

L'induction de la mise bas affecte-t-elle la production de colostrum chez la truie ?

Aurélie FOISNET (1), Sylviane BOULOT (2), Myriam PASSET (1), Chantal FARMER (3), Hélène QUESNEL (1)

(1) INRA, UMR1079 SENAH, F-35590 Saint-Gilles, France

(2) IFIP-Institut du porc, BP 35104, 35651 Le Rheu Cedex, France

(3) Agriculture et AgroAlimentaire Canada, Sherbrooke, Québec, Canada J1M 1Z3

Helene.Quesnel@rennes.inra.fr

Avec la collaboration technique de Chrystèle David, Frédérique Mayeur, Michel Lefebvre, Loïc Gaillard, Francis Le Gouevéc et Alain Chauvin (INRA, Saint-Gilles), de Nicolas Berthelot, Delphine Loiseau, Didier Pilorget et Béatrice Peltier (IFIP, Romillé) et de Louise Thibault (AAAC, Sherbrooke)

L'induction de la mise bas affecte-t-elle la production de colostrum chez la truie ?

L'influence de l'induction de la mise bas par un analogue de la prostaglandine F2 α (alfaprostol) à 113 jours de gestation sur la production de colostrum est étudiée sur 47 truies Landrace \times Large White au cours de deux expériences. L'expérience 1 comporte 27 truies, et l'expérience 2, 20 truies équipées d'un cathéter veineux. Dans l'expérience 2, des prélèvements de sang et de colostrum permettent aussi d'étudier les changements hormonaux des truies ainsi que la composition de leur colostrum. La production de colostrum des truies sur 24 heures est calculée en sommant les consommations de leurs porcelets estimées à partir de leur gain de poids. La durée de gestation (113,9 jours en moyenne) ne diffère pas entre les truies témoins et les truies à mise bas induite. L'induction de la mise bas n'influence pas le volume de colostrum ($P > 0,1$). Elle n'a pas d'effet sur la teneur en immunoglobulines G (IgG) du colostrum ($P > 0,1$) mais augmente sa teneur en lactose au début de la mise bas ($P = 0,02$). Au niveau endocrinien, l'induction de la mise bas entraîne un pic de prolactine transitoire dans l'heure qui suit l'injection de l'alfaprostol ($P < 0,01$) mais ne modifie pas les profils de progestérone, de prolactine et d'oestradiol des truies dans les 3 jours péripartum. Dans nos conditions expérimentales, c'est-à-dire avec des durées de gestation spontanées de 114 jours, la mise bas des truies prolifiques actuelles peut être induite à 113 jours de gestation sans impact négatif apparent sur la production de colostrum et la teneur en IgG de celui-ci.

Does hormonal farrowing induction affect the colostrum production of sows?

The effect of farrowing induction at 113 days of gestation, on colostrum production, is studied on 47 Landrace \times Large White sows, using prostaglandin F2 α analogue (alfaprostol), in two experiments. They include 27 sows (experiment 1), and 20 sows equipped with a jugular catheter (experiment 2). In experiment 2, blood and colostrum sampling is performed at repeated intervals to study hormonal and colostrum composition changes. Colostrum production is calculated from the beginning of parturition (T0) until 24 h later by summing up piglets' intakes which are estimated from their weight gain. Average gestation length (113.9 days) did not differ between spontaneous or induced farrowings. Farrowing induction does not impact on 24 h colostrum production ($P > 0.1$; Exp. 1 and 2). Little effect is seen on colostrum composition, with a higher lactose content associated with induction ($P = 0.02$), but no impairment of immunoglobulin G content ($P > 0.1$). A transient peak of prolactin is seen 1 h after alfaprostol injection ($P < 0.01$) in the treated group, but hormonal profiles (progesterone, oestradiol and prolactin) are similar in the two groups of sows during the peripartum period. In our experimental conditions, i.e. with average spontaneous gestation length of 114 days, farrowing induction can be performed at 113 days in modern prolific sows, without detrimental effect on colostrum production and immunoglobulin G content.

INTRODUCTION

L'induction de la mise bas par un analogue de la prostaglandine F2 α est une pratique répandue en élevage porcin. Pourtant, selon une enquête réalisée dans le Grand Ouest, certains éleveurs l'ont abandonnée, évoquant des mises bas plus longues et la naissance de porcelets moins vigoureux et ayant une moindre chance de survie (Le Marchand de Saint-Priest, 2006). Or l'une des causes principales de la mortalité des porcelets avant le sevrage est une consommation insuffisante de colostrum (De Passillé et Rushen, 1989 ; Le Dividich et *al.*, 2005). Ce problème peut être en partie lié à des inductions précoces qui favorisent la naissance de porcelets moins matures et donc moins aptes à téter. En effet, des durées de gestation plus longues que la moyenne (116 ou 117 jours contre 114) sont rapportées en élevage (Le Marchand de Saint-Priest, 2006 ; Gunvaldsen et *al.*, 2007). D'après une enquête nationale auprès d'éleveurs n'induisant pas la mise bas, 13% des gestations durent plus de 117 jours (Boulot, données non publiées). D'autre part, une étude récente suggère que l'induction de la mise bas affecterait la production de colostrum par la truie, indépendamment de l'aptitude des porcelets à téter (Devilleers et *al.*, 2007). Dans cette étude, néanmoins, l'effet de l'induction pouvait être confondu avec un effet de la durée de gestation. Certaines hormones impliquées dans le déclenchement de la mise bas (progestérone, oestradiol, cortisol) contrôlent aussi la lactogénèse (Farmer et Quesnel, 2009). L'induction de la mise bas pourrait donc précipiter et perturber le processus de la lactogénèse et ainsi nuire à la production de colostrum. Ces hormones participeraient également à la régulation de la qualité immunitaire du colostrum, essentielle notamment à l'immunité passive des porcelets.

Les objectifs de nos travaux sont d'étudier l'influence de l'induction de la mise bas 1) sur la production de colostrum indépendamment d'un effet de la durée de gestation (Expériences 1 et 2), et 2) sur les modifications hormonales des truies aux alentours de la mise bas, afin de chercher des liens entre les profils endocriniens des truies et la production de colostrum, en termes de volume produit et de teneur en immunoglobulines G (IgG, Expérience 2).

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Expérience 1

L'expérience est réalisée à la station expérimentale de l'IFIP à Romillé, sur deux bandes de truies Landrace x Large White. Les rangs de portée vont de 1 à 7. Au transfert en maternité, vers 105 jours de gestation, les truies sont réparties dans deux groupes à mise bas induite ou spontanée. La mise en lot est effectuée sur la base du rang de portée, de l'épaisseur de lard dorsal et du jour d'insémination des truies. La mise bas est induite à 113 jours de gestation par injection de 2 mg d'alfaprostol, un analogue de la prostaglandine F2 α (Alfabédyl®, Ceva Santé Animale, Libourne, France). Au total, 27 mises bas ont été surveillées. Les interventions en cours de mises bas sont limitées le plus possible et enregistrées. A sa naissance, chaque porcelet est pesé, médaillé, numéroté sur le dos puis replacé à l'arrière de la truie. L'heure et les conditions de naissance sont notées (cordon ombilical rompu, présence des enveloppes fœtales ou de méconium). La naissance du premier porcelet correspond à T0. Durant les 24 premières

heures de vie postnatale, les porcelets ne reçoivent aucun soin. A T24, les porcelets sont de nouveau pesés individuellement. Le cas échéant, le caractère splayleg d'un porcelet est noté.

La quantité de colostrum ingérée (CI) par chaque porcelet est estimée sur la base du gain de poids d'après l'équation établie par Devillers et *al.* (2004a) : $CI (g) = - 217,4 + 0,217 \times t + 1861019 \times PVT24/t + PVT0 \times (54,8 - 1861019/t) \times (0,9985 - 3,7 \times 10^{-4} \times t_{fs} + 6,1 \times 10^{-7} \times t_{fs}^2)$ avec PVT24 = poids du porcelet à T24 (kg), PVT0 = poids du porcelet à T0 (kg), t = temps écoulé entre les deux pesées et t_{fs} = intervalle de temps entre la naissance et la première tétée (min). Dans cette expérience, un intervalle moyen de 30 min est utilisé dans l'équation. La quantité de colostrum produite par la truie dans les 24 premières heures postpartum est estimée par la somme des consommations des porcelets de la portée.

1.2. Expérience 2

1.2.1. Schéma expérimental

L'expérience est réalisée à l'unité expérimentale de l'INRA à Saint-Gilles, sur 22 truies Landrace x Large White réparties en 4 bandes. Le schéma expérimental est le même que dans la première expérience, à quatre différences près. Toutes les truies sont primipares. Au transfert en maternité, elles sont opérées pour l'implantation d'un cathéter dans la veine jugulaire. À 113 jours de gestation, jour de l'induction de la mise bas, les truies témoins reçoivent une injection de sérum physiologique. Lors du suivi des mises bas, le temps écoulé entre la naissance et la première tétée (t_{fs}) est enregistré pour chaque porcelet et utilisé pour l'estimation de sa consommation individuelle de colostrum. La quantité de colostrum ingérée par chaque porcelet et la production de colostrum par la truie sont estimées à partir de la même équation que dans l'expérience 1. Précisons que deux truies ont été exclues de l'expérience, l'une pour une très faible production de colostrum (1 kg) et l'autre pour un intervalle entre induction et mise bas très court (8 h).

1.2.2. Prélèvements et analyses biologiques

Des prélèvements de sang sont réalisés sur les truies toutes les 6 heures à partir du 112^{ème} jour de gestation et jusqu'à 24 heures postpartum révolues. Un prélèvement de sang est aussi réalisé juste avant l'injection d'alfaprostol ou de sérum physiologique, puis 1 heure après l'injection. Du sang est aussi prélevé à la naissance du premier porcelet (T0) puis 6 heures après (T6). Le sang est collecté sur héparine ou tube sec afin de récupérer du plasma et du sérum, respectivement, après centrifugation. Ces fractions sanguines sont aliquotées et conservées à -20°C jusqu'aux analyses. L'oestradiol, la progestérone et la prolactine sont dosées par radioimmunologie, selon une méthode précédemment décrite pour la prolactine (Robert et *al.*, 1989) et des kits commerciaux pour les stéroïdes (réf. IM1188 pour la progestérone et réf. A21854 pour l'oestradiol, Beckman Coulter, Villepinte, France).

Du colostrum est prélevé par traite manuelle sur toutes les tétines accessibles à T0, T6, T12, T24 et T36. À partir de T6, les truies reçoivent, au besoin, une injection de 0,5 mL d'ocytocine (Biocytocine®, Laboratoires Biové, Arques, France) dans le cathéter. Le colostrum est filtré sur de la gaze puis congelé à -20°C. Les teneurs en IgG dans le colostrum sont déterminées par ELISA (Devilleers et *al.*, 2004b). Les teneurs en azote sont déterminées par la méthode de Dumas (AOAC 7024, 1831) à l'aide d'un automate (RapidN cube, Elementar),

et les teneurs en protéines sont ensuite calculées ($N \times 6,38$). Les teneurs en lactose du colostrum sont déterminées par un dosage enzymatique (Lactose/D-galactose, Enzytec).

1.3. Analyses statistiques

Les données des deux groupes sont comparées par analyse de variance avec la procédure Mixed de SAS, en utilisant l'effet groupe comme effet fixe et l'effet bande et expérience (expériences 1+2) en effet(s) aléatoire(s). Le nombre de porcelets allaités pendant les 24 heures suivant leur naissance est introduit en covariable pour analyser le gain de poids de la portée et la production de colostrum. Les teneurs en IgG, la composition du colostrum ainsi que les profils hormonaux sont analysés à l'aide d'un modèle pour mesures répétées.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Influence de l'induction de la mise bas sur la production de colostrum (Exp. 1 + 2)

Sur l'ensemble des deux expériences ($n = 47$), la majorité des truies dont la mise bas est induite mettent bas à 114 jours de gestation. La durée de gestation est plus variable quand la mise bas est spontanée mais les durées moyennes de gestation ne diffèrent pas entre les deux groupes de truies ($P > 0,1$; Tableau 1). La durée de la mise bas n'est pas influencée par l'induction.

Tableau 1 Caractéristiques des portées à la naissance, gain de poids de la portée et production de colostrum par la truie dans les 24 h postpartum (Exp. 1 + 2, moyenne \pm erreur standard)

	Mise bas spontanée	Mise bas induite	P
Toutes les portées			
Effectif	21	26	
Durée de gestation, j	113,7 \pm 0,3	114,0 \pm 0,0	0,15
Durée de mise bas, min	213 \pm 23	239 \pm 35	0,66
Taille de portée	12,4 \pm 0,5	11,9 \pm 0,7	0,59
Poids de portée, kg	16,4 \pm 0,5	15,6 \pm 0,8	0,27
Poids moyen des porcelets, kg	1,33 \pm 0,03	1,33 \pm 0,03	0,76
Gain de poids de la portée, kg	1,70 \pm 0,14	1,45 \pm 0,06	0,09
Production de colostrum, kg	4,47 \pm 0,23	3,95 \pm 0,19	0,08
Portées d'au moins 10 porcelets allaités			
Effectif	18	19	
Durée de gestation, j	113,6 \pm 0,3	114,0 \pm 0,1	0,11
Taille de portée	13,0 \pm 0,4	13,6 \pm 0,4	0,33
Poids de portée, kg	17,4 \pm 0,5	17,3 \pm 0,6	0,77
Gain de poids de la portée, kg	1,76 \pm 0,16	1,50 \pm 0,12	0,17
Production de colostrum, kg	4,65 \pm 0,24	4,31 \pm 0,19	0,15

Les paramètres liés à la portée et aux porcelets portent sur les porcelets qui sont allaités pendant 24 h.

La taille et le poids des portées allaitées pendant 24 heures ne diffèrent pas entre les deux groupes, ni le poids moyen des porcelets au sein de leur portée ($P > 0,1$; Tableau 1). Après ajustement pour la taille de portée allaitée, la production de colostrum tend à être réduite de 12% quand la mise bas est induite ($P < 0,08$). Certaines portées, notamment du groupe « mise bas induite », sont de petite taille et peuvent donc avoir une capacité d'ingestion limitée. Aussi, afin de s'affranchir d'un biais possible lié à ces petites portées, une analyse est réalisée sur les portées d'au moins 10 porcelets. Alors, l'effet de l'induction sur le gain de poids des portées ou la production de colostrum n'est pas significatif ($P > 0,1$, Tableau 1).

Les caractéristiques des portées à la naissance de l'expérience 2 ne diffèrent pas significativement entre les deux groupes de truies (Tableau 2). La production de colostrum est réduite de 6% quand la mise bas est induite ($P = 0,10$) mais cet effet peut être lié à 2 petites portées dans ce groupe, comme mentionné précédemment. Le temps mis par les porcelets nouveau-nés pour aller téter une première fois tend à être plus long, en moyenne, pour les portées des truies à mise bas induite. De plus, ces porcelets sont plus légers de 100 g, bien que cette différence ne soit pas statistiquement significative. Ces deux indicateurs suggèrent que ces porcelets présenteraient une moins grande aptitude à téter. Cette moindre aptitude à téter pourrait être à l'origine de la légère différence de production de colostrum observée entre les 2 groupes de truies, sur cet effectif réduit.

Tableau 2 - Caractéristiques des portées à la naissance, gain de poids de la portée et production de colostrum dans les 24 h postpartum (Exp. 2; moyenne \pm erreur standard)

	Mise bas spontanée	Mise bas induite	P
Effectif	11	9	
Taille de portée	11,4 \pm 0,6	12,2 \pm 1,3	0,58
Poids de portée, kg	15,3 \pm 0,6	14,7 \pm 1,4	0,70
Poids moyen des porcelets, kg	1,34 \pm 0,04	1,23 \pm 0,05	0,12
Intervalle naiss-1 ^{ère} tétée, min	27 \pm 1	32 \pm 2	0,06
Gain de poids de la portée, kg	1,49 \pm 0,15	1,35 \pm 0,11	0,31
Production de colostrum, kg	4,06 \pm 0,25	3,83 \pm 0,31	0,10

Ces paramètres portent sur les porcelets qui sont allaités pendant 24 h.

2.2. Influence de l'induction de la mise bas sur la composition du colostrum (Exp. 2)

2.2.1. Composition du colostrum

La composition du colostrum des truies de l'expérience 2 est présentée dans le tableau 3. À T0, le colostrum des truies à mise bas spontanée est plus riche en matières sèches ($P = 0,05$) et en protéines ($P = 0,02$) que celui des truies à mise bas induite, mais présente des teneurs en lactose moins élevées ($P = 0,02$). Ces résultats diffèrent de ceux obtenus par Jackson et al. (1995) qui ne montraient pas d'effet de l'induction de la mise bas à 110, 111 ou 112 jours de gestation sur les teneurs en lactose et en protéines du colostrum prélevé à T0. A notre connaissance, le seul effet de l'induction rapporté précédemment sur la composition du colostrum est une tendance à la réduction de la teneur en lipides du colostrum à

0 et 3 heures post-partum (Jackson *et al.*, 1995), effet observé seulement lors d'inductions très précoces, à 110 ou 111 jours de gestation.

Tableau 3 - Composition du colostrum des truies (Exp. 2 ; moyenne \pm erreur standard)

	Mise bas spontanée	Mise bas induite	P
Effectif	11	9	
Matières sèches			
T0	24,2 \pm 0,7	22,0 \pm 1,1	0,05
T24	17,2 \pm 0,7	18,3 \pm 0,6	0,28
Protéines			
T0	15,2 \pm 0,6	13,6 \pm 0,6	0,02
T24	5,2 \pm 0,3	5,6 \pm 0,3	0,77
Lactose			
T0	2,46 \pm 0,11	2,75 \pm 0,11	0,02
T24	3,76 \pm 0,07	3,56 \pm 0,09	0,11
Energie			
T0	6,43 \pm 0,25	5,82 \pm 0,43	0,14
T24	4,83 \pm 0,25	5,28 \pm 0,23	0,25

Les résultats sont exprimés en pourcentage massique de colostrum entier excepté l'énergie qui est exprimée en kJ/g de colostrum entier.

2.2.2. Teneur en IgG du colostrum

L'induction de la mise bas n'influence pas les teneurs en IgG dans le colostrum ($P > 0,1$, Figure 1). Les teneurs en IgG chutent dès T6 et atteignent des valeurs minimales à T24.

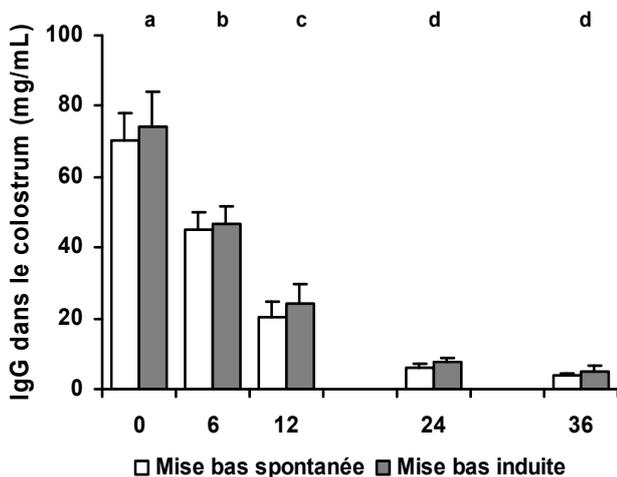


Figure 1 – Évolutions des teneurs en IgG dans le colostrum des truies dans les 36 heures suivant la naissance du premier porcelet (Exp. 2 ; moyenne \pm erreur standard). Indépendamment du groupe, les moyennes surmontées d'une lettre différente diffèrent à $P < 0,05$.

D'après Klobasa et Butler (1987), les IgG à T0 représentent les deux tiers des protéines du colostrum. Aussi des différences en teneur protéique sont-elles souvent attribuées à des différences dans les teneurs en IgG. Cependant, des résultats plus récents suggèrent que les IgG représenteraient plutôt 35 à

50% des protéines colostrales (Devilleers *et al.*, 2007 ; Foisnet *et al.*, données non publiées). Dans notre étude, les moindres teneurs en protéines du colostrum quand la mise bas est induite ne s'expliquent pas par une moindre teneur en IgG. Elles doivent donc être attribuées à une moindre teneur en d'autres protéines, comme les caséines, les immunoglobulines A ou M, ou d'autres globulines.

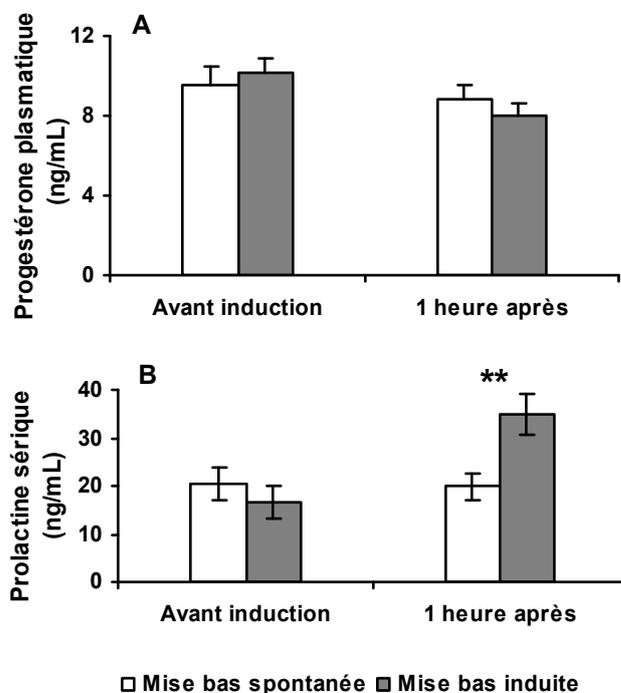


Figure 2 – Évolutions des concentrations en progestérone plasmatique (A) et en prolactine sérique (B) au moment de l'induction de la mise bas (Exp. 2 ; moyenne \pm erreur standard). ** Effet groupe significatif ($P < 0,01$).

2.3. Influence de l'induction de la mise bas sur les profils hormonaux des truies en phase péripartum (Exp. 2)

L'injection d'alfaprostol n'a pas d'effet immédiat sur les concentrations plasmatiques de progestérone (Figure 2A) mais induit une augmentation de la concentration de prolactine dans la circulation générale dans l'heure qui suit l'injection (Figure 2B). Ces résultats sont en accord avec ceux de Widowski *et al.* (1990) qui ont montré que l'injection de cloprosténol, un autre analogue de la prostaglandine F_{2α}, entraîne une augmentation des concentrations circulantes en prolactine dans la demi-heure qui suit l'injection. Ces résultats suggèrent que l'alfaprostol, comme le cloprosténol, agit directement au niveau de l'hypophyse pour entraîner une libération de prolactine avant même d'avoir induit la chute des concentrations de progestérone engendrée par la lutéolyse. La plus forte concentration en lactose dans le colostrum des truies à mise bas induite pourrait être en partie due à ce pic transitoire de prolactine induit par l'alfaprostol. En effet, la prolactine régule positivement l'activité de synthèse des cellules épithéliales mammaires et notamment la synthèse de l' α -lactalbumine (Rosen *et al.*, 1999 ; Tucker, 2000). Or, l' α -lactalbumine est l'une des deux sous-unités de la lactose synthase, enzyme qui, comme son nom l'indique, forme le lactose. Des travaux récents ont montré que des truies produisant une très faible quantité de colostrum (1 kg en 24 h) présentaient des teneurs en lactose dans leur colostrum à T0

plus faibles par rapport à des truies produisant des quantités de colostrum moyennes (4 kg en 24 h ; Foisnet et *al.*, données non publiées). Cela suggère que l'induction de la mise bas, en augmentant les concentrations en lactose du colostrum à T0, ne nuit pas à la lactogénèse.

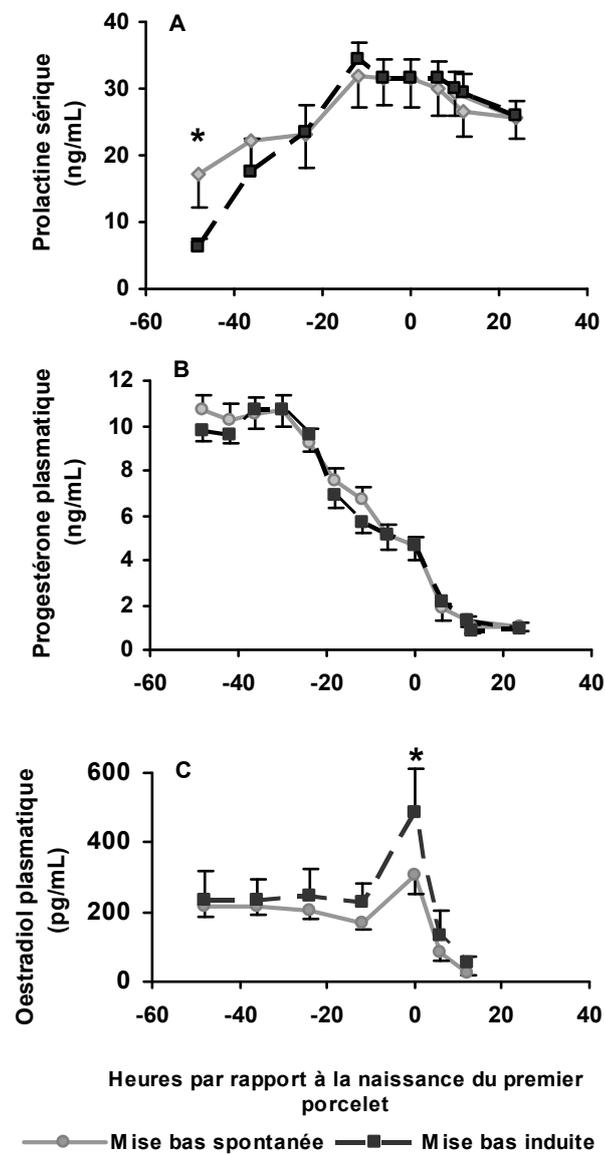


Figure 3 – Profils hormonaux des truies pendant la phase péripartum : prolactine (A), progestérone (B), oestradiol (C) (Exp. 2 ; moyenne ± erreur standard).

Les profils hormonaux des truies dans les heures qui précèdent et qui suivent la mise bas ne révèlent pas de différences notables entre les deux groupes (Figure 3).

Les truies dont la mise bas est spontanée ont des concentrations circulantes en prolactine plus élevées 48 heures avant la mise bas.

Cela pourrait indiquer que la régulation de la lactogénèse a démarré plus tôt mais cette hypothèse n'est pas appuyée par les profils de progestérone et d'oestradiol.

En effet, les truies à mise bas induite ont plus d'oestradiol à T0 ($P = 0,02$) ; notons toutefois que ceci semble essentiellement lié à une truie qui a de très fortes concentrations en oestradiol.

Le profil de progestérone chez les truies à mise bas induite n'est pas différent de celui des truies à mise bas spontanée ($P > 0,1$).

Ces résultats suggèrent que lorsqu'elle n'est pas pratiquée trop précocement, l'induction de la mise bas ne perturbe pas les cascades de modifications hormonales nécessaires au bon déroulement de la mise bas et à une bonne lactogénèse.

CONCLUSION

À durée de gestation et taille de portée équivalentes, l'induction de la mise bas n'influence pas la production de colostrum par la truie, ni les concentrations en IgG du colostrum.

Ceci est cohérent avec le fait que l'induction à 113 jours de gestation ne perturbe pas les profils circulants de prolactine, de progestérone et d'oestradiol aux alentours de la mise bas, hormis un pic transitoire de prolactine une heure après l'injection d'alfaprostol.

La composition du colostrum est modifiée au début de la mise bas mais pas de façon délétère puisqu'une plus forte concentration en lactose est un indicateur d'une bonne lactogénèse.

Des travaux complémentaires seraient toutefois nécessaires pour préciser si ces conclusions basées sur des mises bas spontanées à 114 jours, seraient extrapolables à des femelles à gestation plus longue.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Association of Official Analytical Chemists. 1990. Official methods of analysis, 15th edition, AOAC, Washington, DC.
- de Passillé A. M., Rushen J., 1989. Using early suckling behavior and weight gain to identify piglets at risk. *Can. J. Anim. Sci.*, 69, 535-544.
- Devillers N., van Milgen J., Prunier A., Le Dividich J., 2004a. Estimation of colostrum intake in the neonatal pig. *Anim. Sci.*, 78, 305-313.
- Devillers N., Farmer C., Mounier A.M., Le Dividich J., Prunier A., 2004b. Hormones, IgG and lactose changes around parturition in plasma, and colostrum or saliva of multiparous sows. *Reprod. Nutr. Dev.*, 44, 381-396.
- Devillers N., Farmer C., Le Dividich J., Prunier A., 2007. Variability of colostrum yield and colostrum intake in pigs. *Animal*, 1, 1033-1041.
- Farmer C., Quesnel H., 2009. Nutritional, hormonal and environmental effects on colostrum in sows. *J. Anim. Sci.*, 87, 56-64.
- Gunvaldsen R.E., Waldner C., Harding J.C., 2007. Effect of farrowing induction on suckling piglet performance. *J. Swine Health Prod.*, 15, 84-91.
- Jackson J.R., Hurley W.L., Easter R.A., Jensen A.H., Odle J., 1995. Effects of induced or delayed parturition and supplemental dietary fat on colostrum and milk composition in sows. *J. Anim. Sci.*, 73, 1906-1913.
- Klobasa F., Butler J.E., 1987. Absolute and relative concentrations of immunoglobulins G, M and A, and albumin in the lacteal secretions of sows of different lactation numbers. *Am. J. Vet. Res.*, 48, 176-182.
- Le Dividich J., Rooke J.A., Herpin P., 2005. Nutritional and immunological importance of colostrum for the new-born pig. *J. Agric. Sci.*, 143, 469-485.
- Le Marchand de Saint Priest L., 2006. Faut-il remettre en cause l'induction de la mise bas chez la truie ? Enquête sur les pratiques d'élevages. Mémoire de fin d'étude, ESITPA, Mont-Saint-Aignan.
- Robert S., de Passillé A.M.B., St-Pierre N., Dubreuil P., Pelletier G., Petitclerc D., Brazeau P., 1989. Effect of the stress of injections on the serum concentration of cortisol, prolactin and growth hormone in gilts and lactating sows. *Can. J. Anim. Sci.*, 69, 663-672.
- Rosen J. M., Wyszomierski S. L., Hadsell D., 1999. Regulation of milk protein gene expression. *Annu. Rev. Nutr.*, 19, 407-436.
- Tucker H.A., 2000. Hormones, mammary growth, and lactation: a 41-year perspective. *J. Dairy. Sci.*, 83, 874-884.
- Widowski T.M., Curtis S.E., Dziuk P.J., Wagner W.C., Sherwood O.D., 1990. Behavioral and endocrine responses of sows to prostaglandin F_{2α} and cloprostenol. *Biol. Reprod.*, 43, 290-297.