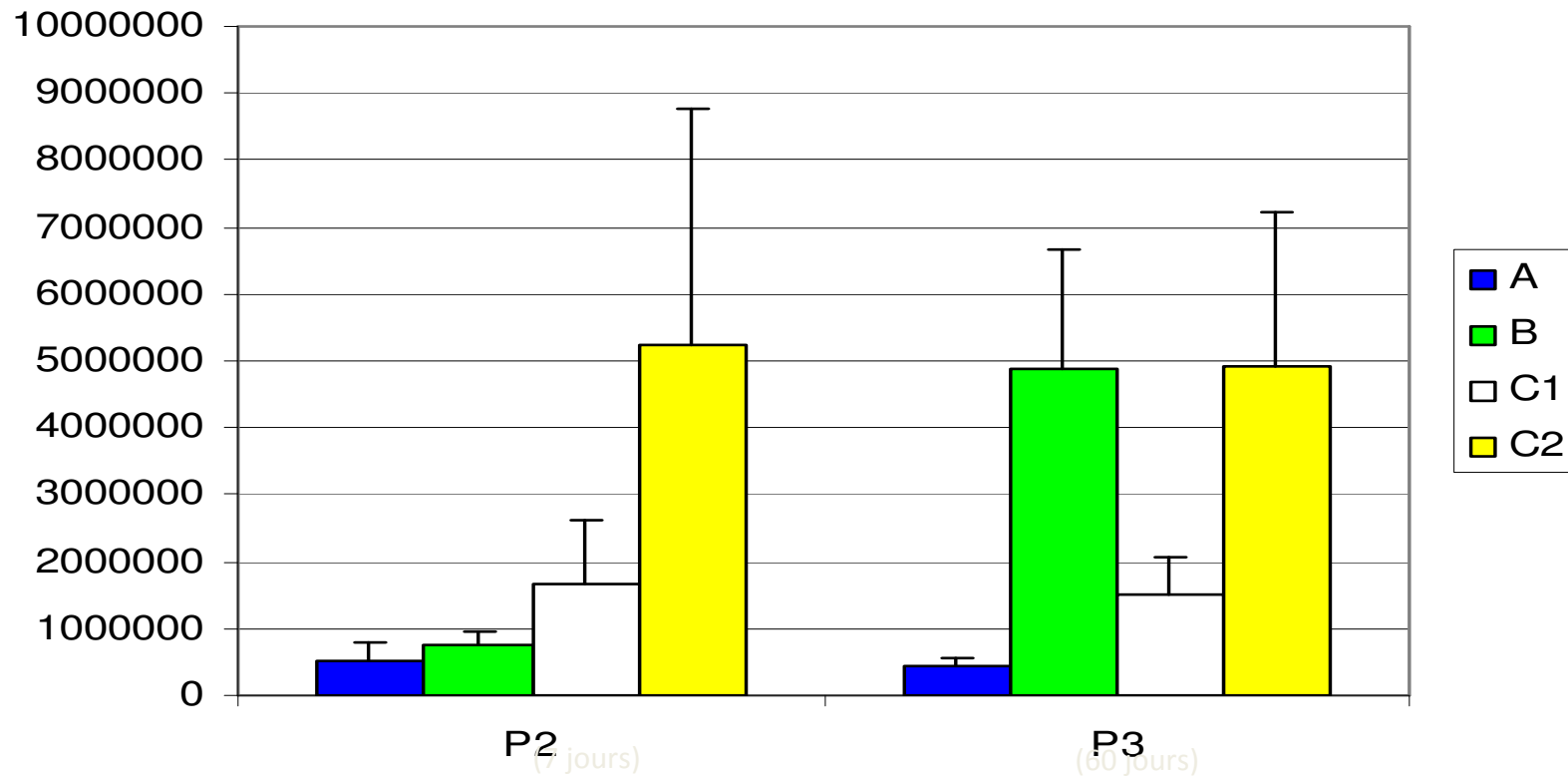
- ✓ Pas de différence significative entre les traitements pour P2 et P4 : $p > 0,41$;
- ✓ Pas de différence significative entre les traitements pour P3 après correction de Bonferroni.

Flambée oxydative veaux (mV)



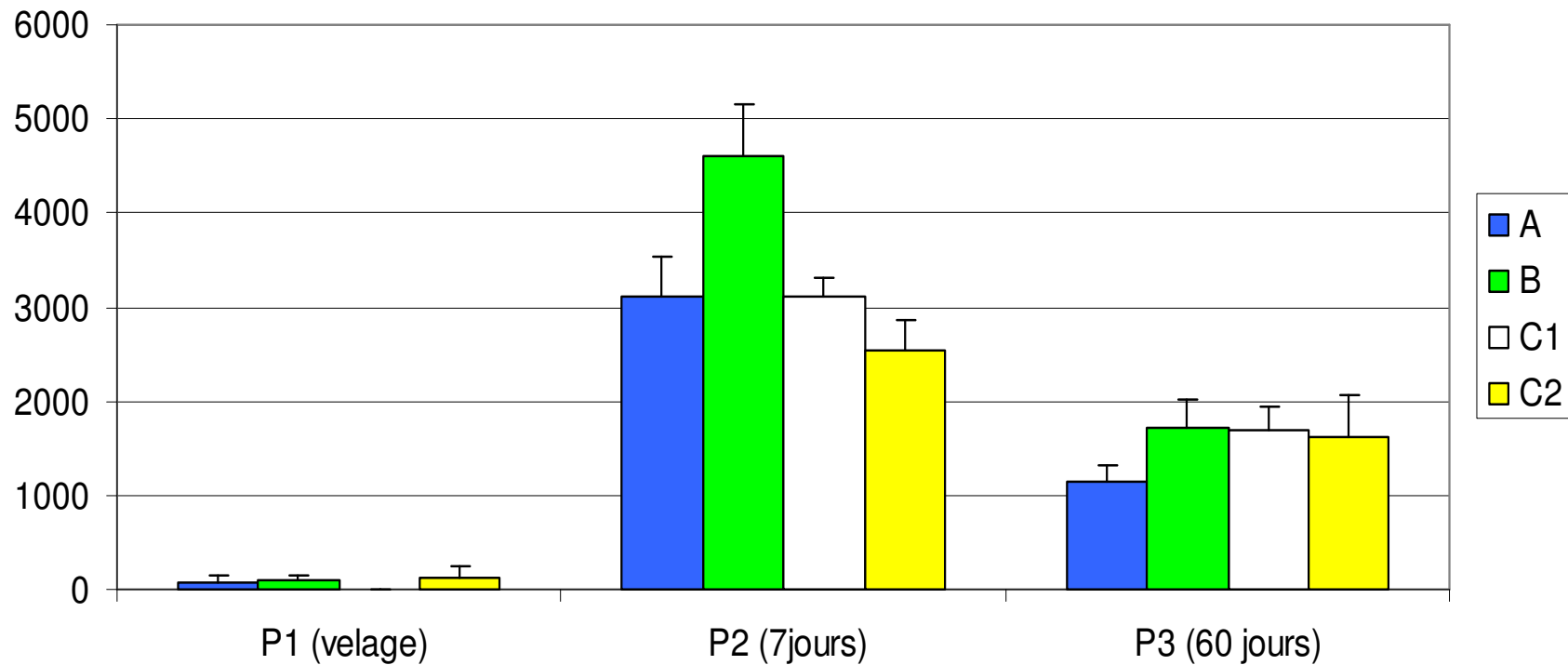
- ✓ Pas de différence significative entre les traitements pour P2 et P3 : $p > 0,06$;
- ✓ Pas de différence significative entre les traitements pour P4 après correction de Bonferroni.

Ratio CD4/CD8



- ✓ Pas de différence significative entre les traitements pour P3 : $p > 0,08$;
- ✓ Pas de différence significative entre les traitements pour P2 après correction de Bonfirroni.

Anticorps totaux dans le serum des veaux (mg/dL)



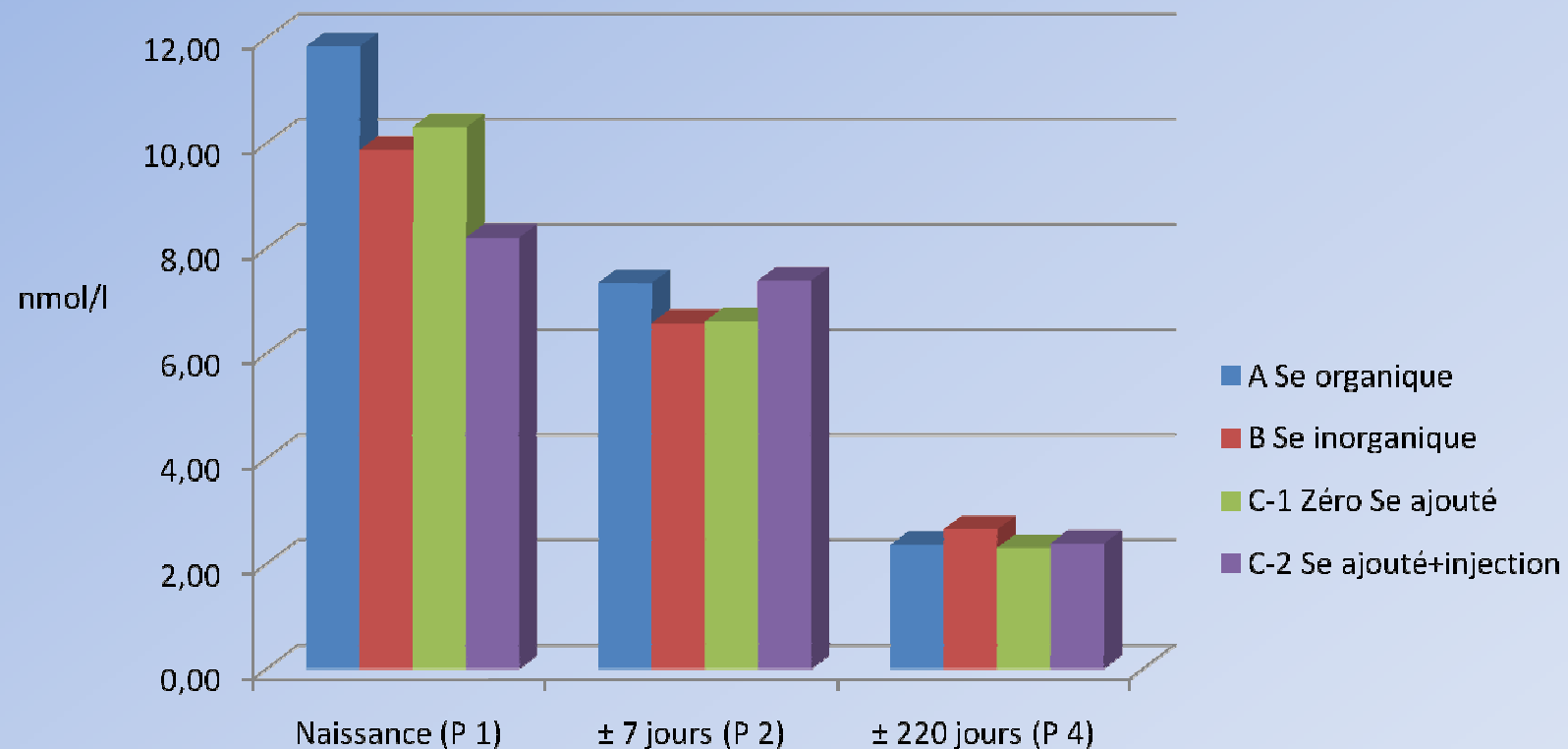
- ✓ Pas de différence significative entre les traitements pour P2 et P3 : $p > 0,42$;
- ✓ Pas de différence significative entre les traitements pour P1 après correction de Bonferroni.

Immunoglobulines (IgG) (mg/dl) chez les veaux (\pm 7 jours)

Catégories	IgG (mg/dl)	Veaux	
		N ^{bre}	%
Adéquat	> 1600	32	97
Douteux	800-1600	1	3
Inadéquat	< 800	0	0
Optimum	> 2400	28	85

À noter : La moyenne pour les 33 veaux est de 3383 mg/dl.

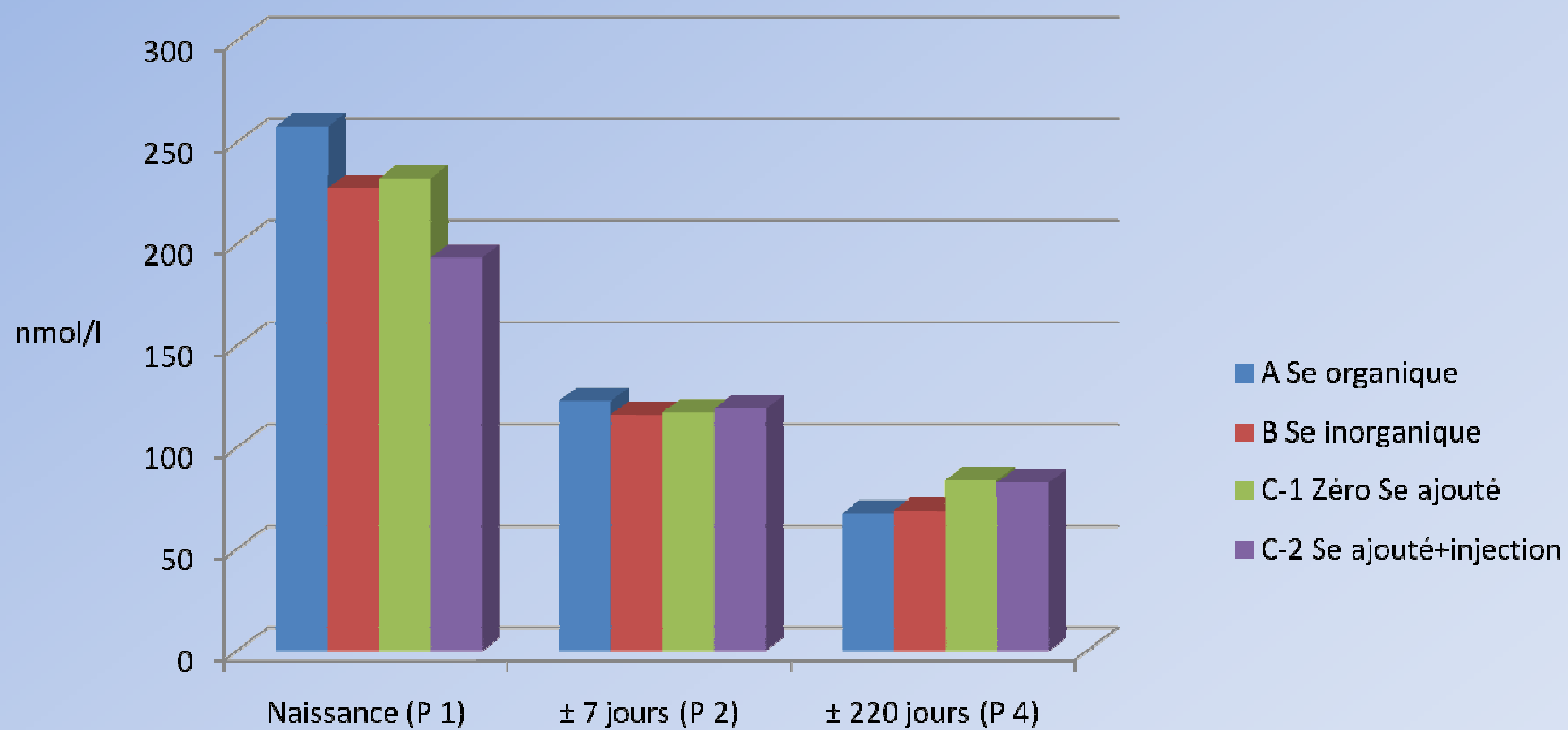
Évolution de la triiodothyronine (T3) (nmol/l) chez le veau



Naissance : Prélèvement avant la prise de colostrum;

P 4 (220 jours) : sevrage.

Évolution de la thyroxine (T4) (nmol/l) chez le veau



Naissance : Prélèvement avant la prise de colostrum;
P 4 (220 jours) : sevrage.

Rapport triiodothyronine (T_3)/thyroxine (T_4) chez les veaux

Traitements	Rapports T_3/T_4			
	Naissances (P 1) ⁽¹⁾	± 7 jours (P 2)	Sevrage ± 220 jours (P 4)	(%)
A Se organique (3 mg/j/vache)	0,046	0,061	0,037	-
B Se inorganique (3 mg/j/vache)	0,042	0,058	0,039	-
C-1 Zéro Se ajouté	0,043	0,057	0,027	- 26
C-2 Zéro Se ajouté + Se injection	0,045	0,062	0,029	

⁽¹⁾ Naissances (P 1) : prélèvements avant la prise de colostrum.

DISCUSSION

Gain de poids

- La supplémentation et la source de sélénium n'influencent pas le gain de poids chez le veau (Gunter, 2003).
- Globalement, la supplémentation et la source n'influenceraient pas le poids des vaches.
- La période postvêlage semble plus critique.
- Le sélénium améliorerait le gain de poids chez des vaches gestantes âgées de deux à trois ans. La source de sélénium n'aurait pas d'effets (Davis, 2002).

Sélénium

- Le sélénium du sérum, du colostrum et du lait chez les vaches et du sérum chez les veaux augmentent avec la supplémentation en sélénium des vaches (Abdelrahman et Kincaid, 1994).
- Il est plus élevé pour la source organique que pour la non organique.
- Quarante-deux études publiées entre 1977 et 2007 indiquent que la supplémentation en sélénium augmente le sélénium lait ($16 \mu\text{mol/l}$) (Ceballos, 2009).

GSH-Px

- La GSH-Px sanguine augmente chez les vaches supplémentées par rapport à celles non supplémentées, mais sans différence entre les deux sources de sélénium.
- Chez les veaux, le sélénium organique augmente l'activité de la GSH-Px par rapport à celle reliée au sélénium inorganique (Gunter, 2003).

Relations *sélénium vaches-veaux* et *GSH-Px vaches-veaux*

Au cours de la période naissance-sevrage : le sélénium est plus élevé chez les vaches que chez les veaux.

De la naissance à 60 jours :

- La GSH-Px est plus élevée chez le veau que chez sa mère;
- Chez le veau en subcarence de sélénium, la GSH-Px se relève à un niveau adéquat.

Immunité

- Plusieurs études ont montré que la déficience en sélénium chez les animaux provoque une altération de l'activité bactéricide des neutrophiles, mais une phagocytose normale (Agnès, 1990 et Beck et coll., 2005).
- Variations individuelles importantes.
- GSH-Px élevée de la naissance à 60 jours.
- Les systèmes de défense et immunitaire du jeune veau réagissent lentement.
- Cortisol chez le jeune veau.
- Autres substances que les IgG du colostrum.

Immunité IgG

- Augmentation des IgG chez les veaux des vaches supplémentées en sélénium, sans effet sur les IgM (Swecker, 1995) ou avec effet sur les IgM (Awadeh, 1998).
- Chez le veau laitier, à la suite d'un surplus de sélénium alimentaire aux vaches, pas d'effet sur le transfert passif des IgG (Koening, 2009).
- L'ajout de 3 ppm de sélénium (sélénite de Na) dans le colostrum augmente la concentration plasmatique des IgG (Kamada, 2007).

Transfert des IgG

- Transfert observé excellent.
- Aux États-Unis, échec de 11 à 31 %.
- Au Québec, on rapporte un taux d'échec de 19 % (Filteau, 2003).
- Méthodes de mesures.

Aspect économique :

Coûts supplémentaires du sélénium organique comparé à celui de l'inorganique

Temps	Coût/100 vaches
Six mois/année (trois mois avant vêlage - trois mois après vêlage)	223,30 \$
Neuf mois/année (trois mois avant vêlage - six mois après vêlage)	334,80 \$
Douze mois	452,60 \$

Conclusion

- ✓ Le sélénium alimentaire permet d'améliorer le statut du sélénium dans le sang, le colostrum et le lait de la vache. Cette amélioration est plus accentuée pour la source organique.
- ✓ Le sélénium alimentaire donné aux vaches permet d'améliorer le statut du sélénium sérique chez le veau au cours de la période naissance-sevrage. La source organique s'avère plus efficace.
- ✓ Le sélénium alimentaire permet d'améliorer l'activité de la GSH-Px du sang entier autant chez la vache que chez le veau :
- ✓ Chez la vache, la forme de sélénium (organique ou inorganique) n'influence pas l'activité de la GSH-Px du sang entier.
- ✓ Chez le veau, la nature organique du sélénium administré aux vaches améliore l'activité de la GSH-Px du sang entier.

Conclusion (suite)

- ✓ Le sélénium alimentaire administré aux vaches assure un niveau sérique de sélénium régulièrement plus élevé chez la vache comparé à celui de son veau. Par contre, l'activité de la GSH-Px est plus élevée chez le veau comparée à celle de sa mère pour la période allant de sa naissance à 60 jours d'âge.
- ✓ Le sélénium alimentaire administré aux vaches n'influence pas l'activité de phagocytose, le ratio CD4/CD8 et la flambée oxydative chez le veau.
- ✓ Le sélénium alimentaire fourni aux vaches n'influence pas le niveau d'IgG mesuré chez le veau à ± 7 jours d'âge.
- ✓ Le sélénium alimentaire administré aux vaches n'a pas d'influence sur la croissance des veaux.

Conclusion (suite et fin)

- ✓ Tendence forte à une perte de poids chez des vaches (zéro sélénium ajouté) en période postvêlage.
- ✓ L'injection de sélénium chez le veau à la naissance augmente de façon temporaire le niveau de sélénium, mais a peu d'effet sur l'activité de la GSH-Px.
- ✓ Chez les veaux des vaches qui ne reçoivent pas de Se au sevrage (± 220 j. d'âge) on observe une augmentation de T4, une légère diminution de T3 et une baisse du rapport T3/T4.
- ✓ Cette modification du métabolisme des hormones thyroïdiennes pourrait affecter la croissance future des veaux.

Conclusion générale

- ✓ Pour les vaches qui ne reçoivent pas ou peu de supplément minéral (pas ou peu de sélénium ajouté) en périodes prévêlage et de lactation, la situation s'avère préoccupante, autant pour les vaches que pour les veaux.
- ✓ Chez les veaux au sevrage (± 220 j. d'âge), on observe :
 - Un sélénium sérique en carence marquée
 - Une activité biologique du sélénium presque nulle (GSH-Px très basse)
 - Une modification du métabolisme des hormones thyroïdiennes ($\uparrow T4$, $\downarrow T3/T4$)
- ✓ Chez les vaches :
 - Un sélénium sérique en carence au sevrage
 - Une activité de la GSH-Px très basse au sevrage
- ✓ La vitamine E est importante lorsqu'il y a carence en sélénium.

Questions et commentaires