

Analyse des pertes en maternité et des facteurs associés : modélisation à partir des portées disponibles en Gestion Technique

Alexia AUBRY (1), Mathilde KLINGLER (2), Pauline BRENAUT (1), Alban BOUQUET (1), Brigitte BADOUARD (1)

(1) IFIP-Institut du Porc, BP 35104, 35651 Le Rheu cedex, France

(2) Ecole Supérieure d'Agricultures d'Angers, 49000 Angers, France

alexia.aubry@ifip.asso.fr

Analyse des pertes en maternité et des facteurs associés : modélisation à partir des portées disponibles en Gestion Technique

La survie des porcelets est une question essentielle en production porcine. Les variabilités observées entre élevages permettent d'envisager des marges de progrès dans bon nombre d'entre eux. L'objectif de cette étude est d'évaluer les effets des principaux facteurs associés aux pertes en maternité (taux de pertes sur nés vivants et taux de mort-nés). Les analyses réalisées portent sur près d'un million de portées extraites de la base de données de Gestion Technique des Troupeaux de Truies (GTTT) gérée par l'Ifip, correspondant aux carrières des truies ayant sevré au moins une portée en 2019. L'analyse préalable des performances moyennes des élevages a permis d'identifier leurs caractéristiques impactant les pertes en maternité, comme la taille de l'élevage, sa localisation géographique ou l'âge au sevrage des porcelets, et de préciser leurs liens. Les taux de pertes calculés par portée ont ensuite été modélisés en intégrant les différents effets identifiés, concernant la portée elle-même (taille et rang de portée, durées de gestation et d'allaitement, année et saison de la mise bas), la truie (type génétique, âge à la première mise bas), et l'élevage (taille, région). Les résultats obtenus confirment les facteurs majeurs à l'origine de pertes en maternité, notamment en lien avec la prolificité et le rang de portée, et soulignent l'importance des composantes liées à la truie et à l'élevage. Cette étude démontre également l'intérêt de mobiliser les données disponibles en GTTT pour réaliser des explorations approfondies en lien avec les problématiques de reproduction des truies.

Analysis of pre-weaning mortality and associated factors: insights from modelling using available litter records in technical management

Piglet survival is a key issue in pig production. The variability observed among farms allows us to envision room for improvement for many of them. The objective of this study was to assess effects of the main factors associated with maternity losses (stillborn and liveborn mortality rates). The analyses comprised nearly one million litters extracted from the Technical Management of Sow Herds database (GTTT) managed by IFIP, which corresponded to the careers of sows that had weaned at least one litter in 2019. In a first step, analysis of average performances of farms made it possible to identify characteristics that influenced losses in the maternity unit, such as the size of the farm, its geographical location and the age at weaning of piglets, and to specify their relations. The proportions of stillborn piglets and piglets dead during suckling calculated per litter were then modelled by integrating the effects identified for the litter itself (litter size and sow parity, gestation and lactation durations, year and season of farrowing), the sow (genetic type, age at first farrowing) and the farm (size, region). The results obtained confirm the major factors that influence piglet mortality, in particular prolificacy and sow parity, and highlight the importance of characteristics of the sow and the farm. This study also demonstrates the value of analysing data recorded in the GTTT database to perform in-depth investigations related to sow reproduction issues.

INTRODUCTION

Des niveaux élevés de pertes de porcelets en maternité pénalisent le résultat économique de l'élevage, et participent à une image défavorable de la production porcine auprès de la société. On distingue la mortinatalité, correspondant aux pertes survenant pendant le déroulement de la mise bas, mesurée par le taux de mort-nés sur nés totaux, et les pertes en allaitement survenant entre la naissance et le sevrage, appréciées par le taux de pertes sur nés vivants. Plutôt stables depuis 2010, ces deux taux se sont récemment dégradés, et valent en moyenne sur les trois dernières années respectivement 7,2% et 14,4% (IFIP GTTT, données non publiées).

Les causes de mortalité en maternité sont multifactorielles et concernent d'abord les caractéristiques de la portée. La taille de la portée est le premier facteur de risque de mortalité identifié (Boulot *et al.*, 2020). Son augmentation génère une plus grande hétérogénéité des poids et favorise le risque de mortalité en maternité, notamment pour les porcelets les plus légers (Cariolet *et al.*, 2004 ; Canario *et al.*, 2007). Moins vigoureux du fait de leur moindre réserve pondérale, ils atteignent plus difficilement la tétine et ingèrent moins de colostrum (Devillers *et al.*, 2011). Les caractéristiques de la truie impactent elles aussi les pertes en maternité. La mortinatalité augmente avec le rang de portée (Canario *et al.*, 2007), les truies les plus âgées subissant une baisse de tonus musculaire et une modification du tractus génital en lien avec les mises bas précédentes (Le Cozler *et al.*, 2001). Les pertes en allaitement sont également plus élevées chez les truies plus âgées, en lien d'une part avec leur production laitière décroissante (Cariolet *et al.*, 2004), et d'autre part avec une plus grande hétérogénéité des poids de naissance des porcelets (Quiniou *et al.*, 2012). D'autres facteurs associés à la truie peuvent impacter les pertes en maternité comme l'état de ses réserves corporelles (Quiniou, 2016) ou bien son comportement avant ou après la mise bas (Marchant *et al.*, 2000 ; Le Cozler *et al.*, 2001). Peu de différences entre lignées génétiques sont observées dans la littérature (Canario *et al.*, 2007 ; Lemoine *et al.*, 2018). Enfin, de nombreux facteurs sont associés aux élevages, dans lesquels des pratiques spécifiques sont mises en place pour optimiser la survie des porcelets. Les adoptions réalisées intra ou inter bandes ou les transferts de porcelets dans des locaux adaptés permettent de gérer les porcelets surnuméraires ou d'homogénéiser les portées. Le suivi des mises bas est important, et l'assistance à la tétée et à la thermorégulation est associée à une plus faible mortalité après la mise bas (Pandolfi *et al.*, 2018). La taille des élevages peut également expliquer un taux de pertes inférieur par l'augmentation de la main d'œuvre spécialisée et la qualité de la surveillance réalisée pendant les mises bas dans les grands élevages (Roguet *et al.*, 2011). Celle-ci se traduit par une fréquence de fouilles plus élevée et par une réduction de la durée de la mise bas, limitant ainsi la mortinatalité, et par une surveillance plus marquée les premiers jours après mise bas pour éviter les écrasements de porcelets (Le Cozler *et al.*, 2001). D'autres facteurs concernant les conditions d'élevage des truies pendant la gestation jusqu'au transfert en maternité (logement, relations avec l'homme, conditions d'ambiance) peuvent influencer la survie des porcelets (Pastorelli *et al.*, 2016). Tous ces facteurs de risque des pertes ne sont pas disponibles en Gestion Technique des Troupeaux de Truies (GTTT), mais certains peuvent néanmoins être approchés par les critères usuels. L'objectif de cette étude est d'analyser les pertes en maternité associées à chaque portée enregistrée en GTTT, pour identifier les facteurs liés aux caractéristiques des portées, des

truies, et des élevages disponibles dans le dispositif et expliquant au mieux les variations observées.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Origine et sélection des données

L'étude est réalisée à partir des données des élevages ayant participé en 2019 au calcul de références de GTTT. Les carrières complètes des truies présentes dans ces élevages, et ayant sevré au moins une portée en 2019, ont été extraites. La première analyse réalisée à l'échelle des élevages a ainsi porté sur les performances moyennes de 1 205 élevages. Pour l'analyse des portées, des élevages ont été exclus en raison de leurs caractéristiques spécifiques, en termes de taille ou de pratiques d'élevage. Les élevages conduisant leurs truies en plein air, ou bien selon des cahiers des charges Label Rouge Fermier ou Biologique ont notamment été exclus, ainsi que les élevages situés en Outre-mer. Par ailleurs, la qualité des données a été vérifiée, pour détecter des défauts d'enregistrement qui, sans fausser le résultat global de GTTT, limitent les analyses fines en particulier celles des taux de pertes. Ainsi, les élevages présentant des défauts d'enregistrement des porcelets adoptés ou retirés, un taux d'enregistrement des saillies insuffisant, ou des durées de gestation trop peu variables au sein de l'élevage (plus de 90 % des portées à 114 ou 115 j de gestation) ont été exclus de l'analyse. Dans une deuxième étape, la qualité des données a été vérifiée au niveau des portées intra-élevage, et les portées aux caractéristiques trop spécifiques, en lien avec des erreurs de saisie ou correspondant à des cas très particuliers, comme des durées d'allaitement de moins d'une semaine ou de plus de 5 semaines, ont été écartées. Par ailleurs, seules les portées associées à un sevrage dit normal (hors portées adoptives, hors avortements) ont été conservées pour l'analyse. Le fichier final retenu concerne 882 élevages et 1 147 699 portées.

1.2. Analyses préalables réalisées à l'échelle des élevages

1.2.1. Variables liées à l'élevage

Chaque élevage est associé à un ensemble de données qualitatives dans la base de données de GTTT, permettant de le caractériser en particulier selon la zone géographique, la conduite (nombre de bandes, âge au sevrage), la taille de l'atelier, les types de logement ou de sol, les modes d'alimentation, ou les cahiers des charges. Les variables sans lien apparent avec la problématique des pertes en maternité n'ont pas été considérées. Les élevages retenus disposent aussi de leurs performances moyennes GTTT calculées en 2019, auxquelles a été ajoutée la variable binaire 'TxAdopt', laquelle vaut 1 si la proportion de porcelets sevrés dans des portées adoptives ou artificielles par rapport à l'ensemble des sevrés sur l'élevage est supérieure à 5%.

1.2.2. Analyses statistiques

L'incidence des caractéristiques des élevages sur les taux de pertes moyens calculés en GTTT en 2019 a été évaluée à l'aide d'une analyse univariée. L'objectif était de sélectionner les variables qualitatives présentant un effet significatif sur les pertes, avec des effectifs par modalité suffisants. Un test de Student a été appliqué aux variables à deux modalités, ou un test de Welch en cas d'inégalité des variances. Les variables à plus de deux modalités ont été testées par une ANOVA ou un test de Kruskal-Wallis si les conditions relatives aux résidus n'étaient pas respectées. Cette analyse a été complétée par une

ACM (Analyse des Correspondances Multiples) pour étudier les liens entre ces variables qualitatives. Les données quantitatives ont fait l'objet d'une ACP (Analyse en Composantes Principales) visant à représenter la variabilité des données entre élevages, et à identifier les variables permettant de l'expliquer. Les analyses ont été réalisées avec le logiciel R (R Core Team, 2020).

1.3. Analyses statistiques réalisées sur les portées

1.3.1. Variables associées aux portées

Chaque portée est caractérisée par les effectifs de porcelets (nés vivants, mort-nés, adoptés, retirés, sevrés), les caractéristiques de la truie (type génétique, numéro de cycle, âge à la première mise bas) et les durées de gestation et d'allaitement. Des variables complémentaires ont été calculées pour chaque portée : le nombre de porcelets allaités par la truie (Allaités), correspondant à la somme des nés vivants et adoptés moins les retirés, ainsi que les porcelets nés totaux (Nés totaux), cumulant nés vivants et mort-nés. Ces effectifs permettent de calculer les taux de pertes sur nés vivants (Pertes NV) et de mort-nés sur nés totaux (Taux MN) associés à chaque portée :

$$\text{Pertes NV} = 100 \times (\text{Allaités} - \text{Sevrés}) / \text{Allaités}$$

$$\text{Taux MN} = 100 \times \text{Mort-nés} / \text{Nés totaux}$$

En plus des variables liées à l'élevage déjà précisées, des données qualitatives complémentaires ont été associées aux portées : le rang, correspondant à la mise en classe du numéro de cycle ([1], [2], [3 à 6], [7+]) ; la variable 'AnnéeSaison' combinant l'année de la mise bas (2016 à 2020) et sa saison (décembre à février : hiver ; mars à mai : printemps ; juin à août : été ; septembre à novembre : automne).

1.3.2. Analyses statistiques

Une analyse de corrélation a été réalisée sur les variables quantitatives associées à chaque portée, en utilisant les coefficients de Spearman mieux adaptés aux distributions non normales. Le choix des variables à inclure dans les modèles a été fait en fonction de leur niveau de corrélation avec le taux de pertes étudié, et de leurs liens entre elles. Les modèles appliqués aux taux de pertes étudiés ont été constitués avec la fonction *lm*, package *stats* de R (R Core Team, 2020), en considérant comme effets fixes les variables qualitatives caractérisant les élevages et les portées, et en covariables les variables quantitatives liées aux portées. Les variables Pertes NV et Taux MN, ne suivant pas une distribution de loi normale, ont au préalable été log-transformées, de manière à respecter les conditions d'application des modèles linéaires. Par ailleurs, pour constituer les modèles de régression linéaire, nous avons réduit le fichier initial en sélectionnant les carrières complètes d'une truie sur deux pour chaque élevage, pour retenir 573 747 portées. Les différents modèles testés ont été comparés à l'aide d'un test de Fisher, pour déterminer si le nouveau modèle permettait de réduire significativement la somme des carrés des résidus par rapport au premier. Le modèle final retenu pour chaque taux de pertes a été appliqué à la variable non log-transformée pour obtenir les contrastes entre effets d'intérêt dans l'échelle du taux. L'effet aléatoire de la truie a été testé avec la fonction *lmer* du package *lme4* de R (Bates *et al.*, 2015).

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Analyse des caractéristiques des élevages

Cette analyse a porté sur les performances moyennes des 1 205 élevages du fichier initial. Les variables qualitatives associées

aux élevages dont les modalités ont un effet significatif sur les pertes moyennes observées en GTTT en 2019 sont présentées dans le tableau 1. Cette première analyse permet d'identifier les effets de chaque variable traitée indépendamment des autres. Ainsi les caractéristiques associées à des pertes moyennes sur nés vivants plus faibles concernent les élevages réalisant un sevrage à moins de 24 jours, les élevages de grande taille (T4 et T5), les élevages situés en Bretagne ou conduisant leurs truies en 5, 10 ou 20 bandes. Pour le taux de mort-nés moyen, on identifie surtout l'effet positif des élevages de grande taille et des régions Bretagne et Outre-mer. Les élevages de cette dernière zone ont été exclus des analyses ultérieures, en raison de leur effectif plus faible et de leurs spécificités (taille, conduite, climat). Les maternités collectives présentent des niveaux de pertes significativement plus faibles mais restent peu représentées (5% de l'échantillon), ce qui n'a pas permis de retenir cette spécificité dans l'analyse des portées. D'autres caractéristiques testées n'ont pas présenté d'effet significatif sur les taux de pertes étudiés, comme le label rouge en bâtiment ou le type d'élevage (sélection, multiplication, production) ; elles n'ont donc pas été différenciées dans la suite des analyses.

Tableau 1 – Effet des caractéristiques des élevages sur leurs pertes moyennes, par modalité (N : effectifs ; m : moyenne ; et : écart-type, P : statistique¹)

Variable et modalités ²	N	Pertes sur nés vivants			Taux de mort-nés			
		m	et	P	m	et	P	
ASv	≤24j	478	14,0	3,7	*	7,4	1,8	ns
	>24j	727	15,6	4,5		7,5	2,4	
Tai	T1	225	15,3	4,8	*	7,3	3,1	*
	T2	376	15,6	4,4		7,6	2,1	
	T3	326	14,7	4,0		7,6	1,9	
	T4	117	14,3	4,0		7,7	1,9	
	T5	161	14,2	3,6		7,1	1,6	
MCL	Non	1145	15,0	4,3	*	7,5	2,2	*
	Oui	60	14,0	3,5		6,9	1,5	
Reg	BRE	604	14,3	4,0	*	7,4	1,9	*
	H-B	480	16,0	4,2		7,7	2,3	
	OM	121	14,7	5,1		6,6	3,2	
NBB	3	13	15,2	7,1	*	8,4	4,0	*
	4	179	15,0	4,4		7,6	2,1	
	5	153	14,2	4,1		7,7	1,8	
	7	633	15,4	4,4		7,6	2,4	
	10	84	13,6	3,8		7,2	1,6	
	20	68	13,8	3,1		6,9	1,4	
	21	33	15,9	3,5		6,9	1,8	
	ir	42	15,6	4,7		7,0	2,0	

¹Seuil statistique de l'analyse univariée : * : P < 0,05 ; ns : non significatif.

²ASv : âge au sevrage ; Tai : taille d'élevage, par classe d'effectif truies présentes (T1 : ≤ 100, T2 : 100-200 ; T3 : 200-350 ; T4 : 350-500 ; T5 : > 500) ; MCL : maternités collectives ; Reg : regroupement en trois zones (BRE : Bretagne ; H-B : Hors Bretagne ; OM : Outre-mer) ; NBB : nombre de bandes (dont ir : conduites irrégulières).

Les résultats de l'ACM complètent l'analyse univariée, en visualisant les liens entre les variables. L'analyse réalisée permet d'isoler trois groupes d'élevages. Tout d'abord un premier groupe d'ateliers de grande taille, disposant de plus de 500 truies présentes, conduites en 20 ou 21 bandes, en maternité collective. Un autre groupe se distingue, avec sevrage à moins de 24 jours et conduites en 5 ou 10 bandes. Le troisième groupe concerne des élevages de moins de 100 truies, avec conduite en 7 bandes et âge au sevrage >24 j. Etant donné les

liens identifiés, seule la variable relative à la taille de l'élevage, dont les effectifs par modalité sont équilibrés, sera analysée dans la modélisation. L'âge au sevrage sera considéré via la durée d'allaitement calculée intra portée.

Les deux premiers axes de l'ACP expliquent respectivement 19,1 et 14,3 % de la variabilité des données, et sont surtout représentés par l'importance des pratiques d'adoption mises en place (axe 1) et par les taux de pertes en maternité (axe 2). La taille de portée contribuant à la construction des deux axes, les élevages à forte prolificité sont associés aux élevages à taux de pertes élevés d'une part, et aux élevages réalisant des adoptions d'autre part. Néanmoins, l'orthogonalité observée sur le cercle des corrélations entre taux de pertes et pratiques d'adoption indique que la réalisation d'adoptions fréquentes n'est pas forcément associée à des pertes plus faibles.

2.2. Analyse des performances des portées

Le tableau 2 présente les performances calculées sur l'ensemble des portées disponibles. Si les moyennes calculées par portée sont proches des moyennes d'élevage établies en GTTT (IFIP, non publié), les écart-types sont trois à quatre fois plus élevés selon les critères, signe de la grande variabilité existant entre les portées intra-élevage. Ainsi, pour les Pertes NV et le taux MN calculés par portée, l'écart-type atteint respectivement 12,6 et 9,0% contre 4,2 et 2,2% pour ces mêmes pertes calculées en moyenne par élevage.

Tableau 2 – Performances calculées à partir des portées retenues (1 147 699 portées)

Variables	Moyenne	Ecart-type
Effectifs de porcelets		
Nés vivants (NV)	14,5	3,5
Mort-nés (MN)	1,0	1,5
Nés totaux	15,5	3,7
Allaités	14,3	2,2
Taux de pertes		
Pertes NV (%)	13,1	12,6
Taux MN (%)	6,2	9,0
Rythme de reproduction		
Durée de gestation (j)	114,7	1,5
Durée allaitement (j)	23,8	4,0
Renouvellement		
Rang de la portée	3,3	2,1
Age 1 ^{ère} mise bas (j)	380	27,2

Les taux de pertes étudiés sont mathématiquement liés aux nombres de porcelets allaités (Pertes NV) et de mort-nés (Taux MN), d'où les fortes corrélations observées dans le tableau 3 entre ces variables (0,51 et 0,99).

Tableau 3 – Corrélations¹ entre les variables quantitatives

Variables	Pertes NV	Taux MN
Porcelets nés vivants	0,31*	-0,09*
Porcelets mort-nés	0,10*	0,99*
Porcelets nés totaux	0,33*	0,27*
Porcelets allaités	0,51*	-0,05*
Age 1 ^{ère} mise bas	-0,01*	0,01*
Durée de gestation	-0,09*	-0,02*
Durée d'allaitement	0,09*	0,02*

¹Coefficient de corrélation de Spearman, et seuil statistique : * si $P < 0,01$

Les effectifs de nés vivants et nés totaux sont très corrélés entre eux (0,90). Aussi, l'effectif retenu dans les analyses est le nombre de nés totaux, lequel permet de rendre compte de la taille de portée utérine et de ses conséquences à la fois sur le déroulement de la mise bas et sur le poids des porcelets à la naissance et leur hétérogénéité, facteurs de risque des taux de

perdes étudiés. Les durées d'allaitement et de gestation sont peu corrélées aux taux de pertes, mais le sont entre elles (-0,31). Néanmoins on conservera les deux variables dans l'analyse, la durée d'allaitement permettant de considérer des effets liés aux caractéristiques de l'élevage (sevrage à 3 ou 4 semaines selon la conduite) et de la portée en termes d'étalement des dates de saillie au sein d'une bande.

2.3. Modèles explicatifs des pertes

2.3.1. Pertes sur nés vivants

Le tableau 4 présente les caractéristiques des différents modèles testés pour les Pertes NV. Le rang de la portée et sa taille (Nés totaux) ont un effet significatif sur les Pertes NV, expliquant à eux seuls 10 % de la variabilité observée. L'ajout de l'effet élevage augmente le R^2 de 0,062 (+ 59 %). Les modèles 2 et 3 améliorent progressivement l'ajustement aux données, en incluant la durée de gestation (DurGest) puis la durée d'allaitement (DurAll), dont les effets sur les Pertes NV sont significatifs. Le modèle 4 intègre deux effets supplémentaires, le type génétique de la truie (TypeGen) et la saison et année de mise bas (AnnéeSaison), dont les effets sur les Pertes NV sont significatifs d'une part, et améliorent l'ajustement aux données par rapport au modèle 3 d'autre part (F-test, $P < 0,001$), malgré un R^2 stable. L'ajout de l'âge à la première mise bas au modèle 4 n'a pas amélioré son ajustement. Son effet sur les pertes en rang de portée 1 a été testé en appliquant ce même modèle exclusivement aux portées de primipares, et a montré un effet de l'âge à la première mise bas légèrement significatif ($P < 0,05$).

Tableau 4 – Comparaison des différents modèles (0 à 4) d'explication des pertes NV (variable log transformée)

Variables ¹	0	1	2	3	4
Effets fixes					
Rang portée	***	***	***	***	***
Elevage		***	***	***	***
TypeGen					***
AnnéeSaison					***
Effets linéaires					
Nés totaux	***	***	***	***	***
DurGest			***	***	***
DurAll				***	***
R^2 ajusté	0,105	0,167	0,170	0,170	0,171
RSE ²	0,546	0,527	0,526	0,526	0,525
F-test ³		***	***	***	***

¹Variable testée *** : $P < 0,001$; ** : $P < 0,01$; * : $P < 0,05$; ns : $P > 0,5$. ²RSE : erreur résiduelle standard. ³F-test : statistique du F-test du modèle n par rapport au modèle $n-1$

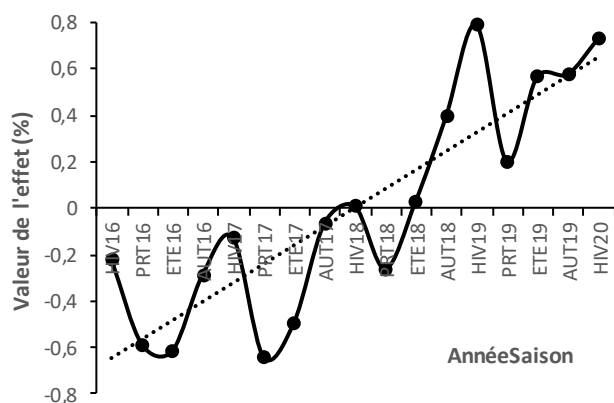
Le modèle 4 présente le meilleur ajustement aux données et explique 17,1% de la variabilité observée sur les Pertes NV. Les relations entre les variables explicatives et les Pertes NV sont présentées dans le tableau 5. L'effet de la taille de portée est important, avec un accroissement des Pertes NV d'un point de % quand le nombre de nés totaux augmente d'un porcelet. Les portées de plus grande taille sont celles où l'hétérogénéité des poids de naissance est plus marquée, avec des porcelets chétifs plus nombreux, ce qui nous permet ici d'apprécier en partie ces effets rapportés dans la littérature (Cariolet *et al.*, 2004 ; Quiniou *et al.*, 2012). Lorsque la durée de gestation diminue de 1 jour, les Pertes NV augmentent de 0,56 point de %, indiquant que les gestations plus courtes accroissent la mortalité. La mise bas étant provoquée par la production de cortisol des fœtus, les portées les plus prolifiques ou les plus hétérogènes en termes

de poids déclenchent précocement la parturition, réduisant le poids moyen à la naissance des porcelets et ainsi leur potentiel de survie (Mota-Rojas *et al.*, 2015). Par ailleurs, corrigé de l'effet de l'élevage, l'effet de la durée d'allaitement de la portée est peu marqué, avec une augmentation des pertes de 0,07 point de % par jour supplémentaire, cet allongement de l'allaitement pouvant aussi être lié à une réduction de la durée de gestation, les élevages sevrant à jour fixe. L'effet du rang de portée indique des pertes beaucoup moins élevées en rang 2 et en rang 3 à 6 par rapport au rang 1 (de l'ordre de -1,5 point de %) et quasiment du même niveau à partir du rang 7. Ces résultats peuvent être reliés à la production laitière maximale des truies en rang 2 et 3, et déclinant au-delà (Cariolet *et al.*, 2004). Enfin, l'effet du type génétique de la truie sur les Pertes NV, corrigé de tous les autres effets, notamment de la taille de portée, varie entre -0,47 et +0,59 point de %. Statistiquement significatif, cet effet reste à relativiser puisque le contraste entre les valeurs extrêmes (1,06) ne représente que 0,08 écart-type phénotypique des Pertes NV (12,6% ; Tableau 2).

Tableau 5 – Effets estimés pour les variables explicatives du modèle retenu et les Pertes NV³

	Valeur	ES ¹
Ordonnée à l'origine	57,1	1,6
Effets fixes		
Rang de portée		
1	0	
2	-1,49	0,05
3 à 6	-1,51	0,04
7 et +	-0,53	0,06
Type génétique ²	[-0,47 ; 0,59]	[0,07 ; 0,29]
AnnéeSaison ²	[-0,64 ; 0,79]	[0,13 ; 0,29]
Elevage ²	[-11,67 ; 10,24]	[0,30 ; 1,53]
Effets linéaires		
Nés totaux	1,007	0,004
Durée de gestation	-0,564	0,013
Durée allaitement	0,068	0,008

¹ES : Erreur Standard. ²Gamme de variation de l'effet (valeurs centrées sur la moyenne). ³Variable non log transformée



HIV : hiver ; PRT : printemps ; ETE = été ; AUT : automne

Figure 1 – Effets des modalités de la variable Année-Saison sur les Pertes NV (valeurs centrées sur la moyenne) (2016-2020)

La variable AnnéeSaison combine l'effet de l'année et celui de la saison. La courbe de tendance (Figure 1) permet d'identifier un effet de l'année, associé à une dégradation des Pertes NV. L'augmentation de ces pertes est bien observée en GTTT depuis 2016, à relier en grande partie à l'amélioration continue de la prolificité. Mais l'effet de l'année obtenu ici est surprenant, puisqu'il est corrigé des effets des autres facteurs pris en compte dans le modèle, dont la taille de portée.

L'effet observé peut être biaisé par la construction de notre échantillon : les mises bas les plus anciennes correspondant à des truies conservées jusqu'en 2019, probablement plus performantes que leurs contemporaines réformées depuis, dont nous n'avons pas ici les données. Une analyse plus détaillée est envisagée pour identifier l'origine de cette tendance. Par ailleurs, l'effet cyclique de la saison est notable, avec des augmentations plus marquées des pertes en automne et en hiver pour les quatre années. Cet effet est peu discuté dans la littérature, avec le plus souvent des résultats divergents quant à la variation saisonnière des pertes en maternité (Quesnel *et al.*, 2005).

L'effet de l'élevage sur les Pertes NV présente une grande amplitude, le contraste entre les valeurs extrêmes (21,9) représentant 1,75 écart-type phénotypique des Pertes NV. L'écart-type des valeurs estimées est de 3,4 points de % autour de la valeur moyenne, et l'effet varie entre -2,4 et +2,2 points de % pour les 50% élevages médians. Ces résultats sont à relier à la diversité des pratiques mises en place concernant notamment l'ambiance dans les bâtiments, la conduite des truies gestantes ou les soins aux porcelets (Pastorelli *et al.*, 2016 ; Lemoine *et al.*, 2018). La prise en compte globale de l'effet élevage dans le modèle permet de considérer notamment l'effet de sa taille et de sa situation géographique. Chaque élevage n'étant caractérisé que par une modalité, l'ajout de ces variables au modèle retenu, bien qu'ayant un effet significatif, n'a pas permis d'améliorer son ajustement. Aussi, pour discuter des effets de ces variables sur les pertes NV, nous les avons ajoutées au modèle sans considérer l'effet élevage, pour en extraire les contrastes. Par rapport aux portées des élevages de moins de 100 truies (T1), celles des élevages de taille supérieure présentent des Pertes NV inférieures (de -0,4% pour T2 à -2,1% pour T5), à relier à une meilleure qualité de la surveillance dans ces élevages de grande taille (Roguet *et al.*, 2011). Le facteur géographique, moins étudié dans la littérature, montre ici que les portées des élevages bretons ont moins de pertes que celles des élevages situés hors Bretagne (- 0,8%). Le fait de mettre en place des pratiques d'adoption (TxAdopt) n'est pas ressorti significatif, montrant le lien non systématique entre ces pratiques et les pertes, en cohérence avec le résultat de l'ACP réalisé sur les moyennes d'élevage. La prise en compte d'autres effets associés à l'environnement de l'élevage, à la truie ou aux porcelets, non captés directement en GTTT, pourrait améliorer le modèle qui n'explique que 17% de la variabilité des pertes (R^2 ajusté = 0,171). Ainsi, l'ajout au modèle 4 de l'effet aléatoire de la truie améliore le R^2 ajusté qui atteint 0,225 (+30%), soulignant l'effet d'une composante individuelle de la truie sur ses performances, au-delà de son type génétique. Cet effet de la truie, en lien avec son comportement ou son mode de logement notamment (Marchant *et al.*, 2000), n'est pas maîtrisable par l'éleveur en GTTT.

2.3.2. Taux de mort-nés

Comme pour les Pertes NV, différents modèles ont été testés pour expliquer le Taux MN. Les mêmes variables explicatives ont été retenues, sauf la durée d'allaitement et TxAdopt, sans effet a priori sur le Taux MN. Le modèle retenu intègre le rang de portée et le nombre de nés totaux, ainsi que l'effet de l'élevage, qui là encore explique une grande partie de la variabilité du modèle. Les effets significatifs de la durée de gestation, de l'âge à la première mise bas, du type génétique de la truie et de la combinaison de l'année et de la saison de mise bas sont conservés. Le modèle final explique 14% de la variabilité du Taux de MN (R^2 ajusté = 0,138, RSE=0,514).

Tableau 6 – Effets estimés pour les variables explicatives du modèle retenu et le Taux MN³

	Valeur	ES ¹
Ordonnée à l'origine	2,96	1,05
Effets fixes		
Rang de portée		
1	0	
2	-0,41	0,03
3 à 6	1,16	0,03
7 et +	4,73	0,05
Type génétique ²	[-0,15 ; 0,30]	[0,05 ; 0,22]
AnnéeSaison ²	[-0,67 ; 0,83]	[0,10 ; 0,22]
Elevage ²	[-5,62 ; 6,46]	[0,23 ; 1,14]
Effets linéaires		
Nés totaux	0,420	0,003
Durée de gestation	-0,069	0,010
Age1MB ⁴	0,005	0,000

¹ES : Erreur Standard. ²Gamme de variation de l'effet (valeurs centrées sur la moyenne). ³Variable non log transformée. ⁴Age à la 1^{ère} mise bas.

Le tableau 6 précise les effets estimés pour les différents facteurs corrigés des effets des autres variables. L'augmentation du Taux MN avec celle de la taille de portée (Canario *et al.*, 2007) est confirmée, avec +0,42 point de % par porcelet né total en plus. Par ailleurs, le Taux MN se réduit de 0,41 point de % en rang 2 par rapport aux premières portées, comme le relèvent Canario *et al.* (2007). Il se dégrade ensuite en rangs 3 à 6 (+1,16 point de %) et de manière encore plus marquée au-delà du rang 7 (+4,73 points de %), confirmant la mortalité supérieure des truies âgées (Le Cozler *et al.*, 2011). Le Taux MN augmente de 0,07 point de % quand la durée de gestation diminue de 1 jour, indiquant une augmentation du risque de mortalité sur les mises bas précoces (Mota-Rojas *et al.*, 2015). Comme pour les Pertes NV, l'effet de l'âge à la première mise bas est certes significatif, mais peu impactant sur

le Taux MN (0,005 point de %). Concernant l'effet combiné de l'année et de la saison, contrairement aux Pertes NV, aucun effet cyclique de la saison n'est mis en évidence. L'effet de l'élevage sur le Taux MN présente là encore une grande amplitude, le contraste entre les valeurs extrêmes (12,08) représentant 1,34 écart-type phénotypique du Taux MN. L'écart-type des effets estimés est de 1,5 point de % autour de la valeur moyenne, et pour la moitié des élevages, l'effet varie entre -1,00 et +0,91 point de %, à relier aux pratiques très variables mises en place et impactant la mortalité, en particulier les modalités de surveillance des mises bas (Lemoine *et al.*, 2018). L'effet du type génétique varie entre -0,15 et +0,30 point de %, ce qui représente 0,05 écart type phénotypique du taux MN, soit un effet très limité par rapport à celui de l'élevage notamment. Comme pour les pertes NV, l'ajout de l'effet aléatoire de la truie améliore le modèle (R² ajusté = 0,226, +64%), en lien avec la prise en compte de ses réserves corporelles (Quiniou, 2016) son comportement ou l'historique de ses performances (Le Cozler *et al.*, 2011).

CONCLUSION

Nos résultats soulignent l'importance de l'effet de la taille de portée et de son rang sur les pertes en maternité, ainsi que la grande variabilité liée à la truie et à l'élevage. Même si les facteurs de variation étudiés n'expliquent qu'une part limitée de la variation de ces pertes, les indicateurs disponibles en GTTT permettent tout de même d'analyser une partie de la variabilité observée sur le terrain. L'évolution rapide des technologies en termes de capture automatique de données devrait permettre de collecter davantage d'informations en élevage, en particulier concernant le comportement ou l'état corporel des truies, ou le poids des porcelets, et d'améliorer ainsi les modèles, et plus généralement le conseil en élevage.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bates D., Maechler M., Bolker B., Walker S., 2015. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *J. Stat. Softw.*, 67, 1-48.
- Boulot S., Trinité N., Badouard B., 2020. Survie des porcelets en maternité : un nouvel outil permet d'identifier automatiquement des facteurs de risque et des axes de progrès en élevage. *Journées Rech. Porcine*, 52, 417-418.
- Canario L., Foulley J-L., Cantoni E., Le Bihan E., Caritez J-C., Billon Y., Bidanel J-P., 2007. Analyse des facteurs de variation de la mortalité des porcelets. *Journées Rech. Porcine*, 39, 273-280.
- Cariolet R., Le Diguier G., Julou P., Rose N., Ecobichon P., Bougeard S., Madec F., 2004. Survie et croissance des porcelets au stade maternité dans l'unité EOPS de l'AFSSA Ploufragan. *Journées Rech. Porcine*, 36, 435-442.
- Devillers N., Le Dividich J., Prunier A., 2011. Influence of colostrum intake on piglet survival and immunity. *Animal*, 5, 1605-12.
- Le Cozler Y., Dagorn J., Guyomarc'h C., Pichodo X., Quinio P-Y., Pellois H., 2001. Importance et origine des porcelets mort-nés: truies nées en 1994 et 1995 suivies en Gestion Technique des Troupeaux de Truies et observations en stations expérimentales. *Journées Rech. Porcine*, 33, 299-305
- Lemoine T., Houdouin B., Calvar C., Dubois A., Maupertuis F., Boulot S., 2018. Quelles sont les pratiques d'élevage qui favorisent la survie des porcelets en maternité? *Journées Rech. Porcine*, 50, 299-304.
- Marchant J.N., Rudd A.R., Mendl M.T., Broom D.M., Meredith M.J., Corning S., Simmins P.H., 2000. Timing and causes of piglet mortality in alternative and conventional farrowing systems. *Vet. Rec.*, 147, 209-214.
- Mota-Rojas D., Fierro R., Roldan-Santiago P., Orozco-Gregorio H., González-Lozano M., Bonilla H., Martínez-Rodríguez R., García-Herrera R., Mora-Medina P., Flores-Peinado S., Sánchez M., Ramírez-Necoechea R., 2015. Outcomes of gestation length in relation to farrowing performance in sows and daily weight gain and metabolic profiles in piglets. *Anim. Prod. Sci.*, 2015, 55, 93-100
- Pandolfi F., A. Edwards S., Robert F., Kyriazakis I., 2018. Identification des profils d'élevage en fonction des différentes causes de mortalité. *Journées Rech. Porcine*, 50, 293-298.
- Pastorelli H., Meunier-Salaün M-C., Tallet C., Calvar C., Quesnel H., 2016. Effet de l'environnement des truies pendant la gestation sur leur comportement et la survie des porcelets. *Journées Rech. Porcine*, 48, 201-206.
- Quesnel H., Boulot S., Le Cozler Y., 2005. Seasonal variation of reproductive performance of the sow. *INRA Prod. Anim.*, 18, 101-110.
- Quiniou N., 2016. Conséquences de l'hétérogénéité des réserves corporelles de la truie à la fin de la gestation sur le déroulement de la mise bas et les performances de lactation. *Journées Rech. Porcine*, 48, 207-212.
- Quiniou N., Brossard L., Van Milgen J., Salaün Y., Quesnel H., Gondret F., Dourmad J-Y., 2012. La variabilité des performances animales en élevage porcin : description et implications pratiques. *INRA Prod. Anim.*, 25, 5-16.
- R Core Team, 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Roguet C., Massabie P., Ramonet Y., Granec M-L., Rieu M., 2011. Quels modèles d'élevage d'avenir pour la production porcine française ? *Innovations Agronomiques INRA*, 17, 109-124.