

R2410

FACTEURS DE VARIATION DE LA PRODUCTION ET DE LA QUALITE DE LA SEMENCE DU VERRAT : EFFETS SAISONNIERS, HERITABILITE, CORRELATIONS ENTRE VARIABLES

*F. du MESNIL du BUISSON (1), B. MILLANVOYE (1) † (**)
F. BARITEAU (1) et C. LEGAULT (2) (*)*

(1) I.N.R.A. Station de Physiologie de la Reproduction - 37380, Nouzilly

(2) I.N.R.A. Station de Génétique Quantitative et Appliquée - 78350, Jouy-en-Josas

INTRODUCTION

En augmentant d'une façon considérable le nombre des descendants de chaque géniteur, l'insémination artificielle a rendu très aigu le problème du choix des mâles. En dehors de la valeur des produits, l'efficacité de la reproduction a une incidence considérable sur la qualité du service rendu aux éleveurs et sur le coût de la technique : chez le Porc, une augmentation du taux des retours en oestrus entraîne une augmentation de l'intervalle entre mise bas et une diminution de la productivité numérique des truies. Une diminution de la prolificité attribuable à la qualité du sperme aboutit au même résultat.

Le très grand nombre d'observations effectuées depuis 1966 au Centre d'Insémination Artificielle Porcine et Caprine de l'I.N.R.A. (CESIP à ROUILLE) nous a permis d'estimer pour un certain nombre de caractères du sperme l'influence relative des facteurs héréditaires et des effets saisonniers en même temps que les corrélations qui existent entre caractères.

I. - MATERIEL ANIMAL ET DEFINITIONS DES VARIABLES

L'étude concerne 60 verrats de race Large-White dont 50 âgés de 6 à 8 mois à leur entrée en service au C.E.S.I.P. ont été élevés et alimentés dans des conditions homogènes au cours d'un contrôle individuel. Les dix autres constituent la génération de départ.

Ils ont été collectés à la main en moyenne une fois par semaine durant 15 mois. Chaque éjaculat, dilué et fractionné (environ 20 doses de 4×10^9 spermatozoïdes) a servi à l'insémination des truies appartenant à des éleveurs du Poitou.

Ces animaux sont issus de 10 familles distinctes depuis 1965 : tous les ans, en octobre, avec un intervalle de génération de un an, 10 jeunes verrats remplacent leur père en tant que reproducteur. Nous possédons donc 6 générations de verrats, formant 50 couples père-fils.

On a distingué 5 périodes d'utilisation :

- la période d'essai : octobre à décembre de la première année d'utilisation.
- la période d'été : juin à septembre inclus.
- la période d'automne : octobre à décembre de la 2ème année.
- la période "reste de l'année" : janvier à mai et octobre à décembre de la 2ème année.
- la période "annuelle" : les 12 mois de la 2ème année.

Pour chaque variable, nous avons fait la moyenne des données par période. Ces variables sont :

- la fertilité : nombre de mises-bas/nombre d'inséminations.
- la prolificité : nombre de porcelets vivants et morts à la naissance/nombre de portées.
- le volume : volume (en ml) moyen d'un éjaculat.

* Avec la collaboration technique de J. BUSSIERE, Huguette CORBE et D. TASTU.

** Monsieur MILLANVOYE, qui a participé à ce travail en tant qu'élève-ingénieur à l'ENSA de Rennes, vient de décéder accidentellement à COTONOU (Dahomey) le 31 janvier 1974.

- le nombre total de spermatozoïdes : nombre total moyen de spermatozoïdes (en milliard) par éjaculat.
- le pourcentage d'éjaculats de motilité maximale notée 5 sur 5 : il caractérise ici la motilité.
- le pourcentage d'éjaculats noté 95 % de spermatozoïdes vivants : nous avons appelé cette variable "vivant95".
- le temps de latence : temps (en minute) écoulé entre la mise en présence du verrat et du mannequin et le moment où le verrat chevauche le mannequin.

II. - RESULTATS ET DISCUSSIONS

A/ Influence des facteurs saisonniers :

1^o) Influence des conditions d'habitat.

Parmi les 50 verrats issus de la génération initiale, 27 furent logés en bâtiment climatisé (température maximale de 18°C en été, pas de chauffage en hiver) pendant 8 mois, de mai à décembre, alors que les 23 autres vivaient, durant cette même période, en plein air dans un parc avec une cabane en bois. Les résultats obtenus par ces deux groupes d'animaux figurent au tableau 1.

TABLEAU 1
CARACTERISTIQUES DU SPERME DURANT L'ETE ET L'AUTOMNE
EN FONCTION DE L'HABITAT

VARIABLES	ETE (Juin - Septembre)		AUTOMNE (Octobre - Décembre)	
	VERRATERIE	PLEIN - AIR	VERRATERIE	PLEIN - AIR
Fertilité (%)	50,99	49,07 **	58,19 **	60,87
Prolificité	9,95	10,05	10,24	10,20
Volume (ml)	316 *	295	388	** 406
Nombre total moyen de SPZ. ($\times 10^9$)	118	109	134	119
Motilité (% éjaculats notés 5)	50,14	46,55	48,68	49,62
Vivants (% éjaculats à 95 % de SPZ vivants)	18,83 *	17,87 *	22,16	20,61
Temps de latence (minute)	1,2 **	2,1	0,8	** 1,2

* significatif à 5 %

** significatif à 1 %

Exception faite du temps de latence qui apparaît plus élevé en été chez les animaux en plein air, aucun des caractères considérés, quelle que soit la période (été ou automne), ne sont significativement différents pour les deux groupes d'animaux. Tous les verrats ont réagi durant les 5 années considérées de la même façon aux facteurs saisonniers. Une chute de fertilité de 10 % se retrouve dans tous les cas entre juin et septembre : cette chute est comparable à celle observée chez les truies saillies naturellement (CORTEEL et al., 1964).

Le comportement sexuel varie avec les conditions d'habitat et la saison. Ceci confirme les observations de STEINBACK (1972), qui constate que le nombre de verrats refusant de monter est plus élevé en été qu'en hiver.

2^o) Influence des conditions saisonnières.

Compte-tenu des résultats précédents, nous avons regroupé tous les verrats et fait une étude comparative entre périodes successives afin de préciser l'influence des facteurs saisonniers sur la production de sperme. Les résultats de cette analyse figurent au tableau 2.

Il est difficile de distinguer l'action de la saison de celle de l'âge, nos verrats étaient en pleine croissance pendant la durée des observations.

Toutefois, la prolificité, la fertilité et la motilité atteignent dès la première période, un niveau maximum. La prolificité et la motilité n'apparaissent soumises ni à l'âge ni aux facteurs saisonniers, ce qui confirme les travaux de FOUET (1971). La fertilité subit une baisse importante durant la période hiver-printemps et surtout durant l'été. Nous pourrions attribuer cette chute de fertilité uniquement aux truies. Mais plusieurs arguments montrent que le verrat peut aussi être sensible aux facteurs saisonniers. Ainsi, MAZZARRI et al. (1969) ont mis en évidence l'action néfaste des températures élevées (35°C) sur la fertilité du sperme, et LAWRENCE (1970) et KAZANTSEVA (1971) relient la chute de fertilité à une diminution de la qualité du sperme durant l'été.

Pour notre part, nous constatons que le pourcentage d'éjaculats ayant 95 % de spermatozoïdes vivants décroît significativement en été. Si cette baisse légère ne peut, à elle seule, expliquer la chute de fertilité, elle peut être concomitante d'une diminution du pouvoir fécondant des spermatozoïdes.

TABLEAU 2
EVOLUTION DE LA FECONDITE ET DES CARACTERISTIQUES DU SPERME
EN FONCTION DE LA PERIODE D'OBSERVATION
(variation de l'âge des verrats et de la saison)

AGE (mois) SAISONS	7 - 10 Automne	10 - 15 Hiver-Printemps	15 - 19 Eté	19 - 22 Automne	RESTE ANNEE
Fertilité (%)	59,60 *	55,94	50,09 *	59,41 **	57,97
Prolificité	10,51	10,17	9,98	10,22	10,28
Volume (ml)	50 *	225 *	306 *	396	** 294
Nombre, SPZ.	66	85	113	127	102
Motilité (% éjaculats de motilité 5)	43,52	51,89	48,46	49,10	49,16
Vivants 95 (% éjaculats ayant 95 % de spz vivants)	32,46 *	24,87 *	18,78	21,47	* 23,03
Temps de latence (minute)	Verraterie		1,3	0,8	1,6
	Plein-air		** 2,1 *	1,1	1,7

* significatif à 5 %

** significatif à 1 %

Par ailleurs, le volume et le nombre de spermatozoïdes par éjaculat ne semblent pas modifiés durant l'été. Mais l'évolution croissante de ces caractères en fonction de l'âge rend difficile l'interprétation. MAZZARRI (1969), FOUET (1972), SIGNORET et al (1971), SWIERSTRA (1970) ne constatent pas dans des conditions normales de température, de variations de ces caractères en fonction de la saison.

B/ Estimations de l'héritabilité des caractéristiques du sperme :

Les estimations des héritabilités sont établies pour la période annuelle (48 couples) à partir de deux coefficients :

- le coefficient de régression père-fils.
- le coefficient de corrélation père-fils.

L'utilisation de ce dernier est possible, car l'absence de sélection sur les caractères considérés entraîne la similitude des variances des pères et des fils. Cette analogie est encore accentuée par la structure de l'échantillon qui fait que chaque fils devient père l'année suivante. Les données sont donc en partie les mêmes, à une génération près, pour le groupe des pères et celui des fils.

Les valeurs estimées par les deux méthodes de calcul sont très voisines (tableau 3). Nous considérerons donc seulement les héritabilités obtenues par la régression qui fournit en plus la précision des résultats.

Les écarts-types importants montrent qu'en toute rigueur aucune héritabilité n'est significative.

Toutefois sous cette réserve, nous avons essayé d'interpréter classiquement ces résultats.

Nous constatons que le volume ($h^2 = 0,10$), le temps de latence ($h^2 = 0,07$), la fertilité ($h^2 = 0,20$) et la motilité $h^2 = 0,20$ sont faiblement héritables. La sélection sur ces caractères ne peut qu'avoir une action très lente voire imperceptible.

TABEAU 3

HERITABILITES DES CARACTERISTIQUES DU SPERME, ESTIMEES PAR DEUX METHODES

CARACTERES	CORRELATION	REGRESSION	ECARTS-TYPES (sur la régression)
Fertilité	0,21	0,20	± 0,25
Prolificité	0,38	0,35	± 0,23
Volume (ml)	0,10	0,09	± 0,25
Nombre SPZ	0,35	0,35	± 0,26
Motilité	0,18	0,20	± 0,27
Vivants 95	0,26	0,23	± 0,23
Temps de latence (minute)	0,06	0,07	± 0,31

Motilité : pourcentage d'éjaculats de motilité 5.

Vivants 95 : pourcentage d'éjaculats ayant 95 % de spermatozoïdes vivants.

La grande variabilité du volume et du temps de latence montrent qu'ils sont fortement soumis à l'influence du milieu, à l'état général du verrat et à son utilisation.

La fertilité qui est le caractère le plus important pour désigner un bon reproducteur est donc peu susceptible d'être amélioré par sélection. Nous trouvons une héritabilité de 0,18 pour la motilité du sperme de verrat, ce qui confirme le résultat de CLEM (1967).

Par contre, il semble que le nombre total de spermatozoïdes par éjaculat ($h^2 = 0,35$), le pourcentage d'éjaculats ayant 95 % de spermatozoïdes vivants ($h^2 = 0,23$) et l'effet direct du verrat sur la taille de la portée à la naissance ($h^2 = 0,35$) soient moyennement héritables. Ils peuvent être améliorés de façon appréciable par la sélection.

TABEAU 4

HERITABILITES DE LA FERTILITE ET LA PROLIFICITE,
ESTIMEES SUR DIFFERENTES PERIODES

PERIODES	FERTILITE	PROLIFICITE
Essai	- 0,31	0,24
Été	0,40	0,51 *
Automne	0,48	0,47 *
Reste de l'année	0,04	0,07
Annuelle	0,20	0,35

*: Valeurs significatives.

Nombre de spermatozoïdes et pourcentage de vivants sont donc directement liés au potentiel génétique de l'animal.

L'effet direct du verrat sur la prolificité est important. LEGAULT et OLLIVIER (1965) indiquaient que le verrat exerce sur les portées qu'il engendre, un effet hautement significatif quant au nombre de porcelets à la naissance. La part de la variance attribuable au verrat père de la portée avoisine 5 %.

Par ailleurs, les héritabilités de la fertilité et de la prolificité, durant l'été et l'automne, sont très supérieures (et significativement pour la prolificité), à celles du reste de l'année et des autres périodes (MILLANVOYE 1973) (tableau 4). L'hypothèse que nous pouvons avancer, sous réserve d'une confirmation ultérieure, est que certaines souches de verrats sont héréditairement capables de résister aux conditions apparemment défavorables de l'été.

C/ Corrélations phénotypiques entre les caractéristiques du sperme

Le tableau 5 donne les valeurs de ces corrélations intra-années, estimées à partir des résultats annuels des 50 verrats.

TABLEAU 5
CORRELATIONS PHENOTYPIQUES ENTRE LES CARACTERISTIQUES DU SPERME

	PROLIFICITE	VOLUME	NOMBRE SPZ	MOTILITE	VIVANTS 95	VIVANTS 85	TEMPS LATENCE
Fertilité	0,511**	0,013	-0,269	-0,293	0,126	-0,025	0,137
Prolificité		-0,062	-0,256	-0,022	0,219	0,029	0,060
Volume			0,503**	-0,305*	-0,056	0,231	-0,274
Nombre SPZ.				0,208	0,255	-0,031	-0,237
Motilité	(% éjaculats de motilité 5)				0,233	-0,312*	-0,037
Vivants 95	(% éjaculats à 95 % de Spz vivants)					-0,470**	-0,389*
Vivants 85	(% éjaculats à 85 % de Spz vivants)						-0,186

* : significatif à 5 %

** : significatif à 1 %

D'une manière générale, les corrélations entre les caractéristiques du sperme sont faibles.

La corrélation hautement significative de 0,51 entre la fertilité et la prolificité, montre qu'une augmentation du taux de réussite s'accompagne d'une amélioration du nombre de porcelets par portées.

Ceci confirme les observations analogues de PAREDIS (1962), SIGNORET et du MESNIL du BUISSON (1968) et les corrélations de 0,50 déterminées par VAN OERS (1964) et MAIJALA (1965).

Il est probable qu'un sperme de qualité supprime une partie des retours en chaleurs dues, non à une absence de fécondation, mais à une mortalité embryonnaire très précoce ; en effet le développement normal d'au moins quatre blastocystes est une condition nécessaire pour inhiber la décharge du facteur lutéolytique utérin et empêcher le déclenchement d'un nouveau cycle ovarien (POLGE et al., 1966).

Mais aucune des corrélations entre fertilité, prolificité d'une part et caractéristiques du sperme d'autre part, n'est significative. Toutefois, une relation positive ($r = 0,22$) apparaît entre la prolificité et le pourcentage de spermatozoïdes vivants. De même, les relations entre le nombre de spermatozoïdes et les caractères fertilité et prolificité sont largement négatives.

Nous n'avons pas étudié les corrélations fertilité-concentration et fertilité-pourcentage de spermatozoïdes anormaux que SINGLETON et SHELBY (1972) trouvent l'une et l'autre hautement significatives.

Une relation hautement significative de 0,50 existe entre le volume moyen d'un éjaculat et le nombre total de spermatozoïdes qu'il contient.

Il était admis que le volume et le nombre de spermatozoïdes étaient peu liés (SWIERSTRA, 1969 ; CLEM, 1967), compte tenu de la part importante et extrêmement variable du volume des sécrétions des glandes annexes, pauvres en spermatozoïdes.

Si notre résultat ne confirme pas cette observation, il confirme les travaux de FEREDAN (1963) qui sur 9 verrats et 149 éjaculats obtient une corrélation significative de 0,44 entre ces deux caractères.

Les verrats dont la production spermatique (spermatogenèse résorption) est la plus importante, semblent être les mêmes que ceux qui ont une production importante des glandes annexes. Cette liaison n'est pas surprenante si l'on se réfère à l'intrication des facteurs de la stéroïdogénèse et de ceux de la gamétogenèse (COUROT, 1972).

La motilité, le nombre de spermatozoïdes vivants et le pourcentage de spermatozoïdes vivants sont liés par des corrélations positives.

Par ailleurs, la motilité et le volume varient significativement, en sens inverse ($r = -0,31$). Cette corrélation appuie les constatations que l'on peut faire journellement, à savoir qu'un éjaculat de faible volume qui comprend surtout la fraction riche du sperme paraît avoir une meilleure motilité que l'éjaculat complet.

Enfin, le temps de latence présente des corrélations négatives avec tous les caractères. Seule la corrélation de $-0,39$ avec le pourcentage de spermatozoïdes vivants est significative : les verrats dont les éjaculats présentent le plus souvent un pourcentage de spermatozoïdes vivants élevé sont donc ceux qui sautent le plus facilement sur le mannequin.

CONCLUSION

L'héritabilité des caractéristiques du sperme (volume, nombre de spermatozoïdes, pourcentage de vivants, motilité) est faible.

Cependant, deux caractères moyennement héréditaires peuvent être améliorés progressivement par la sélection : ce sont la prolificité et le nombre total de spermatozoïdes par éjaculat. Ceci est d'une importance extrême, car le nombre total de spermatozoïdes d'un éjaculat détermine le nombre de doses d'insémination, donc le coût de cette dernière ; le nombre de porcelets produits par portée contribue fortement à la rentabilité de l'élevage. Caractérisé par une chute régulière de la fertilité, l'été est également la saison où fertilité et prolificité sont les plus héréditaires. Toutefois, l'hypothèse d'un rôle déterminant joué par le verrot est en désaccord avec les résultats expérimentaux qui ne font apparaître aucune différence significative entre verrats logés en bâtiment conditionné ou en plein air.

Compte-tenu des relations existant entre la fertilité et la prolificité, la sélection couramment appliquée sur la fertilité dans les centres d'insémination aboutira à l'amélioration de la prolificité. Ce choix peut se faire sur un jeune verrot, après une période d'essai de 3 ou 4 mois puisque pour le nombre de spermatozoïdes vivants par éjaculat, il existe une relation positive et significative entre la période d'essai et la période annuelle (MILLANVOYE, 1973). Nous n'avons pu établir de liaison pour la fertilité et la prolificité entre les résultats des 3 premiers mois d'utilisation et les mois suivants.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CLEM D.R., PLOTKA E.D., CARWOOD V.A., FOLEY C.W. 1967 - Heritabilities and correlations among boar semen traits. *J. Anim. Sci.*, **26**, 1464-1465.
- CORTEEL J.M., du MESNIL du BUISSON F., SIGNORET J.P. 1964 - La méthode modifiée d'insémination artificielle porcine : résultats récents. *Vème Congr. Intern. Reprod. Anim. Insém. Artif. Trente* : **4**, 661-666.

- COUROT M., ORTAVANT R. 1972 - Contrôle gonadotrope de la spermatogénèse chez les mammifères: "Fécondité et stérilité du mâle". Colloque de la Soc. Nat. pour l'étude de la stérilité et de la fécondité.
- FEREDean T., TATOMIR. 1963 - Semen characters and ejaculation duration in boars in relation to age and semen.
Lucr. Sti. Inst. Cerc. Zootech. **21**, 40 - 3 - 412.
- FOUET J.P. 1972 - Influence des facteurs saisonniers sur la production du porc.
Mémoire fin d'études. Ecole Sup. Agric. Dijon.
- KAZANTSEVA G.M. 1971 - Semen quality of boars in different seasons of the year.
Nauch. Trudy. belovsk, nauchno. Issled-Inst. Zhivot. **12**, 134.
- LAWRENCE J.A., 1970 - A study of seasonal changes in boar semen.
Misc. Publs. Okla. Agri. Exp. SN. NO-MP. **84**, 77-83.
- LEGAULT C., L. OLLIVIER, 1965 - Résultats préliminaires concernant l'influence du verrat sur la taille de la portée en insémination artificielle.
Ann. Zootechn., **14**, 401-408.
- MAIJALA K., 1965 - Communication aux journées d'études de la F.E.Z.
Noordwijk Commission Génétique.
- MAZZARRI G., 1969 - Action de la lumière, de la température sur la spermatogénèse, sur la production de spermatozoïdes et le pouvoir fécondant du sperme chez le verrat.
Thèse Doctorat. Faculté Sci. Paris.
- MAZZARRI G., du MESNIL du BUISSON F., ORTAVANT R., 1969 - Action de la température et de la lumière sur la spermatogénèse, la production et le pouvoir fécondant du sperme chez le verrat.
6 th. Cong. Intern. Reprod. Anim. A.I. Paris, **1**, 305-308.
- du MESNIL du BUISSON F., SIGNORET J.P. 1973 - L'insémination artificielle porcine vu par un physiologiste dans "Insémination artificielle porcine".
I.T.P. éd. Paris, 5-26.
- MILLANVOYE B., 1973 - Etude de quelques facteurs de variations de la production de sperme et de la fécondité des verrats : effets de l'âge et de la saison héritabilités - corrélations entre variables.
Mémoire fin d'Etudes. ENSA. Rennes.
- OERS J.P.S. van, 1964 - De invloed van de beer op de worpgrotte-Veeeteelt en Zvivel berichten.
6, 511-520.
- PAREDIS, 1962 - Fertility and artificial insemination in pigs.
Intern. J. Fertil. **7**, 223-233.
- POLGE C., ROWSON L. EA., CHANG M.C. 1966 - The effect of reducing the number of embryos during early stages of gestation on maintenance of frequency in the pig.
J. Reprod. Fertil. **12**, 395-397.
- SIGNORET J.P., du MESNIL du BUISSON F., 1968 - Influence des conditions d'habitat sur la fécondance du sperme.
6th Cong. Intern. Reprod. Anim. A.I., Paris, **1**, 317-319.
- SIGNORET J.P., du MESNIL du BUISSON F., BARITEAU F., 1971 - L'insémination artificielle porcine.
Bull. Tech. d'Inform. Minist. Agric. **257**, 157-162.
- SINGLETON W.L., D.R. SHELBY. 1972 - Variation among boars in semen characteristics and fertility.
J. Anim. Sci. **34**, 763.
- STEINBACK J. 1972 - Bioclimatic influences on sexual activity in boars.
VIIème Cong. Intern. Repro. anim. I.A. Munich. **3**, 2081-2085.
- SWIERSTRA E.E., 1967 - Duration of spermatogenesis in the boar.
Canada Departement of Agric. Brandon Manitoba. J. Anim. Sci. **26**, 952-953.
- SWIERSTRA E.E., RAHNEFELD G.W., 1967 - Semen and testis characteristics in young Yorkshire and Lacombe boars.
J. Anim. Sci. **26**, 149-157.

- SWIERSTRA E.E., 1969 - Effects of age and sexual experience on boar semen.
J. Anim. Sci. **29**, 200.
- SWIERSTRA E.E., 1970 - The effects of low ambient temperatures on sperm production, epididymal sperm reserves and semen characteristics of boars.
Biol. Reprod., **2**, 23-28.
- SWIERSTRA E.E., 1972 - Semen characteristics of 21 - to 31 week old boars.
J. Anim. Sci. **34**, 904.