

# Effet de l'abaissement du bilan électrolytique de l'aliment distribué en fin de gestation sur le déroulement de la mise-bas, la survie des porcelets et la dynamique de mobilisation osseuse des truies

Anne BOUDON (1, 2), Hélène QUESNEL (1, 2), Jean-Yves DOORMAD (1, 2), Jennifer DUHAMEL (1, 2),  
Benoît QUEMENEUR (3), Daniel PLANCHENAUULT (3), Agnès NARCY (4)

(1) INRA, UMR1348 PEGASE, 35590 St-Gilles, France

(2) Agrocampus Ouest, UMR 1348 PEGASE, 35000 Rennes, France

(3) MixScience, Centre d'Affaires Odyssee, Z.A.C. Cicé Blossac, CS 17228, 35172 Bruz Cedex, France

(4) INRA, UR 0083 Recherches Avicoles, Tours, 37380 Nouzilly, France

*anne.boudon@rennes.inra.fr*

*Avec la collaboration de Daniel BOUTIN, Bernard CARISSANT, Alain CHAUVIN, Rémy COMTE, Sophie DARE, Hervé DEMAY, Fabien GUERIN, Yolande JAGUELIN, Michel LEFEBVRE, Francis LE GOUEVEC, Alain MARCHAIS, Vincent PIEDVACHE, Agnès STARCK et Yannick SUREL (1)*

## **Effet de l'abaissement du bilan électrolytique de l'aliment des truies avant la mise-bas sur le déroulement de la mise-bas, la survie des porcelets et la dynamique de mobilisation osseuse des truies pendant la lactation et la gestation**

L'abaissement du bilan électrolytique (BE) des truies pendant la dernière semaine de gestation est une solution proposée pour améliorer le déroulement des mises bas car l'acidification systémique en réponse aux régimes à faible BE pourrait induire une mobilisation osseuse de calcium favorable aux contractions musculaires utérines. Notre étude a été réalisée sur 24 truies Landrace x Large White multipares et visait à quantifier les effets d'un abaissement du BE de l'aliment (de 250 à 50 mEq/kg) durant les 7 jours précédant la mise bas sur le chronopart, les régulations acido-basiques de l'organisme, les performances des portées jusqu'au sevrage et les dynamiques d'accrétion-résorption osseuse des truies pendant la lactation et la gestation suivante. L'abaissement du BE de la ration a été obtenu grâce à une supplémentation en chlorures (régimes iso phosphore, calcium, magnésium). L'abaissement du BE s'est traduit par une diminution significative du pH urinaire des truies avant la mise bas (de 7,5 à 6,7) mais n'a pas affecté le pH sanguin ( $P = 0,77$ ). Contrairement à notre hypothèse, la durée des mises-bas et la cadence des naissances des porcelets ont été plus importantes pour les truies ayant reçu le régime à bas BE (durée de 310 contre 172 min pour des tailles de portée équivalentes). L'abaissement du BE n'a eu d'effet ni sur les performances des porcelets jusqu'au sevrage, ni sur les dynamiques des bio-marqueurs sanguins et urinaires de l'accrétion et de la résorption osseuse des truies pendant la lactation et la gestation suivante.

## **Effect of lowering the dietary electrolyte balance of sows before farrowing on their farrowing duration, piglet survival and dynamics of bone mobilization during lactation and following gestation**

Lowering the dietary electrolyte balance (BE) during the last week of gestation has been suggested as a possible strategy to shorten the farrowing time. The hypothesis is that the systemic acidification resulting from a low dietary BE could induce bone calcium mobilization with subsequent positive effects on uterine muscle contractions. Our study was conducted on 24 Landrace x Large White multiparous sows and aimed to quantify the effect of lowering the dietary BE (from 250 to 50 mEq/kg) during the 7 days before farrowing on the birth rhythm, sow acid-base regulation, litter performance up to weaning and dynamic of bone accretion/resorption of sows during lactation and next pregnancy. Lowering the dietary BE was obtained via chloride supplementation (same phosphorus, calcium and magnesium contents for both diets) and resulted in a decrease in the sows' urinary pH before farrowing (from 7.5 to 6.7) but without affecting the blood pH ( $P = 0.77$ ). Contrary to our hypothesis, the farrowing duration and cadence of piglet births were impaired for sows receiving the low-BE feed (farrowing duration of 310 as against 172 min for similar litter size). Lowering the BE had no effect on either the litter performance or the dynamics of the sows' blood and urinary biomarkers of accretion and bone resorption during lactation and next gestation.

## INTRODUCTION

Maximiser les performances des truies et de leur portée durant la mise-bas est un levier pour améliorer la performance économique des élevages, à condition cependant de ne pas pénaliser la longévité des truies. L'abaissement du bilan électrolytique (BE) de l'aliment des truies lors des 10 derniers jours de gestation est parfois suggéré pour faciliter les mises-bas, et peut-être minimiser la mortalité périnatale des porcelets. Le mécanisme d'action serait que l'abaissement du BE pendant cette période faciliterait la mobilisation osseuse du calcium (Ca) par acidification de l'organisme, favorisant ainsi les contractions utérines. En effet, chez les mammifères, la période de mise-bas s'accompagne d'une forte demande en calcium par l'organisme, du fait du démarrage de la lactation, et dans une moindre mesure des contractions utérines associées à la mise-bas (Jørgensen *et al.*, 1999 ; Horst *et al.*, 2005). Pendant la mise-bas chez la truie, Le Cozler *et al.* (1999) ont noté une accumulation plasmatique de phosphore qui semble indiquer une mobilisation osseuse, le niveau de calcium restant quant à lui stable.

Le BE, exprimé en mEq/kg, est défini comme la différence entre les teneurs en sodium (Na) et potassium (K) de l'aliment et celle en chlore (Cl). Les effets de l'abaissement du BE en pré-partum ont été bien décrits chez la vache laitière car c'est un moyen de limiter les risques de chutes pathologiques des teneurs en Ca plasmatiques en post-partum et donc de fièvres vitulaires (Liesegang *et al.*, 2007). Le principe est qu'une acidification de l'organisme par l'abaissement du BE de la ration favoriserait la résorption osseuse et une libération de Ca stocké dans l'os. Chez la truie en lactation, des effets bénéfiques de l'abaissement du BE de l'aliment à des valeurs proches de 0 mEq/kg ont pu être observés sur la survie des porcelets et leur croissance (DeRouche *et al.*, 2003). Les causes de cet effet ne sont pas totalement identifiées. DeRouche *et al.* (2003) ont suggéré que l'abaissement du BE pourrait avoir un effet positif sur la production laitière de la truie mais aussi permettre une moindre exposition des truies et des porcelets à une contamination bactérienne, du fait d'une acidification de l'urine des truies. A notre connaissance, l'effet d'un abaissement du BE en pré-partum sur la rapidité de mise-bas de truie n'a jamais été publié.

Les réserves minérales de la truie étant susceptibles d'être déjà fortement mobilisées pendant la lactation (Giesemann *et al.*, 1998), on peut s'interroger sur l'effet de l'abaissement du BE sur la qualité du squelette à long terme. Cependant, les cycles de résorption et d'accrétion osseuse des truies pendant la gestation et la lactation ont peu été caractérisés.

Les objectifs de ce travail sont (1) de tester si l'abaissement du BE le l'aliment en pré-partum chez la truie peut permettre de réduire la durée des mises-bas, (2) de vérifier qu'il n'induit pas une résorption osseuse accrue pendant la lactation et le début de la gestation suivante, (3) de mieux définir les phases du cycle de lactation-gestation pendant lesquelles les truies mobilisent leurs réserves osseuses.

## 1. MATERIEL ET METHODES

### 1.1. Dispositif expérimental

Cette étude a été réalisée sur un total de 24 truies croisées Landrace x Large White, réparties en trois bandes et issues du troupeau de l'INRA de Saint-Gilles (UMR PEGASE).

Les truies ont été inséminées par de la semence Piétrain et ont reçu 2,9 kg par jour d'un aliment de gestation conventionnel (Tableau 1). Les truies ont été réparties entre les deux lots expérimentaux (12 truies/lot) sur la base de leur poids vif (PV) et de leur épaisseur de lard dorsal (ELD) à 90 jours de gestation ainsi que sur leur rang de portée. Le rang de portée moyen des lots était de 4,0 ( $\pm$  0,9). Les PV et ELD en début d'essai sont présentés dans le tableau 2.

Le lendemain de l'entrée des truies en maternité, à 106 jours de gestation, l'aliment de gestation conventionnel a été remplacé sans transition par deux aliments de gestation différant par leur BE (BE50 et BE250) et contenant 0,3% de dioxyde de titane pour le suivi des quantités de Ca et de phosphore excrétées par voie fécale. Ces aliments ont été fabriqués à partir de l'aliment conventionnel auquel ont été ajoutés les composés minéraux présentés dans le tableau 1. Ces aliments ont été distribués jusqu'au jour de la mise-bas inclus.

**Tableau 1** - Composition des aliments expérimentaux

Aliment	BE50	BE250
<b>Ingrédients, g/kg</b>		
Aliment conventionnel de gestation <sup>1</sup>	988,0	989,0
Dioxyde de titane	3,0	3,0
Chlorure de magnésium	6,0	
Chlorure d'ammonium	3,0	
Oxyde de magnésium		1,2
Bicarbonate de sodium		1,8
Bicarbonate de potassium		5,0
<b>Caractéristiques nutritionnelles<sup>2</sup></b>		
Energie nette, MJ/kg	9,4	9,4
Matières azotées totales, %	13,9	14,7
Calcium, g/kg	9,5	10,0
Phosphore total, g/kg	4,8	5,0
Magnésium, g/kg	2,5	2,5
Potassium (K), g/kg	7,0	9,0
Sodium (Na), g/kg	1,8	2,1
Chlore (Cl), g/kg	7,2	3,0
BE, mEq/kg <sup>3</sup>	54	239
Ratio Na / K <sup>3</sup>	0,25	0,23

<sup>1</sup> Aliment composé de 22% de blé tendre, 10% de maïs, 33,9% d'orge, 15% de son fin de blé tendre, 9% de tourteau de soja 48, 2% d'huile de colza, 5% de pulpe de betterave déshydratée, 1,74% de carbonate de calcium, 0,45% de sel (chlorure de sodium), 0,3% de phosphate bicalcique anhydre, 0,01% de phytase, 0,1% d'acidifiant. Son BE est de 169 mEq/kg.

<sup>2</sup> Valeurs analysées et rapportées en frais.

<sup>3</sup> BE : bilan électrolytique calculé comme la somme des teneurs en Na et K moins la teneur en Cl exprimées en mEq/kg ; ratio Na / K calculé comme le rapport des teneurs en Na et K, exprimées en g/kg.

A partir du lendemain de la mise-bas (L1), toutes les truies ont été nourries avec 3,0 kg d'un aliment conventionnel de lactation auquel ont été ajoutés 0,3% de dioxyde de titane. Les quantités d'aliment distribuées ont progressivement augmenté de 1 kg par jour à partir du jour L2 de lactation pour atteindre un niveau *ad libitum* 4 jours plus tard. Pendant toute la durée de l'expérimentation les truies ont reçu de l'eau à volonté. L'aliment de lactation avait une teneur en énergie nette de 9,6 MJ/kg, une teneur en matières azotées totales (MAT) de 17,3%, une teneur en Ca et en phosphore total de, respectivement, 9,5 et 6,0 g/kg, et un BE de 200 mEq/kg.

Après le sevrage, les truies ont reçu à nouveau l'aliment de gestation conventionnel à raison de 2,9 kg/j.

La mise-bas a été induite à 113 jours de gestation par une injection intramusculaire de 2 mg d'alfaprostol (Alfabédyl®, Ceva Santé Animale, Libourne, France). Les porcelets ont été replacés à l'arrière de la truie après la pesée. Les porcelets ont ensuite été pesés 24 h après le début de la mise bas puis à 7, 14, 21 et 28 jours d'âge. La production de colostrum par la truie a été estimée sur la base du gain de poids des porcelets pendant les premières 24 h d'après l'équation établie par Devillers *et al.* (2004). Les portées ont été standardisées à 12 ou 13 porcelets une fois les 24 h suivant la mise bas écoulées.

## 1.2. Mesures et calculs

Le poids (PV) et l'épaisseur de lard dorsal (ELD, avec un échographe (Vetko plus ; Noveko, Canada)) des truies ont été mesurés à l'entrée en maternité et au sevrage. Pendant la lactation, les quantités d'aliment offertes et les refus ont été pesés de façon journalière et passés à l'étuve (70°C, 48 h). Les porcelets ont été pesés à la naissance avant la première tétée, puis 24 h après le début de la mise bas et à 7, 14, 21 et, au sevrage, à 28 jours d'âge. Les porcelets ont été replacés à l'arrière de la truie après la pesée. La production de colostrum par la truie a été estimée sur la base du gain de poids des porcelets pendant les premières 24 h (Devillers *et al.*, 2004).

Des échantillons de sang ont été prélevés à quatre reprises sur chaque truie à 106 jours de gestation, avant le changement d'aliment de fin de gestation, à 112 jours de gestation puis aux cinquième et seizième jours de lactation. Ces prélèvements ont été réalisés dans la veine jugulaire, le matin avant la distribution des aliments. Des mesures de gaz du sang et d'électrolytes ont été réalisées immédiatement après le prélèvement par potentiométrie (appareil ABL 80-BASIS SW instrument, Radiometer, Copenhague, Danemark). Les teneurs en Ca total du plasma ont été analysées par absorption atomique (Spectra-AA20 Varian, Les Ulis, France). Les teneurs en biomarqueurs de l'accrétion et de la résorption osseuse ont été analysées au moyen de kits ELISA. Les bio-marqueurs considérés étaient le CTX (Carboxyterminal crosslinked telopeptide of type I collagen, 'Serum Crosslaps', kit sanguin de chez IDS, Paris, France), le PICP (C-terminal propeptide of type I procollagen, kit de chez Quidel, San Diego, USA) et l'ostéocalcine (kit de chez Quidel, San Diego, USA). Le PICP est un propeptide du procollagène du type I intervenant dans la synthèse du collagène constitutif de l'os et l'ostéocalcine est un peptide produit spécifiquement par les ostéoblastes (Seibel, 2005). A contrario, le CTX est un fragment issu de la dégradation du collagène de type I.

Des échantillons d'urine ont été prélevés à 106 et 112 jours de gestation (G106, G112), puis à 5, 16 et 28 de lactation (L5, L16 et L28, L0 étant le jour de mise-bas) et enfin à 21, 42 et 63 jours de gestation (G21, G42, G63). Ces prélèvements ont été réalisés le matin au moment où les truies se levaient. Le pH a été mesuré directement après le prélèvement. Les teneurs en ammoniacque ont été analysées par méthode enzymatique (kit Enzytec, DiaSys Diagnostic System, GmbH, Hohenheim, Allemagne). Les teneurs en créatinine ont été analysées par méthode enzymatique et utilisée pour tenir compte de la dilution de l'urine. Les teneurs en Ca total de l'urine ont été analysées par absorption atomique (Spectra-AA20 Varian, Les Ulis, France). Les teneurs en biomarqueurs ont été analysées par RIA. Les teneurs en biomarqueurs de l'accrétion osseuse considérés ont été le CTX (Carboxyterminal crosslinked telopeptide of type I collagen, 'Serum Crosslaps', kit urinaire de chez IDS, Paris, France) et le

DPD (Deoxyypyridinoline. Kit urinaire de chez TECOMedical, Sissach, Suisse). Le DPD est constitutif des collagènes matures (Seibel, 2005).

## 1.3. Analyses statistiques

Les données ont été soumises à une analyse de variance en utilisant la procédure Mixed de SAS (SAS Inst. Inc., Version 9.3, Cary, NC). Pour les données simples (non répétées dans le temps), le modèle incluait les effets de l'aliment pré-partum et de la bande en effets fixes. Pour les données répétées dans le temps (paramètres urinaires, sanguins, cadence des naissances), la commande 'Repeated' de la procédure Mixed de SAS a été utilisée. Le modèle incluait alors en plus l'effet du stade physiologique de la truie et ses interactions avec l'aliment pré-partum et la bande. Pour chaque paramètre, plusieurs structures de matrice de covariance ont été testées et les analyses correspondant à l'AIC le plus faible ont été conservées. La mortalité des porcelets a été analysée avec la procédure Genmod de SAS. Pour toutes les analyses, la truie était considérée comme l'unité expérimentale. Des différences significatives entre les deux lots étaient mises en évidence quand  $P < 0,05$  et des tendances quand  $0,05 < P < 0,10$ .

## 2. RESULTATS ET DISCUSSION

### 2.1. L'abaissement du BE a entraîné une excrétion accrue d'acidité par voie urinaire en pré-partum

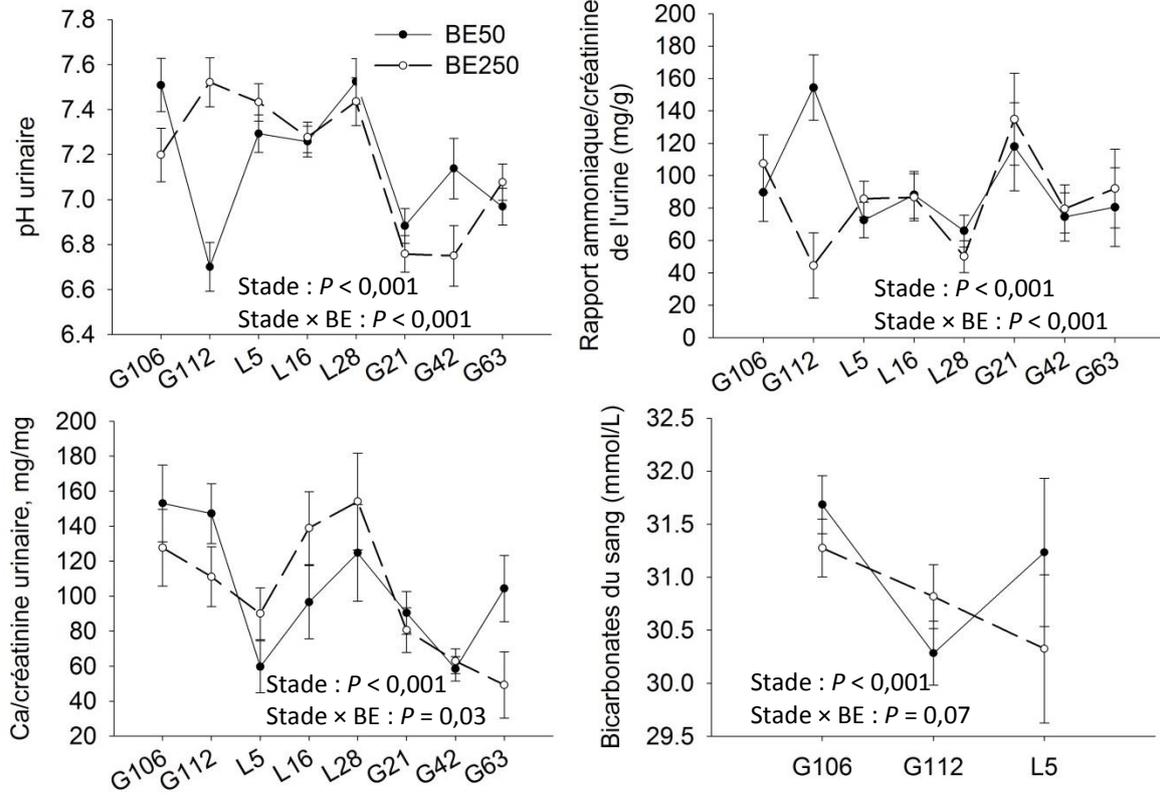
L'abaissement du BE à l'entrée des truies en maternité a entraîné une diminution très significative du pH urinaire à 112 jours de gestation, ainsi qu'une augmentation du ratio ammoniacque/créatinine de l'urine (Figure 1). Cependant, le pH sanguin n'a pas été affecté par le BE de l'aliment, sa valeur moyenne étant de 7,42. Seules les teneurs en bicarbonates du sang ont une tendance à diminuer à 112 jours de gestation avec l'abaissement du BE. Peu d'effets du BE de l'aliment de pré-partum ont pu être observés sur ces indicateurs à 5 jours de lactation. Ces indicateurs démontrent que le rein a joué son rôle d'organe de régulation de l'équilibre acido-basique de l'organisme en augmentant l'excrétion d'ammoniacque et d'ions H<sup>+</sup> avec le régime BE50. Par contre, la modification du BE n'a pas été suffisante pour entraîner une baisse du pH sanguin. Seule une tendance à la diminution de la teneur en bicarbonates sanguins témoigne d'une légère perte de pouvoir tampon peut-être du fait d'une régulation respiratoire, en plus de la régulation rénale, du pH sanguin (Cunningham et Klein, 2007).

Nos résultats diffèrent de ceux de DeRouche *et al.* (2003), obtenus à 12 jours de lactation, qui montraient une diminution significative du pH sanguin et une diminution de presque 2 points du pH urinaire pour un abaissement du BE de l'aliment de 200 à 0 mEq/kg. La raison de cet écart est vraisemblablement que l'expérience de DeRouche *et al.* (2003) a été réalisée sur des truies en péri-partum et en lactation avec des aliments beaucoup plus riches en phosphore que ceux testés dans notre essai (8 vs 5 g/kg). Le phosphore a aussi un rôle acidifiant, de moindre importance que celui du chlore, mais qui peut devenir significatif à cette amplitude d'écart de teneur.

Si l'abaissement du BE en pré-partum n'a pas eu un effet aussi important qu'attendu sur le pH urinaire, l'aliment à faible BE a toutefois entraîné une légère augmentation de l'excrétion urinaire de Ca à G112 par rapport à l'aliment BE250 (Figure 1) ainsi qu'une tendance à l'augmentation de la teneur en Ca plasmatique (données non montrées).

Ces résultats suggèrent que l'acidification aurait pu entraîner une mobilisation des réserves minérales de l'os et notamment en Ca. Il est également possible que l'acidification des urines ait provoqué une inhibition de la synthèse des transporteurs de Ca au niveau rénal réduisant ainsi sa réabsorption (Nijenhuis *et al.*,

2006). Après la mise-bas, ces évolutions se sont inversées avec une diminution de l'excrétion urinaire de Ca avec l'aliment BE50 par rapport à l'aliment BE250 (Figure 1) ce qui pourrait suggérer une réorientation des flux de Ca pour une accrétion osseuse compensatoire avec l'aliment BE50.



**Figure 1** – Effets du BE de l'aliment alloué en fin de gestation sur le pH urinaire, la teneur en ammoniacque et en calcium de l'urine et en bicarbonates du sang

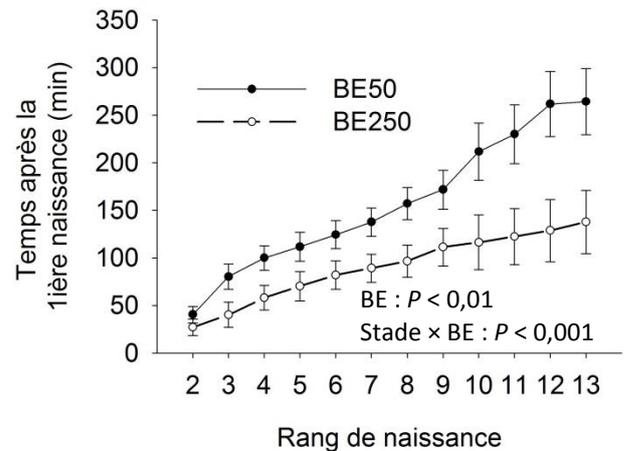
**2.2. L'abaissement du BE en fin de gestation a entraîné un allongement de la durée de mise-bas mais pas d'effet sur la survie des porcelets**

Alors que l'abaissement du BE en pré-partum n'a eu aucun effet significatif sur le nombre de porcelets nés totaux ou nés vivants ni sur le poids de la portée à la naissance, la mise-bas a duré beaucoup plus longtemps avec l'aliment BE 50 (Tableau 2). Ces mises-bas plus longues se sont aussi caractérisées par une cadence de naissance plus lente dès le troisième porcelet (Figure 2).

La mise bas des truies ayant reçu l'aliment BE50 dure particulièrement longtemps si l'on se réfère aux travaux de Bories *et al.* (2010) qui rapportent des suivis de mise-bas sur quatre élevages caractérisés a priori pour un historique de mises-bas difficiles et ayant des taille de portées similaires comparables à celles que nous avons observées. *A contrario*, les durées de mise-bas des truies ayant reçu l'aliment BE250 sont similaires à celles observées pour des mises-bas classifiées faciles dans l'étude de Bories *et al.* (2010) et dans la norme des durées de mise-bas observées au sein de l'élevage de l'UMR PEGASE (Loisel *et al.*, 2013).

Il est très vraisemblable que la plus faible teneur en bicarbonates du sang des truies ayant reçu l'aliment BE50 soit responsable de ces mises-bas plus longues. Il a bien été montré, en particulier chez la truie que la mise-bas entraînait une acidification de l'organisme notamment par la libération d'acide lactique (Bories *et al.*, 2010).

Cette acidification s'explique en grande partie par l'intensité des contractions musculaires nécessaires à la mise-bas (Pizzorno *et al.*, 2010). La teneur en bicarbonates du sang est un reflet des réserves alcalines du sang et notamment de sa capacité à réguler un pH trop acide par une excrétion accrue de CO<sub>2</sub> par voie respiratoire (Cunningham et Klein, 2007).



**Figure 1** – Effet du bilan électrolytique (BE) sur la cinétique de naissance des 13 premiers porcelets de la portée

Bories *et al.* (2010) ont montré qu'une faible teneur en bicarbonates sanguins des truies avant la mise-bas pouvait être un indicateur de risque de mise-bas lente. Le mécanisme explicatif pourrait être qu'une teneur sanguine en bicarbonates amoindrie limite les possibilités pour l'organisme d'éliminer l'excès d'acidité produit par les contractions utérines.

Ce mécanisme est cohérent avec l'existence chez l'Homme d'un lien entre un BE alimentaire faible et des performances musculaires amoindries lors d'efforts musculaires courts mais de fortes intensités (Pizzorno *et al.*, 2010).

**Tableau 2** – Performances zootechniques des truies et des porcelets jusqu'au sevrage et production de colostrum

Aliment	BE50	BE250	esm <sup>1</sup>	P <sup>1</sup>
<b>Poids de la truie, kg</b>				
A l'entrée en maternité	258,8	260,1	6,86	0,89
Au sevrage (L28)	244,3	244,3	6,81	1,00
<b>ELD, mm<sup>2</sup></b>				
A l'entrée en maternité	16,1	17,6	0,76	0,20
Au sevrage	13,7	12,5	0,71	0,24
<b>Durée de mise bas, min</b>	310	172	37,0	0,01
<b>Taille de portée</b>				
Nés totaux (NT)	16,3	16,2	0,94	0,90
Nés vivants (NV)	15,3	15,0	0,92	0,85
Sevrés	12,2	12,3	0,25	0,64
<b>Poids des porcelets, kg</b>				
A la naissance (NV)	1,44	1,48	0,047	0,58
A 24 h	1,57	1,61	0,058	0,63
<b>Poids de la portée, kg</b>				
A la naissance (NV)	23,1	23,7	1,27	0,70
Au sevrage	104,0	109,1	5,32	0,51
<b>Mortalité, % NV</b>				
A 24 h	5,03	6,84		0,63
De 24 h à 21 jours	9,8	8,2		0,60
De 24 h à 28 jours	11,6	9,3		0,51
<b>Colostrum produit, /j<sup>3</sup></b>				
Par porcelet, g	311,4	312,3	28,21	0,98
Total, kg	4,23	4,34	0,330	0,82
<b>Ingestion d'aliment de 24 h à L28, kg</b>	277	267	8,9	0,44

<sup>1</sup>esm = erreur standard de la moyenne, P = P-value de l'effet du lot, NS = P > 0,10. Les moyennes sont des moyennes ajustées. Les mortalités ont été analysées par la procédure Genmod de SAS, les autres variables par la procédure Mixed.

<sup>2</sup>ELD = épaisseur de lard dorsal.

<sup>3</sup>La consommation de colostrum par un porcelet et la production par truie ont été estimées selon l'équation [9] de Devillers *et al.* (2004).

Les mises-bas longues des truies ayant reçu le régime BE50 n'ont cependant pas eu de conséquences sur la mortalité des porcelets en cours de mise-bas, pendant le premier jour suivant la naissance ou pendant la lactation (Tableau 2). Ces observations contrastent avec le fait que des mises-bas prolongées sont associées à un risque accru d'asphyxie ou d'hypoxie des porcelets pendant la naissance (Herpin *et al.*, 1996). Il est possible que la présence permanente d'un observateur pendant les mises-bas ait réduit ce risque de mortalité. De plus, ni la production de colostrum ni le gain de poids des porcelets pendant la lactation n'ont été influencés par le traitement alimentaire des truies, ce qui suggère que l'abaissement du BE en fin de gestation n'a pas altéré la capacité laitière des truies. Néanmoins, l'effectif limité de truies dans notre étude ne permet pas de conclure sur les performances de survie et de croissance des portées.

### 2.3. L'abaissement du BE en fin de gestation n'a eu que peu d'effet sur les bio-marqueurs sanguins de l'accrétion et de la résorption osseuse des truies

Quel que soit l'aliment distribué en pré-partum, les teneurs sériques en PICP ont diminué après la mise-bas alors que les teneurs en CTX plasmatiques ont eu tendance à augmenter (Figure 2). Cet effet du stade physiologique est confirmé par des teneurs urinaires en CTX et en DPD plus élevées pendant la lactation. Ces variations dues au stade physiologique des truies montrent une résorption osseuse plus importante pendant la lactation, ce qui est cohérent avec la littérature (Giesemann *et al.*, 1998 ; Liesegang *et al.*, 2005 ; Lauridsen *et al.*, 2010). Ceci illustre qu'une mobilisation osseuse est nécessaire chez la truie, comme chez les autres mammifères en lactation, pour couvrir les besoins accrus par l'exportation d'une quantité de Ca très importante dans le lait (Horst *et al.*, 2005). Par contre, il est intéressant et surprenant de noter que, dans notre essai, les teneurs en CTX et DPD urinaires restent élevées jusqu'au vingt-et-unième jour de la gestation suivante. Ce résultat, qui suggère que la truie pourrait continuer à mobiliser ses réserves osseuses pendant les premières semaines de gestation, reste à confirmer.

Les teneurs en PICP sériques des truies ayant reçu l'aliment BE50 ont été plus élevées qu'avec l'aliment BE250 (Figure 2). Cependant, cet écart était déjà présent à 106 jours de gestation (G106) avant la distribution des aliments expérimentaux et n'est donc pas lié au BE de l'aliment. Nous avons aussi observé chez les truies ayant reçu l'aliment BE50 des teneurs en CTX plus faibles en L16, ce qui va à l'encontre de nos hypothèses. Ces résultats n'ont pas été confirmés par le dosage du CTX urinaire. Aucun effet du BE de l'aliment distribué en pré-partum n'a pu être observé sur les teneurs urinaires en bio-marqueurs de la résorption osseuse. L'absence d'effet de la baisse du BE de l'aliment en pré-partum sur les teneurs sériques, plasmatiques et urinaires des bio-marqueurs à G112 apparaît donc contradictoire avec notre hypothèse de départ selon laquelle l'acidification du régime aurait dû entraîner une libération de Ca de l'os vers le sang. Cette absence d'effet du BE de l'aliment sur les concentrations des bio-marqueurs en G112 doit cependant être confirmée car elle est aussi en contradiction avec la hausse des excréctions urinaire de Ca et des teneurs plasmatiques en Ca observées avec l'aliment BE50, qui peuvent laisser penser à une hausse de la résorption osseuse.

### CONCLUSION

Cette étude montre qu'un abaissement du BE de l'aliment alloué aux truies en pré-partum de 250 à 50 mEq/kg peut conduire à une augmentation notable de la durée de mise-bas, ce qui est contraire à l'objectif initialement visé. La raison est vraisemblablement que la diminution des réserves alcalines du sang due à l'abaissement du BE en pré-partum peut limiter les possibilités des truies de réguler leur pH sanguin pendant la mise-bas et donc conduire à une diminution du tonus musculaires nécessaires à la mise-bas. S'il a été montré auparavant que l'abaissement du BE de l'aliment alloué aux truies en lactation pouvait avoir des effets favorables sur la survie et la croissance des porcelets en maternité, l'abaissement du BE pendant la gestation n'est vraisemblablement pas à préconiser chez la truie alors que c'est une pratique courante chez la vache laitière. Cette étude confirme également que la lactation est une période de forte mobilisation osseuse chez la truie. Elle suggère également que

cette mobilisation pourrait persister en début de gestation, ce qui reste à confirmer. Cette étude ne permet pas de conclure

quant à l'absence d'effet de l'abaissement du BE en pré-partum sur l'intégrité à long terme du squelette des truies.

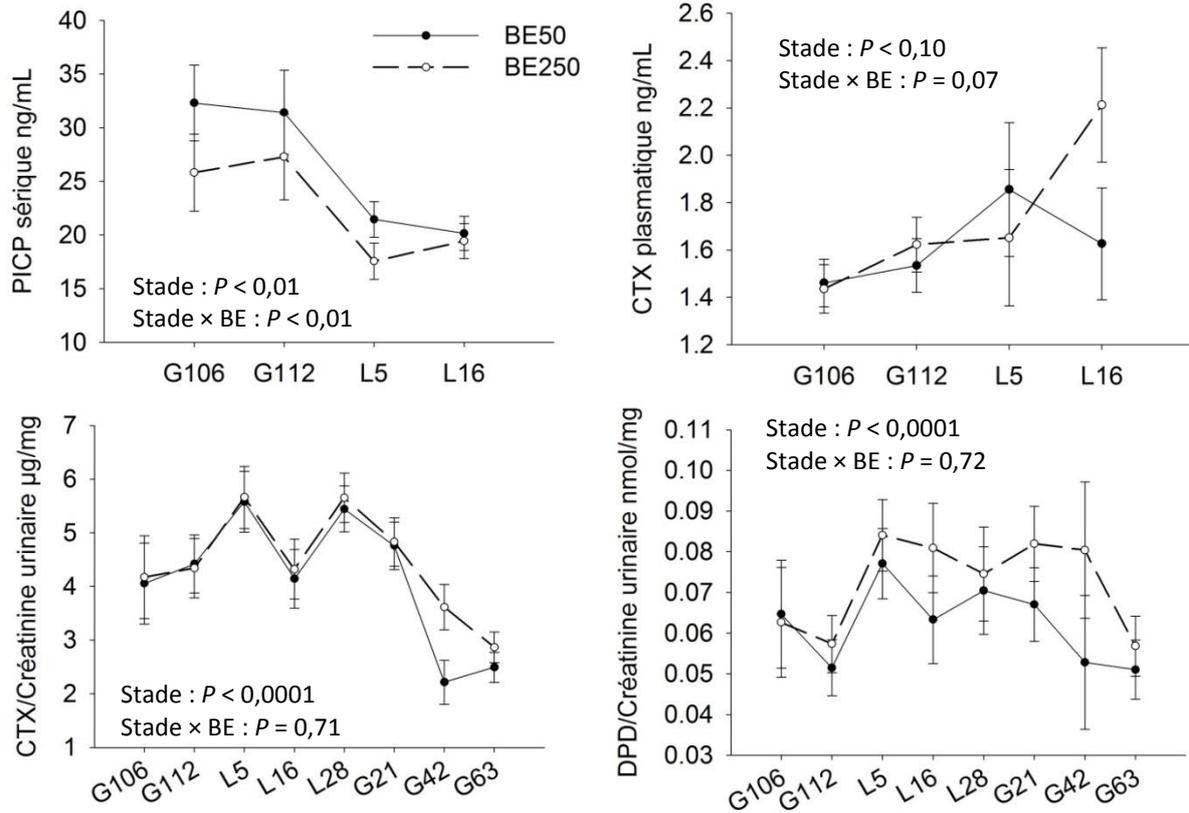


Figure 2 – Effet du BE de l'aliment en maternité sur les teneurs en bio-marqueurs de l'accrétion et de la résorption osseuse

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bories P., Vautrin F., Boulot S., Père M.-C., Sialelli J.-N., Martineau G.-P., 2010. Analyse des paramètres physiologiques et métaboliques associés aux mises bas longues ou difficiles chez la truie. Journées Rech. Porcine, 42, 233-239.
- Cunningham J.G., Klein B.G., 2007. Veterinary Physiology. In: Saunders-Elsevier Eds, St-Louis, Missouri, 700 p.
- DeRouchey J.M., Hancock J.D., Hines R.H., Cummings K.R., Lee D.J., Maloney C.A., Dean D.W., Park J.S., Cao H., 2003. Effects of dietary electrolyte balance on the chemistry of blood and urine in lactating sows and sow litter performance. J. Anim. Sci., 81, 3067-3074.
- Devillers N., van Milgen J., Prunier A., Le Dividich J., 2004. Estimation of colostrum intake in the neonatal pig. Anim. Sci., 78, 305-313.
- Giesemann M.A., Lewis A.J., Miller P.S., Akhter M.P., 1998. Effects of the reproductive cycle and age on calcium and phosphorus metabolism and bone integrity of sows. J. Anim. Sci., 76, 796-807.
- Herpin P., Le Dividich J., Hulin J.C., Fillaut M., De Marco F., Bertin R., 1996. Effects of the level of asphyxia during delivery on viability at birth and early postnatal vitality of newborn pigs. J. Anim. Sci., 74, 2067-2075.
- Horst R.L., Goff J.P., Reinhardt T.A., 2005. Adapting to the transition between gestation and lactation: differences between rat, human and dairy cow. J. Mammary Gland Biol. Neoplasia, 10, 141-156.
- Jørgensen R.J., Nyengaard N.R., Daniel R.C.W., Mellau L.S.B., Enemark J.M.D., 1999. Induced hypocalcaemia by Na2EDTA infusion. A review. J. Vet. Med. A Physiol. Pathol. Clin. Med., 46, 389-407.
- Lauridsen C., Halekoh U., Larsen T., Jensen S.K., 2010. Reproductive performance and bone status markers of gilts and lactating sows supplemented with two different forms of vitamin D. J. Anim. Sci., 88, 202-213.
- Le Cozler Y., Beaumont V., Neil M., David C., Dourmad J.Y., 1999. Changes in the concentrations of glucose, non-esterified fatty acids, urea, insulin, cortisol and some mineral elements in the plasma of the primiparous sow before, during and after induced parturition. Reprod. Nutr. Dev., 39, 161-169.
- Liesegang A., Loch L., Burgi E., Risteli J., 2005. Influence of phytase added to a vegetarian diet on bone metabolism in pregnant and lactating sows. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl.), 89, 120-128.
- Liesegang A., Chiappi C., Risteli J., Kessler J., Hess H.D., 2007. Influence of different calcium contents in diets supplemented with anionic salts on bone metabolism in periparturient dairy cows. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl.), 91, 120-119.
- Loisel F., Farmer C., Ramaekers P., Quesnel H., 2013. Effects of high fiber intake during late pregnancy on sow physiology, colostrum production, and piglet performance. J. Anim. Sci., 91, 5269-5279.
- Nijenhuis T., Renkema K.Y., Hoenderop J.G.J., Bindels R.J.M., 2006. Acid-base status determines the renal expression of  $\text{Ca}^{2+}$  and  $\text{Mg}^{2+}$  transport proteins. J. Am. Soc. Nephrol., 17, 617-626.
- Pizzorno J., Frassetto L.A., Katzinger J., 2010. Diet-induced acidosis: is it real and clinically relevant? Br. J. Nutr., 103, 1185-1194.
- Seibel M.J., 2005. Biochemical markers of bone turnover. Part I: Biochemistry and variability. Clin. Biochem. Rev., 26, 97-122.