

CONSÉQUENCES ZOOTECHNIQUES DES TRANSLOCATIONS RÉCIPROQUES DANS UN TROUPEAU EXPÉRIMENTAL PORCIN : Incidence économique

M. BONNEAU (1), J. BOSCHER (2), P. POPESCU (2), C. LEGAULT (3)

Institut National de la Recherche Agronomique

(1) Installations Expérimentales du Laboratoire d'Ecologie et Physiologie du Système Digestif - 78352 Jouy-en-Josas cédex.

(2) Laboratoire de cytogénétique - 78352 Jouy-en-Josas cédex.

(3) Station de Génétique quantitative et appliquée - 78352 Jouy-en-Josas cédex.

A partir des observations faites dans un troupeau expérimental de l'INRA, cette étude se propose d'examiner les mécanismes d'action des translocations chez le porc sur la gamétogénèse, la fertilité, la prolificité et la croissance. Chez le verrat une translocation n'a pas d'effet significatif sur la spermatogénèse. Chez la truie, la ponte ovulaire n'est pas affectée quantitativement. Cependant, la mortalité avant implantation est très fortement augmentée. L'intervalle sevrage oestrus reste inchangé ; toutefois l'intervalle sevrage fécondation est significativement allongé en raison de retours en chaleurs plus fréquents. La prolificité est globalement réduite (45%), cependant avec d'importantes variations selon la translocation 28% : pour la t(5;14), 80% pour la t(16;17). De plus, nous avons remarqué que les porcelets issus d'un parent transloqué bénéficient d'un effet maternel prénatal favorable. Mais l'avantage de poids à la naissance s'estompe avec l'âge. Il convient enfin d'attirer l'attention sur les conséquences économiques considérables que pourrait entraîner la présence d'une translocation dans un centre d'IA, ou dans un troupeau de sélection ou de multiplication.

Zootechnical consequences of reciprocal translocations in an experimental herd of pigs ; economical incidence

Studies on an experimental herd of pigs from INRA provided some information on the mechanisms of the action of translocations on : gametogenesis, fertility, prolificacy and growth. The presence of a translocation has no effect on spermatogenesis in males and also no effect on ovulation rate in females. However, mortality before preimplantation is increased. The weaning-oestrus interval is not modified but the weaning-fertilization interval is much longer than in normal animals. Prolificacy is reduced by 45% but this reduction varies with the type of translocation : 28% for t(5;14) and 80% for t(16;17). Moreover, it was observed that piglets from translocated parents are heavier. But subsequent the growth is similar. It is necessary at birth, to consider the important economic consequences when a translocation is present in a AI center, or in a herd for breeding selection or multiplication.

INTRODUCTION

Depuis 1970, les éleveurs français disposent grâce au Programme National de Gestion Technique des troupeaux de truies (PNGTTT) d'un outil qui leur permet de situer les composantes techniques de leur élevage par rapport à différents niveaux de référence (national, départemental, schéma de croisement etc.) (LEGAULT et al. 1971). Un aménagement de ce programme apporté en 1979 (DAGORN, 1978), a permis de détecter les verrats ayant engendré des portées de taille anormalement faible encore appelés «hypoprolifiques». Comme le rappelle la revue de POPESCU et LEGAULT (1988), 6 translocations réciproques différentes ont été mises en évidence en France à cette date. A cette situation, on peut ajouter aujourd'hui 3 nouvelles translocations du même type (POPESCU et al. données non publiées). Pour étudier de manière plus approfondie les mécanismes de l'hypoprolifé et d'en évaluer les conséquences zootecniques, des animaux porteurs ont été intégrés au troupeau expérimental de la Minière pour 6 de ces translocations. Pour 4 d'entre elles, les données recueillies nous permettent de dresser le bilan des mécanismes d'action sur les différentes phases de la reproduction : production spermatique, ovulation, Intervalle Sevrage Oestrus (ISO), Intervalle Sevrage Fécondation (ISF), taille de la portée, aptitude laitière des truies, croissance des porcelets de la naissance à 100kg.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les anomalies étudiées dans cette étude sont les suivantes :

- $trcp(4;14)(q1.1;p1.1)^*$ décrite par POPESCU et LEGAULT (1979), qui dans l'élevage d'origine provoquait une diminution de la prolificité de 49%.

- $trcp(3;7)(p1.3;q2.1)^*$ décrite par POPESCU et al (1983). La réduction de la prolificité dans l'élevage d'origine était de 45%.
- $trcp(5;14)(p1.1;q1.1)^*$ trouvée en France dans plusieurs élevages fut décrite pour la première fois par POPESCU et al., (1984). La réduction de la taille des portées était de 28% dans le premier élevage.
- $trcp(16;17)$ décrite par POPESCU et BOSCHER (1986) faisait chuter la prolificité de 31% dans l'élevage d'origine.

Les plans d'accouplements sont de 3 types ; dans la plupart des cas, les animaux transloqués ont été accouplés avec des animaux normaux, contemporains du troupeau (n=47). Dans des cas plus fréquents, quelques croisements ont été réalisés avec des animaux porteurs tous deux d'une translocation (n=51). Et enfin, des truies porteuses (n=10) ont été accouplées à deux verrats de statuts différents (1 porteur de l'anomalie, l'autre normal).

2. RÉSULTATS

2.1. Production spermatique

Pour 2 translocations, un verrat : $t(4;14)$ âgé de 3 ans et un verrat $t(16;17)$ âgé de 8 mois, ont fait l'objet d'une analyse au niveau de la production spermatique en comparaison à un verrat normal contemporain âgé de 2 ans 1/2 considéré comme témoin.

Chacun de ces verrats a été collecté tous les 2 jours pendant une semaine, deux autres récoltes ayant eu lieu 8 jours avant et 8 jours après cette phase de récolte intensive. (tableau 1)

TABLEAU 1

prélèvement	J0	J7	J9	J11	J18	moyenne
normal	330 25,1	280 32,4	220 10,4	280 41,0	290 23,2	280 NS 26,4 NS
$t(16;17)$	180 49,0	240 20,7	270 22,0	230 33,9	270 31,3	238 NS 31,4 NS
$t(5;14)$	410 41,2	350 18,9	450 17,1	420 14,0	440 20,0	414 NS 22,2 NS

Les premières valeurs correspondent au volume (ml) de liquide séminal récolté, les secondes valeurs au nombre de spermatozoïdes (qté x 10⁶)

Le nombre de spermatozoïdes par éjaculat est très sensiblement identique chez les trois verrats. Des observations similaires ont été faites sur le volume d'éjaculat, avec pour l'ensemble des animaux une baisse attendue pendant la période intensive.

* $trcp(4;14)(q1.1;p1.1)$ = Nomenclature internationale utilisée pour définir : une anomalie chromosomique de type translocation réciproque (trcp), les chromosomes impliqués (4;14), les bras des chromosomes impliqués (q;p), les points de cassure sur chaque chromosome (1.1;1.1)

2.2 Ovulation et taux de survie embryonnaire

Quinze truies porteuses d'une translocation ont été abattues environ 10 jours après saillie. Elles ont été comparées à 17 femelles normales, saillies par des verrats transloqués. (tableau 2)

Le taux d'ovulation (nombre de corps jaunes) est pour l'ensemble des truies parfaitement normal ($16,8 \pm 1,7$ contre $16,2 \pm 1,4$) et comparable à des observations précédemment obtenues dans l'élevage expérimental de la Minière (DUÉE et ETIENNE,

TABLEAU 2
NOMBRE MOYEN DE CORPS JAUNES (CJ) ET D'EMBRYONS PRÉSENTS AVANT L'IMPLANTATION SUIVANT LE TYPE DE CROISEMENT

croisement (Nombre)	stade (jours)	CJ	embryons	taux de survie
++ x t+ (n=15)	10,4	16,8	11,3	67,3 % NS
t+ x ++ (n=17)	7,7	16,2	10,0	61,7% NS
t+ x t+ (n=10)	7	16,0	6,9	43,1 %

t+ = hétérozygote transloqué ; ++ = normaux
(n) nombre de portées ;

1974) ainsi que dans un autre élevage expérimental (BOLET et al, 1986). Cet échantillon a été fortement influencé par des résultats obtenus sur la translocation 4;14 (n=7) avec un taux d'ovulation de 16,0. Toutefois, nous pouvons observer que le taux de survie est réduit de 40% dans les 10 premiers jours. Ce chiffre est très supérieur aux valeurs retenues pour des truies normales pour lesquelles ce taux est de 90% (BIDANEL, 1989). Sur 10 croisements entre animaux portant une translocation, l'observation des résultats donne toujours les mêmes valeurs pour le taux d'ovulation, alors que le taux de survie embryonnaire est réduit de façon plus importante (60%), ces valeurs n'étant cependant pas significativement différentes.

2.3. Intervalle sevrage oestrus, intervalle sevrage fécondation

Le premier oestrus après le sevrage (ISO) a été observé sur 47 truies portant une translocation, et 41 truies contemporaines du troupeau. Comme le montre le tableau 3, cet intervalle est respectivement de $6,1 \pm 0,7$ et $5,7 \pm 0,8$ jours. Ces différences ne sont pas significatives.

TABLEAU 3
INTERVALLE SEVRAGE OESTRUS (ISO) ET SEVRAGE FÉCONDATION (ISF) EN FONCTION DU TYPE D'ACCOUPEMENT

caryotype parents	ISO (nbre)	ISF (nbre)
++ x ++	$5,7 \pm 0,8$ a (n=41)	$16,2 \pm 2,2$ b (n=44)
t+ x ++ ++ x t+	$6,1 \pm 0,7$ a (n=47)	$23,3 \pm 3,7$ a (n=18)
t+ x t+		$27,8 \pm 5,3$ a (n=18)
t+ x t+(1) x ++		$15,2 \pm 1,8$ b (n = 13)

(1) = accouplement fait avec deux verrats différents
Les valeurs indicées d'une lettre différente sont significativement différentes au seuil de 5%.

L'intervalle sevrage fécondation n'a pu être contrôlé que sur un nombre limité de truies transloquées (n=18). Pour celles-ci, la période inféconde est augmentée de 8 jours par rapport aux 41 truies contemporaines normales qui ont un intervalle sevrage fécondation de 16,2 jours. Les résultats obtenus par translocation, peuvent varier significativement d'une translocation à une autre. L'ISF n'étant que de 11 jours pour la translocation 5;14 alors qu'il est de 36 jours pour la translocation 16;17 (BONNEAU, 1990) .

Lorsque les translocations sont portées par les deux parents nous avons observé sur un effectif de 18 accouplements, une augmentation un peu plus grande de la période inféconde (28 jours contre 16,2 jours). Toutefois, sur un effectif de 13 saillies nous avons effectué un double accouplement lors du premier oestrus après le sevrage (un verrat normal suivi d'un verrat transloqué, ou l'inverse), l'ISF est de $15,2 \text{ jours} \pm 1,8$, c'est à dire apparemment normal.

2.4. Prolificté

Comme on peut s'y attendre à l'examen de la littérature, l'utilisation d'un reproducteur portant une translocation se traduit par une diminution très sensible de la taille de la portée. Ainsi, sur un nombre de 32 portées de père ou de mère transloqués, on obtient une taille de portée de $6,5 \pm 2,3$ porcelets contre $11,7 \pm 1,1$ pour les contemporaines du troupeau normal. Cette observation très générale mérite des commentaires (tableau 4).

L'identité d'action du sexe a pu être confirmée sur des effectifs de 8 femelles transloquées saillies par un verrat normal qui sont comparées à 8 femelles normales saillies par un verrat transloqué. La baisse de prolificité est la même quelque soit le sexe vecteur de l'anomalie. Par ailleurs, pour 2 translocations, la 4;14 et la 5;14, les chutes de prolificité sont parfaitement conformes à celles qui avaient été obtenues dans les élevages d'origine (POPESCU et LEGAULT 1988). Pour la 3;7, sur un effectif réduit à 7 portées, cette réduction semble plus faible que celle observée chez l'éleveur, 28% contre 45%; cette différence non significative pourrait être attribuée au niveau de prolificité des contemporains du troupeau. En revanche, pour la t(16;17), la réduction de taille de portée est nettement plus forte dans l'élevage expérimental que dans l'élevage d'origine : 80% contre 31%. Cette observation va également dans le sens d'une augmentation de l'intervalle sevrage fécondation. Nous y reviendrons dans la discussion générale, cette disparité pouvant provenir de la pratique de la double saillie.

TABEAU 4
TAILLE DES PORTÉES À LA NAISSANCE EN FONCTION DU
TYPE D'ACCOUPLEMENT RÉALISÉ

caryotypes	nombre d'accouplements	nbre de porcelets
++ x t+	8	6,0 ± 1,9
t+ x ++	8	7,1 ± 2,6
++ x ++	20	11,7 ± 1,1a
t+ x ++	32	6,5 ± 2,3b
t3;7	7	8,2
t4;14	9	5,5
t5;14	10	8,2
t16;17	6	3,3
t+ x t+	11	4,9 ± 1,3b
t+ x t+ (1) x ++	9	8,7 ± 1,9a

(1) = accouplements réalisés avec deux verrats différents
Les valeurs indiquées d'une lettre différente sont significativement différentes au seuil de 5%.

t+ = hétérozygote transloqué, ++ = normal

D'ailleurs dans des croisements que nous avons réalisés avec deux verrats différents, dont un portait l'anomalie, nous avons une taille de portée qui occupe une valeur intermédiaire ($8,32 \pm 1,12$).

2.5. Croissance des porcelets et aptitude laitière de la mère

A l'intérieur des portées issues de truies ou de verrats transloqués, les poids à la naissance des porcelets à caryotypes normal et transloqué sont sensiblement identiques (respectivement : 1,70 et 1,56 kg ; effet non significatif). L'ensemble de ces porcelets bénéficie d'un espace utérin plus vaste et par conséquence d'un milieu maternel prénatal particulièrement favorable. De plus, les mères transloquées étant parfaitement préparées pour une lactation et ayant un faible nombre de porcelets au départ sont d'excellentes mères adoptives. Nous avons d'ailleurs remarqué que pour 32 porcelets adoptés, 32 ont été sevrés. De même, les porcelets adoptés d'un poids plus faible au moment de la naissance ont tendance à combler ce retard dès la fin du sevrage. Sur un groupe de 18 porcs dans chaque lot engraisé jusqu'à 100 kg, l'âge à l'abattage est le même pour les 2 lots.

3. DISCUSSION

En premier lieu nous avons pu constater que les translocations étudiées ne modifient pas quantitativement la gamétogénèse. Chez les mâles, la spermatogénèse n'est pas influencée par la présence des translocations. Ces résultats sont en accord avec ceux de Bouters et al., 1974. HAGELTORN et al. 1976. La baisse de prolificité ne peut dans nos conditions d'expérimentation être imputable à une réduction de la concentration en spermatozoïdes, comme cela a pu être démontré chez l'homme et la souris (CHANDLEY et al., 1975. FOREJT, 1974). En fait, le porc aurait une grande facilité à produire des appa-

riements hétérologues au stade pachytène de la méiose, ce qui permettrait un taux de survie des gamètes plus important (GABRIEL-ROBEZ et al., 1988). Chez les femelles, nous n'avons pas trouvé de défaut d'ovulation sur les truies transloquées. En effet, l'intervalle sevrage oestrus n'est pas modifié par la présence d'une translocation. De même, la ponte ovulaire des truies transloquées est identique à celle des truies normales. L'anomalie chromosomique chez le porc, à l'inverse d'autres espèces et pour les translocations que nous avons étudiées, ne paraît pas affecter leur production gamétique mâle et femelle.

Par contre, les translocations modifient la fertilité et la fécondité. L'intervalle oestrus-saillie fécondante, est augmenté pour les accouplements où l'un des 2 partenaires est transloqué. Une explication peut être trouvée à l'allongement de la période entre le sevrage et la fécondation par la fréquence des retours en chaleurs plus élevée lors de tels accouplements. D'ailleurs, pour la translocation (4;14) une diminution de la fertilité avait été mentionnée par LEGAULT et POPESCU (1981) chez un éleveur qui observait un taux de «fausses gestations» de 12% pour le verrat transloqué contre 3% lors d'accouplements avec des verrats normaux contemporains.

Le taux de survie embryonnaire montre qu'un nombre important d'embryons n'est plus présent à 10 jours de gestation (35%), alors que le taux habituel de mortalité est de l'ordre de 10% (BIDANEL, 1989). Ces résultats sont à rapprocher de la corrélation observée entre le maintien de la gestation et la taille de la portée en insémination artificielle. D'ailleurs, DU MESNIL DU BUISSON (1966) et DU MESNIL DU BUISSON et SIGNORET (1970) avaient souligné la difficulté de maintenir une gestation lorsque le nombre d'embryons était inférieur à 4 porcelets. En réalité, le fait d'avoir des portées réduites à la naissance suppose qu'une mortalité embryonnaire existe. Son importance est directement liée au nombre de gamètes chromosomiquement anormaux produits au moment de la méiose. En effet, une expérience faite sur des embryons à 10 jours (POPESCU et BOSCHER, 1982) montre la présence d'embryons à caryotype déséquilibré qui n'ont jamais été retrouvés sur des porcelets à la naissance.

Pour la translocation (16;17), il est intéressant de noter que la taille des portées est réduite de 80% dans notre élevage, alors qu'elle ne l'était que de 31% dans l'élevage d'origine. Cette différence s'explique probablement par le fait que l'éleveur pratiquait couramment la double saillie. Nous avons obtenu d'ailleurs les mêmes effets en faisant saillir des truies par 2 verrats différents, dont l'un était transloqué. Dans ce cas, les tailles de portées obtenues ont une valeur intermédiaire. Pour la translocation (4;15), POPESCU et LEGAULT (1988) avaient montré aussi un effet des doubles saillies sur la prolificité mais estimé à 0,95 porcelet supplémentaire par portée. Toutefois, ceci pose le problème de la détection des anomalies à faible effet sur la taille des portées (20%) car dans ce cas les translocations peuvent être difficiles à éliminer et, de ce fait, propager l'anomalie avec plus de facilité.

On peut noter que le poids des porcelets à la naissance, conçus par un parents transloqué, est supérieur au poids des porcelets issus de parents normaux, car la taille des portées est plus réduite. Ces différences attribuables à un effet maternel prénatal particulièrement favorable, s'estompe avec l'âge.

La chute de prolificité et la baisse de fertilité ont nécessairement une incidence sur l'augmentation du prix de revient du

porcelet. Sur une étude économique (BONNEAU, 1990), les conséquences que provoquerait une translocation chromosomique dans un centre d'IA se traduirait par un manque à gagner pour l'ensemble des éleveurs de 380 000 francs à 528 000 francs pour respectivement 576 inséminations et 650 inséminations. Ces statistiques d'utilisation de verrats, ont été communiquées par le SEIA de Rouillé (BARITEAU communication personnelle)

Compte tenu du regain d'intérêt que connaît actuellement l'insémination artificielle, il devient important d'envisager un contrôle systématique, à titre préventif, des verrats chargés de la création et de la diffusion du progrès génétique. Cette dernière remarque s'applique également aux verrats en service chez un multiplicateur de truies parentales, où chez un multiplicateur de verrats terminaux, ou la présence de telles situations ont déjà été rencontrées.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BIDANEL J.P. 1989. *Prod. Anim.*, 2, 159-170.
- BOLET G., MARTINAT-BOTTE F., LOCATELLI J., GRUAND J., TERQUI M., BERTHELOT F., 1986. *Génét. Sél. Evol.*, 18, 33-342.
- BONNEAU M. 1990. Thèse Université de Paris XI : Translocations réciproques conséquences chez le porc domestique. pp 115.
- BOUTERS R., BONTE P., VANDEPLASSCHE M., 1974. 1st World Congress on Genet. Applied to Livestock Production. 7-11 Oct., 1974, Madrid, 3, 169-171, Minist. Agric., Madrid.
- CHANDLEY A.C., FLETCHER J.M., ROSSDALE P.D., PEARE C.K., RICKETTS S.W., MC ENERY R.J., THORNE J.P., SHORT R.V., ALLEN W.R., 1975. *J. Reprod. Fert.*, 23, suppl. 377-383.
- DAGORN J., 1978. Note aux Etablissements Départementaux de l'Élevage. Institut Technique du Porc, Paris.
- DU MESNIL DU BUISSON F., 1966. Thèse : Contribution à l'étude du maintien du corps jaune de la truie. pp135.
- DU MESNIL DU BUISSON F., SIGNORET J.P., 1970. *Vet. Rec.* 86, 562-568
- DUEE P.H., ETIENNE M. 1974. *Journées Rech. Porcine en France*, 6, 43-47.
- FOREJT J., 1974. *Cytogenet. Cell. Genet.* 13, 369-383.
- GABRIEL-ROBEZ O., JAAFAR H., RATOMPONIRINA C., BOSCHER J., BONNEAU M., POPESCU C.P., RUMPLER Y., 1988. *Chromosoma (Berlin)* 97, 26-32.
- HAGELTORN M., GUSTAVSSON I., ZECH L., 1976. *Hereditas* 83, 268-271.
- LEGAULT C., MOLENAT M., STEIER G., TEXIER C., ZICKLER G., 1971 *Journées Rech. porcine en France*, 3, 11-17.
- LEGAULT C., POPESCU C.P., 1981. *Journées Rech. Porcine en France*, 12, 239-246.
- POPESCU C.P., LEGAULT C., 1979. *Ann. Génét. Sél. Anim.* 11, 361-369.
- POPESCU C.P., BOSCHER J., 1982. *Cytogenet. Cell. Genet.*, 34, 119-123.
- POPESCU C.P., BOSCHER J., 1986. *Génét. Sélect. Evol.* 18, 123-130.
- POPESCU C.P., BOSCHER J., TIXIER M., 1983. *Génét. Sélect. Evol.*, 15, 479-488.
- POPESCU C.P., BONNEAU M., TIXIER M., BAHRI I., BOSCHER J., 1984. *J. Hered.*, 75, 448-452.
- POPESCU C.P., LEGAULT C., 1988. *Journées Rech. Porcine en France*, 20, 297-304