

Incidence du système de logement et de la saison sur la survie néonatale des porcelets

R. GUÉGUEN (1), J.P. QUILLIEN (2), Marie-Christine MEUNIER-SALAÜN (3), Céline SALAÜN (4), J. CALLAREC (4)

(1) Lycée Agricole Le Nivot, 29590 Lopérec

(2) E.D.E., Chambre d'Agriculture de Bretagne - BP77, 56002 Vannes Cedex

(3) INRA, Station de Recherches Porcines - 35590 Saint-Gilles

(4) Chambre d'Agriculture de Bretagne, E.D.E - BP 504, 29322 Quimper Cedex

Avec la collaboration technique de P. Kergourlay et Y. Duprat

Incidence du système de logement et de la saison sur la survie néonatale des porcelets

Le système plein-air bénéficie d'une image positive en terme de bien-être. Toutefois la mortalité périnatale reste le point faible avec de fortes variations saisonnières. Le taux de mortalité péri-partum et ses relations avec les caractéristiques pondérales et thermiques des porcelets au cours des premières 24h post-partum sont analysés dans une étude comparative de 29 truies croisées Large-White X Landrace placées en phase de maternité dans deux systèmes, en bâtiment ou en plein-air, au cours de périodes estivale et hivernale.

À 30 min de vie, la température rectale dépend des conditions du milieu, avec des valeurs supérieures chez les animaux nés en plein-air l'été, comparés aux animaux nés en bâtiment. La température rectale à 24h post-partum n'est pas affectée en revanche par le mode de logement ou la saison. Les gains de poids entre 30 min et 24 heures post-partum sont réduits significativement chez les porcelets nés en plein-air. La proportion de porcelets dont la variation pondérale est limitée entre 30 min de vie et 24h post-partum (<20g), est plus importante en plein-air (19,7 contre 8,8 %). Ces animaux se caractérisent par des valeurs de température et de poids à 30 min de vie faible. C'est aussi le cas des porcelets morts à 24 heures post-partum dont la fréquence est supérieure en plein-air et pendant la phase hivernale. La mortalité n'est pas liée aux caractéristiques pondérales des porcelets mais plutôt à leur rang de naissance. La mortalité hivernale en plein-air constitue la phase la plus critique et apparait comme l'ultime réponse à des difficultés d'adaptation du porcelet aux contraintes du milieu.

Incidence of housing and season on neonatal survival of piglets

The outdoor system enjoys favourable image in terms of welfare. Nevertheless this breeding system leads to high perinatal death rate, which is a limitant factor and varies a lot according to the season. The perinatal death rate and its relationships with weight and thermal characteristics of piglets during the first 24hours after farrowing, were studied in 29 crossed breded sows Large-White X Landrace in comparative investigations of housing systems (outdoors, indoors) and seasons (summer, winter).

At 30 min of life, the rectal temperature depends upon the surroundings, higher values of the temperature being obtained in piglets born outdoors in summer., whereas indoors the results are opposite. The rectal temperature 24h after farrowing is not influenced by the housing conditions or the season. Outdoors the weight gain between 30 min and 24h postpartum are less important. The proportion of piglets whose weight gains is lower than +20g is more important outdoors (19,7 vs 8,8 % indoors). Theses piglets are also characterized by a low temperature and a low weight at 30 min of life. It is also the case of the piglets dead at 24 h postpartum, their frequency being more important outdoors during winter. The stillbirth rate is not related to birthweight but rather to birth order. Our results suggest that winter is the more critical period outdoors. Winter mortality outdoors is the ultimate expression of the difficulty met by the newborn piglet to adapt to the surroundings.

INTRODUCTION

Les résultats nationaux de gestion technique des troupeaux de truies en 1997 (résultats GTTT, ITP) rapportent un taux moyen de mortalité sur le nombre de porcelets nés totaux de 21,6 % chez les truies logées en plein-air contre 18,1 % dans le cas de truies placées en bâtiment fermé. La liberté des truies serait un facteur favorisant les pertes sur nés vivants (CRONIN et SMITH, 1992 ; BLACKSHAW et al, 1994), qui interviennent essentiellement au cours des 24 premières heures post-partum en élevage plein-air et plus généralement au cours des 72 premières de vie (RANDALL, 1992; BERGER et al, 1997). Malgré de très fortes variations décrites intra et inter élevages, le taux de mortalité dans les élevages de production demeure particulièrement élevé. Au cours des 10 dernières années, ce taux est passé de 19 à 21,6 % des porcelets nés, mais la productivité sur la même période a progressé de 20,4 sevrés/truie/an à 21,7 sevrés/truie/an.

Des variations saisonnières sont également observées avec des pertes plus importantes au cours de la phase hivernale, le taux atteignant en moyenne dans les élevages plein-air: 23,7 % en décembre et 16,9% en mai. Ces variations saisonnières sont plus faibles en bâtiments fermés: 18,2 % en décembre et 16,0 % en mai (DAGORN et al, 1996).

La mortalité est généralement associée à des problèmes d'hypotrophie, d'anorexie, et d'hypothermie. Les capacités de thermorégulation chez le porcelet étant limitées à la naissance, sa survie va dépendre en grande partie de l'environnement thermique de la loge de mise-bas ou de la cabane (Le DIVIDICH et HERPIN, 1995),

En bâtiment fermé, de nombreux travaux ont permis de définir des conditions pratiques d'élevage contribuant à réduire la mortalité néonatale. Elles concernaient par exemple le choix du type de case de mise-bas, la nature du sol, la présence de tapis et de lampes chauffantes, les modalités de surveillance (CHOSSON et al, 1989; QUÉMÉRÉ et al, 1993; CURTIS, 1995; ROUSSEAU et al, 1998). Par contre pour les mises bas en plein-air les données restent insuffisantes (EDWARDS, 1994; BERGER et al, 1997). Une étude récente a permis de mettre en évidence des situations à risques dans lesquelles le comportement de la mère s'avère déterminant (BERGER, 1999).

Cette étude a donc pour objectif d'évaluer les risques de mortalité périnatale, liés aux caractéristiques pondérales et thermiques du porcelet, dans deux conditions de logement (plein-air et bâtiment fermé) et sur deux périodes de l'année (hiver et été).

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. Animaux

L'étude a été réalisée à la Station Régionale Porcine des EDE bretons à Guernévez, sur le troupeau de truies logées en stalle individuelle dans un bâtiment sur caillebotis intégral, correspondant au système conventionnel de la région, et sur

celui des truies placées en groupe pendant la gestation dans un bâtiment paillé puis dans des parcs individuels plein-air équipé de cabanes rondes (4,7 m² au sol) pendant la maternité.

L'étude a porté sur 29 truies multipares croisées Large White x Landrace inséminées en Large White x Piétrain. Le suivi complet de la mise-bas a pu être mené sur un échantillon plus limité de 24 truies, dont la répartition dans les 2 types de logement et les 2 périodes de l'année est indiquée dans le tableau 1. Les mises-bas étaient déclenchées à 114 jours de gestation pour les animaux logés en bâtiment (planate) alors que pour les truies plein-air, les mises-bas étaient "naturelles". Afin de préserver la variation naturelle du risque de mortalité pendant le déroulement de la parturition, les interventions humaines ont été réduites à l'identification des porcelets naissant et aux seules périodes de mesures. Deux observateurs suivaient la mise-bas, en restant à l'extérieur de la cabane ou de la case de mise-bas.

1.2. Conditions d'élevage

En bâtiment fermé, la maternité est équipée d'une ventilation dynamique où la température de consigne est de 20° C. Un tapis est disposé à l'arrière de la truie et deux lampes de 250 watts sont placées sur les parties latérales de la loge. Pour la cabane plein-air, un apport de paille était effectué de manière fractionnée (10 à 15 kg) afin de maintenir une couverture paillée homogène. Les jours de mise-bas, les données météorologiques fournies par la station la plus proche, ont été pour la période hivernale de $2,9 \pm 2,4^{\circ}$ C pour la température extérieure minimale et $10,0 \pm 1,3^{\circ}$ C pour la température maximale. Pendant la saison estivale, les températures extérieures étaient de $13,9 \pm 2,6^{\circ}$ C en valeur minimale et $21,3 \pm 2,9^{\circ}$ C en valeur maximale.

1.3. Mesures

Les porcelets étaient identifiés à l'expulsion par une marque localisée entre les épaules à l'aide d'un marqueur gras, en notant le temps exact en heure et minute de la naissance. Les porcelets nouveau-nés inanimés étaient considérés comme mort-nés à l'exclusion des momifiés. Deux séries de mesures étaient ensuite effectuées 30 minutes et 24 heures après la naissance. Elles consistaient en un enregistrement de la température rectale (thermomètre digital) et du poids des porcelets. La pesée des porcelets était réalisée à l'entrée de la cabane ou hors de la loge. Les animaux étaient replacés après la mesure au même endroit que celui où ils avaient été pris. En revanche, la température interne étaient enregistrées sans déplacer l'animal ce qui nécessitait l'entrée de l'observateur dans la cabane.

1.4. Analyses statistiques

Les résultats ont été traités à l'aide du logiciel STATITCF par analyse de variance (effet logement, effet saison), analyse des fréquences (% d'animaux, Khi²) et analyse de corrélation entre les différents critères étudiés.

Les données ont été aussi considérées après regroupement des animaux en classes, soit à partir du poids à la naissance

Tableau 1 - Effectifs et taux de perte au sein des portées expérimentales

Critères	Plein-air		Bâtiment fermé		
	Hiver	Été	Hiver	Été	
Effectif truies	6	6	6	6	(24)
Nés totaux (NT)	83	73	80	62	(298)
Taux de perte, %					
morts nés (1)	2,4	6,8	8,8	6,5	(6,0)
morts 24 h (2)	11,1 a	2,9 b	0 b	3,4 b	(4,6)

Les valeurs affectées de lettres différentes, diffèrent significativement au seuil $P < 0,05$

(1) pourcentage sur nés totaux

(2) pourcentage sur nés vivants

soit sur la base de la différence de poids enregistrée entre 30 minutes de vie et 24h post-partum. Les classes sont constituées à partir de la valeur moyenne \pm l'écart-type de la population.

2. RÉSULTATS

2.1. Taux de perte dans les portées expérimentales

Le taux de pertes avoisine 6% dans le cas des morts nés et 5% dans le cas de la mortalité à 24h de vie.

Les conditions de logement des truies n'affectent pas significativement le taux de morts nés (tableau 1). En revanche, le taux de pertes à 24 heures post-partum apparaît significativement plus élevé en système plein-air et en hiver, comparativement aux autres modalités ($P < 0,01$).

2.2. Influence du logement et de la saison sur les caractéristiques pondérales et thermiques des porcelets vivants à 24h

Les conditions de logement et la saison n'induisent pas de différence significative sur le poids de naissance des porcelets vivants à 24h ($P > 0,10$), la valeur moyenne étant de 1608 ± 365 g.

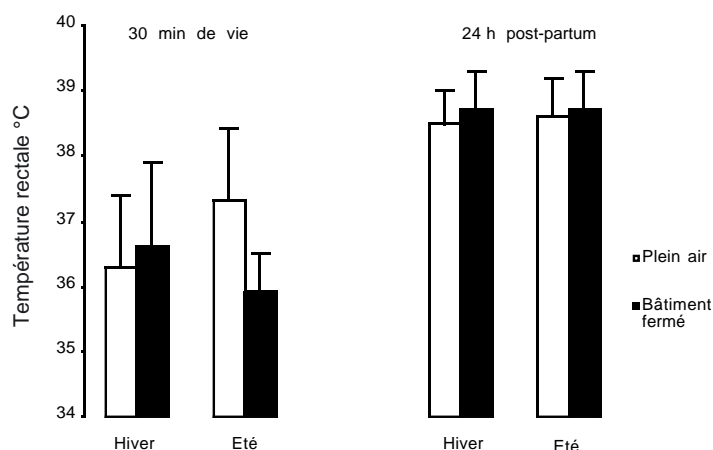
L'analyse de la variation pondérale entre 30 min de vie et 24 h post-partum sans tenir compte de la saison, décrit un avantage pour les animaux logés en bâtiment (en moyenne 141 ± 123 g contre 108 ± 101 g en plein-air, $P < 0,01$). Néanmoins, on observe une interaction entre le logement et la saison, avec une différence significative uniquement en période estivale (+38 %). En hiver l'écart est plus limité (+23%) et n'est pas significatif.

À 30 min de vie, la température interne du porcelet est plus élevée chez les animaux nés en plein-air comparativement à ceux du bâtiment (respectivement $36,8 \pm 1,2^\circ\text{C}$ contre $36,3 \pm 1,4^\circ\text{C}$, $P < 0,01$). On note un effet significatif de la saison en interaction avec l'effet du mode de logement, illustrée sur la figure 1. En effet, les porcelets nés en plein-air montrent une température interne à la naissance d'environ 1°C plus élevée l'été que l'hiver ($37,3 \pm 1,1^\circ\text{C}$ contre $36,3 \pm 1,1^\circ\text{C}$; $P < 0,001$) alors qu'en bâtiment les résultats sont

inverses avec une température supérieure pendant la phase hivernale et un écart de $0,6^\circ\text{C}$ seulement ($36,6 \pm 1,3^\circ\text{C}$ contre $35,9 \pm 1,4^\circ\text{C}$ l'été; $P < 0,01$).

La température rectale à 24h post-partum n'est pas affectée par le mode de logement ou la saison (figure 1). Elle est en moyenne de $38,6 \pm 0,6^\circ\text{C}$.

Figure 1 - Influence du logement et de la saison sur la température rectale des porcelets à 30 min de vie et 24h post-partum



2.3. Profils des animaux vivants à 24h

La classe des animaux dont la variation de poids entre 30 min et 24 h de vie, est faible voire négative (< 20 g), représente 19,7% des animaux vivants à 24h dans le cas des naissances en plein-air contre 8,8 % pour celles en bâtiment ($P < 0,01$). Pour la classe caractérisée par un gain de poids supérieur à 220 g, l'effectif est plus important dans le cas des naissances en bâtiment comparé à celles du plein-air (17,6% contre 11,7% de l'effectif de porcelets vivants à 24h), mais la différence n'est pas significative.

Les caractéristiques pondérales et thermiques des animaux à faible gain de poids (< 20 g), ne diffèrent pas significativement selon le logement, malgré des valeurs différentes décrites dans le tableau 2 (p 126). Par contre, on note dans la catégorie des animaux à fort gain pondéral, une différence de poids à la naissance significativement supérieure (+200g) chez les animaux nés en plein-air comparés aux porcelets nés en bâtiment.

Tableau 2 - Caractéristiques communes des porcelets survivants à 24h en fonction de la variation du poids entre 30 min de vie et 24h post-partum.

Δ poids 30 min-24h	< 20g		>220g	
Type de logement	Plein-Air	Bâtiment fermé	Plein-Air	Bâtiment fermé
Nombre de porcelets	27	11	16	22
Poids 30 min. -24h, g	-25 \pm 25	-25 \pm 42	258 \pm 39	277 \pm 51
Poids naissance	1325 \pm 399	1157 \pm 384	1773 \pm 157 a	1571 \pm 225 b
Température interne				
30 min.	36,3 \pm 1,6	35,1 \pm 2,2	37,0 \pm 1,0	36,9 \pm 1,0
24h	38,1 \pm 0,6	37,9 \pm 0,7	38,8 \pm 0,4	38,9 \pm 0,4
Variation température 30 min. - 24h	1,7 \pm 1,3	2,8 \pm 2,4	1,7 \pm 0,9	2,0 \pm 0,9
Rang de naissance	7,9 \pm 4,7	7,6 \pm 4,5	6,2 \pm 4,1	7,9 \pm 4,2

a, b effet significatif du logement, $P < 0,01$

Tableau 3 - Répartition des mortalités au cours de 24 heures post-partum (nombre de porcelets) en fonction de la classe de poids à la naissance.

Classe de poids naissance, g	Poids < 1200	1200 < Poids < 1800	Poids > 1800	Total
Morts nés	6	9	3	18
Morts 24h	10 a	2 b	1 b	13

a, b correspondent aux différences de répartition des mortalités au seuil de $P < 0,05$ entre les 3 catégories de poids de naissance

Indépendamment des conditions de logement, l'analyse comparative des 2 classes extrêmes de gain de poids montre que les porcelets à faible gain se différencient significativement des animaux à gain élevé par des valeurs inférieures du poids à la naissance (1300 \pm 396 g contre 1604 \pm 274 g), de la température à 30 min de vie (36,0 \pm 1,8° C contre 36,9 \pm 1,0° C), et à 24 heures post partum (38,0 \pm 0,6° C contre 38,9 \pm 0,4° C).

Une analyse des relations entre la variation de poids (30 min - 24 h) et les variables de poids à la naissance et de températures a été réalisée par régression linéaire multiple progressive. Elle décrit des réponses différentes selon la classe considérée. Chez les animaux appartenant à la classe à faible gain, l'évolution pondérale en plein-air comme en bâtiment fermé n'est pas liée aux caractéristiques thermiques ou pondérales des porcelets. En revanche dans la classe d'un fort gain, la variation pondérale des animaux nés en plein-air est lié au poids de naissance ($r = + 0,76$, $P < 0,05$), alors qu'il n'apparaît pas de relation chez les animaux nés en bâtiment ($P > 0,10$).

2.4. Caractéristiques pondérales et thermiques des animaux morts-nés et morts à 24h post-partum

Le nombre total de morts-nés est seulement de 18 animaux sur les 298 porcelets nés totaux (tableau 3), avec une répartition de 7 dans le système plein-air (2 l'hiver, 5 l'été) et

11 en bâtiment (7 l'hiver et 4 l'été). Ces animaux se caractérisent par un poids de naissance de 1357 \pm 388 g, qui correspond au poids moyen de l'ensemble des porcelets nés. La mortalité intervient surtout en fin de mise-bas après la naissance des 10 premiers porcelets (rang >10). Le taux s'élève à 13,5 % de morts-nés (10/74) contre 3,6 % (8/224) pour les autres rangs (≤ 10 ; $P < 0,01$).

Dans le cas des animaux morts au cours des premières 24 h postpartum (13 porcelets), 76% d'entre eux ont un poids de naissance inférieur à 1200g, la valeur moyenne de cet échantillon étant de 926 \pm 199 g (tableau 3). Par ailleurs, ces porcelets présentent une température rectale faible de 33,9 \pm 2,2° C en moyenne, inférieure de 2,4°C par rapport à la valeur moyenne de l'ensemble des porcelets nés vivants. Le rang de naissance n'a pas d'incidence sur la mortalité à 24 heures post-partum.

3. DISCUSSION

La température interne du porcelet à 30 min de vie est affectée par le mode de logement en faveur du système plein-air. A la naissance, le porcelet subit une hypothermie transitoire, compte tenu d'un écart entre les conditions de température ambiante et les caractéristiques thermiques du porcelet. BERTHON et al (1993) estiment la température critique inférieure à 34,6° C et la température de métabolisme de sommet à 17,8° C chez le porcelet à 2 heures d'âge. L'ampleur de

L'hypothermie du nouveau-né est fonction de la température ambiante (LE DIVIDICH et NOBLET, 1981). La température plus élevée en plein-air 30 min après la naissance, suggère un environnement thermique plus favorable dans la cabane qui pourrait être associé à la présence d'un sol paillé isolant. Toutefois la température ambiante dans la case n'est pas le seul élément à intervenir, en particulier l'effet de la saison. On observe en effet que la température des porcelets à 30 min de vie est plus basse l'hiver que l'été en plein-air. A l'inverse, les animaux nés en bâtiment fermé, montrent une température rectale inférieure l'été comparée à celle mesurée en hiver. Les facteurs de risques conduisant à des températures rectales faibles dépendent donc à la fois du logement mais également de la saison.

À 24 heures post-partum, l'effet des conditions de milieu au moment de la mise-bas n'apparaît plus au niveau de la température rectale des porcelets. Dans les 4 situations de logement et saison, les porcelets ont développé avec efficacité leurs mécanismes thermiques en accord avec les données de la littérature (LE DIVIDICH et HERPIN, 1995).

Une évolution pondérale faible voire négative au cours des premières 24h post-partum concernent plus particulièrement les porcelets nés en plein-air. Un faible gain de poids entre 30 min et 24h post-partum n'apparaît pas dépendant des caractéristiques pondérales et thermiques mesurées à 30 min de vie, aussi bien chez les animaux nés en plein-air qu'en bâtiment. Néanmoins l'ensemble des porcelets à faible gain de poids ont en moyenne un poids et une température rectale 30 min après la naissance réduits, ce qui souligne une certaine fragilité. La détection de ces animaux doit également prendre en compte d'autres paramètres, comme par exemple l'activité physique, le rythme cardiaque, le degré d'hypoxie ou des paramètres métaboliques (HERPIN et al, 1997). LOSSEC et al (1998) notent qu'en dessous d'une température interne de 34-35° C, les sujets présentent une chute de la production de chaleur, une hyperglycémie et une hyperlactamie. Pour ces auteurs les réponses métaboliques sont réversibles si l'animal est réchauffé. On peut penser que dans le contexte d'une naissance en plein-air et en particulier en hiver la température ambiante accentuerait ces réponses et par voie de conséquence limiterait la résistance au froid selon un mécanisme mettant en relation la température interne, la prise de poids et la consommation de colostrum (LE DIVIDICH et NOBLET, 1981). HERPIN et al (1996) montrent en effet que les porcelets dont le poids est inférieur à 1,1 - 1,2 kg présentent des difficultés d'ingestion de colostrum et un niveau de mortalité particulièrement important. Dans le cas de notre étude, cette limite apparaît se situer à un poids supérieur chez les animaux nés en plein-air et l'hiver.

Le porcelet léger est également désavantagé dans l'accès aux tétines et dans leur appropriation, du fait d'une vigueur moindre. Il est davantage prédisposé aux écrasements (FRA-

SER et al, 1995), ce qui explique l'importance de la mortalité au cours des premières 24h post-partum observée dans cette étude.

La mortalité est restée relativement faible dans cette étude et indépendante du poids des animaux. En revanche, l'effet de l'ordre de naissance confirme le rôle prépondérant de la durée de parturition comme le soulignait RANDALL en 1972, indiquant que 82 % des mortalités intra-partum apparaissent au cours du dernier tiers des expulsions. L'augmentation de la durée de mise-bas entraîne une élévation du risque d'asphyxie (HERPIN et al, 1997), ce qui met l'accent sur la nécessité d'une mise-bas rapide (ENGLISH et WILKINSON, 1982; ZALESKI et HACKER, 1993). Lorsque le déroulement de la parturition est difficile, on peut penser que l'état de souffrance est plus aiguë du fait d'un processus d'expulsion freiné et d'une hypoxie de parturition plus intense (HERPIN et al, 1997). Les porcelets nés dans ces conditions présenteraient un temps de récupération plus long, ce qui serait le cas des animaux nés l'été en bâtiment fermé. Mais dans ce cas les conditions thermiques restent favorables aux porcelets, limitant les effets défavorables des handicaps initiaux sur le taux de pertes. Il serait donc intéressant d'analyser plus finement l'incidence des conditions de logement sur le déroulement de la mise-bas, au niveau du porcelet.

En fin de mise-bas les difficultés de la naissance peuvent s'avérer fatales, néanmoins si l'animal naît vivant, son rang de naissance n'intervient pas sur le risque de mortalité durant les 24 premières heures de vie, ni sur le gain de poids acquis entre 30 min de vie et 24h post-partum.

En conclusion, nos observations ont permis de dissocier la mortalité à la naissance et la mortalité à 24h post-partum et de définir un profil d'animaux sensibles. Chez les porcelets nés en plein-air, les problèmes de viabilité apparaissent particulièrement aigus pendant la phase hivernale, le porcelet s'épuisant plus rapidement. La mortalité apparaît comme l'ultime réponse à un phénomène graduel de difficultés d'adaptation du nouveau-né aux contraintes du milieu. Les effets du froid sont d'autant plus accentués que le poids des porcelets à la naissance est faible. Dans ce contexte, il s'agit pour l'éleveur d'accompagner l'adaptation des porcelets pour éviter une sévère sélection naturelle. Néanmoins la rusticité des installations et les difficultés d'intervention limitent l'assistance apportée aux porcelets nés en plein-air. Le maximum de vigilance doit se porter sur la conduite de base, à savoir la qualité du terrain et de la cabane, et d'assurer des conditions de tranquillité de la truie parturiente.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le Conseil Régional de Bretagne pour sa participation financière à l'étude.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BERGER F., DAGORN J., LE DENMAT M., QUILLIEN J.P. et al, 1997. *Ann. Zootech.*, 46, 321-329.
- BERGER F., 1999. *Techniporc*, 22(3), 13-19.
- BERTHON D., HERPIN P., DUCHAMP C., DAUNCEY M.J., LE DIVIDICH J., 1993. *J. Develop. Physiol.*, 19, 253-261.
- BLACHSHAW J.K., BLACKSHAW A.W., THOMAS F.J., NEWMAN F. W., 1994. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 39,281-295.
- CHOSSON C., BURDIGOU R., GRANIER R., UHLEN J.C., 1989. *Journées Rech. Porcine en France*, 21, 269-274.
- CRONIN G.M., SMITH J.A., 1992. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 191-208.
- CURTIS S.E., 1995. In "The néonatal pig developpement and survival", pp 269-286. Varley M (Ed).
- DAGORN J., BADOUARD B., BOULOT S., 1996. *Techniporc.*, 19 (2), 7-13.
- EDWARDS S.A., 1994. *Pig News and Information*, 15, 111-112.
- ENGLISH P.R., WILKINSON V., 1982. In "Control of pig reproduction", p479, D.J.A. Cole, G.R. Foxcroft (Eds).
- FRASER D., PHILLIPS P.A., THOMPON B.K., PAJOR E.A. et al, 1995. In "The neonatal pig developpement and survival"., pp 287-312, Varley M.(Ed).
- HERPIN P., LE DIVIDICH J., HULIN J.C., FILLAUT M. et al, 1996. *J. Anim. Sci.*, 74, 2067-2075.
- HERPIN P., HULIN J.C., FILLAUT M., GAUTHIER J., LE DIVIDICH J., 1997. *Journées Rech. Porcine en France*, 29, 59-66.
- LE DIVIDICH J. NOBLET J., 1981. *Journées Rech. Porcine en France*, 13, 11-16.
- LE DIVIDICH J., HERPIN P., 1995. In "The neonatal pig developpement and survival", pp 57-95, Varley (Ed).
- LOSSEC G., HERPIN P., LE DIVIDICH J., 1998. *Exp. Physiol.*, 83, 667-678.
- QUÉMÉRÉ P., COUSEIN J., FLAMENT J., JACOB P., 1993. *Journées Rech. Porcine en France*, 25, 113-122.
- RANDALL G., 1972. *Vet. Records*, 90, 178-182.
- RANDALL G., 1992. *Anim. Reprod. Sci.*, 28, 309-318.
- ROUSSEAU P., LEVASSEUR P., LE DIVIDICH J., VAUDELET J.C., 1998. *Journées Rech. Porcine en France*, 30, 311-317.
- ZALESKI H.M., HACKER R.R., 1993. *J.Anim. Sci.*, 71, 298-305.