

Différentes méthodes d'amélioration génétique de la productivité numérique des truies en France

Legault C.

in

Aumaître A. (ed.).
The production of pig meat in Mediterranean Countries

Paris : CIHEAM
Options Méditerranéennes : Série Etudes; n. 1989-I

1989
pages 43-62

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=CI01.09.14>

To cite this article / Pour citer cet article

Legault C. **Différentes méthodes d'amélioration génétique de la productivité numérique des truies en France.** In : Aumaître A. (ed.). *The production of pig meat in Mediterranean Countries.* Paris : CIHEAM, 1989. p. 43-62 (Options Méditerranéennes : Série Etudes; n. 1989-I)



<http://www.ciheam.org/>
<http://om.ciheam.org/>

Différentes méthodes d'amélioration génétique de la productivité numérique des truies en France

Christian LEGAULT

Institut National de la Recherche Agronomique (INRA)
Station de Génétique Quantitative et Appliquée
Jouy-en-Josas - France

Summary

Different methods of genetic improvement of numerical productivity of sows in France

Prolificacy, defined as litter size at birth, is currently considered to be the most important component of sow productivity. However, in spite of a spectacular increase in productivity due to management advances, litter size at birth has remained constant for the past 20 years. This situation seems to question the long-term efficiency of classical methods of genetic improvement such as within-herd selection and crossbreeding between European or American breeds.

Some recent developments and research results suggest that one can be optimistic about the possibilities of increasing litter size in the near future. A survey of available breeds world-wide shows important differences in average litter size (5-15 piglets), embryo mortality (15-40%) and heterosis (ranging from 5% to over 30 %) on litter size. In particular the high prolificacy of some Chinese breeds can be used to speed up genetic progress in improving litter size either through systematic three-way (three-four additional piglets per litter in the F₁ compared with European breeds) or four-way crosses with western breeds, or by developing composite lines selected for heritable traits such as growth rate and backfat thickness. The efficiency of this system might be improved by combining Chinese breeds with "hyperprolific" western strains. When using Chinese breeds, special attention should be paid to the choice of the terminal boar, which should be as lean as possible, in order to produce acceptable carcasses for sale.

Another potential solution would be to use modern computerized recording systems to detect extreme individuals and then to apply a strong selection intensity. Using this approach, it is then possible to develop a gene pool for prolificacy. Results obtained in France, Great Britain and Australia are encouraging. The expected progress is from 0.5 piglets per litter when strain selection is limited to one sex, and about one piglet when it includes both sexes. Moreover, using crossbreeding, the heterosis effect seems to be accumulated with the genetic changes mentioned above. The computer can also be an aid in eliminating chromosomal translocations responsible for a reduction in prolificacy ranging from 5-50%.

Parmi les nombreuses composantes de la "productivité numérique" (nombre de porcelets sevrés/truie/an), la prolificité (taille de la portée à la naissance) est celle qui a le moins évolué au cours des deux dernières décennies (Skjervold, 1979; Noguera et Legault, 1984; Ollivier et al., 1986) et qui représente à l'avenir l'une des possibilités d'amélioration de l'efficacité économique de la production porcine (Tefenne et Vanderhaegen, 1975; Legault, 1979; Tess et al., 1983). Ce paramètre constitue à ce titre l'un des centres d'intérêt des généticiens de l'espèce porcine comme en témoignent les très nombreuses mises au point faites sur ce sujet au cours de ces toutes dernières années (Skjervold, 1979; Johansson, 1981; Vangern, 1981; Hill, 1982; Ollivier, 1982; Bolet et Legault, 1982; Johnson et al., 1984; Legault, 1985; Bichard et David, 1985). Après le rappel de quelques définitions de base et un rapide examen de l'évolution récente de ces paramètres, nous nous proposons d'analyser successivement les possibilités et les limites de trois solutions génétiques avant d'en faire une synthèse prospective.

- La voie classique reposant sur la sélection intra-troupeau complétée par l'usage des croisements entre races occidentales;

- La voie informatique permettant d'étendre la sélection à l'ensemble de la population et de créer des lignées prolifiques;

- La voie chinoise exploitant la prolificité exceptionnelle de certaines races orientales.

I - Rappel de quelques définitions

La productivité numérique (Legault et al., 1975) représente le nombre moyen de porcelets sevrés par truie par année de vie de reproduction (P_n) ou par année de présence dans le troupeau (P'_n).

La première version de ce paramètre (P_n) dépend du nombre de porcelets nés par portée ou prolificité (T), du taux de mortalité des porcelets de la naissance au sevrage (T_m) et de l'intervalle entre mise bas (I) qui est la somme de la durée de la gestation (G), de la durée de l'allaitement (L) et de l'intervalle sevrage-fécondation (I_{SF}), conformément à la relation bien connue :

$$P_n = \frac{T_p(1-T_m)}{G+L+I_{SF}} \quad 365 \quad (1)$$

La seconde version de ce paramètre (P'_n) étend la période de référence de l'âge de 200 jours à la réforme de la truie (relation (2)). Elle fait intervenir l'intervalle (i_1) entre l'âge de 200 jours et la première mise-bas. L'intervalle (i_2) entre la dernière mise-bas et la réforme ainsi que le nombre (N) de portées sevrées par truie réformée. Plus satisfaisant du point de vue économique, l'usage de ce second paramètre se heurte à des problèmes purement pratiques. C'est pourquoi le premier paramètre (P_n) est en définitive plus fiable et d'un usage beaucoup plus répandu.

$$P'_n = \frac{N T_p(1-T_m) 365}{i_1+(N-1)I+i_2} \quad (2)$$

La productivité numérique des truies d'un troupeau intervient directement sur le prix de revient du porcelet en début d'engraissement (P) comme l'indique la relation (3) :

$$P = \frac{C}{P_n} + c \quad (3)$$

dans laquelle :

• C représente le coût d'entretien annuel de la truie (alimentation, main-d'oeuvre, amortissements des bâtiments, verrat, frais de vétérinaire, etc.). Dans les conditions françaises C peut varier d'une manière assez considérable (3 000F à 5 000F en 1985).

• c représente le coût de l'aliment consommé par le porcelet avant le début de l'engraissement. Il convient de noter que la réduction du prix de revient du porcelet entraînée par unité d'augmentation de la productivité numérique varie en fonction des niveaux respectifs de C et P_n (Figure 1).

II - Evolution récente des composantes de la productivité numérique et tendances actuelles

Plusieurs études récentes ont été consacrées à l'analyse de l'amplitude et de la forme de l'évolution des principales composantes de la productivité des truies au cours des deux dernières décennies (Skjervold, 1979 ; Noguera *et al.*, 1983 ; Noguera et Legault, 1984). Leurs conclusions présentent un grand nombre de convergences et permettent d'évoquer la marge de progrès encore réalisable dans un proche avenir. Dans un souci de simplification, cette évolution sera commentée sur la base de 15 années de fonctionnement du programme national de gestion technique des troupeaux de truies qui concernait en 1984 un peu plus de 40% de l'ensemble des portées nées en France (Ollivier *et al.*, 1986).

La prolificité n'a pratiquement pas changé au cours de la période considérée. En effet, le nombre de porcelets nés totaux et nés vivants par portée était respectivement voisin de 11 et de 10,3 en 1970 et en 1984. Cependant, un examen plus attentif de la **Figure 2**, montre que ces deux variables ont diminué régulièrement pour atteindre des valeurs minimales en 1975 et 1976 et augmenter par la suite. Sans reprendre dans le détail la discussion d'une étude précédente (Noguera *et al.*, 1983), il semble que ces variations soient la résultante de deux phénomènes :

- la diminution rapide de l'âge au sevrage (**Figure 3**) dont la conséquence est de diminuer la taille de la portée de 0,2 unité pour une réduction de 10 jours de lactation (Legault *et al.*, 1975) ;

- le changement de la structure génétique de la population des truies, dont 10% étaient croisées vers 1970 pour 70% en 1984. Les valeurs minimales enregistrées en 1975 et 1976 viendraient du fait que la chute de l'âge au sevrage n'aurait pas été entièrement compensée par l'effet favorable résultant de la généralisation des croisements.

En revanche, la taille de la portée au sevrage a augmenté assez régulièrement (0,5 unité en 15 ans). Si une part de ce progrès revient à l'usage

des croisements, l'autre revient à l'amélioration des techniques d'élevage (maîtrise sanitaire, conduite en bandes...). La **Figure 2** montre que le taux de mortinatalité (qui correspond à la différence nés totaux-nés vivants) est demeuré pratiquement constant et voisin de 6% alors que le taux de mortalité naissance-sevrage (estimé sur la base du nombre total de porcelets nés vivants par portée) a diminué très sensiblement, passant de 17 à 13%.

L'intervalle entre mises-bas dont dépend le rythme de reproduction a diminué de 31 jours de 1970 à 1984 en raison de la réduction de ses deux composantes essentielles, la durée d'allaitement et l'intervalle sevrage-fécondation (**Figure 3**). Là aussi une part revient à l'usage des croisements, l'autre à l'amélioration des techniques d'élevage (sevrage précoce). La réduction de cet intervalle, qui était très rapide au cours de la première décennie, s'est considérablement ralentie depuis 1980 (3 jours en 4 ans). Comme l'indique la **Figure 3**, cela s'explique par la stabilisation de l'âge au sevrage à 4 semaines environ et par celle de l'intervalle sevrage-fécondation à 14 jours.

Le nombre de porcelets sevrés/truie/année de vie reproductive (P_n) a progressé de 4,3 unités à un rythme annuel de 0,3 unité. Comme le suggère la **Figure 4**, cette progression s'est légèrement ralentie au cours des cinq dernières années.

L'estimation du nombre de porcelets sevrés/truie/année de présence dans le troupeau ($P' n$) est relativement imprécise en raison de la difficulté d'obtenir les déclarations de réforme. Une estimation moins entachée d'erreur peut être obtenue sur la base de l'intervalle 200 jours - dernier sevrage (**Figure 4**). Dans les deux cas, on note pour cette estimation de la productivité un progrès plus important que pour la première. Cette différence s'explique en partie par la réduction de l'intervalle 200 jours - 1ère mise-bas -, que la seconde estimation prend en compte. En effet, l'âge à la première mise-bas a considérablement diminué, passant de 400 jours vers 1970 à 360 jours depuis 1979.

En définitive, comme l'ont montré les études de Tefenne et Vanderhaegen (1975), de Legault (1979), de Tess *et al.* (1983) et comme semble

l'indiquer le présent bilan, les plus sérieux espoirs d'amélioration à moyen terme reposent sur l'amélioration de la taille de la portée et du taux de survie des porcelets de la naissance au sevrage. L'essentiel du progrès observé depuis 1970 est en effet la conséquence d'une accélération du rythme de reproduction dont on perçoit actuellement les limites (stabilisation de l'âge au sevrage et de l'intervalle sevrage-fécondation).

III - Les possibilités et les limites des méthodes d'amélioration génétique classiques

La faible héritabilité des critères de reproduction et leur sensibilité à la "vigueur hybride" ou effet d'hétérosis sont relativement bien connues : pour T_p , T_m et I_{SF} , les héritabilités sont respectivement de l'ordre de 10%, 4% et 3% alors que les effets d'hétérosis sont respectivement de l'ordre de 8%, 10% et 16%. Il en résulte qu'il faut environ 16 ans de sélection sur la prolificité (avec un taux de 0,50 appliqué aux truies mères) pour augmenter de 0,8 unité la taille de la portée à la naissance alors que le même progrès peut être obtenu dès la première génération de croisement. Cela explique l'engouement des éleveurs pour l'usage des croisements et leur désintéressement pour la sélection en faveur des critères de reproduction. La stabilité génétique de la prolificité des truies en Europe n'a donc rien de surprenant. Or, la sélection est la seule méthode d'amélioration génétique, les croisements apportant une valorisation complémentaire au progrès réalisé antérieurement par la sélection dans les populations parentales.

Cependant, les possibilités théoriques d'amélioration génétique de la prolificité dans un troupeau fermé sont relativement élevées : elles sont de l'ordre de 0,25 porcelet/portée/génération selon Hill (1982) et Ollivier (1982) ; et plus élevées encore selon Avalos (1985) qui prend en compte toute l'information disponible en l'intégrant dans l'indice de sélection. Contrairement à la souris (Joakimsen et Baker, 1977) et le lapin (Matheron, 1982) où de telles opérations ont été couronnées de succès, une telle entreprise est toujours considérée comme hasardeuse chez le porc.

Cette opinion s'est trouvée confortée par l'échec des deux premières expériences de sélection réalisées dans ce but, l'une en France sur la taille de la portée à la naissance (Ollivier et Bolet, 1981), l'autre au Nebraska (USA) sur le taux d'ovulation (Cunningham *et al.*, 1979). Dans les deux cas, un accroissement du taux d'ovulation a été obtenu, mais a été contrebalancé par une augmentation de la mortalité embryonnaire, la réponse sur la taille de la portée étant nulle.

Parmi les explications envisageables à cette absence de réponse, citons :

- la difficulté d'obtenir des intensités de sélection importantes intra-troupeau ;

- la faible précision avec laquelle les candidats à la sélection sont connus, liée notamment à la faible héritabilité d'un caractère qui ne s'exprime que dans un sexe ;

- l'existence d'effets maternels défavorisant les femelles issues de portées de grande taille (Revelle et Robinson, 1973) ; Van Der Steen, 1983.

Plusieurs expériences réalisées ces dernières années ont permis de lever certaines de ces contraintes et d'aboutir à des résultats positifs.

Une sélection ouverte sur l'ensemble de la population *Large White* a permis l'application de très fortes intensités de sélection et est à l'origine de la création de la lignée "hyperprolifique" (Legault et Gruand, 1976). Elle permet un gain génétique présent atteint (Le Roy, 1985). Cet aspect sera développé ultérieurement.

IV - Nouvelles perspectives d'amélioration génétique

Les effets maternels peuvent affecter défavorablement la réponse à une sélection sur la prolificité, notamment au cours des dernières générations (Van Der Steen, 1985). La standardisation des tailles de portée à la naissance permet d'éliminer les effets maternels post-nataux. Une sélection sur la taille de portée à la naissance de deux lignées, l'une standardisée (S+), l'autre non (S-) a abouti au bout de 6 générations à une

différence entre lignées d'environ un porcelet en faveur de S+ (Penalba, 1984).

Le progrès réalisé reste limité, relativement fluctuant (Penalba, 1984 ; Johnson *et al.*, 1985) et lent, bien en deçà des prédictions optimistes d'Avalos, 1985.

Dans tous les cas, une grande partie du progrès important obtenu sur le taux d'ovulation (Penalba, 1984, Johnson *et al.* 1985 ; Bolet *et al.* 1986) est "perdue" du fait d'une dégradation de la survie embryonnaire, mais également fœtale (Johnson *et al.*, 1984).

Les développements récents des applications de l'informatique en élevage, l'amélioration des connaissances et des techniques en génétique et en biologie, une meilleure diffusion de l'information et la facilité des échanges sont autant d'éléments susceptibles d'accroître l'efficacité des méthodes classiques. Nous pouvons mentionner l'utilisation des techniques modernes de la cytogénétique qui, associées à l'informatisation des fichiers, permettent la détection, l'identification et l'élimination de certaines anomalies responsables de graves troubles de la reproduction. En effet, une vingtaine de translocations réciproques, dont cinq ont été découvertes en France (Popescu et Boscher, 1986), ont été identifiées à ce jour chez le porc : elles ont pour effet de réduire la taille de la portée de 20 à 50% (Figure 5). Dans le même ordre d'idées, nous nous proposons d'évoquer brièvement les possibilités offertes par la valorisation de la prolificité exceptionnelle de certains animaux ou de certaines races.

1. La lignée dite "hyperprolifique"

Le principe de la lignée "hyperprolifique" repose sur l'extension de la base de sélection à l'ensemble de la population de manière à permettre l'application d'un taux de sélection extrêmement sévère qui peut être inférieur à 1%. Les truies de prolificité exceptionnelle sont repérées dans les élevages par la voie informatique. Ces truies peuvent avoir mis bas 3 à 6 porcelets de plus que leurs contemporaines au cours de plusieurs portées. Mais comme l'indique le Tableau 1, leur supériorité génétique (G) n'est que de 0,38 à 1,6 porcelet parce que la taille de la portée est à la fois peu "héritable" et peu "répétable" conformément à la relation classique (4).

$$\Delta G = \frac{Nh^2}{1 + (N-1)r} \Delta P \quad (4)$$

dans laquelle :

- G et P représentent respectivement la supériorité génétique et la supériorité phénotypique sur la base de N portées connues.

- h^2 et r représentent respectivement l'héritabilité (0,10) et la répétabilité (0,15) de la taille de la portée.

Lorsque ces truies sont fécondées par des verrats choisis au hasard dans la population, la supériorité génétique de leurs descendants mâles et femelles est réduite de moitié. A la suite d'"accouplements raisonnés" répétés de verrats fils de truies "hyper" avec d'autres femelles "hyper" non apparentées, le niveau génétique des verrats de la lignée tend asymptotiquement vers celui des truies "hyper" de la population (Figure 6). En définitive, la lignée "hyperprolifique" est donc représentée par quelques verrats dont le niveau génétique est confondu avec ou très voisin de celui des femelles de prolificité exceptionnelle détectées dans la population. La meilleure valorisation de ces verrats, en race pure ou en croisement (pour produire des truies parentales F1) ne peut s'envisager sans le recours à l'insémination artificielle. Comme l'indique la Figure 6 l'amélioration attendue chez les filles de ces verrats peut être de l'ordre de 0,4 à 0,8 porcelet par portée ce qui correspond à une productivité numérique augmentée de 0,9 à 1,8 porcelet par an.

Ajoutons enfin que si un troupeau est constitué à partir de truies "hyperprolifiques" fécondées systématiquement par des verrats de la lignée, son niveau génétique est constant et correspond à celui des truies parentales, c'est-à-dire +0,8 à 1,6 porcelet. Si deux lignées sont développées dans deux races différentes (*Large White* et *Landrace* par exemple) les femelles F1 bénéficient également de l'effet d'hétérosis et leur supériorité attendue théoriquement par rapport aux populations parentales initiales pourrait être de l'ordre de 1,6 à 2,4 porcelets par portée (Figure 6).

Dès 1973, l'INRA a entrepris la création d'une lignée de verrats dits "hyperprolifiques" de race *Large White*. Au terme d'un contrôle individuel portant sur la vitesse de croissance et l'épaisseur du lard dorsal, ces verrats dont l'effectif instantané est compris entre 2 et 4 sont utilisés en insémination artificielle et se trouvent par conséquent à la disposition de l'ensemble des éleveurs français. Cette étude porte sur des filles de ces verrats et comprend à la fois des observations sur les composantes de la prolificité et des données recueillies dans les élevages du Poitou. (Legault et Gruand, 1976 ; Legault *et al.*, 1981). L'ensemble des résultats obtenus en troupeau expérimental (**Tableau 2**) montre une amélioration généralement significative du taux d'ovulation chez les femelles de la lignée "hyper" (de l'ordre de 2 corps jaunes) qui n'est suivie d'une amélioration de la prolificité que chez les truies adultes ou chez les primipares issues de croisement. Les résultats recueillis dans ces élevages (courbe C sur la **Figure 6**) traduisent une supériorité globale voisine de 0,6 porcelet par portée (Le Roy, 1985). Toutefois, comme le montre la **Figure 7**, il convient de distinguer les filles de truies "hyper" ou de verrats "hyper", les secondes étant les seules à exprimer un gain de prolificité conforme aux prévisions théoriques. Le désavantage des femelles élevées dans des portées importantes qui se manifeste d'ailleurs également chez les femelles issues du croisement entre truies "hyper" et verrats "hyper" (**Figure 7**) est imputable aux effets maternels mentionnés précédemment.

Le principe exposé au paragraphe I a été appliqué dès 1978 par une firme anglaise dans les deux races *Large White* et Landrace (Bichard et Amman, 1984). Contrairement à la lignée française qui ne comprend que des mâles, les lignées anglaises comprennent des représentants des deux sexes détectés dans les troupeaux de sélection plus faible qu'en France. Par conséquent, les résultats obtenus en Angleterre chez les femelles des lignées prolifiques (courbe B de la **Figure 6**) ne traduisent pas la moitié de la supériorité génétique de la lignée. Elle est de l'ordre de 0,8 porcelet par portée en croisement (**Tableau 3**).

En résumé, l'usage d'une lignée dite "hyperprolifique" peut conduire à une amélioration complémentaire de la productivité numérique de 1 à 1,6 unité

lorsqu'elle n'est représentée que par des verrats, avantage qui peut être doublé lorsque cette lignée rassemble des représentants des deux sexes. En outre, cet avantage semble se manifester aussi bien chez des femelles de race pure que chez des femelles issues de croisement.

2. La contribution de certaines races chinoises

Avec plus de 300 millions de têtes, le troupeau porcin élevé en République Populaire de Chine est de loin le premier du monde ; il est aussi probablement l'un des plus anciens puisque des vestiges de la domestication de cette espèce datant d'environ 7000 ans y ont été mis à jour. Les races locales chinoises, au nombre d'une quarantaine, elles-mêmes subdivisées en 120 variétés, présentent un certain nombre de caractéristiques communes :

- précocité sexuelle exceptionnelle (première chaleur entre 2 et 5 mois);
- grande docilité, qualités maternelles et rusticité excellentes ;
- aptitude à ingérer de grandes quantités de fourrages verts ;
- croissance et développement relativement faibles;
- mauvaise conformation et carcasse grasse avec une viande d'excellente qualité.

En plus, certaines de ces races ont une prolificité exceptionnelle (15 à 18 porcelets par portée chez les truies adultes).

A la suite du don à la France par la République Populaire de Chine de 9 reproducteurs (un verrat et deux cochettes de chacune des races Meishan, Jiaying et Jinhua), l'expérimentation conduite depuis 1979 au domaine expérimental du Magneraud a un double objectif :

- la multiplication et l'appréciation zootechnique des lignées pures ;
- la réalisation des croisements avec les races européennes (*Large White*, Landrace...) afin d'estimer dans quelle mesure et de quelle manière les aptitudes complémentaires de ces

animaux peuvent être valorisées dans le cadre de l'élevage occidental.

Une réponse objective à cette seconde question repose sur une estimation précise des paramètres génétiques de croisement entre ces races (effets d'hétérosis directs et maternels, effets maternels, etc.) qui est en cours de réalisation.

Les résultats obtenus en troupeau expérimental (**Tableau 4, Figure 8**) ont fait l'objet de plusieurs mises au point dont nous résumerons l'essentiel (Legault et Caritez, 1983 ; Legault *et al.*, 1985).

Le croisement entre certaines races européennes (*Large White* et Landrace Français) et certaines races chinoises (Meishan et Jiaying) peut conduire à la mise à la reproduction d'une femelle plus précoce (âge à la 1ère mise-bas avancée d'au moins un mois), plus économe (consommation annuelle d'aliment concentré réduite d'au moins 80 kg) et surtout plus productive (6 à 9 porcelets supplémentaires sevrés chaque année). Il peut en résulter une réduction du prix de revient du porcelet de l'ordre de 20 à 30%. En contrepartie, la dépréciation de la carcasse observée chez les "produits terminaux" (1/4 chinois) peut varier de 0,5 à 1,5 unité de classement dans la grille communautaire suivant le type du verrat terminal utilisé. Comme l'indique la **Figure 9**, on peut estimer que les races Meishan et Jiaying présentent un taux de muscles dans la carcasse réduit de 16 à 18% par rapport aux races *Large White* et Landrace et réduit de plus de 20 % par rapport aux races spécialisées telles que le Piétrain et le Landrace Belge.

Cette crainte a été justifiée à l'examen des résultats obtenus dans les élevages de production de la région Poitou-Charentes (Bruel *et al.*, 1986) qui révèlent une grande variabilité dans les gains de productivité suivant l'élevage (**Figure 9**) alors que les caractéristiques des carcasses sont en tous points conformes à celles observées en troupeau expérimental.

L'avancement de l'expérimentation sur les races chinoises ne permet pas encore de faire un choix définitif entre différentes stratégies de valorisation :

- croisement à 3 ou 4 voies avec usage de verrats spécialisés pour le croisement terminal;

- création de lignées nouvelles résultant du mélange de races chinoises et européennes et soumises à une sélection en faveur des critères de production (engraissement et carcasse) ;

- recherche de gènes majeurs intervenant sur la prolificité.

Dans tous les cas, le choix repose sur l'équilibre entre la réduction du prix de revient du porcelet et la perte enregistrée à la vente du porc charcutier. Dans les conditions françaises on estime qu'il faut préserver un supplément de productivité de 5 à 6 porcelets sevrés/an par les truies demi-chinoises pour compenser la perte inhérente à la commercialisation d'un porc charcutier quart chinois. Ce seuil est bien entendu variable suivant les particularités du marché du porc dans chaque pays.

V - Aspects prospectifs et conclusion

Les deux dernières décennies ont été marquées à la fois par une prise de conscience de l'impact économique de la "productivité numérique" des truies et par une amélioration très sensible de ce paramètre à un rythme annuel voisin de 0,3 porcelet/truie/an imputable pour l'essentiel à l'évolution des techniques d'élevage (accélération du rythme de reproduction et réduction du taux de mortalité des porcelets). Cette période est également caractérisée par la stabilité de la taille de la portée en race pure bien que des signes d'amélioration aient été observés récemment dans les élevages de production. Les études prospectives s'accordent sur le fait qu'au cours de la nouvelle décennie, le progrès devra surtout être attendu de l'amélioration de la taille de la portée et du taux de survie des porcelets.

Cependant, avant de conclure, il nous a semblé opportun d'analyser, d'une manière aussi réaliste que possible, les possibilités d'amélioration complémentaires de la productivité numérique par de nouveaux changements intervenant sur les systèmes de conduite d'élevage. Ainsi, comme l'indique le **Tableau 5**, un gain supplémentaire d'environ

1,2 porcelet sevré/truie/an pourrait être apporté indépendamment par la généralisation du sevrage à 21 jours au lieu de 30 jours, par l'élimination systématique des truies venant (ou revenant) en chaleur plus de 15 jours après le sevrage ($I\ SF = 6$) ou enfin par l'amélioration de 6 points du taux de survie des porcelets entre la naissance et le sevrage. L'adoption simultanée de ces trois mesures pourrait aboutir à une amélioration théorique de 3,9 porcelets/truie/an.

Le Tableau 6 résume les différentes possibilités d'amélioration génétique de la taille de la portée dont les répercussions sur la productivité numérique des truies sont très variables et peuvent atteindre neuf unités : les possibilités des méthodes d'amélioration génétique classiques (sélection et croisements entre races européennes) étant relativement limitées il y a nécessité de faire appel à des méthodes nouvelles. Le recours à des lignées dites "hyperprolifiques" qui implique le développement de l'information et de l'insémination artificielle peut apporter un progrès complémentaire de l'ordre de 1,5 à 2 porcelets/truie/an. La valorisation en croisement de la prolificité exceptionnelle de certaines races chinoises peut se traduire par une amélioration plus spectaculaire de la productivité numérique qui peut être de l'ordre de 5 à 9 porcelets/truie/an ; or, la dégradation des performances d'engraissement et de carcasse chez les produits terminaux exige encore la poursuite de l'expérimentation pour que l'on puisse répondre à l'avantage économique de cette solution. Enfin, l'augmentation du taux d'ovulation peut représenter une voie nouvelle dans la mesure où l'on dispose également de lignées caractérisées par une faible mortalité embryonnaire.

En définitive, nous sommes en droit d'être relativement optimistes en ce qui concerne les possibilités d'amélioration de la productivité des truies dans le proche avenir : ainsi, le seuil des 30 porcelets sevrés/truies/an peut représenter un objectif à la portée des meilleurs éleveurs.

Bibliographie

AVALOS (E.).- *Estimation of genetic parameters and responses in selection for litter size in pigs.* - Edinburgh University, 1985.- 159 p.- Ph.D. Thesis.

BICHARD (M.), HAMANN (R.K.).- Pig Improvement Company unpublished interval reports, 1984.

BICHARD (M.), DAVID (P.J.).- Effectiveness of genetic selection for prolificacy in the pig.- *J. Reprod. Fert., Suppl.*, (33), 1985, pp. 127-138.

BOLET (G.), LEGAULT (C.) - New considerations on genetic improvement of prolificacy in the pig.- In: *2nd World Congress on genetics applied to livestock production*, Madrid : 4-8 october 1982.- Madrid, Editorial Garsi, 1982, pp. 548-567.

BOLET (G.), MARTINAT-BOTTE (F.), LOCATELLI (P.), GRUAND (J.), TERQUI (M.), BERTHELOT (F.).- Components of prolificacy of hyperprolific Large White sows.- *Génét. Sél. Evol.*, (18), 1986, pp. 333-342.

BRUEL (L.), BOULARD (J.), BRAULT (D.), CARITEZ (J.C.), HOUIX (Y.), JACQUET (B.), LE HENAFF (G.), PERROCHEAU (C.), RUNAVOT (J.P.), VRILLON (J.L.), LEGAULT (C.).- Evaluation des croisements sino-européens dans les élevages français : premiers résultats obtenus dans la région Poitou-Charentes.- In : *Journées de la Recherche Porcine en France.* - Paris : ITP, (18), 1986, pp. 227-284.

CUNNINGHAM (P.J.), ENGLAND (M.E.), YOUNG (L.D.), ZIMMERMAN (F.D.R.).- Selection for ovulation rate in swine : correlated response in litter size and weight.- In : *J. Anim. Sci.*, (48), 1979, 509-516.

HILL (W.G.).- Genetic improvement of reproductive performance in pigs.- In : *Pig News Inf.*, (3), 1982, pp. 137-141.

JOAKIMSEN (O.), BAKER (R.L.).- Selection for litter size in mice.- In : *Acta Agric. Scand.*, (27), 1977, pp. 301-318.

JOHANSSON (K.).- Some notes concerning the genetic possibilities of improving sow fertility.- In : *Livest. Prod. Sci.*, (8), 1981, pp. 431-447.

JOHNSON (R.K.), ZIMMERMAN (D.W.), KITTOK (R.J.).- Selection for components of reproduction in swine.- In : *Livest. Prod. Sci.*, (11), 1984, pp. 541-558.

JOHNSON (R.K.), ZIMMERMAN (D.R.), LAMBERSON (W.R.), SASAKI (S.).- Influencing prolificacy of sows by selection for physiological factors.- In : *J. Reprod. Fert. Suppl.*, (33), 1985, pp. 139-149.

LEGAULT (C.), AUMAITRE (A.), DU MESNIL DU BUISSON (F.).- The improvement of sow productivity : a review of recent experiments in France.- In : *Livest. Prod. Sci.*, (2), 1975, pp. 235-246.

- LEGAULT (C.), GRUAND (J.).- Amélioration de la prolificité des truies par la création d'une lignée "hyperprolifique" et l'usage de l'insémination artificielle : principe et résultats expérimentaux préliminaires.- In : *Journées de la Recherche Porcine en France*.- Paris : ITP, (8), 1976, pp. 201-212.
- LEGAULT (C.).- Importance relative des composantes de la productivité numérique des truies dans les élevages français en 1977.- In : *Journées de la Recherche Porcine en France*.- Paris : ITP, (11), 1979, pp. 347-354.
- LEGAULT (C.), GRUAND (J.), BOLET (G.).- Results from purebred and crossbred use of a "hyperprolific" line.- In : *Journées de la Recherche Porcine en France*.- Paris : ITP, (12), pp. 255-260.
- LEGAULT (C.), CARITEZ (J.C.).- L'expérimentation sur le Porc Chinois en France. I. Performances de reproduction en race pure et en croisement.- In : *Génét. Sél. Evol.*, (15), 1983, pp. 225-240.
- LEGAULT (C.).- Selection of breeds, strains and individual pigs for prolificacy.- In : *J. Reprod. Fert. Suppl.*, (33), 1985, pp. 151-166.
- LEGAULT (C.), SELLIER (P.), CARITEZ (J.C.), DANDO (P.), GRUAND (J.).- Expérimentation sur le Porc Chinois en France. II. Performances de production en croisement avec les races européennes.- In : *Génét. Sél. Evol.*, (17), 1985, pp. 133-152.
- LE ROY (P.).- *Hyperprolificité chez les femelles domestiques. Application à l'espèce porcine*.- Paris : Université de Paris Sud-Orsay, 1985.- 86 p.- Mémoire de DEA.
- MATHERON (G.).- Genetics and selection of litter size in rabbit. In : *2nd world Congress on Genetics applied to livestock Production*, Madrid, 4-8 october 1982.- Madrid : Editorial Garsi, 1982, pp. 481-498.
- NOGUERA (J.L.), FELGINES (C.), LEGAULT (C.).- Evolution de 1972 à 1981, composantes de la productivité numérique des truies dans 325 élevages français.- In : *Journées de la Recherche Porcine en France*.- Paris : ITP, (15), 1983, pp. 37-51.
- NOGUERA (J.L.), LEGAULT (C.).- Trends in productivity of sows during the last ten years in France.- In : *Pigs News Inf.*, 5, (3), 1984, pp. 205-212.
- OLLIVIER (L.), BOLET (G.).- La sélection sur la prolificité chez le porc : résultats d'une expérience de sélection sur dix générations.- In : *Journées de la Recherche Porcine en France*.- Paris : ITP, (13), 1981, pp. 261-268.
- OLLIVIER (L.).- Selection for prolificacy in the pig.- In : *Pig News Inf.*, (3), 1982, pp. 383-388.
- OLLIVIER (L.), RUNAVOT (J.P.), DAGORN (J.), GUEBLEZ (R.), JEHANNO (J.), KERISIT (R.), LEGAULT (C.), MOLENAT (M.), SELLIER (P.).- La loi sur l'élevage de 1966 : un bilan de 20 années de sélection rationnelle du porc en France.- In : *Journées de la Recherche Porcine en France*.- Paris : ITP, (18), 1986, pp. 203-236.
- PENALBA (F.F.).- *Selection for increased litter size in swine*. - Madison : University of Wisconsin, 1985.- Ph. D. Thesis, *Dissert. Abstr. Int.*, (Sciences and Engineering), (45), pp. 1239-1330.
- POPESCU (P.), BOSCHER (J.).- A new reciprocal translocation in a hyperprolific boar.- In : *Génét. Sél. Evol.*, (18), 1986, pp. 123-130.
- REVELLE (T.J.), ROBINSON (O.W.).- An explanation for the low heritability of litter size in swine.- In : *J. Anim. Sci.*, (37), 1973, pp. 668-678.
- SKJERVOLD (H.).- What about the genetic improvement in litter size ?.- In : *Acta Agric. Scand.*, Supplement, (21), 1979, pp. 176-184.
- TEFFENE (O.), VANDERHAEGEN (J.).- Facteurs de productivité des élevages de truies.- In : *Journées de la Recherche Porcine en France*.- Paris : ITP, (7), 1975, XXXI-XLI.
- TESS (M.W.), BENNETT (G.L.), DICKERSON (G.E.).- Simulation of genetic changes in life cycle efficiency of pork production. II. Effects of components on efficiency.- In : *J. Anim. Sci.*, (56), 1983, pp. 354-368.
- VAN DER STEEN (H.A.M.).- *Maternal and genetic influences on production and reproduction traits in pigs*. - Wageningen : University, 1983.- Doc. Thesis Agric..
- VAN DER STEEN (H.A.M.).- The implication of maternal effects for genetic improvement of litter size in pigs.- In : *Livest. Prod. Sci.*, (13), 1985, pp. 159-168.
- VANGEN (O.).- Problems and possibilities for selection for fecundity in multiparous species.- In : *Pig News Inf.*, (2), 1981, pp. 257-263.

Tableau 1 : Supériorité phénotypique et génétique des truies "hyperprolifiques" sur leurs contemporaines

Phenotypic and genotypic superiority of "hyperprolific" dams

Nombre de portées <i>Number of litters</i>	Nombre de portées connues - <i>Number of litters recorded</i>				
	1	2	3	4	5
2	0.20	0.35	0.46	0.55	0.63
4	0.40	0.70	0.90	1.10	1.25
6	0.60	1.04	1.39	1.66	1.85

Tableau 2 : Taille de portées à la naissance (porcelets/portée) et ses composantes dans la descendance des truies "hyperprolifiques"

Litter size at birth (piglets/litter) and its components in the progeny of "hyperprolific dams"

Group	Taux d'ovulation <i>Ovulating rate</i>		Survie embryonnaire (30 jours) <i>Embryo survival (30 days)</i>		Taille de la portée à la naissance <i>Litter size at birth</i>	
	1ère portée <i>1st litter</i>	3ème portée <i>3rd litter</i>	1ère portée <i>1st litter</i>	3ème portée <i>3rd litter</i>	1ère portée <i>1st litter</i>	2ème portée <i>2nd litter</i>
H1	16.3 (87)*	18.0 (27)	9.6 (60)	14.0 (23)	9.6 (42)	11.3 (36)
H2	15.4 (7)	-	11.2 (60)	-	-	-
C1	14.5 (212)	16.5 (93)	9.5 (137)	12.5 (83)	10.1 (228)	10.6 (199)
C2	5.2 (104)	-	10.4 (75)	-	-	-

* Nombre d'observations - *Number of litters observed*

H₁ Fille des verrats hyperprolifiques en race pure - *Daughter of hyperprolific purebred boars*

H₂ Fille des verrats hyperprolifiques en croisement - *Daughter of hyperprolific crossbred boars*

C₁ Fille des verrats contemporains en race pure (témoin) - *Daughter of contemporary purebred control boars*

C₂ Fille des verrats contemporains en croisement (témoin) - *Daughter of contemporary crossbred control boars*

Tableau 3 : Résultats des tailles de portées obtenus dans 14 élevages de truies F₁ issues de la "lignée prolifique" ou de la "lignée témoin"

Summary of litter sizes in field comparisons on 14 farms of F₁ sows produced from "prolific" or "control" lines

		Lignée prolifique <i>Prolific line</i>	Lignée témoin <i>Control line</i>	Moyenne pondérée et SE <i>Weighted mean difference and SE</i>
1ère portée 1st litters	Nbre de ♀ ayant mis bas <i>Number of ♀ farrowed</i>	311	255	
	Nbre moyen de porcelets <i>Piglets/litter</i>			
	Nés totaux - <i>Total</i>	11.13	10.47	+0.68±0.24
	Nés vivants - <i>Alive</i>	10.39	9.83	+0.55±0.25
2ème portée 2nd litters	Nbre de ♀ ayant mis bas <i>Number of ♀ farrowed</i>	249	208	
	Nbre moyen de porcelets <i>Piglets/litter</i>			
	Nés totaux- <i>Total born</i>	11.43	10.58	+0.88±0.38
	Nés vivants - <i>Alive</i>	10.89	10.07	+0.84±0.30
3ème portée 3rd litters	Nbre de ♀ ayant mis bas <i>Number of ♀ farrowed</i>	214	157	
	Nbre moyen de porcelets <i>Piglets/litter</i>			
	Nés totaux- <i>Total born</i>	12.65	12.11	+0.62±0.32
	Nés vivants - <i>Alive</i>	12.01	11.38	+0.73±0.30
4ème portée 4th litters	Nbre de ♀ ayant mis bas <i>Number of ♀ farrowed</i>	175	123	
	Nbre moyen de porcelets <i>Piglets/litter</i>			
	Nés totaux- <i>Total born</i>	13.22	12.60	+0.76±0.35
	Nés vivants - <i>Alive</i>	12.41	11.62	+0.96±0.34

Source : Richard M., unpublished data

Tableau 4 : Estimée de l'effet du type génétique de la truie
(9 niveaux) sur six des composantes de sa productivité

Least squares estimates of litter size resulting from different types of crosses between European and Chinese breeds in France

Type génétique de la mère Genotype of the dam	Nbre de portées (N) No. of litters	Nombre de porcelets par portée Number of piglets/litter			Poids de la portée Litter weight		Consommation de concentré par la truie en 30 jours de lactation Food intake during 30 days of lactation
		Nés Total Born alive	Sevrés Weaned	Naissance At birth	21 jours 21 days		
LW et LF	42	10.7 b	9.2 b	14.7 b	56.8 bc	161.8 a	
MS	115	14.9 a	13.1 a	16.7 b	57.3 b	101.1 d	
JX	86	11.6 b	10.0 b	9.5 c	38.5 de	85.4 e	
JH	31	11.6 b	9.9 b	8.0 c	32.6 e	75.6 e	
MSxJX et JXxMS	18	15.8 a	13.4 a	15.2 b	56.1 bc	94.5 d	
MS x (LW ou LF)	107	15.3 a	12.8 a	19.3 a	67.8 a	130.0 b	
JX x (LW ou LF)	68	15.2 a	13.2 a	15.8 b	64.5 a	130.7 b	
JH x (LW ou LF)	27	11.7 b	9.7 b	11.6 c	45.2 cd	114.8 bc	
LW (1/2MS ou 1/2JX)	63	11.5 b	9.9 b	15.6 b	57.6 BC	118.7 c	

Source : Legault et al., 1984

Les moyennes qui ne diffèrent pas significativement ($P < 0.05$) portent la même lettre en indice. - Significant difference ($P < 0.05$) between genotypes are indicated by different letters

LW : Large White

LF : Landrace français - French Landrace

MS : Meishan

JX : Jiaying

JH : Jinhua

Tableau 5 : Améliorations entraînées par de nouvelles modifications des techniques d'élevage
Possible improvement of sow numerical productivity due to new management systems

Management systems	Intervalle entre mises-bas <i>Farrowing interval (days)</i>	Rythme de reproduction <i>Reproduction rate</i>	Productivité numérique <i>Numerical productivity</i>	Amélioration de P_n <i>Improvement of P_n</i>
	(I)	$\frac{365}{I}$	(P_n)	(ΔP_n)
Système de référence <i>Basic system</i> L = 30 ISF = 15	160	2.28	20.3	-
Sevrage à 3 semaines <i>Weaning at 3 weeks</i> L = 21 ISF = 15	151	2.41	21.7	+ 1.2
"Pas de retours en chaleur" <i>"No return"</i> L = 30 ISF = 6	151	2.41	21.7	+ 1.2
Amélioration de 6% du taux de survie des porcelets <i>6% better survival rate</i> L = 30 ISF = 15	160	2.28	21.7	+1.2
Combinaison des trois modifications <i>Associated with all 3 improvements</i>	142	2.57	24.4	+3.9

 L : Age au sevrage (jours) - *Length of lactation (days)*

 ISF : Intervalle sevrage-fécondation (jours) - *Weaning-conception interval (days)*

Tableau 6 : Possibilités d'augmenter la productivité numérique des truies par l'amélioration génétique de la prolificité

Possible improvement of sow numerical productivity P_n through genetic change in litter size

Méthodes - Methods	Amélioration de la taille de la portée Increase in litter size	Amélioration de P_n Moyenne Etendue Increase of P_n Average Range
Situation de référence : 9 porcelets sevrés par portée en race pure L = 30 jours ISF = 15 jours Basic situation: 9 purebred piglets weaned per litter L = 30 days ISF = 15 days	-	-
Sélection extensive intra-troupeau - Within-herd extensive selection	+ 0.05/an/year a	+ 0.12
Sélection intensive intra-troupeau - Within-herd intensive selection	+ 0.25/an/year a	+ 0.58
Croisement entre deux races occidentales - Cross-breeding between two western breeds	+ 0.8 (en 1 an - in 1 year) c	+ 1.8 (1.2 - 2.5)
Util. d'une lignée "hyperprolifique"	0.5 (en 5 ans - in 5 years) c 1.3 (en 5 ans - in 5 years) b	+ 1.2 (0.7 - 1.7) + 3 (2.3 - 3.7)
Use of "hyperprolific" line	+ 1 (en 5 ans - in 5 years) b	+ 2.4 (1.4 - 3.4)
Utilisation de races chinoises	1.8 (en 5 ans - in 5 years) c	+ 4.1 (3.2 - 5)
Use of Chinese breeds	+ 3 (en 1 an - in 1 year) b 1.5 (en 2 ans - in 2 years) b	+ 7 (5 - 9) + 3.5 (2.4 - 4.5)

a : Progrès théorique - Theoretical expectations

b : Résultats obtenus en troupeau expérimental - Results only obtained in experimental herds

c : Résultats obtenus chez les éleveurs - Results obtained in field conditions

Figure 1 : Variations du prix de revient du porcelet de 25 kg en fonction de la productivité numérique pour 5 valeurs du coût d'entretien annuel de la truie
Variation of the cost of 25 kg piglets according to numerical productivity of five values of C (yearly cost of the sow)

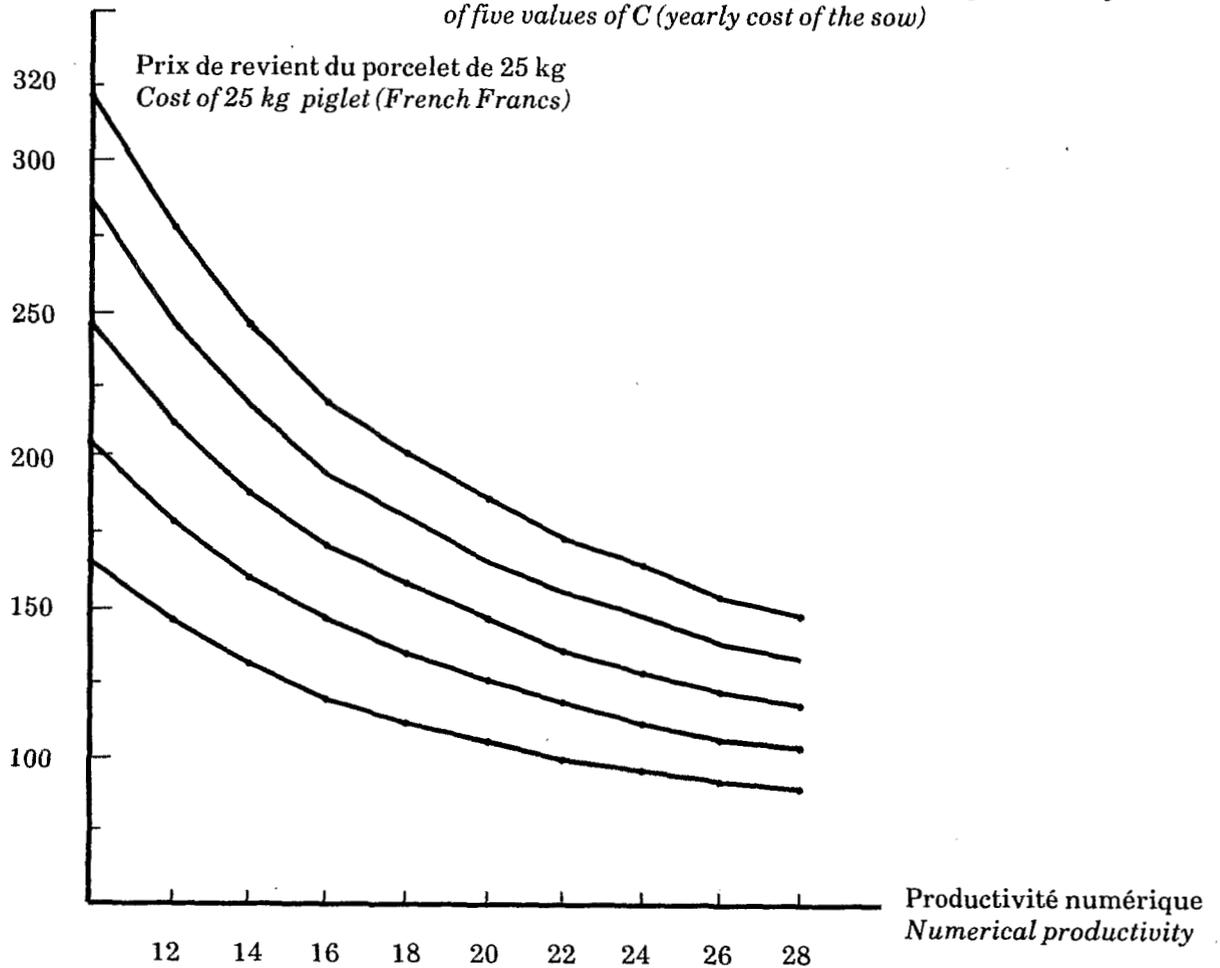


Figure 2 : Evolution du nombre de porcelets nés totaux, nés vivants et sevrés par portée
Variations of litter size at birth and at weaning from 1970 to 1984 in France

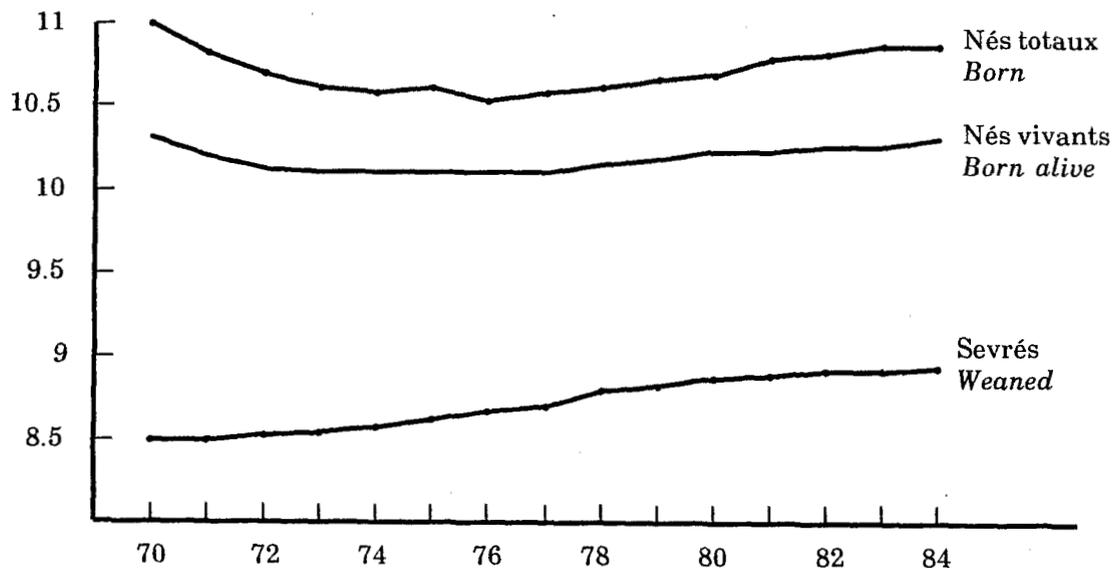


Figure 3 : Durée d'allaitement et intervalle sevrage-fécondité
Variations of age at weaning and weaning-fertilization, interval from 1970 to 1984 in France

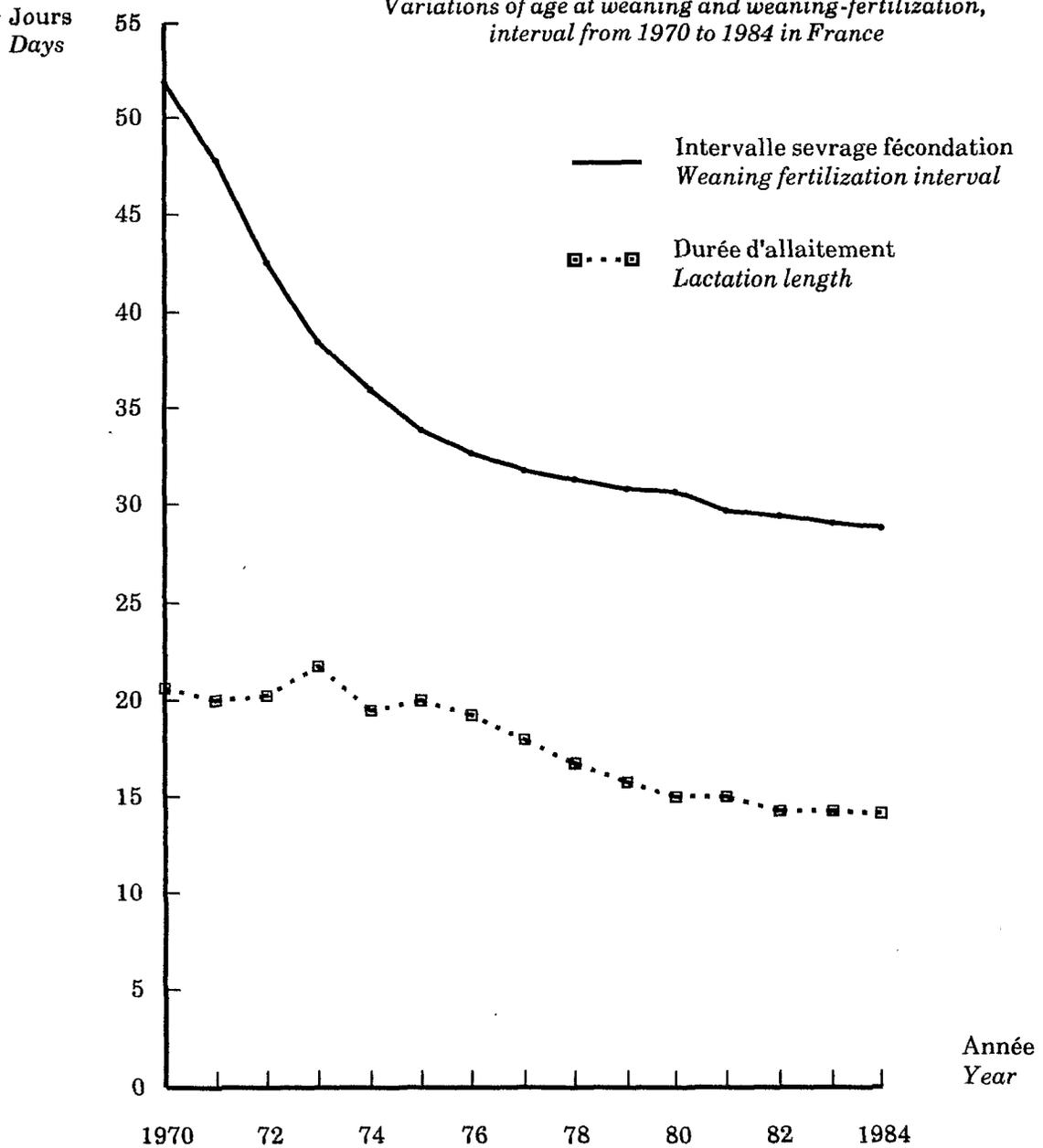


Figure 4 : Productivité numérique par année de vie reproductive (P_n) et par année de présence (P'_n)
Variations from 1970 to 1984 of the number of piglets weaned/sow/year of reproductive life (P_n) and sow/year of presence on the farm (P'_n)

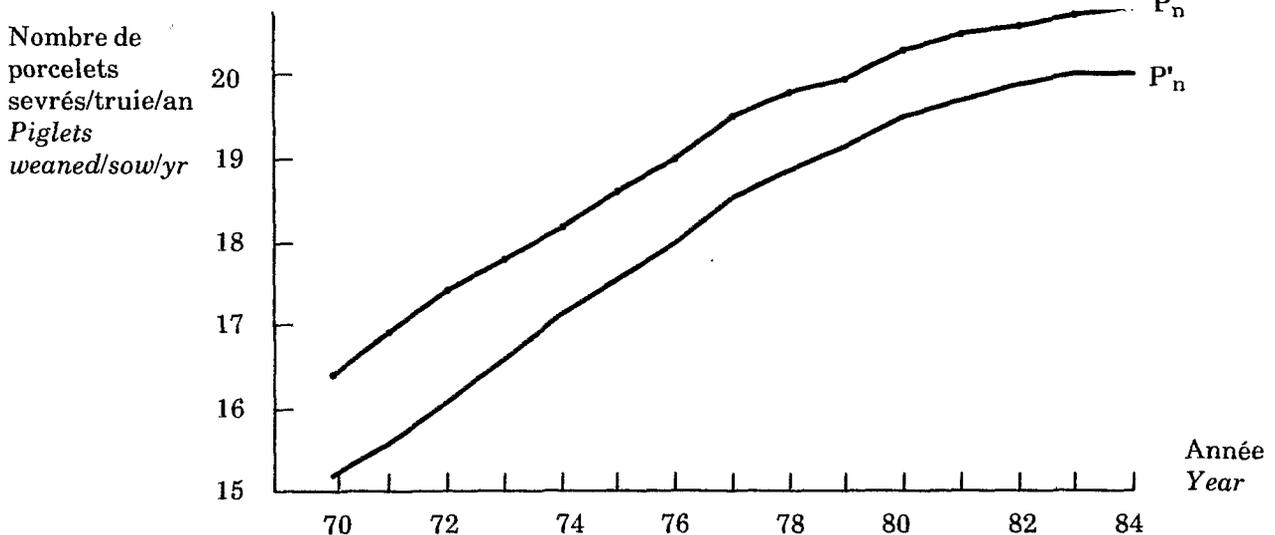
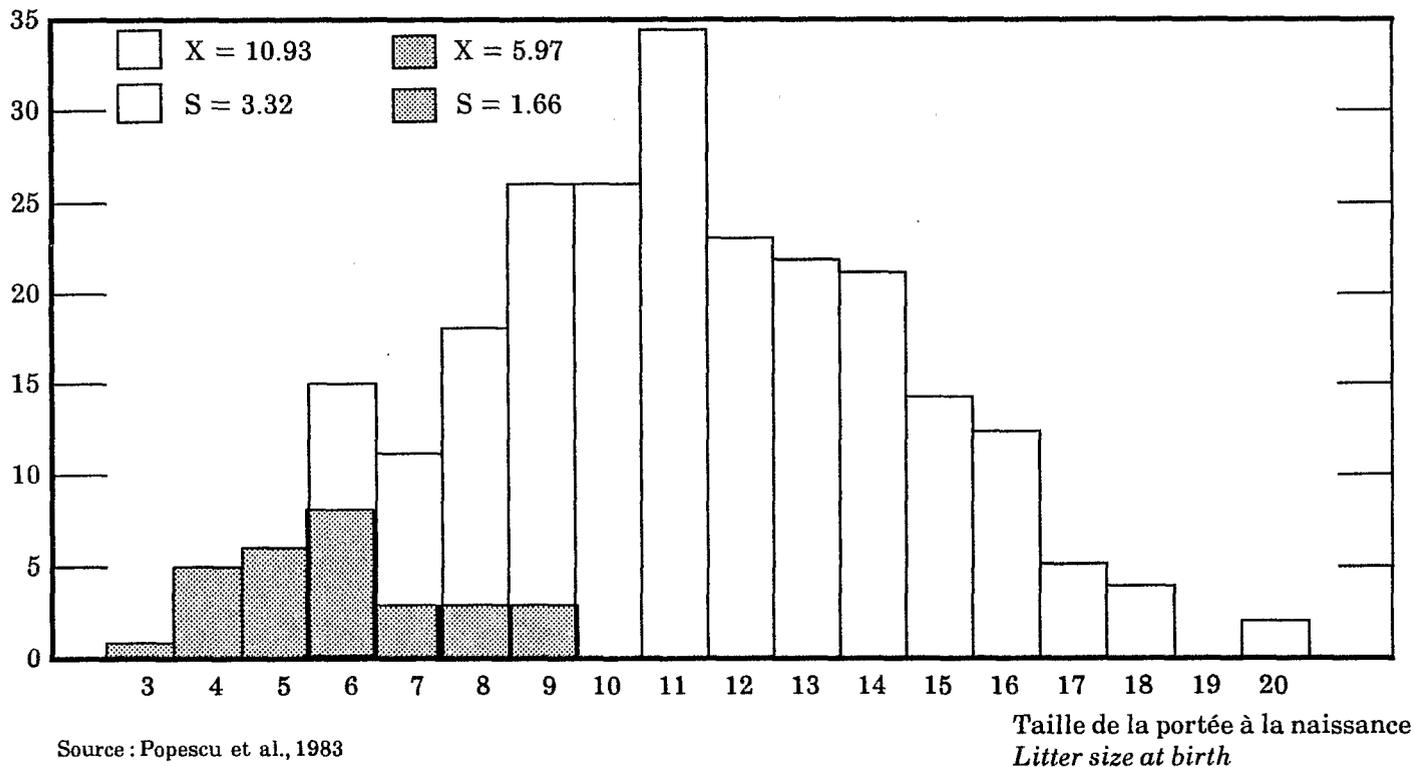


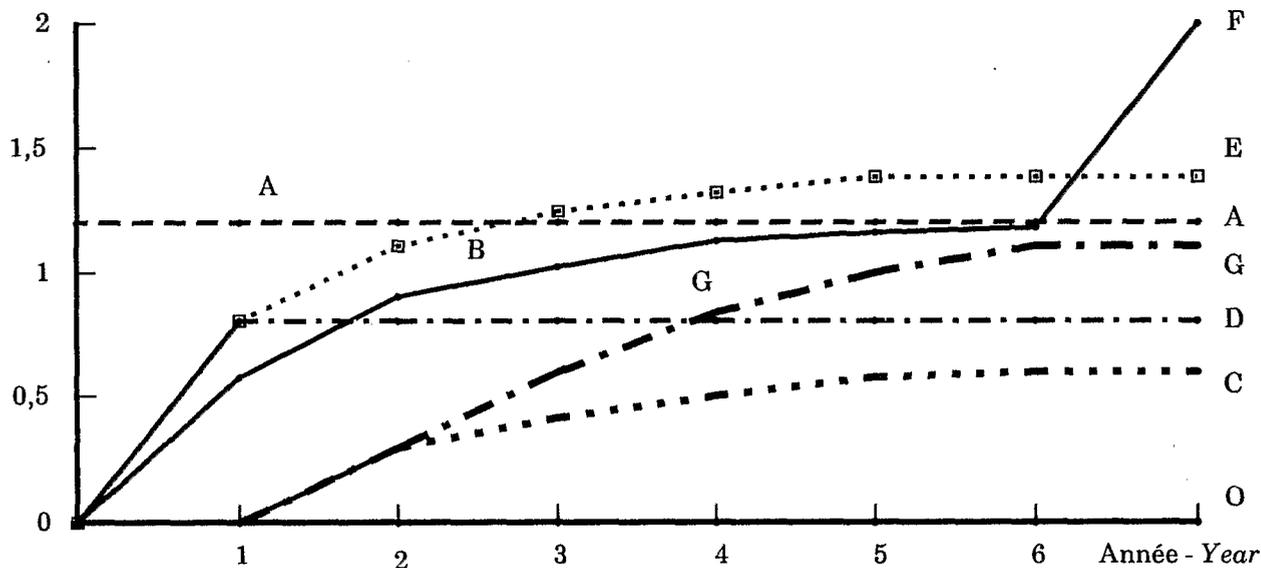
Figure 5 : Histogrammes de la taille des portées conçues par le verrat porteur de la translocation (3 + 7-) (en hachure) et des portées conçues par les verrats contemporains du même troupeau
Histogram of litters sired by 3 + 7- translocated boars compared to contemporary litters (Popescu et al., 1983)



Source : Popescu et al., 1983

Figure 6 : Variations théoriques de la taille de la portée à la naissance avec ou sans usage de la lignée "hyperprolifique"

Theoretical variations in litter size at birth in purebreeding and crossbreeding, with or without use of "hyperprolific" strain pigs.



A = Niveau génétique des truies "hyperprolifiques; B = Niveau génétique des fils de A ; C = Niveau génétique des petites filles de A; D = Croisement sans sélection; E = Croisement issu des verrats B; F = Croisement entre 2 lignées hyperprolifiques de deux races différentes; G = Niveau génétique moyen d'un troupeau inséminé systématiquement par les verrats B ; O = Niveau de base des races pures.

A = Breeding value of "hyperprolific" sows; B = Breeding value of sons of A; C = Breeding value of grand daughters of A; D = Crossbreeding without selection; E : Crossbreeding using B boars; F = Crossbreeding between hyperprolific strains of two different breeds; G = Average genetic value in a herd systematically inseminated by B boars; O = Purebred base.

Supériorité en taille de portée
Superiority in litter size

Figure 7: Supériorité génétique théorique et observée des filles et petites filles des reproducteurs de la lignée hyperprolifique (H)
Expected and observed genetic superiority of daughters and grand-daughters of breeding animals of the (H) line

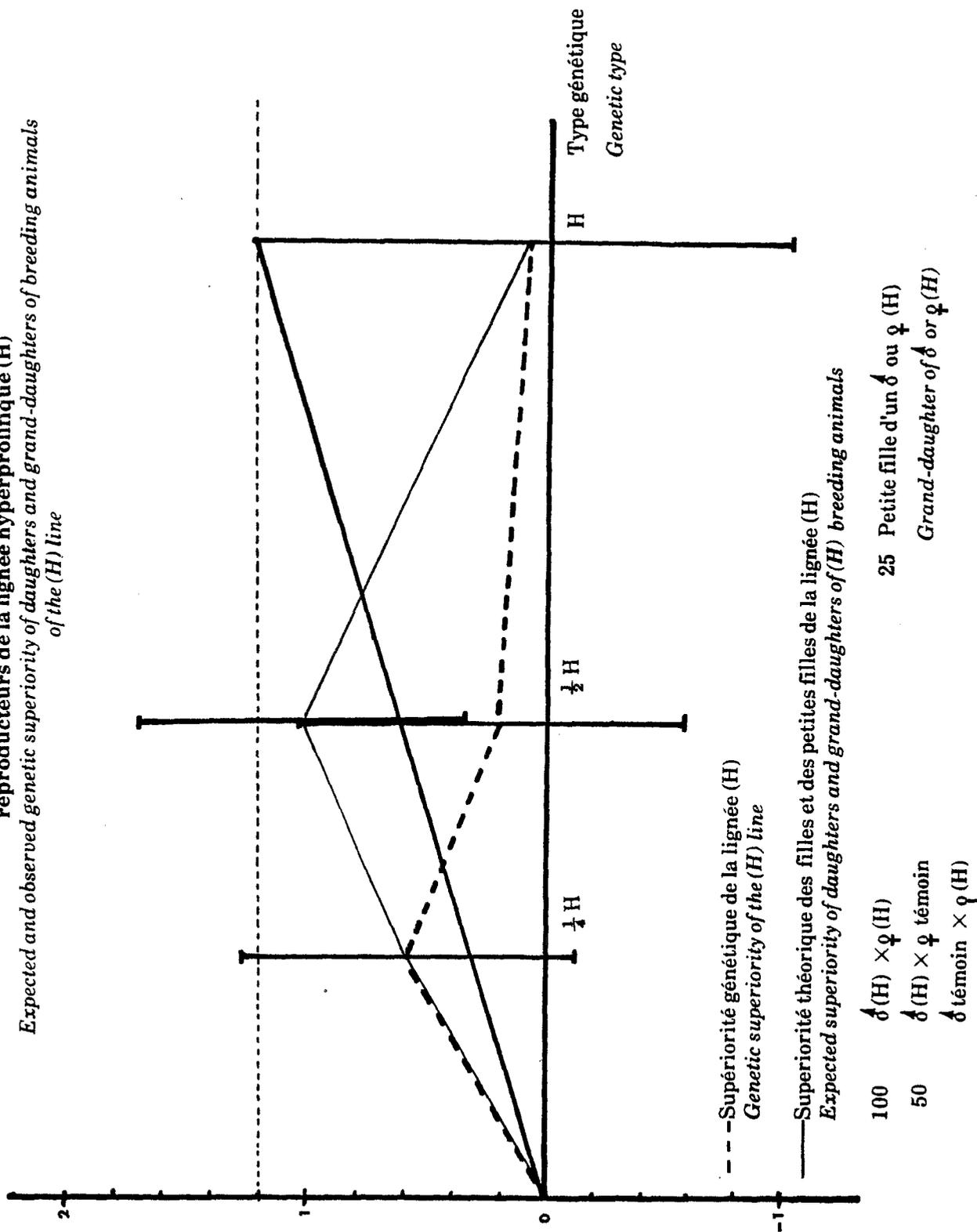
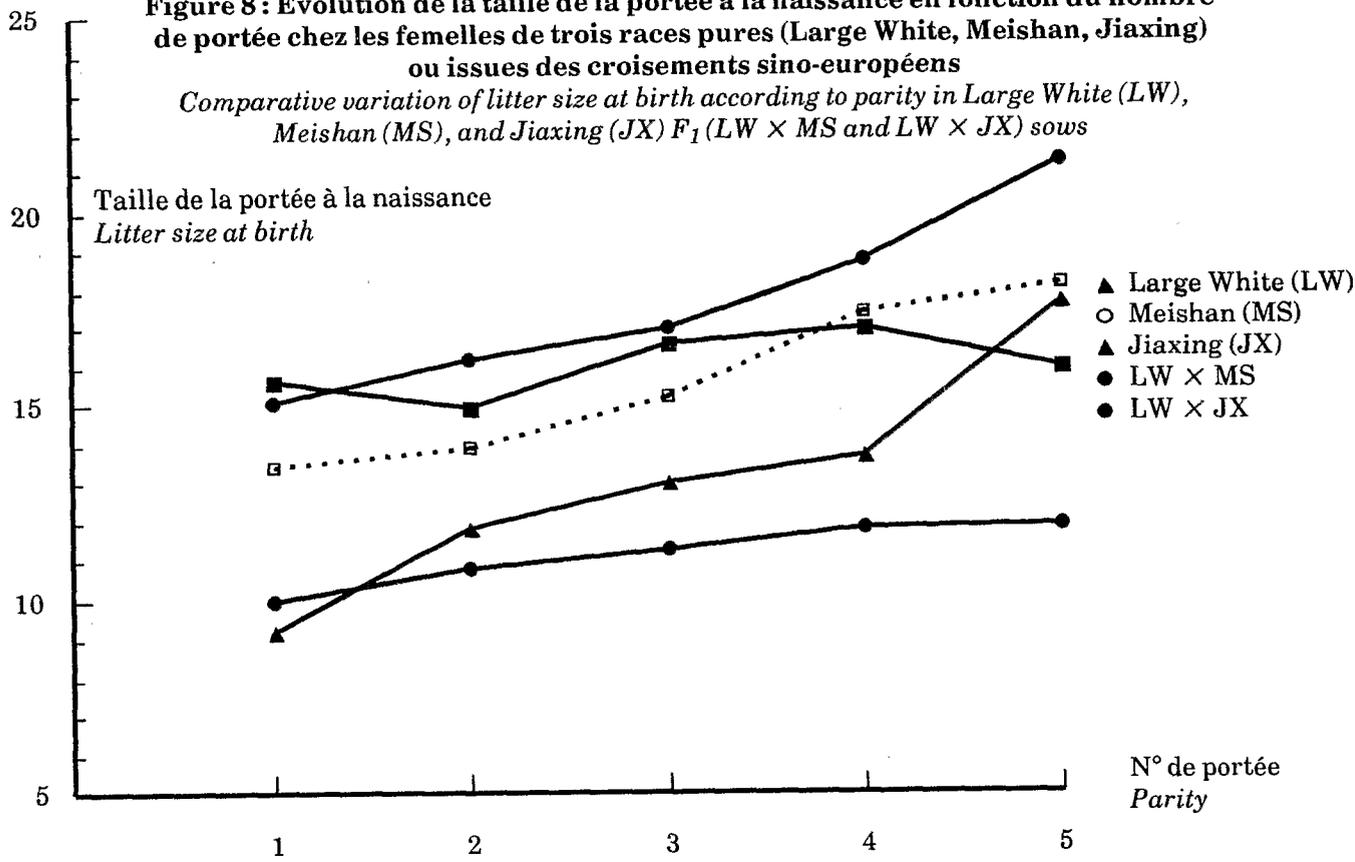


Figure 8 : Evolution de la taille de la portée à la naissance en fonction du nombre de portée chez les femelles de trois races pures (Large White, Meishan, Jiaxing) ou issues des croisements sino-européens

Comparative variation of litter size at birth according to parity in Large White (LW), Meishan (MS), and Jiaxing (JX) F₁ (LW × MS and LW × JX) sows



Source : J.C. Caritez and C. Legault, unpublished

Figure 9 : Position présumée des 3 races pures chinoises, vis-à-vis des principales races exploitées en France, pour le rendement en carcasse et le pourcentage de muscle estimé dans la carcasse (référence CEE)

Presumed position of the 3 Chinese pure breeds as compared to the main breeds used in France, in killing out percentage and estimated carcass lean percentage (EEC references)

